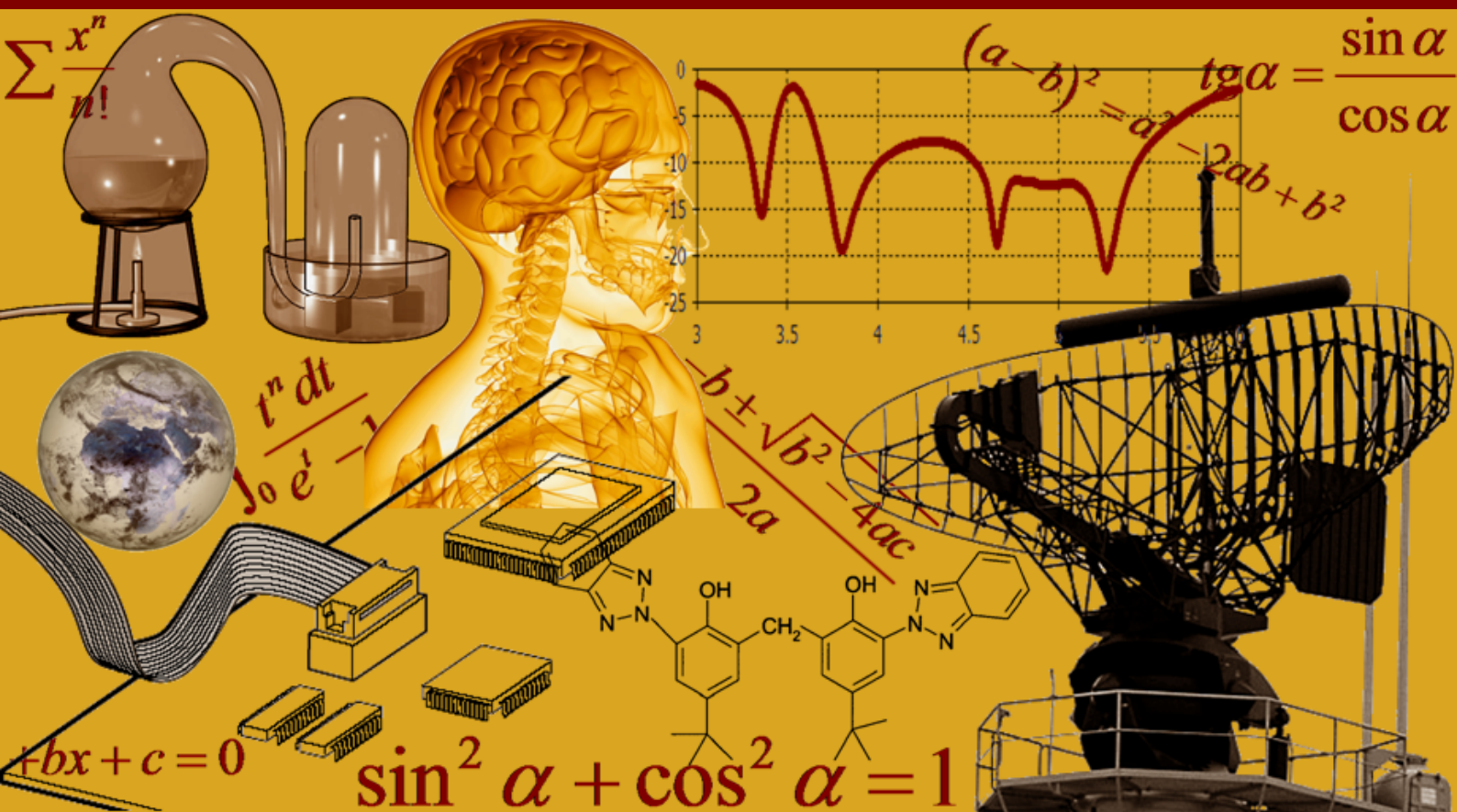


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 21 N. 1 March 2016



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

International Journal of Innovation and Scientific Research (ISSN: 2351-8014) is an open access, specialized, peer-reviewed, and interdisciplinary journal that focuses on research, development and application within the fields of innovation, engineering, science and technology. Published four times per year in English, French, Spanish and Arabic, it tries to give its contribution for enhancement of research studies.

All research articles, review articles, short communications and technical notes are sent for blind peer review, with a very fast and without delay review procedure (within approximately two weeks of submission) thanks to the joint efforts of Editorial Board and Advisory Board. The acceptance rate of the journal is 75%.

Contributions must be original, not previously or simultaneously published elsewhere. Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Table of Contents

Factors affecting overall job satisfaction of mobile telecom employees in Bangladesh	1-10
La caféiculture, est-ce une solution à l'extermination de la culture du bananier (<i>Musa paradisiaca</i> L. et <i>Musa sapientium</i> L.) dans le groupement de Lugendo, en Territoire de Kabare, province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo	11-16
CSR and financial performance parameters of DBBL: An empirical analysis	17-22
Evaluation des performances agroforestières de <i>Jatropha curcas</i> L. cultivé en association avec le maïs (<i>Zea mays</i> L.) et l'arachide (<i>Arachis hypogea</i> L.) à Nzila (Centrafrique)	23-33
Modelado de un sistema de inferencia difusa tipo Mamdani para el diagnóstico de envejecimiento de motores eléctricos	34-42
Self-reported adherence to anti-retroviral therapy (ART) challenges faced by caregivers of HIV positive children	43-50
La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo)	51-60
Régénération naturelle de <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De Wild.) J. Léonard (Leguminosae) dans la réserve forestière de Masako à Kisangani, République Démocratique du Congo	61-68
Modes de gestion paysanne des semences de gombo (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.) au Burkina Faso	69-80
Caractéristiques hydrogéologiques de l'intervalle 177 - 79 m du forage d'Abouabou (Abidjan, Côte d'Ivoire): paramètres physico-chimiques	81-91
Foraminifères planctoniques et biostratigraphie du passage Bartonien-Priabonien de la coupe Ben Attya dans le Rif externe oriental (Maroc)	92-102
An Enhanced Tsunami Detection System	103-109
Elastofibroma dorsi: About six cases	110-117
Female Labor force participation and Sectoral Choices for females in Cameroonian Labor Market	118-129
Vers une dynamique de promotion agricole axée sur la participation paysanne : cas de la chefferie de Kabare, Sud Kivu, RD Congo	130-139
Simulation Study of Thermal Zoning and its Impact on energy balance sheet of Building	140-149
ETUDE D'UN CHAMPIGNON COPROPHILE: <i>PANAEOLUS SEMIOVATUS</i> (SOWERBY) S. LUNDELL & NANNF., 1938	150-153
Etude botanique et évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de <i>Hunteria eburnea</i> Pichon (Apocynaceae) sur la croissance in vitro de souches multi-résistantes isolées chez des patients hospitalisés dans un CHU en Côte d'Ivoire	154-161
ANALYSE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX CONSOMMEES PAR LA POPULATION DU GROUPEMENT D'IRHAMBI / KATANA, SUD KIVU, RD CONGO	162-168
Consumer Acceptance of Mobile Marketing: An Empirical Study on Pakistani females	169-182
Comparative cytotoxicity of <i>Enantia polycarpa</i> (DC) Engl. and Diels (Annonaceae) and <i>Bersama abyssinica</i> Fresen. (Melianthaceae) two Ivorian medicinal species commonly used	183-189
Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie	190-200
Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin	201-211
Socio-economic determinants of the economic profitability of cashew nuts marketing in North-Eastern-Benin: Case study of Tchaourou municipality	212-219
Application of an Acellular Dermal Matrix Allograft (AlloDerm) for Treatment of Localized Gingival Recession Defect: A Case Report with One-year Follow-up	220-223

Factors affecting overall job satisfaction of mobile telecom employees in Bangladesh

Md. Jamal Uddin¹, Md. Zahangir Kabir², Md. Mostafizur Rahman², and Rafia Akhter²

¹Department of Marketing, Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Dinajpur, Bangladesh

²Department of Management, Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Copyright © 2016 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 was conducted to identify the job satisfaction factors and measure the level of job satisfaction of mobile telecom sector employees in Bangladesh. For this purpose 220 data were collected from six largest mobile companies. Job satisfaction survey (JSS) questionnaire contain three (pay/benefits, organizational factors and managerial factors) main factors and within three factors sixteen sub factors were used to collect respondents opinion regarding to the job satisfaction. Pearson chi-square and correlation were used to test the hypothesis. The result shows employees are moderately satisfied with pay/compensation, fringe benefits, workplace, organizational reputation, supportive management. Employees are slightly satisfied contingent rewards, recognition, co-workers behavior, logistics support, relationship with supervisor, proper communication. On the other hand employees are dissatisfied on promotion, job security, work-load, organization rules and regulation, sense of achievement. The result also shows demographic variables (age, sex educational level) are negatively related with overall job satisfaction of the employee. Finally this is found 34.1% employees are satisfied and 13.2% employees are dissatisfied towards the overall job satisfaction factors.

KEYWORDS: Compensation, rewards, recognition, promotion, benefits.

1 INTRODUCTION

Job satisfaction has been defined as a pleasurable emotional state resulting from the appraisal of one's job; an affective reaction to one's job; and an attitude towards one's job. Job satisfaction is the favorableness or un-favorableness with which employees view their work and it is affected by both the internal and external environment of the organization. Job satisfaction 'can be considered as a global feeling about the job or as a related constellation of attitudes about various aspects or facets of the job [1]. The factors that can have an influence on job satisfaction into three groups namely: (i). Organizational policies and procedures that have to do with the nature of the remuneration package, supervision and decision-making practices, and the perception of the quality of supervision. (ii). Aspects of the total workload, the variety of skills applied, autonomy, feedback and the physical nature of the working environment. (iii). Personal aspects such as self image, ability to deal with stress and general satisfaction with life [2]. Job satisfaction is the difference between the amount of rewards employees receive and the amount they believe they should receive [3]. There are three important dimensions to job satisfaction are (i) Job satisfaction being an emotional response to a job cannot be seen. As such, it can only infer. (ii) Job satisfaction is often determined by how satisfactorily outcomes meet or exceed one's expectations and (iii) Job satisfaction represents an employee's attitudes towards five specific dimensions of the job; pay, work itself, promotion, opportunities and supervision with co-workers [4]. The mobile telecom industry being an integral component of the information, and communications technology (ICT) and the industry has been earmarked as the key driver of the economic growth of the country. Telephone first developed in the mid-1870s. The idea of cell phone is 60 years old and from then it continues making the revolution in telecommunication industry. The almost exponential growth in mobile telecom sector in Bangladesh in the last 5-10 years has had the same transformative impact on Bangladesh's economy as the growth of Ready Made Garments and Remittances. In 2004 and 2005 the cellular phone business grew in Bangladesh at the rate of 100 percent and 137 percent respectively. There are six largest mobile operators (City-cell, Grameenphone, Banglalink, Robi, Teletalk and Airtel) in

Bangladesh play a dominant role in telecoms sector by revenues, employment and coverage. These six mobile companies have contributed for bridging the digital divide in Bangladesh. It creates huge job scope for educated young generation in the country. But there has been a cut throat competition shown in this sector. The major players have changed the gaming rules and adapted new modern techniques for their customers. This led to a major shift in the human skills required for the job and employees switched and join another company for better prospects, higher salary and compensation and various other factors. Among the various factors the financial and non-financial rewards, recognitions are also very important. So the most important thing to make pace with this evolving competition is to work on the most important determinants is to ensure employee job satisfaction. Organizations productivity directly or indirectly related with employee satisfaction. The main target of all organizations is to improve their productivity and, consequently, their performance and, thus, to become more competitive and gain a larger market share. HRM department of any organization should be seriously concerned about their employees' needs and work towards establishing employee satisfaction. If the level of satisfaction is low, the impact on the organization may be negative and vice versa. On the other hand, when employees' level of satisfaction is high, they are willing to exert considerable effort on behalf of the organization. This study has aimed to examine the levels of employee job satisfaction in leading multinational mobile telecommunications company in Bangladesh. It is expected that the outcome of the research will have significant empirical contributions to improve the existing HRM policies and influence factors that affect employees' performance and satisfaction.

2 RELATED RESEARCH

This section is devoted to a brief review of the results of some of the previous studies which are related to the present research work. It is always beneficial for researcher to consult available literature to access the stock of knowledge and receives future guidelines for conducting further research in the particular area. A study on Job Satisfaction of the Employees in the Mobile Phone Corporate in Bangladesh and identify seven key factors (compensation package Mean = 4.96, supervision Mean = 5.84, career growth Mean = 4.94, training and development Mean = 4.94, work atmosphere Mean = 5.83, company loyalty Mean = 5.41 and performance appraisal Mean = 4.99) affects the overall job satisfaction of the employee's. A case study on Employee satisfaction of a leading multinational telecommunication company in Bangladesh and found employees are satisfied on reward & compensation mean = 4.31, performance appraisal mean = 4.01, training and development mean = 3.80. On the other hand they are dissatisfied on job autonomy mean = 2.87, working time mean = 2.45 [5]. Further subordinate satisfaction has a direct effect on subordinate's performance and performance is influenced by the type of task demand. The study result revealed that job stress negatively affects the employee job satisfaction. The result of a case study on Motivators of job satisfaction of telecommunication and banking sector in Pakistan was Reward (salary, fringe benefits, job security, status) is positively associated with job satisfaction ($r_{RJS} (421) = .146$; $p < 0.01$), Managerial characteristics (ability, sense of achievement, responsibility, opportunity to learn) is associated with job satisfaction ($r_{MCIJS} (421) = .558$; $p < 0.01$). A study found their career development opportunities ($r = .635^{**}$), supervisor support ($r = .737^{**}$), working environment ($r = .587^{**}$), rewards ($r = .642^{**}$), work life policies ($r = .580^{**}$) has a positive relationship with employee retention in telecommunication sector in Pakistan [6]. According to the results the job satisfaction of bank officers in Pakistan is significantly dependent upon pay, promotion opportunities, rewards, relation with boss and coworkers [7]. Job satisfaction involves several different spheres such as satisfaction with pay, promotion opportunities, fringe benefits, job security and the importance/challenge of the job [8]. Professor A study identifies two set of factors contributing to Job satisfaction and dissatisfaction in their study. Those are (i) Hygiene factors: salary, relation with superior and peer, quality of technical supervision, company policy and administration, working condition etc. and (ii) Motivation factors: Achievements, recognition, work itself, responsibility, advancement and possibility of growth [9]. A study on job satisfaction of bank employees in Dhaka city, Bangladesh whereas they identifies payment (53.2%), benefits (50.6%), job place (44.9%), sense of accomplishment (44.9%), sense of satisfaction from job (48.1%), availability of information (45.5%), creation of new ideas (45.5%) are found important factors for improving job satisfaction of bank employees in Dhaka city [10]. A study on Job satisfaction of Bangladeshi industrial workers and they found that some job factors including job content, coworkers, supervision, wage, promotion, work environment and communication can be sources of satisfaction as well as dissatisfaction of the employers [11].

3 OBJECTIVES OF THE STUDY

- To find out the factors responsible for overall job satisfaction of mobile telecommunication sector employees in Bangladesh.
- To identify the job satisfaction level of the employees in this sector.
- To find out the relationship between the dependent and the independent variables.

4 MATERIALS AND METHODS

4.1 SAMPLE

To fill the purpose of the study a total of six mobile companies were selected purposively and sample as 220 employees were selected randomly. Data from Grameenphone- 50 employees, Banglalink- 35 employees, Robi- 35 employees, Citycell- 45 employees, Teletalk- 30 employees and Airtel- 25 employees. The survey was conducted on January - May, 2015.

4.2 MEASURE

Both primary and secondary data were collected from the sources. The study depends mainly on the primary data collected through a well framed and structured questionnaire to elicit the well-considered opinions of the respondents. Job Satisfaction Survey (JSS) questionnaire was used to measure the level of overall job satisfaction and satisfaction with its main three factors and also this factor include some important sub-factors. (i) Pay and benefits: (sub-factors- pay/compensation, promotion, fringe benefits, job security, contingent rewards, recognition of job performance.) (ii) Organizational factors: (sub-factors- work place, co-workers behavior, work load, organization rules & regulation, organizational reputation, logistics support.) (iii) Managerial factors: (sub-factors- Supportive management, relation with supervisor, proper communication, sense of achievement). Likert Method of Summated Rating was employed in the instrumentation. Responses to close –ended questionnaire items having five choices were weighted with values of 5 to 1 (“Highly satisfied” 5 points, “satisfied” 4 points, “neutral” 3 points, “dissatisfied” 2 points, and “Highly dissatisfied” 1 point). Data entry was done in SPSS 12.0 data editor and analyzed under some specific hypothesis. Statistical tools like percentage, mean, correlation and chi-square, cross tabulation were used for this purpose. Several secondary sources were used for enhancing the insight of this paper; such as articles published in different journals, books, working papers and websites.

5 THEORETICAL FRAMEWORK OF THE STUDY

The main objective of the study is to identifying the job satisfaction factors and measuring the job satisfaction level of the mobile telecom sector employees in Bangladesh. Three major factors pay and benefits, Organizational factors, and Managerial factors are used as independent variables here. Overall job satisfaction has been identified as the dependent variable in the study. A study found job satisfaction is the major dependent variable which depends upon various factors for its increase or decrease [10]. A formal theoretical framework is designed on the basis of the dependent and independent variables. A framework is the key component of a social research and highlights the graphical representation of the hypothetical model developed and followed in a research.

5.1 PAY/COMPENSATION

Pay/compensation is payment to an employee in return for their contribution to the organization, that is, for doing their job. The most common forms of compensation are wages, salaries and tips. Organizations usually associate compensation/pay ranges with job descriptions in the organization. The ranges include the minimum and the maximum amount of money that can be earned per year in that role.

5.2 PROMOTION

Appointment to a position requiring higher qualifications such as greater skill or longer experience and involving a higher level of responsibility, a higher rate of pay, and a title change is considered a promotion and will be classified as such in all personnel documents. Promotions will be made without regard to the race, color, sex, religion, age, ethnic, origin or disability of the employee.

5.3 FRINGE BENEFITS

A collection of various benefits provided by an employer commonly include health insurance, group term life coverage, education reimbursement, childcare and assistance reimbursement, cafeteria plans, employee discounts, personal use of a company owned vehicle and other similar benefits.

5.4 JOB SECURITY

Assurance (or lack of it) that an employee has about the continuity of gainful employment for his or her work life. Job security usually arises from the terms of the contract of employment, collective bargaining agreement, or labor legislation that prevents arbitrary termination, layoffs, and lockouts.

5.5 CONTINGENT REWARDS & RECOGNITION

In management and leadership, the use of rewards and penalties to motivate followers and achieve compliance with organizational goals and norms. Rewards may be direct cost related such as cash bonuses and stock awards, and a wide variety of company-paid perks, like car allowances, paid parking, and gift certificates.

5.6 WORK PLACE

The location at or from which an employee ordinarily performs the duties of his or her position and, in the case of an employee whose duties are of an itinerant nature, the actual building to which the employee returns to prepare and/or submit reports, etc., and where other administrative matters pertaining to the employee's employment are conducted.

5.7 CO-WORKERS BEHAVIOR

Administrative professionals everywhere work with many different people and that means they cope with many different workplace personalities and habits by those people---some good and some not so good.

5.8 WORK LOAD

Workload can refer to the total energy output of a system, particularly of a person or animal performing a strenuous task over time.

5.9 ORGANIZATIONAL RULES & REGULATION

The Rules of Procedure relate to the operational aspects of the substantive work of the organization. It may include financial regulation, staff rules regulation and instruction, code and conduct etc.

5.10 ORGANIZATION REPUTATION

Reputation of a social entity (a person, a group of people and an organization) is an opinion about that entity, typically a result of social evaluation on a set of criteria. It is important in education, business, and online communities.

5.11 LOGISTICS SUPPORT

Logistics is the management of the flow of goods between the point of origin and the point of destination in order to meet the requirements of customers or corporations. Logistics involves the integration of information, transportation, inventory, warehousing, material handling, and packaging, and often security.

5.12 SUPPORTIVE MANAGEMENT

Supportive Management is when an employee has good relations with enjoys support from the management in terms of employee friendly policies.

5.13 RELATION WITH SUPERVISOR

Supervisor – employee relation is the best weapon to increase the organizational productivity and employee performance.

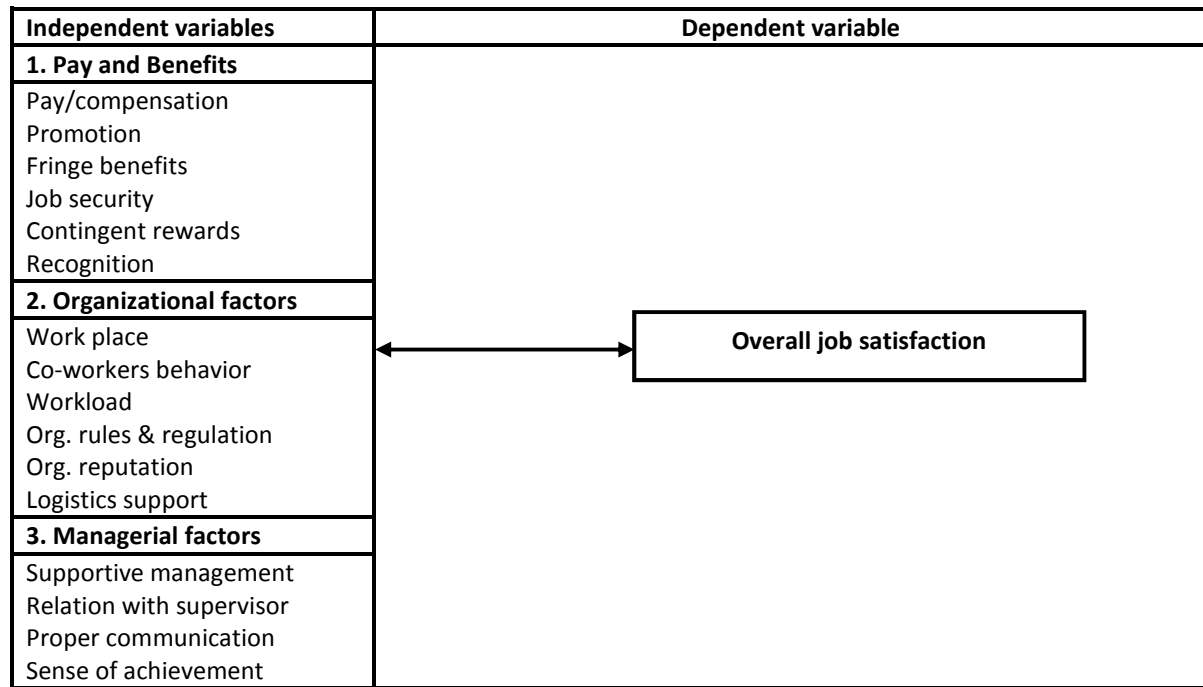


Fig -1 Theoretical framework, independent variables and dependent variable

6 RESEARCH HYPOTHESIS

- H1: There is no relation employee age, sex, education with overall job satisfaction.
- H2: Pay/benefits, Organizational factors and Managerial factors are not responsible for overall job satisfaction.
- H3: There is no relation between independent variables and dependent variable.

7 RESULT AND DISCUSSION

7.1 DEMOGRAPHIC VARIABLES AND OVERALL JOB SATISFACTION

Employee benefits pay satisfaction in the banking system in Palestine found there is negative relation between age ($r = -.70^{**}$), gender ($r = -.23$), education ($r = -.26$) and employee benefits satisfaction. Job satisfaction of bank employees in Dhaka city, Bangladesh identifies there is no significant association between Gender of the respondent's and Satisfaction with overall job security of the bank employees [10]. ($\chi^2 = 3.49$ with 4 degrees of freedom ($P = 0.479 > 05$) (Pearson's $R = -0.075$, Spearman's correlation = -0.064). A study found their study age (Pearson Chi-Square 115.9 $P = (2\text{-sided}) .422 > .80$ Cramer's $V = .27$ and $r = .00$) and gender (Pearson Chi-Square 17.35a, $P (2\text{-sided}) = .00 < .05$ with 5 degree of freedom, Cramer's $V = .36$ and $r = .01$) has no impact on job satisfaction of the university teachers [10]. A study found that sex ($\chi^2 = 1.56$, $\chi^2 = 3.841$, insignificant), age ($\chi^2 = 9.8$, $\chi^2 = 3.841$, significant), education level ($\chi^2 = 3.43$, $\chi^2 = 5.991$, insignificant) do not influence the level of satisfaction of bank employees working with e-channel [12]. Similar result found of the study on job satisfaction factors of faculty members at university of Belochistan (Pakistan), the relationship between age ($r = -.13$) and overall job satisfaction is very weak and negative [13]. The present study from the following table- 1 we also found the demographic variables (age $r = -.62$, sex $r = -.26$, educational level $r = .01$) of the respondent has negative and weak relation with overall job satisfaction. So we can accept our hypothesis.

Table: 1 Correlation between age, sex and educational level with overall job satisfaction

		Age	Sex	Education	OJS
OJS	P C	-.62**	-.26*	.01	1
	Sig.(2-t)	.000	.000	.000	
	N	220	220	220	220

Source: Field survey, January-May, 2015

(PC= Pearson correlation, OJS= overall job satisfaction)

Table: 2 Responsible factors for employee overall job satisfaction

Independent Variables		SCALE NUMBER					Total Respondent	Computed Chi square Value	P -value (2 sided)
		1	2	3	4	5			
Pay and Benefits	Pay/compensation	21	34	23	77	65	220	94.823	.000
	Promotion	71	57	16	45	31	220	27.084	.041
	Fringe benefits	28	26	12	83	71	220	28.756	.026
	Job security	52	77	11	35	45	220	15.553	.485
	Contingent rewards	39	41	22	66	52	220	25.281	.065
	Recognition	32	45	18	73	52	220	51.254	.000
Organizational factors	Work place	22	38	18	82	60	220	86.949	.000
	Co-workers behavior	42	39	17	65	57	220	20.684	.191
	Workload	65	83	14	32	26	220	27.732	.034
	Org. rules & regulation	65	72	14	41	28	220	38.612	.001
	Org. reputation	23	29	12	81	75	220	31.944	.010
	Logistics support	39	32	22	71	56	220	19.642	.237
Managerial factors	Supportive management	36	26	11	82	65	220	19.977	.221
	Relation with supervisor	36	48	12	74	50	220	37.034	.002
	Proper communication	47	42	12	66	53	220	29.433	.021
	Sense of achievement	51	65	11	44	49	220	44.335	.000

Source: field survey, January-May, 2015

7.2 EMPLOYEE SATISFACTION TOWARDS PAY AND BENEFITS, ORGANIZATIONAL FACTORS, MANAGERIAL FACTORS

The present study pay/benefits are the first factors for employee job satisfaction. Within this factor the sub factors are pay/compensation, promotion, fringe benefits, job security and contingent rewards. The following study from table-2 shows for pay/ compensation Pearson chi-square value $\chi^2 = 94.823$ P (2 sided) = .00 < .05 with 16 degrees of freedom. For promotion chi-square value $\chi^2 = 27.084$ P (2 sided) = .04. Fringe benefits computed chi-square value 28.756 P (2 sided) = .02 < .05 with 16 degrees of freedom. Job security $\chi^2 = 15.553$ P (2 sided) = .48. Contingent rewards the chi square value $\chi^2 = 25.281$ P (2 sided) = .06. So we can make the decision that pay/benefits are statistically significant for employee job satisfaction. From table-2 the organizational factor was the second factor and within this factor the sub factors 'recognition computed value of chi square $\chi^2 = 51.254$ P (2 sided) = .00 < .05 with 16 degrees of freedom. Work place chi square value $\chi^2 = 86.949$ P (2 sided) = .00 < .05. Coworkers behavior computed chi square value = 20.684, P (2 sided) .19 > .05. Work load chi square value = 27.732 P (2 sided) = .03 < .05. Organizational rules and regulation $\chi^2 = 38.612$ P (2 sided) = .00 < .05. Organizational reputation $\chi^2 = 31.944$, P < .05 with 16 degrees of freedom. Logistics support computed chi square value = 19.642 and P > .05. So we can conclude that co-workers behavior and logistics support are insignificant but rests of the organizational factors are statistically significant for employee job satisfaction. The third responsible factor for employee job satisfaction from table-1 was managerial factor. For Supportive management computed chi square value $\chi^2 = 19.977$ and P value = .22. Relation with supervisor $\chi^2 = 37.034$ P (2 sided) = .00 < .05 with 16 degrees of freedom. Proper communication computed value of chi square = 29.433 and P < .05. Sense of achievement $\chi^2 = 44.335$ P (2 sided) = .00 < .05 which is

strongly significant for employee job satisfaction. So the above discussion from table- 2 we found that all of the factors are responsible for overall job satisfaction of the employees. So the null hypothesis is rejected and we can accept our alternative hypothesis.

7.3 JOB SATISFACTION WITH VARIOUS FACTORS

A study measure the level of job satisfaction among primary care physicians. Overall physicians were slightly satisfied (Mean = 3.46, SD 0.67). They also found that physicians were moderately satisfied with supervision (Mean = 4.62, SD 1.20), coworkers (Mean = 4.58, SD .86) and nature of work (Mean = 4.69, SD 1.06) while slightly satisfied with communication (Mean = 3.80, SD 1.09). Physicians were slightly dissatisfied with pay (Mean = 2.76, SD 1.26), promotion (Mean = 2.56, SD 1.12), fringe benefits (Mean = 2.65, SD 1.09), contingent rewards (Mean = 2.61, SD 1.15), and operating condition (Mean = 2.85, SD .71) [14].

Table: 3 Job satisfactions mean for various factors

	N	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
Pay/compensation	220	1	5	3.60	1.312
Promotion	220	1	5	2.58	1.467
Fringe benefits	220	1	5	2.75	1.489
Job security	220	1	5	3.65	1.372
Contingent rewards	220	1	5	3.23	1.448
Recognition	220	1	5	3.31	1.408
Work place	220	1	5	3.55	1.322
Co-workers behavior	220	1	5	3.25	1.489
Workload	220	1	5	2.41	1.357
Org. rules & regulation	220	1	5	2.52	1.409
Org. reputation	220	1	5	3.71	1.337
Logistics support	220	1	5	3.33	1.447
Supportive management	220	1	5	3.52	1.438
Relation with supervisor	220	1	5	3.25	1.438
Proper communication	220	1	5	3.16	1.514
Sense of achievement	220	1	5	2.89	1.520
Valid N List wise	220	1	5		

Source: field survey, January-May, 2015

A study measured the level of job satisfaction and its impact on turnover intention. Job Satisfaction Survey (JSS) questionnaire containing nine facets of job satisfaction were used for data collection from private sector colleges' lecturers of NWFP. The result shows that lecturers of private sector colleges of NWFP are very much dissatisfied with promotion chances (Mean = 1.49, SD .55). They are moderately dissatisfied with three facets of job satisfaction: Pay (Mean = 2.04, SD .69), Fringe benefits (Mean = 1.87, SD .78) and contingent rewards (Mean = 1.68, SD .62) while moderately satisfied with operating condition (Mean = 4.66, SD .83), coworkers (Mean = 4.85, SD .74), nature of work (Mean = 4.678, SD .64) and communication (Mean = 4.97, SD .69). Overall job satisfaction of private sector colleges' lecturers is mean = 3.36 with standard deviation = .71 that can be interpreted as slightly dissatisfied [15]. In the present study we try to find out the job satisfaction of mobile telecom sector employees in Bangladesh using sixteen job satisfaction factors. The result shows from table-3 that employees are moderately satisfied with pay/compensation (Mean = 3.60, SD 1.31), fringe benefits (Mean = 3.65, SD 1.37), work place (Mean = 3.55, SD 1.32), organizational reputation (Mean = 3.71, SD 1.33), supportive management (Mean = 3.52, SD 1.43). Employees are slightly satisfied with contingent rewards (Mean = 3.23, SD 1.44), Recognition (Mean = 3.31, SD 1.40), co-workers behavior (Mean = 3.25, SD 1.48), logistics support (Mean = 3.33, SD 1.44), Relationship with supervisor (Mean = 3.25, SD 1.43), proper communication (Mean = 3.16, SD 1.51). On the other hand from table -3 we found that employees are dissatisfied with promotion (Mean = 2.58, SD 1.46), job security (Mean = 2.75, SD 1.48), Work load (Mean = 2.41, SD 1.35), organizational rules & regulation (Mean = 2.52, SD 1.40), sense of achievement (Mean = 2.89, SD 1.52).

7.4 RELATION BETWEEN FACTORS OF JOB SATISFACTION AND OVERALL JOB SATISFACTION

To find out the relation between independent and dependent variable first we consider relation between pay/ benefits and overall job satisfaction. Pearson correlation is the best techniques to identify it.

Table: 4 Correlation between pay/benefits with overall job satisfaction

		PAY	PR	JS	FB	CR	RE	OJS
OJS	P C	.81**	.53**	.67**	.38**	.24*	.31**	1
	Sig.(2-t)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	220	220	220	220	220	220	220

Source: field survey, January-May, 2015

(PC= Pearson correlation, OJS= overall job satisfaction)

Table-4 shows overall job satisfaction has strong positive relation with the factors of job satisfaction. Pay/compensation ($r = .81$, $P < 0.01$), Promotion ($r = .53$, $P < 0.01$), Job security ($r = .67$, $P < 0.01$), Fringe benefits ($r = .38$, $P < 0.01$), Contingent rewards ($r = .24$, $P < 0.01$), Recognition ($r = .31$, $P < 0.01$). A study shows overall job satisfaction has a positive association with all facets of job satisfaction: Pay ($r = .72$, $P < 0.001$), Promotion ($r = .56$, $P < 0.001$), Supervision ($r = .45$, $P < 0.001$), Fringe Benefits ($r = .57$, $P < 0.001$), Contingent Rewards ($r = .55$, $P < 0.001$), Operating Condition ($r = .45$, $P < 0.001$), Coworkers ($r = .52$, $P < 0.001$), Nature of Work ($r = .47$, $P < 0.001$), Communication ($r = .50$, $P < 0.001$) [15]. A study examines the impact of rewards and manager's characteristics on job satisfaction. Sample 421 employees from telecommunication and banking sector of Pakistan is taken and found Rewards (salary, fringe benefits, job security and status) are positively associated with Job Satisfaction. $r_{JS} (421) = .146$; $p < 0.01$. A study about Pay and Job Satisfaction: A Comparative Analysis of Different Pakistani Commercial Banks. Result shows promotion with overall satisfaction $r = 0.272$, Pay $r = .466$, recognition $r = 0.362$ Organizational Commitment $r = .679$ which shows a weak to moderate but positive relationship with job satisfaction and this relationship is significant at $\alpha 0.01$ [7]. A study were tried to investigates the level of job satisfaction of bank employees in Dhaka City and found fair pay ($r = .25$, $P < .05$), co-workers ($r = .47$), recognition ($r = .19$), benefit received ($r = .45$, $P < .05$) are strongly associated with overall job satisfaction [10].

Table: 5 Correlation between organizational factors with overall job satisfaction

		WP	CB	WL	ORR	OR	LS	OJS
OJS	P C	.14	.33**	.58**	.23*	.16	.21*	1
	Sig.(2-t)	.031	.000	.000	.000	.019	.002	
	N	220	220	220	220	220	220	220

Source: field survey, January-May, 2015

(PC= Pearson correlation, Ojs= overall job satisfaction)

Table-5 shows the correlation between organizational factors with overall job satisfaction. Job satisfaction with Work place ($r = .14$, $P < 0.01$), Co-worker behavior ($r = .33$, $P < 0.01$), Work load ($r = .58$, $P < 0.01$), Organizational rules & regulation ($r = .23$, $P < 0.01$), Organizational reputation ($r = .16$, $P < 0.01$), Logistics support ($r = .21$, $P < 0.01$). So the entire factor has positive relation with overall job satisfaction. A case study of job satisfaction of the employees in the mobile phone corporate in Bangladesh found work atmosphere ($r = .38$, $P < .01$), Training & development ($r = .20$, $P < .05$) has a positive relationship with overall job satisfaction.

Table: 6 Correlation between Managerial factors with overall job satisfaction

		SM	RS	PC	SA	OJS
OJS	P C	.47**	.28*	.34**	.17	1
	Sig.(2-t)	.000	.000	.000	.000	
	N	220	220	220	220	220

Source: Field survey, January-May, 2015

(PC= Pearson correlation, OJS= overall job satisfaction)

Table-6 shows the relation between managerial factors with overall job satisfaction is significant because for all cases p-value is less than 0.01. Supportive management ($r = .47$), Relation with supervisor ($r = .28$), Proper communication ($r = .34$), Sense of achievement ($r = .17$). So it is conclude that there has weak moderate but positive correlation between managerial factors with overall job satisfaction. A case found in her study that Managers characteristics (ability, sense of achievement, responsibility, opportunity to learn) are positively associated with Job Satisfaction, $r_{\text{MCIJS}}(421) = .558$; $p < 0.01$.

Table: 7 Level of employee satisfactions towards overall factors

Level of satisfaction	Frequency	Percent (%)	Mean	SD	Variance
Highly satisfied	58	26.4			
Satisfied	75	34.1			
Neutral	25	11.4	3.45	1.369	1.875

Source: field survey, January-May, 2015

From table- 7 we found 26.4% of the employees are highly satisfied towards the overall factors of job satisfaction. 34.1% employees are satisfied. We also found 15.0% employees shows their dissatisfaction and 13.2% employees shows their highly dissatisfaction towards the overall factors. The mean value is 3.45 which show the employees are moderately satisfied towards the overall factors of job satisfaction. The following figure shows employee overall job satisfaction at different level.



Fig -2 Employees overall job satisfaction at different level

8 CONCLUSION

For surviving in the industry there is no alternative in front of any company to emphasis on customer satisfaction. The whole prestige of an organization is attached with the working of the employees in a manner that how they make their customer delighted and employees can do that easily when they satisfied their job. Employee job satisfactions lead to organization productivity. A study stated that productivity had a stronger positive influence on job satisfaction and job satisfaction had on productivity. Satisfied employees are more likely to be friendly and responsive which attracts customers and the result is increasing organizations productivity [16]. The present study this is found that three important independent variables pay/benefits, organizational factors, managerial factors are responsible factors for dependent variable. The demographic variable (age, sex, education) has a negative relation with employee overall job satisfaction. The result of the study also shows employees are moderately satisfied with pay, fringe benefits, workplace, organizational reputation and supportive management. And their dissatisfaction mainly emanated from promotion, job security, workload, organization rules and regulation, sense of achievement of mgt. Table -7 shows still 15.0% employees shows their dissatisfaction and

13.2% employees shows their highly dissatisfaction towards the overall factors of job satisfaction in mobile telecom sector in Bangladesh. In the long run under a better economic and political situation, continuous dissatisfaction of the employees will affect the efficiency and performance of the organization, which may affect the whole economic growth. So finally it can be suggested that management should focus its efforts on enhancing employee satisfaction levels of mobile telecom sector in Bangladesh, and then it is easy to achieve high levels of productivity of the organization.

REFERENCES

- [1] Spector, P.E. (1997); *Job satisfaction: Application, assessment, cause, and consequences*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- [2] Furnham A. (1992); 'Personality at work.' New York. Rout ledge.
- [3] Robbins, Stephen P. (1997); '*Organizational Behavior*'. Prentice Hall. India.
- [4] Luthans, F. (1998); '*Organizational Behavior*'. 8th ed. Irwin McGraw-Hill. Boston.
- [5] S. Taimur, A. Selina (2011); 'Employee satisfaction: A case study of a leading multinational telecommunication company in Bangladesh.' *International journal of research in commerce, IT & management*, vol. 1, issue. 6, pp. 36-39.
- [6] Shoaib M., Noor A., Tirmizi R. S., Bashir S. (2009); 'Determinants of employee retention in telecom sector of Pakistan.' *Proceedings 2nd CBRC, Lahore, Pakistan*, pp. 10-13.
- [7] Hanif & Dr. Yasir (2009); 'Pay and Job Satisfaction: A Comparative Analysis of Different Pakistani Commercial Banks.' *presented IN 9th National Research Conference held on 25th June 2009 at SZABIST, ISLAMABAD*, pp. 9-14.
- [8] Nguyen, A. N., Taylor, J., & Bradley, S. (2003). Relative pay and job satisfaction: some new evidence. http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1382_01 .
- [9] Herzberg, Frederick, Mousner, Bernard and Synderman, Barbara (1959); 'The Motivation to Work' . New York, Wiley.
- [10] Rahman, Gurung & Saha (2007); 'Where the Job Satisfaction of Bank Employees Lies: An Analysis of the Satisfaction Factors in Dhaka City.
- [11] Khaleque, A. and Rahman, M. A., (1987); 'Perceived Importance of of Job Facets and Overall Job Satisfaction of Industrial Workers.' *Human Relations*, Vol. 40, Issue 7, pp. 403-412. New York.
- [12] Jegan P. & Dr. Gnanadhas (2011); 'Job satisfaction of bank employees working with e-channel.' *Asian Journal of Business and Economics, Quarter*, Volume 1, No.1.1, pp. 4-5.
- [13] Malik N. (2011); Study on job satisfaction factors of faculty members of university of Balochistan.' *International journal of academic research*, vol. 3, N-1, pp. 267-69
- [14] Sharaf E, Madan N and Sharaf A (2008). 'Physician Job Satisfaction in Primary Care.' *Bahrain Medical Bulletin*, 30(2)
- [15] Ali Nazim (2009); 'Factors Affecting Overall Job Satisfaction and Turnover Intention' *Journal of Managerial Sciences*, Volume II, N- 2, pp. 241-47.
- [16] Gruneberg, M. M. (1979); 'Understanding job satisfaction. Thetford, Norfolk, Great Britain: Lowe and Brydone Printers, Ltd.

La caféiculture, est-ce une solution à l'extermination de la culture du bananier (*Musa paradisiaca* L. et *Musa sapientum* L) dans le groupement de Lugendo, en Territoire de Kabare, province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

Innocent CHIRHANDUZI Rhushenge

Département de géographie et gestion de l'environnement, INSTITUT SUPERIEUR PEDAGOGIQUE, RD Congo

Copyright © 2016 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: Coffee is, well-known to be a cultivation of inter tropical areas. Its ecological conditions are constantly observed. We have mentioned that the grouping of Lungendo is situation in a mountainous inter tropical region (area). That's the reason why its population cultivate coffee has been one of the helpful cultivate and a major source of income for many families living in that grouping. Statistics analysis and found in this area in a solution to different economical (problems) financial and social problems since the cultivation of banana (has been ruined). Which was the first economical resource has been found that head of a family gets US 500 harvest within 12 months.

This amount of money seems to be not satisfactory according to large numbers of people in family to support. The recommendation given in this piece of work will help, if they are well applied and the cultivation of coffee can increase and become more helping to Lungendo population.

KEYWORDS: Coffee, cultivation, Lugendo.

RESUME: Il est très bien connu de tous que le café est une culture des régions intertropicales et ses conditions écologiques y sont suffisamment bien observées.

Nous l'avons dit que le groupement de Lugendo se situe dans la région intertropicale montagneuse ; sur ce, sa population pratique la caféiculture, variété arabica. Cette dernière constitue aujourd'hui la principale culture pérenne et la source de revenu de la plupart des familles habitant cette contrée. Les statistiques trouvées et analysées dans ce texte le démontrent. Cette caféiculture qui prend une large extension dans ce groupement vient répondre aux multiples problèmes économiques, financiers et sociaux engendrés par l'extermination de la culture, et pourtant la culture de banane constituait jadis la première ressource et richesse économique de ce milieu.

Les chiffres obtenus nous ont montré qu'en moyenne un chef de ménage considéré comme père de famille arrive à trouver 500\$ US après récolte et au bout de 12 mois.

Ce capital paraît être insignifiant vu le nombre de têtes de personnes que ce père supporte, mais si les recommandations données dans ce travail peuvent être appliquées, la caféiculture peut arriver à supporter valablement la population de Lugendo.

MOTS-CLEFS: café, culture, Lugendo.

1 INTRODUCTION

D'après l'étude menée en 2004 par le PAM sur les causes profondes de la caféiculture au Burundi, il s'est dégagé que le café constitue le pilier des exportations burundaises. Les revenus issus de la commercialisation représentent près de 80% des recettes d'exportation ; malheureusement la culture est caractérisée par l'alternance d'une année de bonne production et d'une année de mauvaise production.

Dans l'article intitulé « le café au Burundi au XX^{ème} Siècle, paysans, argent, pouvoir Broché et Ndash du 1^{er} juillet 2005 » publié par Alexandre Hatungimana, il est dit que la culture du café, baptisée « révolutionnaire » devait aider le paysans à produire de l'argent nécessaire aux finances coloniales en même temps qu'elle allait lui permettre d'acquérir les biens imposés par la modernité.

Au Cameroun, la caféiculture a participé pour une bonne part à la construction du Territoire et des territoires, la disparition du café arabica de l'Ouest-Cameroun marque la fin d'une époque d'une civilisation. Ceci est contenu dans l'article « pour les caféiculteurs de l'ouest Cameroun » réalisé par Martin Kuete (André Kamga), où il est démontré que grâce à la culture du caféier, le paysan bamiléké a pu payer la scolarité de ses enfants. Nous verrons plus tard que cette réalité citée est similaire au groupement de Lugendo.

Au bout de soixante-dix ans, cette culture a permis de bâtir l'histoire économique, sociale et culturelle des hautes terres de l'ouest-Cameroun, tout en jouant les premiers rôles dans le fonctionnement de l'économie nationale Camerounaise.

On comprendra par ailleurs la profondeur du gouffre laissé par sa quasi disparition et les difficultés à lui trouver un substitut.

Au Kenya, 'le caféier a été vécu par les sociétés locales comme une culture d'hommes, marqueur d'une identité renouvelée, associée à la modernité et celle du rapport au marché à l'économie urbaine et mondialisée, à l'inscription dans une filière productive fortement encadrée par l'Etat. Le caféier a été le support d'un renouvellement de l'identité masculine marquée par l'héritage de la terre paternelle et la succession au père dans le statut de planteur,....., cité par Guetat-Bernard dans son article : cultures du café et dynamiques des rapports de genre en pays Bamiléké au Cameroun : effet de similitude avec la situation kikuyu au Kenya publié dans la revue les cahiers d'outre mer 243/2008/339-354, journal du Cameroun : Réflexion sur l'évolution de la caféiculture. Les caféiculteurs du groupement de Lugendo ont la même conception que les Kenyans, la caféiculture est une affaire des hommes.

Ils assurent, gèrent et organisent le semis, l'entretien, la production, la vente et les revenus.

Le café dont la culture a été introduite au début du XX^{ème} en Côte d'Ivoire avec le cacao a fortement contribué au boom ivoirien des années 1960-1970.

Il constitue avec le cacao les principaux produits agricoles et économiques de la Côte d'Ivoire.

Vu la chute des cours mondiaux des matières premières agricoles à savoir : le cacao et le café, la Côte d'Ivoire a mis en place un centre national des recherches agronomiques (CRNA). Il est situé à Abidjan et s'est fixé comme but de contribuer à la relance de la production du café et à l'amélioration de la noix de cola. Ces idées se retrouvent dans l'article : nous inventons aujourd'hui l'agriculture de demain. Rain Forest Alliance qui est une ONG américaine, certifie qu'il y a plus de 25.000.000 des personnes dans le monde dépendantes de la production de café pour vivre.

Le marché mondial du café est estimé à 100 milliards de dollars par an. Le café, un des produits les plus échangés dans le monde constitue la colonne vertébrale économique de nombreux pays d'Amérique latine, d'Asie et d'Afrique. C'est le cas du Brésil, premier pays producteur et exportateur du café au monde, il est nommé géant du marché de café. Il a été démontré que 4 millions environ de caféiers poussent au Brésil, soit 75 % de la récolte sont produits par paysan de petite grandeur.

Du XVIII^e (1720) au XX^e (1990) siècle, l'économie brésilienne était totalement tributaire de la production du café. Il fournit à lui seul le quart de la production mondiale avec ±1,5 millions de tonnes, 2,9 millions ha de surface récoltée et avec 4 millions de caféier.

Sa production ne cesse d'augmenter d'année en année même si entraînant une surproduction, supérieure à la demande mondiale, on est obligé de déverser une quantité dans la mer et arracher quelques plats.

C'est la situation qui est arrivée à partir de l'année 1929 où le pays avait enregistré une récolte record de 1,8 millions de tonnes face à une consommation mondiale estimée à 1,4 millions de tonnes ; C'est ainsi que de 1931 à 1944 on détruit 4,8 millions de tonnes de café par manque d'infrastructure de stockage. Cette surproduction entraîne l'arrachage de près de 1,5 millions de plants dans les années 1960.

Le Brésil consomme la moitié de sa production.

Au Vietnam, cette culture y a été introduite dans les années 1800 par la colonie française. Il est le 2^e producteur et exportateur mondial du café.

Le café est un produit d'exportation clé du Vietnam, générant un revenu de plus de 1,5 milliard de dollars en 2012. Il fournit un moyen de subsistance à près de 2,6 millions des Vietnamiens.

La Colombie est le 3^e pays producteur du café au monde, plusieurs étrangers qui ont visité ce pays l'associent au café. Les Colombiens préfèrent beaucoup le café. Ils le cultivent dans l'ouest du pays, sur la cordillère des Andes.

Si nous revenons en Afrique, nous verrons l'Ethiopie probablement considérée comme pays originaire du caféier dans le monde.

Au – delà de pays cités ci-haut, considérés comme grands caféiculteurs et grands producteurs du café, il est très important de signaler que la République Démocratique du Congo, regorge à son sein des régions de caféières.

Certaines sont localisées dans l'Est du pays où il ya prédominance du café arabica et d'autres vers le centre du pays, dans la dépression de la cuvette congolaise ; ici la variété la plus cultivée est le café robusta.

Mais la grande production du café congolais provient dans l'Est du pays à travers les provinces orientales, Nord-Kivu, et Sud-Kivu.

Mais les longues années de guerres civile et d'instabilité ont entraîné un déclin rédhibitoire de la production de café en RDC, la production du pays en 2010 a été 1/10^e inférieure à la récolte des vingt dernières années. Actuellement, le gouvernement de la RDC met en place une stratégie pour soutenir la reprise des activités dans ce secteur.

A l'Est du pays, dans la province du Sud-Kivu, la culture des cafés est encouragée dans les huit territoires. Des dizaines de pépinières ont vu le jour et sont soigneusement entretenues par des agriculteurs locaux.

Le territoire de Kabare fait partie de ces autres dans lesquels la relance de la caféiculture a été faite. Il est dit que les responsables de l'ONC ont remis aux agriculteurs-caféiculteurs en juin et juillet 2011 des nouvelles semences améliorées de café arabica, étant donné que nous sommes dans la région d'altitude, et c'est cette variété qui s'y adapte mieux.

Cette relance ira de 2011 à 2015, et le plan vise la production de 120.000 tonnes de café en 2015.

Selon les experts, il a été constaté que la production du café congolais a sensiblement chuté. Elle est allée de 119 320 tonnes en 1989 à seulement 897 tonnes en 2009 et moins de 6000 tonnes en 2010, et pourtant pendant la 2^e république, cette culture a contribué grandement à l'économie congolaise, elle est le premier produit agricole qui alimente l'économie congolaise et la 1^{ère} culture d'exportation du pays.

Le groupement de Lugendo, un de 18 groupement qui forment le territoire de Kabare se retrouverait entraîné dans cette relance partie de 2011 à 2015.

Les agriculteurs de ce groupement seraient lancés dans ces activités pour des raisons suivant :

1. L'extermination progressive de la culture de la banane dans leur région suit à la mosaïque ;
2. La caféiculture, pourrait constituer une solution à ce fléau
3. La culture du bananier substituée par la caféiculture ;
4. Les prix élevés du café dans le milieu durant l'année 2011
5. Le café est une affaire d'homme, produit prévu de l'homme et non de la femme.

2 APPROCHES METHODOLOGIQUES ET TECHNIQUES

2.1 MÉTHODE

Deux principales méthodes ont été utilisées pour accéder aux données de cette muni cherche il s'agit de :

1°) La méthode directe qui consiste à enquêter la population caféicultrice. Nous avons élaboré un questionnaire d'enquête constitué des questions adressées aux cafeteurs et d'autres à l'agronome étatique responsable de la caféiculture dans le groupement de Lugendo. D'autres questions étaient adressées aux commerçant du café dans ce milieu entre autres les acheteurs

2°) la méthode indirecte : nous nous sommes aussi servi de la méthode documentaire plusieurs sujet traités sur la caféiculture couchés par écrit dans de revues scientifiques nous ont édifié dans notre recherche. Ces dernières sont Camerounaises, Ivoiriennes, Burundaise, Ougandaises, Rwandaises, Ethiopiennes, Brésiliennes, colombiennes, vietnamiennes,...

Les bibliothèques de la province nous ont été importantes aussi : ISDR/Bukavu, HUMANITAS, ISP/Bukavu, CERDAF,...

2.2 MATÉRIEL UTILISÉS

Au-delà des questions adressées aux caféiculteurs et aux agents responsables de la caféiculture dans ce secteur nous avons utilisé :

- Un appareil photo pour capturer les échantillons de caféiers
- Un appareil GPS pour prélever les coordonnées géographiques de la contrée
- Un décamètre pour déterminer les aires de cafés cultivés
- Les aires de caféiers du groupement de Lugendo.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

Le groupement de Lugenda est une entité politico-administrative du territoire de Kabare, en province du Sud-Kivu.

Géographiquement, il se localise en latitude dans l'hémisphère sud, et en longitude dans l'hémisphère est autour des valeurs 2,29° sud et 28,96° est.

Il s'étend sur superficie de

Il est limité :

- ❖ Au nord par le groupement d'Ishungu.
- ❖ A l'est et à l'ouest par les eaux du lac Kivu
- ❖ Au sud par le groupement de Bushumba

Il est un espace géographique caractérisé dans sa figuration topographique par des collines qui se réduisent en plateaux.

Les points culminants de ces collines est la colline dite « MULUMEMUNENE » avec 1782m d'altitudes. Elle se localise à l'Est du groupement.

Comme il se localise dans la région montagneuse de la RDC, il jouit d'un climat tropical, tempéré par l'altitude.

Sa végétation est des plantations résultats de la sylviculture. L'une au nord, au centre et l'autre au sud. Ce sont des propriétés privées colonisateurs.

Sur le plan hydrographique, les cours d'eaux ne sont pas très observés dans ce groupement parce qu'il y a presque absence des surfaces surélevées.

Cette entité est peuplée à plus de 94% des shi. Elle compte aujourd'hui plus de 20 000 habitants. C'est une population majoritairement agricole, plus de 80%.

Ainsi, nous pensons à la présentation des données issues de notre enquête dans le secteur caféiculture allant de 2010 à 2014.

De 2010 à 2011, la production était de 36,035 tonnes sur une aire exploitée de 65,5 hectares, avec une population planteuse estimée à 333.

Pendant cette année culturale, le prix du café avait galopé par rapport aux années précédentes avec 3 à 3,3 dollars le Kg.

De 2011 à 2012, le nombre de planteurs va augmenter ainsi que la production.

Il sera de 415 pour une production de 38, 1975 tonnes. Pendant cette année le prix de 100 à 600Fc soit 0,7\$ le Kg ou moins d'un dollars américains.

De 2012 à 2013 : tout le monde, la contrée va s'intéresser à la culture du café ; la production va s'augmenter d'avantage mais le prix baissera à 0,6\$ américain alors que la production avait atteint 131,450 Tonnes.

De 2013 à 2014, le résultat se présente comme suit :

1) Nombre des planteurs du groupement pendant l'année culturale 2013-2014 :

- Village de Lugendo centre : 445
- Kishugi : 53
- Kashimbi : 130

- Irambira Sud : 30
- Irambira nord : 25

Total : 683

2) Nombre d'aires (ha) exploitées par village

- Lugendo centre : 88,2ha
- Kishugi : 4,24ha
- Kashimbi : 15,6ha
- Irambira sud: 1,2ha
- Irambira Nord: 5ha
- Domaines privées des colons (Muzungu) : 333ha

Total : 114,24ha + 333ha = 447,24ha.

3) Moyennes d'aires exploitées par personne (ménage)

- Lugendo centre : 20a = 0,20ha
- Kishugi : 8a = 0,08ha
- Kashimbi : 12a = 0,12ha
- Irambi sud : 4a = 0,04ha
- Irambi nord 20a = 0,20ha

4) Production totale du groupement en 2014

- Pour les habitants planteurs : 170,92tonnes
- Pour les planteurs : blancs (domaines privés) : 365,5192 tonnes
- Total : 536,4392 tonnes

5) Prix d'1kg en cette année : 2000Fc

6) Production moyenne par ha : 536,4392 tonnes/447,24ha = 1,20 tonnes/ha

Or par convention, 1ha donne 550kg cette production moyenne représente plus du double (1,10tonnes) de la convention

7) Production moyenne par (habitant) en tenant compte des populations planteurs représentant un effectif de 683 : 170,92tonnes/683 = 0, 250249 tonnes soit 250kg par planteur en 2014.

Les caféiers fleurissent à partir du mois de juillet dans le groupement de Lugendo en territoire de Kabare celui-ci devient effectif au mois de septembre et les cerises s'installent effectivement en octobre pour murir à partir du mois de Mars. Nous nous sommes rendu compte que c'est le café Arabica qui est cultivé dans cette région.

4 INTERPRETATION OU DISCUSSION DES RESULTATS

Aux vues des résultats trouvés nous constatons ce qui suit :

- a. A partir de l'année culturale 2011 finissante le prix du café a connu une croissance vertigineuse suite à la relance de l'agriculture dans le secteur caféiculture par rapport années précédents (2010, 2009, 2008, 2007,...)

Cette augmentation avait poussé les habitants de cette contrée à planter les caféiers.

Cette caféiculture sera encouragé dans la suite des années (2012, 2013, 2014,...) par l'extermination de la culture du bananier par le huilte-bactérien qui a privé le groupement de Lugendo de la principale ressource financière de la population locale qui est la banane.

Grace à l'exploitation du bananier l'habitant de Lugendo pouvait facilement nourrir, vêtir, scolariser et subvenir aux baissions socio-économiques de sa famille.

- b. En 2014, l'activité de planter les café va commencer à donner ses premiers fruits. De 333planteurs qui l'y avait en 2010, on va passer à 683 en 2014. La production ne va pas cesser d'augmenter, elle passe de 36,035tonnes en 2011 à 170,92 tonnes pour la population planteuse.

Nous remarquons aussi que cet engouement des planteurs a été aussi dû à l'augmentation du prix de café dans ce milieu soit 2000Fc conséquence du prix sur le marché international.

c. En tenant compte de la moyenne de la production moyenne par planteur, bien entendu, les habitants qui plantent le café, nous pouvons dire qu'en moyenne chaque planteur avait produit 250kg de café en 2014, ce qui nous donne au prix de 2000Fc le Kg une somme de 500 000Fc ayant la valeur de 543,5\$US.

Comme le café est une culture annuelle, nous pouvons affirmer à travers ces résultats précédents qu'un père de famille (planteur) peut gagner au bout de 12mois ou une année plus de 500\$ US dans la caféiculture si et seulement si :

- Les caféiers ne sont pas frappés de certaines maladies telles que la rouille farineuse, la rouille orange ainsi que les fourmis ;
- Les saisons climatiques sont stables
- La production augmente
- Le prix de marché est stable ou augmente

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Notre thème intitulé « la caféiculture, est –ce une solution à l'extermination de la culture du bananier dans le groupement de Lugendo, en territoire de Kabare province du Sud – Kivu, République Démocratique du Congo », nous a permis d'analyser la culture du café dans le groupement de Lugendo, les aires où elle est pratiquée, les planteurs (affectifs), la production ainsi que le prix.

A travers les données, les résultats ainsi que leurs discussions nous arrivons à la conclusion selon laquelle la caféiculture peut être une solution à l'extermination de la culture du bananier aux conditions que :

- Les planteurs puissent acquérir des crédits agricoles pouvant supporter socio-économiquement leurs familles pendant les 12mois de croissance et de production étant donné que le café est une culture annuelle ;
- Les conditions écologiques du caféier soient favorables et ne devront pas être perturbées ;
- Le prix du café sur le marché cesse d'augmenter ou lieu de baisser ;
- Les caféiculteurs soient formés et informés régulièrement sur l'évolution de la caféiculture au mode d'où l'encadrement des planteurs par les ingénieurs agronomes bien formés et informés ;
- L'entretien des plantations soit régulier et permanent.

REFERENCES

- [1] Le café au Burundi au XX^e siècle : paysans, argent, pouvoir broché et ndash, 1^{er} juillet 2005, par Alexandre HATUNGIMANA, Karthala, 01/04/2005.
- [2] Pour les caféiculteurs de l'ouest Camerounais, retour aux vivriers (Grâce à cette culture le paysan Bamileké a pu payer la scolarité de ses enfants) par André KAMIGA
- [3] Café en Afrique de l'ouest organisation for economic, [WWW.oecd.org// 3959648 pdf](http://WWW.oecd.org//3959648.pdf)
- [4] Effets des arbres d'ombre sur les bio-agresseurs du caféier arabica (les travaux réalisés montrent comment la caféiculture sous ombrage permet de mieux lutter contre les bio-agresseurs). m.agropolis.fr/agronomie.exemple.ph
- [5] Café I Rainforest Alliance (le café est cultivé sur environ 1,2 millions d'hectares à l'échelle planétaire)
- [6] Café, cela. CNRA ; : CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE, nous inventons aujourd'hui l'agriculture de demain.
- [7] Etude sur les causes profondes de la caféiculture : Café du Burundi. PDF, burundi-IFAD, étude menée en 2004 par PAM
- [8] Journal du Cameroun. com: réflexion sur l'évolution de la caféiculture, Article de Hélène Guetat/ Bernard ; « Culture du café et dynamique des rapports de genre en pays Bamileké au Cameroun : effet de similitude avec la situation Kikuyu au Kenya » Revue. Cahier d'outre-Mer, 243/2008.
- [9] Le Vietnam, c'est fort de café-alternatives internationales.
- [10] Cultures vivrières associées au caféier en Côte d'Ivoire. Café, Cacao, Thé, par N'GORANK, SNOECK J-1987.
- [11] Spatial and temporal fluctuations of litterfall in the agro-forestry association coffea arabica, var. caturra-E. poeppigiana and c. arabica var. caturra; par GLOVER N. BEER 1984
- [12] Situation de la production du café en côte d'Ivoire : cas du département d'ABOISSO, par ANDRE HUGUES GEORGES, Mémoire online.

CSR and financial performance parameters of DBBL: An empirical analysis

Md. Farijul Islam¹ and Md. Mostafizur Rahman²

¹Department of Marketing, Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Dinajpur, Bangladesh

²Department of Management, Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Dinajpur, Bangladesh

Copyright © 2016 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 current study is to show the statistical linkage between CSR expenditure of financial service firm mainly DBBL and its financial performance on the basis of some key parameters that attempts to contribute to the existing knowledge of corporate social responsibility initiatives by businesses and its ability to influence their financial performance. Consequently, the main objective is to examine the relationship between CSR and financial performance of the banking sector. For this purpose, various financial drivers are used such as EPS, DPS, NPAT, ROE, EVA ROA, MVA and, ROE and ROI. After getting all the relevant data from secondary sources like annual reports and reports from Bangladesh Bank, statistical tool like multivariate analysis in the form of Bi-variate Regression is used to depict the relationship and the developed hypotheses are tested by using Univariate analysis in the form of one sample t test under parametric test. The major finding of this study demonstrates evidence that there is a statistical significant linkage between CSR and Performance of the sample bank.

KEYWORDS: CSR, financial performance parameters, DBBL.

1 INTRODUCTION

Corporate Social responsibility (CSR) has emerged as a new phenomenon in the 21st century which appeals to a great extent for the betterment of the society and business people. This issue has become increasingly popular due to the fact that society is a key player in the arena of business. In the perspective of Bangladesh, it is not a very recent and new orientation because the financial service organizations are now shifting from profit generating activities to social welfare activities. Right now apart from generating profit for their survival, businesses have tremendous roles to play for society. Corporations are taking into consideration of the matter of CSR as it is a major concern of social marketing orientation and cause related marketing. CSR is responsibilities of the corporations to the society that incorporate the broad spectrums of the continuing commitments by businesses for the continues improvements of the society, the people of the society together with its surroundings while improving the standard of the life of the workforces and their families as well as of the local community and society at large. The impact of business on society is becoming an important topic in management practices [1]. The three dimensions are commonly known as the triple bottom line approach to CSR. The triple bottom line concept states that business entities do not only exist with the objective of making profits, but also they tend to have an objective of adding value to the environment and society as a whole [2]. A study asserted that there are some neutral relations in the connection that may indicate that a lot of variables in the relationship between CSR and financial performance make the connection coincidental [3]. Another study asserted that the manager of a firm can make CSR investments so as to increase profitability in the short term, and by extension, increase the compensation paid to them [4]. The notion that there is a negative relationship between CSR and financial performance focuses on empirical studies that make inferences from the managerial opportunism hypotheses [5]. Considering a study on financial performance and social responsibility in Indian scenario 37 companies were taken as sample size. Regression analysis was used to test the hypothesis. The result revealed that there is positive relationship between CSR and financial performance. 26 out of 37 companies spent lesser amount on social projects 11 companies spent more than their estimated budget of CSR [6].

Earnings per share, also called net income per share, is a market prospect ratio that measures the amount of net income earned per share of stock outstanding. In other words, this is the amount of money each share of stock would receive if all of the profits were distributed to the outstanding shares at the end of the year. Earnings per share or basic earnings per share is calculated by subtracting preferred dividends from net income and dividing by the weighted average common shares outstanding. Earnings per share are the same as any profitability or market prospect ratio. Higher earnings per share are always better than a lower ratio because this means the company is more profitable and the company has more profits to distribute to its shareholders. A dividend per Share represents dividends paid per share to the primary common shareholders. When a company has more than one type of common shares, the DPS for the primary share, which usually equals the common stock with greatest shares outstanding for the company and is considered most actively traded in the market. Investors generally use dividends as a signal. If dividends per share drop, then investors take that as a signal that the company is not doing well financially. It could mean a drop in the company's market value as investors sell off shares out of fear. The opposite is true if dividends per share go up. Net profit after taxes is the net income of the organization less all taxes. It is the sum of all revenues less all expenses, including cost of goods sold and all taxes. While it is almost the same as net income, this terminology frequently appears on the company's financial statements in order to differentiate between profits before and after subtracting taxes. Managers and investors want to see the effects that taxes have on the company's bottom line. Often you will see the "earnings before interest and taxes" also appear on the organization's statement of income. This shows the true profits of the company before paying any interest on loans or bonds, and prior to paying taxes. If the company is paying a significant amount in taxes, management may look for ways to reduce tax payments. The return on assets ratio, often called the return on total assets, is a profitability ratio that measures the net income produced by total assets during a period by comparing net income to the average total assets. In other words, the ratio measures how efficiently a company can manage its assets to produce profits during a period. Since company assets' sole purpose is to generate revenues and produce profits and helps both management and investors see how well the company can convert its investments in assets into profits. In short, this ratio measures how profitable a company's assets are. EVA is the financial performance measure that comes closer than any other in capturing the true economic profit of an enterprise. It is the performance measure most directly related to the creation of shareholders wealth over time. The EVA model of measuring business performance in addition to cost of borrowed capital takes into account own capital cost, which depend alternative investment made by investors, bearing the same risk. EVA is the difference between NOPAT and the required return of the financing of debt and equity capital i.e. cost of capital employed/weighted average cost of capital. EVA, also known as "economic profit", indicates how profitable a company's projects have been, which also serves as a measure of company management's efficiency. The market value added concept derives the difference between the market value of a business and the cost of the capital invested in it. When market value is less than the cost of invested capital, this implies that management has not done a good job of creating value with the equity made available to it by investors which measures the operational capabilities of a company's management and represents the value of the company as a whole on the open market. The formula for return on equity, sometimes abbreviated as ROE, is a company's net income divided by its average stockholder's equity. The numerator of the return on equity formula, net income, can be found on a company's income statement. Return on equity measures the rate of return for ownership interest (shareholders' equity) of common stock owners. It measures the efficiency of a firm at generating profits from each unit of shareholder equity, also known as net assets or assets minus liabilities. ROE shows how well a company uses investments to generate earnings growth. ROEs 15-20% are generally considered good. Return on investment is the benefits to the investors resulting from an investment of some resources. A high ROI means the investment gains compare favorably to investment cost. As a performance measure, it is used to evaluate the efficiency of an investment or to compare the efficiency of a number of different investments. Apart from this, the ratio measures for the operating efficiency for the company based on the firm have generated profits from its total assets.

2 RESEARCH OBJECTIVES

- To examine the relationship between CSR and financial performance parameters.
- To determine the significance of CSR and financial performance of DBBL.
- To understand the dependency of CSR expenditure on overall profitability performance of the service firm.

3 RESEARCH QUESTION

Is there any relationship between CSR and Financial performance parameters?

4 RESEARCH HYPOTHESES

- H1: There is a statistically significant relationship between CSR and EPS
- H2: There is a statistically significant relationship between CSR and DPS
- H3: There is a statistically significant relationship between CSR and NPAT
- H4: There is a statistically significant relationship between CSR and ROA
- H5: There is a statistically significant relationship between CSR and EVA
- H6: There is a statistically significant relationship between CSR and MVA
- H7: There is a statistically significant relationship between CSR and ROE
- H8: There is a statistically significant relationship between CSR and ROI

5 FORMULATION OF THE BIVARIATE REGRESSION MODEL

$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon_i$ where

Y = Performance Parameter (Dependent Variable)

X = CSR (Independent variable)

β_0 = Intercept of the line

β_1 = Slope of the line

ϵ_i = Error term

6 CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE STUDY

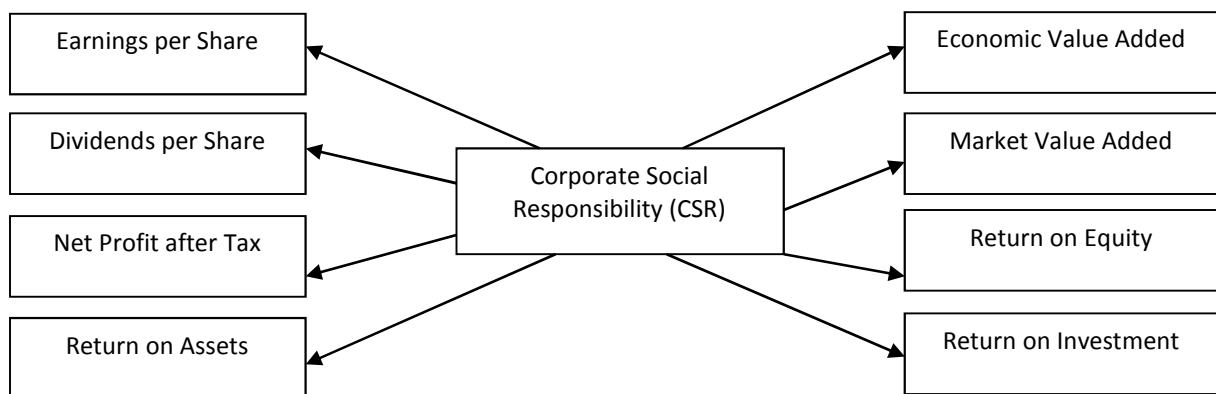


Fig. 1 Conceptual Framework of the study analyzing literature

7 MATERIALS AND METHODOLOGY

The research is exploratory in nature as the results and final findings are based on data collection from secondary sources. For the purpose of data collection annual reports from DBBL ranging from year 2010 to 2014 and reports from Bangladesh Bank are used and for literature review analysis other sources such as journals, periodic, books are used. Statistical tool like Univariate analysis one sample t test is used under parametric test in order to test the developed hypothesis and multivariate analysis such as Bivariate Regression is done for showing the relationship between dependent and independent variable. Lastly data were analyzed with the help of SPSS to get the desired output.

8 ANALYSIS AND FINDINGS

Since the probability is (.000) and the significance level is (.05), we can conclude that H1 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is a statistical relationship between CSR expenditure and earnings per share of

the company. Since the probability is (.016) and the significance level is (.05), we can recapitulate that H2 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is a statistical relationship between CSR expenditure and dividend per Share of the company. As the probability is (.000) and the significance level is (.05), we can conclude that H3 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is a statistical relationship between CSR expenditure and net profit after tax of the company. When the probability is (.003) and the significance level is (.05), we can say that H4 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is a statistical relationship between CSR expenditure and return on asset of the company. Since the probability is (.066) and the significance level is (.05), we can conclude that H5 is not accepted. As the null hypothesis is accepted, we can say that there is no statistical relationship between CSR expenditure and economic value added of the company. Since the probability is (.041) and the significance level is (.05), we can illustrate that H6 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is a statistical relationship between CSR expenditure and market value added of the company. As the probability is (.004) and the significance level is (.05), we can conclude that H7 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is a statistical relationship between CSR expenditure and return on equity of the company. Since the probability is (.000) and the significance level is (.05), we can reveal that H8 is accepted. As the alternative hypothesis is accepted, we can say that there is statistical relationship between CSR expenditure and return on investment of the company.

Table No: 1 Scenario of Financial Parameters and CSR Expenditure of DBBL

Figure Year	CSR Expd. (Million in Taka)	EPS (%)	DPS (%)	NPAT (Million in Taka)	ROA (%)	EVA (Million in Taka)	MVA (Million in Taka)	ROE (%)	ROI (%)
2010	108.0	10.0	3.0	2002.0	2.2	2260.0	38854.0	35.3	12.2
2011	339.0	10.8	4.0	2155.0	1.9	1828.0	23320.0	27.0	10.9
2012	528.0	11.6	4.0	2314.0	1.7	968.0	11996.0	23.4	11.6
2013	788.0	10.0	4.0	2000.0	1.2	59.0	8298.0	17.0	10.8
2014	1116.0	11.0	4.0	2207.0	1.1	271.0	6643.0	16.2	10.8

Table 2: Hypothesis Test

Name of the parameters and CSR	One-Sample Test					
	Test Value = 3					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
CSR and EPS	24.996	4	.000	7.68000	6.8269	8.5331
CSR and DPS	4.000	4	.016	.80000	.2447	1.3553
CSR and NPAT	35.170	4	.000	2132.600	1964.2444	2300.95
CSR and ROA	-6.624	4	.003	-1.38000	-1.9584	-.8016
CSR and EVA	2.511	4	.066	1074.200	-113.7375	2262.13
CSR and MVA	2.965	4	.041	17819.200	1135.1914	34503.2
CSR and ROE	5.917	4	.004	20.78000	11.0298	30.5302
CSR and ROI	29.652	4	.000	8.26000	7.4866	9.0334

Source: SPSS Analysis

In case of earnings per share, The Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on earnings per share in the banking sector is shown in above table. The value of β is .255 (Which is positive), T-Value is .456 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .679 (Which is greater than 0.05). Results illustrate that there is a moderate positive relationship between CSR and EPS. It means when DBBL bank increases their spending on CSR, the earnings per share of the bank will also increase because of this positive relationship between CSR and EPS, The banking industry will spend more on CSR especially in the developing countries. In case of Dividend per Share, the Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on Dividend per Share in the banking sector is shown in above table. The value of β is .667 (Which is positive), T-Value is 1.552 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .218 (Which is greater than 0.05). Results illustrate that there is a least positive relationship between CSR and DPS. It means when DBBL bank increases their spending on CSR the Earnings per share of the bank will also increase. Because of this

positive relationship between CSR and DPS, The banking industry will spend more on CSR especially in the developing countries. When we consider PNAT aspect, the Bivariate regression analysis performed for testing the effect of CSR on Net Profit after Tax in the banking sector is shown in above table. The value of β is .278 (Which is positive), T-Value is .502 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .650 (Which is greater than 0.05). Results illustrate that there is a moderate positive relationship between CSR and NPAT. It means when DBBL bank increases their spending on CSR the net profit after tax the bank will also increase. Because of this positive relationship between CSR and NPAT, The banking industry will spend more on CSR especially in the developing countries. At the time of considering return on asset, the Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on Return on Asset in the banking sector is shown in above table.

Table 3: Bivariate Regression

Coefficients					
Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.	Model
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	10.423	.660		15.795	.001
(Constant)	3.361	.331		10.162	.002
(Constant)	2080.11	129.349		16.081	.001
(Constant)	2.287	.104		22.051	.000
(Constant)	2368.87	375.391		6.310	.008
(Constant)	35565.8	5857.226		6.072	.009
(Constant)	11.932	.420		28.411	.000
(Constant)	34.720	2.482		13.988	.001
CSR Expenditure (Million in TK)	.000	.001	.255	.456	.679
CSR Expenditure (Million in TK)	.001	.000	.667	1.552	.218
CSR Expenditure (Million in TK)	.096	.192	.278	.502	.650
CSR Expenditure (Million in TK)	-.001	.000	-.975	-7.530	.005
CSR Expenditure (Million in TK)	-2.243	.557	-.919	-4.028	.028
CSR Expenditure (Million in TK)	-30.816	8.690	-.899	-3.546	.038
CSR Expenditure (Million in TK)	-.001	.001	-.734	-1.874	.158
CSR Expenditure (Million in TK)	-.019	.004	-.948	-5.160	.014
Dependent Variable: 1. Earnings Per Share (%), 2. Dividend Per Share (%), 3.Net Profit After Tax (Million in Taka), 4. Return on Asset (%), 5.Economic Value Added (Million in taka), 6. Market Value Added (Million in Taka), 7. Return on Equity (%), 8. Return on Investment (%).					

Source: SPSS Analysis

The value of β is -.975 (Which is negative), T-Value is -7.530 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .005 (Which is equal to 0.05). Results illustrate that there is a neutral relationship between CSR and ROA. It means when DBBL bank increases their spending on CSR the return on asset of the bank will remain stable. Because of this neutral relationship between CSR and ROA, The banking industry will spend more on CSR especially in the developing countries. In case of economic value added, the Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on Economic Value Added in the banking sector is shown in above table. The value of β is -.919 (Which is negative), T-Value is -4.028 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .028 (Which is greater than 0.05). Results illustrate that there is a positive relationship between CSR and EVA. It means when DBBL bank increases their spending on CSR the economic value added of the bank will remain stable. Because of this neutral relationship between CSR and EVA, The banking industry will spend more on CSR especially in the developing countries. The Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on market value added in the banking sector is shown in above table. The value of β is -.899 (Which is negative), T-Value is -3.546 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .038 (Which is greater than 0.05). Results represents that there is a positive relationship between CSR and MVA. It means when DBBL bank increases their spending on CSR, the return on asset of the bank will remain stable because of this neutral relationship between CSR and MVA, The banking industry will spend more on CSR especially in case of Bangladesh. By considering return on equity, the Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on return on equity in the banking sector is shown in above table.

The value of β is -.734 (Which is negative), T-Value is -1.874 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .158 (Which is greater than 0.05). Results illustrate that there is a positive relationship between CSR and ROE. It means when DBBL bank increases their spending on CSR the return on asset of the bank will remain stable because of this neutral relationship between CSR and ROE. In case of return on investment the Bivariate Regression analysis performed for testing the effect of CSR on return on investment in the banking sector is shown in above table. The value of β is -.948 (Which is negative), T-Value is -5.160 (which is less than standard 2.00) and P-value or significance level is .014 (Which is greater than 0.05). Results illustrate that there is a positive relationship between CSR and ROI. It means when DBBL bank increases their spending on CSR the return on investment of the bank will remain stable because of this neutral relationship between CSR and ROI.

9 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The main focus of the study was to demonstrate the relationship and impact of CSR on the key parameters of financial performance of the banking service especially Butch Bangla Bank Limited in Bangladesh. Based on the analysis and interpretation in this study designed the research to answer the question of whether CSR spending influences bank's performance or not. From the findings of the analyzed secondary data, it can be recapitulated that corporate social responsibility activities have positive relationship with the above parameters of financial performance. Based on what is shown and discussed above, it can be strongly agreed that financial service providers apart from making profit, should do their social responsibilities towards society and environment because it will improve the society, environmental conditions and overall socio economic development of Bangladesh which leads to create positive image of banks and all other stakeholders' regarding the organizations. Banks may portray themselves as socially responsible firms it will lead to improve the overall financial performance of the Banks. Bangladeshi government should play its pivotal role to motivate the banks to spend for the welfare of the societies, nations, environment where they operate their businesses and earn profits. Further research can be done in other sectors like telecom, automobiles, insurance companies, leasing firms etc. The findings of this study are based on limited data for a limited period of time. Further studies on this topic should utilize data with a longer period to obtain a more accurate and authentic output.

REFERENCES

- [1] Fiori, G. Donato, F. And Izzo, M. F. 2007. Corporate Social Responsibility and Firms Performance. An analysis on Italian company. Available on: <http://ssrn.com/abstract=1032851>.
- [2] Mirfazli, E. 2008. Corporate Social Responsibility (CSR) information disclosure by annual reports of public companies listed at Indonesia Stock Exchange (IDX). International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management. Vol. 1(4): pp. 275–284.
- [3] Waddock, S. And graves, S. 1997. The Corporate Social Performance-Financial Performance Link. Strategic Management Journal, Vol.18 (4): pp. 303–319.
- [4] Preston, I. E. And O'bannon, D. P. 1997. The corporate social-financial performance relationship: A typology and analysis. Business and Society. Vol.36 (4): pp. 419–429.
- [5] Uadiale, M. O. And Fagbemi, T. O. 2012. Corporate Social Responsibility and Financial Performance in Developing Economies: The Nigerian Experience. Journal of Economics and Sustainable Development. Vol. 3(4): pp. 44–54.
- [6] Bedi, H 2009, Financial Performance and Social Responsibility: Indian Scenario. Working Paper, viewed 29 December 2012, < <http://ssrn.com/abstract=1496291>>.

Evaluation des performances agroforestières de *Jatropha curcas* L. cultivé en association avec le maïs (*Zea mays* L.) et l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) à Nzila (Centrafrique)

[Evaluation of agroforestry performance of *Jatropha curcas* L. cultivated with maize (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Nzila (Centrafrique)]

Gorgon Igor TOUCKIA^{1,2}, Olga Diane YONGO³, Ephrem KOSH-KOMBA⁴, and Kouami KOKOU²

¹Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Université de Bangui, BP : 909, Mbaïki, Centrafrique

²Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, BP : 1515 Lomé 1, Togo

³Laboratoire de Biodiversité Végétale et Fongique, Faculté des Sciences, Université de Bangui, BP 908, avenue des Martyrs, Bangui, Centrafrique

⁴Centre d'Etudes et de Recherche en Pharmacopée et Médecine Traditionnelle Africaine, Université de Bangui, Centrafrique

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In order to promote *Jatropha curcas* as bioenergy without food crops are abandoned, the objective of this study is to evaluate the impact of intercropping *J. curcas* peanuts and corn on the parameters *J. curcas* growth and production *J. curcas*, corn and peanuts according to different types of gauges. A randomized block design was used and the R software was used for analysis of variance between the different tested objects. The association with the *J. curcas* has a significant effect on the weight of the ears of corn after two years of cultivation. The spacing 3x3 m performance and promotes more 4x2 m promotes vegetative growth. The association with peanut has no significant effect on growth and yield. The effect of the combination on the *J. curcas* is significant as regards the number of secondary branches, seeds and fruit weight. The interaction between intercropped crops is not detrimental to the *J. curcas* as speculation grown in association have a short cycle and do not develop a root system and strong shade to the *J. curcas* as speculation grown in association have a short cycle and do not develop a root system and strong shade to compete *J. curcas*.

KEYWORDS: *Jatropha curcas*, Maize, Peanut, cultural association, Nzila, Centrafrique.

RESUME: Dans l'optique de valorisation de *Jatropha curcas* comme bioénergie sans que les cultures vivrières ne soient délaissées, l'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de l'association culturale *J. curcas* arachide et *J. curcas* maïs sur les paramètres de croissance et de production de *J. curcas*, du maïs et de l'arachide en fonction de différents types d'écartements. Un dispositif en bloc aléatoire a été utilisé et le logiciel R a servi pour les analyses de variance entre les différents objets testés. L'association avec le *J. curcas* a un effet significatif sur le poids des épis du maïs après deux années de culture. L'écartement 3x3 m favorise plus le rendement et 4x2 m favorise la croissance végétative. L'association avec l'arachide n'a pas d'effet significatif sur sa croissance et son rendement. L'effet de l'association sur le *J. curcas* est significatif en ce qui concerne le nombre de branches secondaires, de graines et le poids des fruits. L'interaction entre les plantes cultivées en intercalaire n'est pas préjudiciable pour le *J. curcas* car les spéculations cultivées en association ont un cycle court et ne développent pas un système racinaire et ombrage important pour concurrencer le *J. curcas*.

MOTS-CLEFS: *Jatropha curcas*, Maïs, Arachide, Association culturale, Nzila, Centrafrique.

1 INTRODUCTION

Dans de nombreux pays du monde, et particulièrement en Afrique subsaharienne, une attention particulière est portée sur les plantes oléagineuses dont *Jatropha curcas* en fait partie [1]. Il a été introduit en Afrique pour la production d'huile dans les années 1930 [2]. Très vite, l'espèce a été adoptée par les populations rurales comme haie et source de revenus dans certains pays d'Afrique [3], [2].

Le regain d'intérêt pour la culture de *J. curcas* est lié aux atouts que la plante recèle en termes de production de biocarburant [4] et qui constitue une mesure d'adaptation ou d'atténuation aux effets de changement climatique. Beaucoup d'initiatives ont vu le jour car l'utilisation de biocarburant attire de plus en plus l'attention des nombreux gouvernements et des partenaires au développement [5].

En République Centrafricaine (RCA), à l'instar des autres pays d'Afrique, le *J. curcas* est aussi très connu et diversement utilisé par la population rurale, principalement comme haie vive, et plante médicinale [6]. Compte tenu des mutations actuelles dans le secteur de culture de rente et la crise économique qui frappe de plein fouet le pays, une réflexion sur les moyens de diversification des cultures semble indispensable. Ceci a sa raison d'être dans un contexte de changement climatique, dont les impacts sont déjà réels sur la production agricole et la sécurité alimentaire.

La demande croissante de terre devient problématique en particulier lorsqu'elle entraîne la conversion de cultures destinées à l'alimentation, par exemple à la culture du maïs, et du soja au profit de la production de biocarburants, ou la conversion de cultures vivrières à la production de biodiesel [7]. Le rendement en graines de *J. curcas* obtenu sur des terres marginales est très faible dans certaines régions d'Afrique [8]. Ce qui remet en cause l'idée de cultiver la plante sur des terres pauvres dans le cas d'une filière de production d'huile sans apport de fumure minérale [9]. Les associations des cultures sont des pratiques anciennes bien connues des paysans centrafricains car en cultures vivrières, elles sont pratiquées par la totalité des paysans [10]. L'association de *J. curcas*, cultures vivrières mérite d'être valorisée afin de faire baisser la pression sur la biodiversité et rentabiliser l'utilisation d'espace cultural en milieu rural dans le contexte actuel de récession foncière. Il est préférable d'implanter des cultures annuelles entre les rangs pendant les deux premières années de plantation, afin d'amortir la mise en place de la culture de *J. curcas* en permettant la rémunération du producteur avant l'entrée en production [11]. Le maïs (*Zea mays* L.) et l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) font partie des cultures vivrières les plus pratiquées en Centrafrique. Le maïs occupe 15 % de superficies cultivées en produits vivriers et l'arachide en coque est produite pour 50 % dans la zone de savane du pays [12].

Des études sur les performances agronomiques de *J. curcas* en République Centrafricaine ont été réalisées [13], sans aborder l'aspect association culturale qui devrait permettre aux producteurs d'optimiser le rendement de la culture sans empiéter sur la sécurité alimentaire et fournir une base de données nécessaire pour la promotion du système agroforestier à base de *J. curcas*.

L'objectif général de cette étude est d'évaluer l'effet de l'association de *J. curcas* avec le maïs et l'arachide dans les conditions pédoclimatiques de Nzila en RCA

De manière spécifique il s'agit :

- d'évaluer les paramètres de croissance et de production de *J. curcas* en association avec le maïs et l'arachide
- de mesurer l'impact de l'association *J. curcas* sur le maïs, et l'arachide cultivé en association.

2 METHODOLOGIE

2.1 SITE D'ETUDE

L'étude a été réalisée au village Nzila (Figure 1) située à 12 km au Sud de Bangui la capitale de la RCA. Le site jouit d'un climat de type guinéen forestier avec l'alternance de deux saisons. La saison des pluies est plus longue de 8 mois (de mars à octobre) et la saison sèche dure 4 mois (de novembre à février). La pluviométrie annuelle varie entre 1500 et 1600 mm [14]. L'humidité relative de l'air est très élevée (70%). La température moyenne mensuelle varie de 24° C et 27°C.

La végétation naturelle est une forêt dense humide semi-sempervirente et les espèces végétales phares sont : *Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon* [15]. La strate herbacée est dominée par : *Imperata cylindrica*, *Panicum maximum*, *Mimosa pudica*, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hirta*, *Comelina diffusa*, *Ageratum conyzoides*, *Pachim sp*, *Sida acuta*, *Boeravia diffusa*, *Saccharum officinarum*, *Pureara javanica*.

Le sol du site d'étude présente une texture sablo-limoneuse. Les échantillons du sol prélevés et analysés au Laboratoire d'Analyse des Sols et des Végétaux de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Lomé au Togo présentent les différentes proportions en éléments suivants : pH eau : 6,26, Azote : 0,174mg/g, carbone : 1,89 mg/g, Phosphore : 261,25 mg/g, matière organique 3,27mg/g.

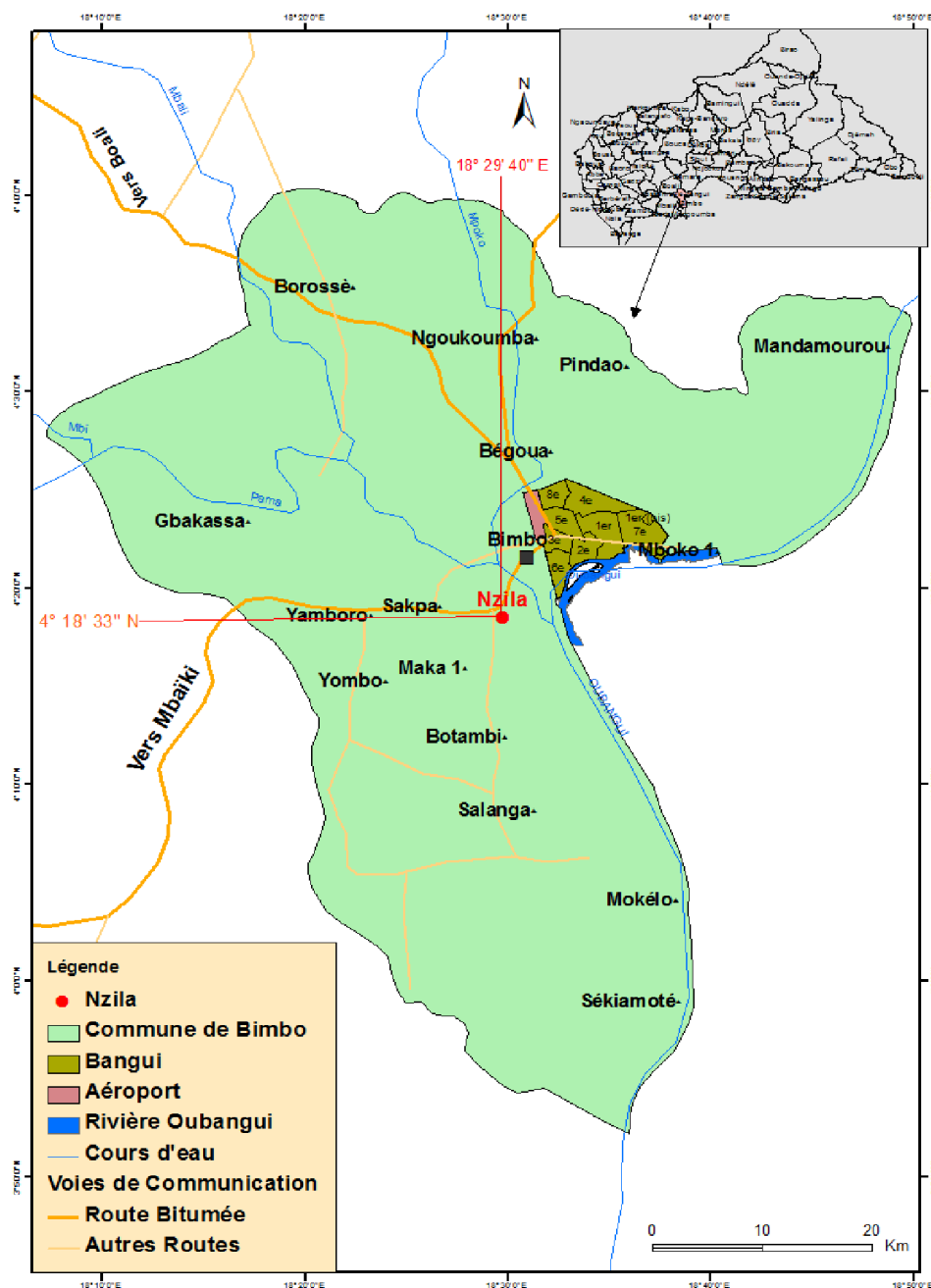


Figure 1 : Localisation du site d'étude

2.2 CONDUITE DE LA CULTURE

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc aléatoire. Afin de tester l'effet de l'association de *J. curcas* avec le maïs et l'arachide, cinq (5) blocs ont été mis en place. Ces blocs se présentent de la manière suivante. T1= *J. curcas* en culture pure, T2= *J. curcas* avec le maïs, T3= *J. curcas* avec l'arachide, T4= Le maïs en culture pure et T5= l'arachide en culture pure. En ce qui concerne l'évaluation des effets d'écartement entre les plantes de *J. curcas*, 3 blocs ont été mis en place et 3 écartements ont été utilisés. T1= 3*3 m, T2= 2*2 m et T3= 4*2 m. Le maïs a été semé sur deux années avec un écartement de 80*80 cm

entre les pieds de *J. curcas*. Pour les blocs contenant l'arachide, un écartement de 20*20 cm a été utilisé. Les semences de maïs et d'arachide utilisées n'ont subi aucun prétraitement tout comme la plantation qui n'a pas été amendée. Les parcelles de *J. curcas* sont issues des graines de provenances locales semées en pépinière en 2014 et transplantés après 3 mois en plein champs [6]. La première association culturale a été installée en avril 2014 avec des boutures de *J. curcas* mesurant en moyenne 0,8 m de hauteur et avec un système de ramification peu développé, 2 à 3 branches. La deuxième association a été faite en avril 2015 avec des plants qui mesurent en moyenne 2,30 m avec un système de ramification plus important, 8 branches en moyenne. Les essais ont été soumis au régime pluviométrique, il n'y a donc pas eu d'arrosage et de fertilisation minérale, en conformité avec les habitudes culturales des villageois qui n'utilisent pas d'engrais pour fertiliser [15].

2.3 PARAMETRES OBSERVES

2.3.1 J. CURCAS

Afin de mesurer les paramètres de croissance et de production de *J. curcas*, 10 pieds par bloc et par traitement ont été choisis pour les mesures. Le tableau 1 présente les différents paramètres qui ont fait l'objet de mensuration ainsi que les instruments utilisés. En ce qui concerne l'effet de l'association de *J. curcas* sur les cultures intercalaires, les mensurations faites sur le même dispositif durant deux années consécutives.

Tableau1 : Les paramètres de croissance et de production de *J. curcas* mesurés

Paramètres		Instrument
Croissance	Hauteur Total	Mètre ruban
	Diamètre	Pied à coulisse
	Nombre de branches primaire	Simple comptage
	Nombre branches secondaires	Simple comptage
	Longueur des feuilles	Règle graduée
	Longueur du limbe	Règle graduée
	Largeur du limbe	
Production	Nombre de fruits par pied	Simple comptage
	Nombre de graines par pied	Simple comptage
	Nombre de graines par capsule	Simple comptage
	Poids de 100 fruits	Peson électronique
	Poids de 100 graines	Peson électronique

2.3.2 MAÏS ET ARACHIDE

Les différents paramètres de croissance et de production du maïs et de l'arachide qui ont fait l'objet de mensuration sont consignés dans le tableau 2. Pour chaque bloc et par traitement, 20 pieds de maïs et d'arachide ont été choisis pour les mensurations et les mesures ont été répétées 3 fois afin de minimiser la marge d'erreur.

Les mesures de biomasses du maïs ont été faites après la récolte, décidée lorsque la couleur du feuillage est brune et quand les grains ne sont plus rayables à l'ongle [15]. Pour l'arachide, c'est quand les feuille ont perdu leur coloration et sont devenues sèches.

Tableau 2 : les paramètres de croissance et de production du maïs et d'arachide mesurés

	Paramètres	Instrument
Maïs	Hauteur	Mètre ruban
	Diamètre	Pied à coulisse
	Nombre de feuilles	Simple comptage
	Longueur des épis	Mètre ruban
	Poids de 10 épis	Peson électronique
	Biomasse de 10 pieds	Peson électronique
Arachide	Nombre de fruits par pied	Simple comptage
	Poids de 100 graines	Peson électronique
	Biomasse de 10 pieds	Peson électronique

2.3.3 ANALYSE DE DONNÉES

Les effets de l'association culturale, des différents types d'écartements et du niveau de croissance de *J.curcas* sur les cultures associées ont été appréciés grâce à l'analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification, avec le logiciel R version 3.1.3. Le test de Shapiro-Wilk a permis de vérifier la normalité des données et les différents tests sont validés au seuil de 5%.

3 RESULTATS

3.1 EFFET DE L'ASSOCIATION *J.CURCAS* MAÏS SUR LA CROISSANCE ET LA PRODUCTION DU MAÏS

Les résultats obtenus en ce qui concerne les moyennes des paramètres de croissance du maïs n'indiquent aucune différence significative. Cependant, les moyennes des paramètres telles que la hauteur, le diamètre, le nombre de feuilles et la longueur des épis en culture pure semblent visiblement supérieures à celles en culture associée avec un écartement de 3* 3 m (figure 2). En ce qui concerne les paramètres de production, les analyses statistiques réalisées (Anova à un facteur) attestent qu'il n'existe de différence significative que pour le poids des épis ($P = 0,00011$)

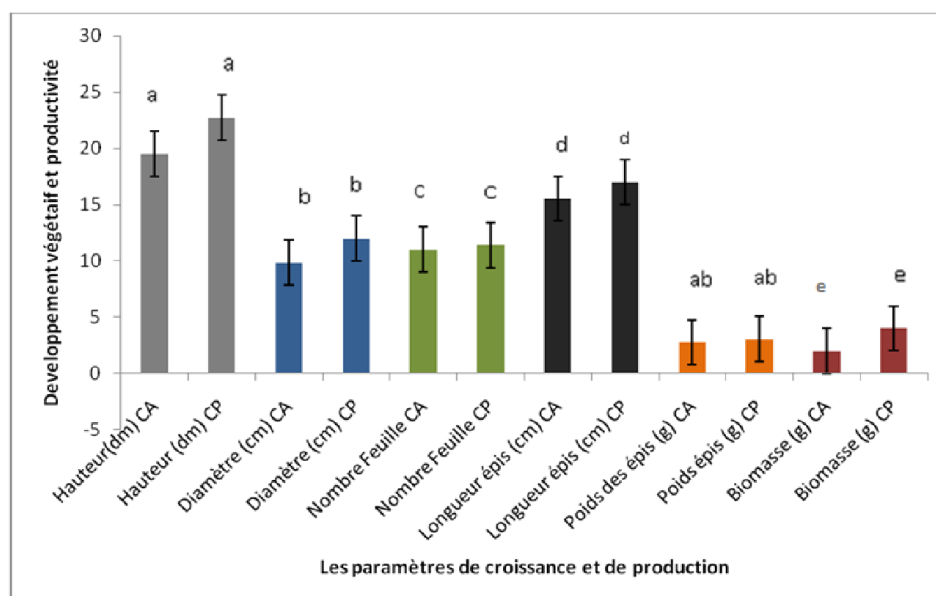


Figure 2 : les différents paramètres de croissance et de production du maïs cultivé en association et en culture pure

CA : Culture en Association ; CP : Culture en Pure. Les objets de même couleur qui ont reçu les mêmes lettres ne sont pas significativement différents ($p > 0, 05$) pour le paramètre concerné

3.2 EFFET DE L'ASSOCIATION DE *J. CURCAS* ET ARACHIDE SUR LA CROISSANCE ET LA PRODUCTION DE L'ARACHIDE

En fonction de système de culture (*J. curcas* en association ou en culture pure) aucune variabilité significative n'a été observée entre les paramètres de développement végétatif et de production de l'arachide. Cependant les paramètres mesurés en culture pure semblent meilleures par rapport aux ceux mesurés sur la culture en association (Figure 3).

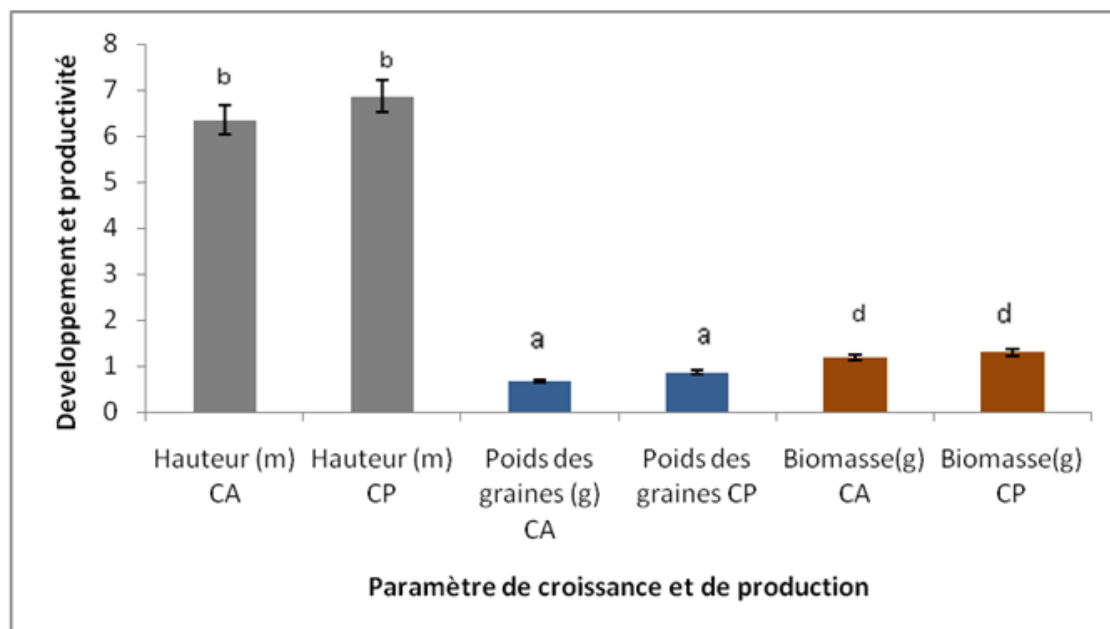


Figure 3 : Croissance et de rendement d'arachide

CA : Culture en Association, CP : Culture en pure. Les objets de même couleur qui ont reçu les mêmes lettres ne sont pas significativement différents ($p > 0, 05$) pour le paramètre concerné.

3.3 EFFET DE L'ASSOCIATION DE *J. CURCAS* AVEC LE MAÏS ET L'ARACHIDE SUR LE *J. CURCAS*

Les différentes moyennes des paramètres de croissance et de production de *J. curcas* mesurés en fonction du système de culture (*J. curcas* en culture pure, *J. curcas* en association avec le maïs et *J. curcas* en association avec l'arachide) ne présentent de différence significatives qu'en ce qui concerne le nombre de branches secondaires ($P = 0,01$), le nombre de graines ($P = 0,005$), et le poids des fruits ($p = 0,013$) (tableau 3). Les moyennes desdits paramètres sont meilleures avec la culture pure suivie de celle en association avec l'arachide que celle avec le maïs.

Tableau 3 : mesures des paramètres de croissance et de production de *J. curcas*

Système de culture	Hauteur total (m)	Diamètre (cm)	Hauteur de première ramification (m)	Nombre de branches primaires	Nombre de branches secondaires	Longueur des feuilles (cm)	Longueur de limbe (cm)	Largeur de limbe (cm)	Nombre de graines	Poids de 100 fruits (g)	Poids de 100 graines (g)
<i>J. curcas</i> pur	1,4±0,54a	29,6±2,07a	1,31±0,17a	7,8±0,83a	2,8±0,83ab	26,5±1,54a	13,5±0,3a	14,1±0,7a	29,1±3,9ba	286,58±17,82cb	69,69±7,4a
<i>J. curcas</i> maïs	1,2±0,28a	23±6,06a	2,7±35,6a	8,8±7,04a	0,6±0,89ac	24,4±4,01a	11,9±1,1a	12,9±1,09a	17±3,8bc	234,4±25,5cd	65,4±8,03a
<i>J. curcas</i> arachide	1,3±0,19a	20,4±11,3a	3,2±44,6a	4,8±2,48a	1,2±1,3ad	22,8±4,9a	12,3±1,9a	13,1±1,38a	23,78±4,18bd	257,8±25,2cf	66,88±4,04a

Les objets qui ont reçu les mêmes lettres ne sont pas significativement différents ($p > 0, 05$) pour le paramètre concerné.

3.4 EFFET DE L'ÉCARTEMENT DE *J. CURCAS* SUR LE RENDEMENT DE MAÏS

Une différence significative est observée par rapport à la hauteur du maïs ($P=0,030$), au diamètre ($P=0,01$) et au poids des épis ($P=0,0089$). L'écartement 2×2 m est favorable à une croissance en hauteur avec des diamètres plus petits, l'écartement 3×3 m est favorable en ce qui concerne le poids et la biomasse et 4×2 m en ce qui concerne le diamètre, le nombre de feuilles et la longueur des épis (figure 4).

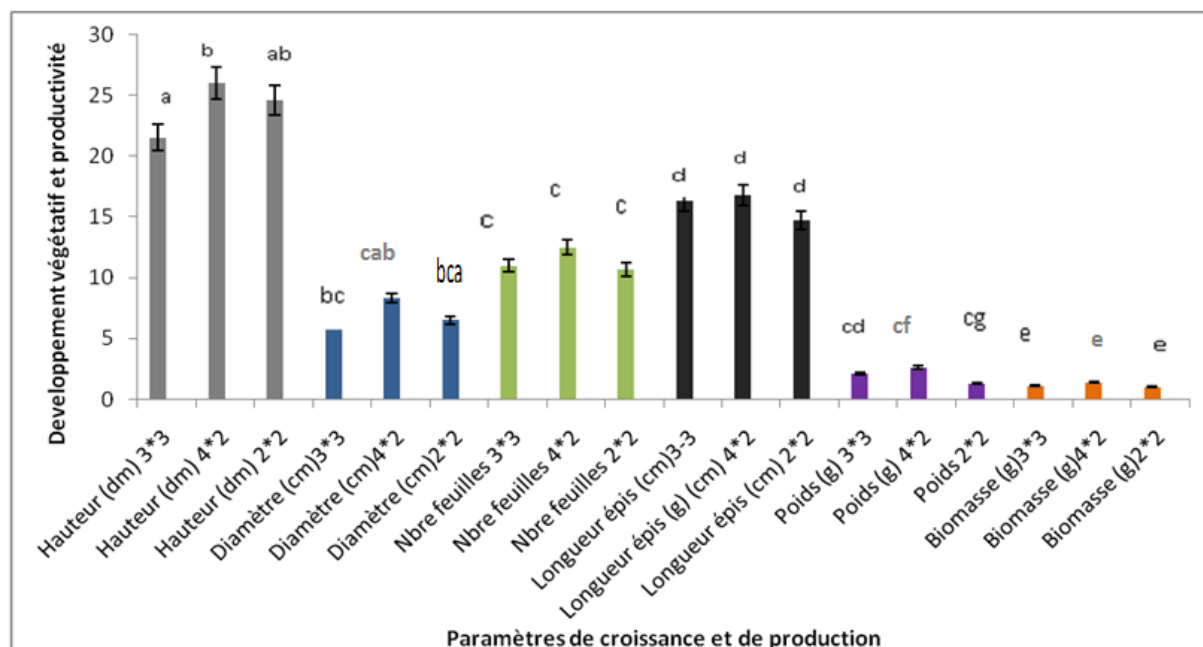


Figure 4 : Mesures des paramètres de croissance et de production du maïs avec les différents types d'écartements

Les objets de même couleur qui ont reçu les mêmes lettres ne sont pas significativement différents ($p > 0,05$) pour le paramètre concerné.

3.5 EFFET D'ÉCARTEMENTS DE *J. CURCAS* SUR LE RENDEMENT DE L'ARACHIDE

Les mesures de croissance et de production d'arachide en fonction de trois (3) types d'écartements utilisés, mettent en évidence une différence significative en ce qui concerne la hauteur du maïs. L'écartement 2×2 m semble favoriser une meilleure croissance végétative de l'arachide (figure 5).

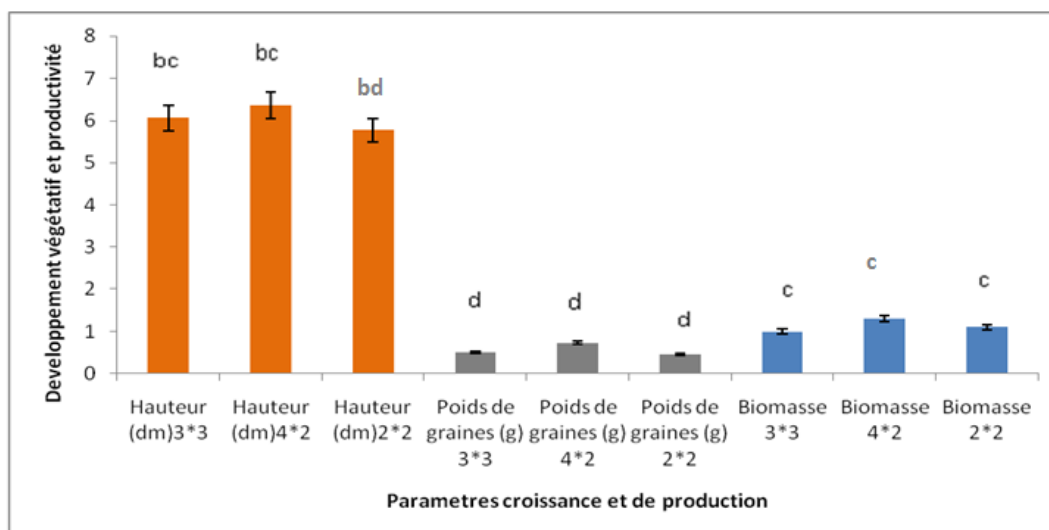


Figure 5 : Effet de l'écartement de *J. curcas* sur la productivité de l'arachide avec les différents types d'écartement

Les objets de même couleur qui ont reçu les mêmes lettres ne sont pas significativement différents ($p > 0, 05$) pour le paramètre concerné

4 DISCUSSION

4.1 EFFET DE L'ASSOCIATION DE *J. CURCAS* AVEC LE MAÏS SUR LE RENDEMENT DU MAÏS

L'association avec le *J. curcas* n'a pas d'effet significatif sur les différents paramètres de croissance du maïs mais en ce qui concerne le poids des épis une variabilité est observée en fonction du système de culture. Le rendement du maïs est donc influencé par l'association avec le *J. curcas*. Des résultats similaires ont été obtenus au Ghana [17] sur l'association avec le maïs et le *J. curcas*. Ces résultats s'expliquent par le fait qu'après deux années de culture les pieds de *J. curcas* n'ont pas encore développé une extension importante du système racinaire et d'ombrage important pour occasionner une compétition entre les deux espèces en présence. La référence [18] rapporte que lorsque l'arbre développe de l'ombrage important sur les cultures intercalaires, cela a un impact sur la hauteur et le rendement de cultures vivrières cultivées en intercalaires. Au Burkina Faso, la culture associée de *J. curcas* est prise en compte et sans traitement exclusif, mais les producteurs évitent les cultures exigeantes comme le maïs et le coton surtout quand la culture est installée sur des sols pauvres [19].

Il est aussi observé une différence significative par rapport à la hauteur, au diamètre, et au poids des épis du maïs, en fonction de trois types d'écartements utilisés. L'écartement 2*2 m est propice à une croissance en hauteur, l'écartement 3*3m est la meilleure car elle favorise plus les paramètres de rendement alors que 4*2 m favorise plus les paramètres de croissance végétative (diamètre, nombre et longueur des feuilles). est aussi observé que la croissance et le rendement du maïs sont plus élevés avec l'augmentation de la distance de la haie de *J. curcas*. [17]. Ces résultats corroborent avec les travaux Bazongo [19] qui confirment aussi que la croissance des cultures associées à *J. curcas* ainsi que leurs rendements sont affectés par la distance entre les pieds de *J. curcas* et/ou par l'âge. Une étude d'interaction entre la culture du maïs et le soja en association avec des cultures d'arbres ont montré que sur les deux cultures, le maïs est le plus touché de manière préjudiciable par la concurrence des arbres [20]. Kafara et al. [10] en Centrafrique, sur l'association culturale maïs coton affirme que la présence du maïs n'améliore pas le rendement du coton, malgré que l'association permette d'assurer la sécurité alimentaire et d'exploiter au mieux l'espace disponible pendant le temps de la mise en culture des parcelles.

4.2 EFFET DE L'ASSOCIATION DE *J. CURCAS* AVEC L'ARACHIDE SUR LE RENDEMENT DE L'ARACHIDE

Aucune différence significative n'a été observée entre la culture de *J. curcas*, arachide en association avec la culture d'arachide en pure durant les deux premières années de culture. Ceci atteste que le stade de croissance de *J. curcas* après deux années n'occasionne aucune compétition ni pour la lumière ni pour les ressources du sol entre les deux espèces. Des résultats similaires ont été obtenus au Sénégal par la référence [21] qui argue que l'association *J. curcas* arachide n'a pas d'effet significatif sur les rendements de l'arachide. Cependant un effet dépressif sur le rendement de l'arachide peut être obtenu si les écartements utilisés sont très réduits. La référence [22] quant à lui indique que la croissance aérienne chez *J.*

curcas est verticale plutôt qu'horizontale et, par conséquent, n'interfère pas beaucoup sur le développement des cultures annuelles associées lorsqu'il est installé à une densité adaptée à l'association culturale.

Dans le présent cas, l'écartement 2*2m semble favoriser seule la croissance en hauteur de l'arachide. Ceci s'explique par la compétition qui s'est installée par rapport à la lumière. La référence [23] affirme aussi qu'en association avec le sorgho et le niébé, *Jatropha* affecte la croissance et les rendements des cultures mais cela dépend de la densité de plantation, de l'âge des arbres et de l'espèce cultivée, des conditions climatiques et pédologiques des sites. La référence [2] a aussi constaté que les effets du système de culture intercalaire à base de *J. curcas* planté selon un écartement plus grand n'affecte pas de façon significative le rendement en grain du sorgho.

En Centrafrique, l'arachide constitue souvent la strate inférieure de l'association culturale, parsemée de maïs, de manioc et de coton. La culture d'arachide semble bien s'adapter à l'association culturale avec le *J. curcas*. D'après la référence [24], dans l'association culturale, la priorité est donnée à une bonne vigueur de la croissance au stade plantule, à la tolérance à l'ombrage, à l'utilisation efficace de l'eau et des éléments nutritifs, à la forte capacité de fixation symbiotique et à une réponse positive aux densités élevées.

4.3 EFFET DE L'ASSOCIATION DE *J. CURCAS* AVEC LE MAÏS ET L'ARACHIDE SUR SON RENDEMENT

Une variabilité significative entre le nombre de branches secondaires, le nombre de graines, et le poids des fruits est observée en fonction du système de culture. *J. curcas* en culture pure semble avoir un plus grand nombre de branches secondaires et un meilleur rendement en ce qui concerne le poids des fruits et le nombre des graines par plantes. Ces résultats attestent que l'interaction entre le *J. curcas* avec le maïs et l'arachide n'est pas préjudiciable pour le *J. curcas*. D'après la référence [25], *J. curcas* se comporte bien avec les cultures vivrières.

Bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre les moyennes des paramètres mesurés en fonction de système de culture (*J. curcas* arachide et *J. curcas* maïs), les données semblent meilleures en ce qui concerne l'association entre le *J. curcas* et l'arachide. La référence [9] a observé que la rentabilité de l'association de *J. curcas* avec les cultures vivrières (maïs et haricot commun) sur un sol pauvre en RDC, était meilleure que celle de la culture pure de *J. curcas*. Pour cette présente étude, l'interaction entre les plantes cultivées en intercalaire n'est pas préjudiciable pour le *J. curcas* car les deux spéculations cultivées en association sont des cultures à cycle court et ne développent pas un système racinaire et un ombrage nécessaire pour concurrencer le *J. curcas*. Bien que le maïs soit une plante exigeante, l'arachide est une légumineuse qui a une capacité d'enrichir le sol. Il devrait avoir une concurrence par rapport aux ressources nutritives du sol si ce dernier était pauvre. La référence [9] affirment que pour une association culturale avec le *J. curcas*, les facteurs à prendre en compte sont, la morphologie, la phénologie des cultures associées, la densité de plantation, le calendrier de plantation, la fertilité du sol et la disponibilité en eau. Les références [26] et [27] attestent que le développement des racines latérales et superficielles des plantes de *J. curcas* est important quand les plantes sont âgées de plus de 6 ans. C'est à ce stade qu'il peut y avoir de concurrence entre ces derniers et les cultures associées.

5 CONCLUSION

L'association avec le *J. curcas* n'a pas impacté le développement végétatif du maïs, alors qu'un effet significatif est observé sur son rendement, plus précisément en ce qui concerne le poids des épis. En fonction des trois écartements utilisés, il est observé une différence significative par rapport à la hauteur, au diamètre, et au poids des épis du maïs. L'écartement 3*3m est meilleur car elle favorise plus les paramètres de rendement alors que l'écartement 4*2 m favorise plus les paramètres de croissance végétative (diamètre, nombre et longueur des feuilles). Concernant l'arachide, aucune différence significative n'a été observée entre elle et la culture de *J. curcas* en association durant les deux premières années de culture. Cependant l'écartement 2*2 m semble favoriser la croissance en hauteur de l'arachide. Entre les systèmes de cultures mis en évidence dans cette étude l'interaction *J. curcas* arachide est moins préjudiciable que *J. curcas* maïs. L'effet de l'association de culture sur le *J. curcas* est significatif en ce qui concerne le nombre de branches secondaires, le nombre de graines, et le poids des fruits. Pour cette présente étude, l'interaction entre les plantes cultivées en intercalaire n'est pas préjudiciable pour le *J. curcas* car les deux spéculations cultivées en association sont des cultures à cycle court et ne développent pas un système racinaire et un ombrage nécessaire pour concurrencer le *J. curcas*.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été rendu possible grâce à un financement du Gouvernement Français à travers une bourse du Service de Coopération et d'Actions Culturelles (SCAC) de l'ambassade de France en Centrafrique.

REFERENCES

- [1] Z. Li, B. I. Lin, X. Zhao, M. Sagisaka and R. Shibasaki, "System approach for evaluating the potential yield and plantation of *Jatropha curcas* L. on a global scale". *Environmental Science and Technology*, **44**, 2204-2209, 2010.
- [2] I. Ndiaye, H. Yossi, M. M. Koné, I. Yanogué, "Effet de l'insertion de *Jatropha curcas* L. dans le système de culture : effets sur le rendement des cultures vivrières au Mali et au Burkina Faso". Programme d'appui au développement et à la structuration de la filière paysanne *Jatropha*/Biocarburant en Afrique de l'ouest, 26 p 2013.
- [3] C. J. S. Gbemavo, C. P. Gnangle, E. A. Assogbadjo, L. R. Glele kakaï. "Analyse des perceptions locales et des facteurs déterminant l'utilisation des organes et des produits du *Jatropha curcas* Linn. (Euphorbiaceae) au Bénin". *Agronomie Africaine* 26 (1), 69 – 79, 2014.
- [4] A. E Assogbadjo, G. Amadji, R. Glèlè Kakaï, A. Mama, B. Sinsin, P. Van Damme. "Evaluation écologique et ethnobotanique de *Jatropha curcas* L. au Bénin". *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 3 (5), 1065-1077, 2009.
- [5] B.D. Datinon, A. I. Glitho, M Tamo and K.Amevoin, "Perception of Farmers on Seed Production Constraints of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae)". *Asian Journal of Applied Sciences*, 6, 99-106, 2013.
- [6] G.I Touckia, O. D. Yongo, K. E. Abotsi, F. Wabolou, K. Kokou, "Essai de germination et de croissance au stade juvénile des souches locales de *Jatropha curcas* L. en République Centrafricaine", *European Scientific Journal* vol.11, 1857- 7431, 2015.
- [7] FAO, 2008. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Biocarburants: perspectives, risques et opportunités. 156 pages.
- [8] W. M. J Achten, L. Verchot, Y. L. Franke, E. Mathijs, V. P. Singh, R. Aerts and B. Muys. "Jatropha bio-diesel production and use". *Biomass and Bioenergy*, 32, 12, 1063-1084, 2008.
- [9] Minengu, M. J.D. Etude des possibilités de culture de *Jatropha curcas* L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de Doctorat, Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 178 p, 2014.
- [10] J.M., Kafara, J.Y. Jamin, L. S. Boukar, C. Floret. "Pratiques paysannes d'association de cultures dans les systèmes cotonniers des savanes centrafricaines", Cirad- Prasac, 11 p, 2007.
- [11] H.M. Saturnin, "Cultura do pinhao-manso (*Jatropha curcas* L.). Cultivation of *Jatropha curcas* L." *Informe Agropecuario*, 26(229): p. 44-78, 2005.
- [12] R.Yele, P. Doko, A. Mazido. "Les défis de Centrafrique : gouvernance et stabilisation du système économique", CODESREA. 100 p, 2011.
- [13] G. I. Touckia O. D. Yongo, K. Kokou, "Endogenous knowledge and local perception on *Jatropha curcas* in Central African Republic". *Rev. Cames - Vol.03*, 2424-7235, 2015.
- [14] FNUAP. Atlas de la République Centrafricaine. Edition Enfance et Paix, Kinshasa (RDC), 169 p, 2008.
- [15] V. Favrichon, F. S. Gourlet, A. Bar-Hen et H. Dessard, "Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide : Elément pour une méthodologie d'analyse des données". CIRAD-FORET/Montpellier France, 73 p 1998.
- [16] Mokossesse J.A. Effet de l'application en champ de la terre de termitière de *Cubitermes* sp Wasmann (1906) (Isoptera : Termitidae) sur la croissance et la production du maïs en Centrafrique. Thèse de Doctorat es Science biologiques. Université de Bangui. 136 p, 2010.
- [17] S. Abugre, C. Oti-Boateng, A. Adu-Gyamfi. "Effect of distance from *Jatropha curcas* hedgerow on growth and yield of *Zea mays*". *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2151-7525, 2011.
- [18] S.M. Newman, K. Bennett, Y. Wu. "Performance of Maize, Beans and Ginger as Intercrops in Paulownia Plantations in China". *Agrofor. Syst.* 39:23-30, 1998.
- [19] Bazongo P. Introduction du *Jatropha* dans les exploitations agricoles de la zone ouest du Burkina Faso : état des lieux et effet de la plante sur les propriétés chimiques des sols et les cultures associées. Mémoire de D.E.A en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles, IDR, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, 69 p, 2011.
- [20] P.E., Reynolds, J.A. Simpson, N.V. Thevathasan and A.M Gordon. "Effects of Tree Competition on Corn and Soybean Photosynthesis, Growth and Yield in a Temperate Tree-based Agroforestry Intercropping System in Southern Ontario, Canada", *Ecological Engineering* 29:362-371, 2007.
- [21] Sall F. K.D. Effet de l'association *Jatropha curcas* L. /*Arachis hypogaea* L. sur la dynamique de l'eau dans le sol et le rendement des cultures dans deux sites à pluviométrie contrastée du bassin arachidier au Sénégal. Mémoire de DEA en Production Végétale, ENSA, Sénégal. <http://ceraas.org>. 2010.
- [22] Sharma N. The *Jatropha* Experience: Andhra Pradesh. In Biodiesel Conference Towards Energy Independence-Focus on *Jatropha*. Paper presented at the Conference, Rashtrapati Nilayam, Bolaram, Hyderabad. On 9-10 June, Rashtrapati Bhawan, New Delhi, 2006.

- [23] I. Diedhiou, P. Madiallacké Diédhiou, K. Ndir, R. Bayala, B. Ouattara, B. Mbaye, M. Kane, D. Dia and I. Wade, Diversity, Farming Systems, Growth and Productivity of *Jatropha curcas* L. in the Sudano-Sahelian Zone of Senegal, West Africa. In: *Jatropha*, Challenges for a New Energy Crop: Volume 1: Farming, Economics and Biofuel Eds: N. Carels *et al.*, Science+Business Media, New York, pp. 281-295, 2012.
- [24] J.P. Baudoin, F. Camarena, M. Lobo “ Amélioration de quatre espèces de légumineuses alimentaires tropicales *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, *P. polyanthus* et *P. lunatus*. Sélection intra- et interspécifique”. In J. Dubois, Y. Demarly. *Quel avenir pour l'amélioration des plantes ?* Paris : AUPELF - UREF, John Libbey Eurotext, p. 31–49, 1995.
- [25] Domergue M. and Pirot R. *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique, Cirad, 118 p, 2008
- [26] B. Reubens, W.M.J., Achten Maes, W.H. Danjon, R. Aerts, J. Poesen and B. Muys, “ More than biofuel? *Jatropha curcas* root system symmetry and potential for soil erosion control”. *Journal of Arid Environments*, 75, 2, 201-205, , 2011.
- [27] J. Barbier, M. Cissao, C. Cissé, F. Loch, C. Grand and G. Mergeai, “ Intérêts de mettre en place une filière courte basée sur la culture du *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) dans la Communauté Rurale de Dialacoto Sénégal”. Document de synthèse de recherche, 2013.

Modelado de un sistema de inferencia difusa tipo Mamdani para el diagnóstico de envejecimiento de motores eléctricos

[Modelling of a Mamdani fuzzy inference system for the diagnosis of electric motors aging]

Sergio Carlos Ponce Flores¹, Perfecto Malaquías Quintero Flores², and José Luis Hernández Corona³

¹Master's degree in Computational Systems,
National Technological of Mexico, Technological Institute of Apizaco,
Carretera Apizaco-Tzompantepec, Tlaxcala, México

²Computation and Systems Department,
National Technological of Mexico, Technological Institute of Apizaco,
Carretera Apizaco-Tzompantepec, Tlaxcala, México

³Department of Industrial Maintenance Engineering,
Technological University of Tlaxcala,
Carretera a el Carmen Xalpatlahuaya, Tlaxcala, México

Copyright © 2016 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: Fuzzy systems have been used in maintenance and have achieved successful results, however, there are many fields of application inside the area that haven't been sufficiently explored, such as in this case, the diagnosis of electric motors aging. In this work, the basis of fuzzy systems is reviewed making emphasis to the Mamdani inference model and its application for the diagnosis of electrical motors aging is proposed, with the finality of obtaining an aging coefficient that can be used as a fundamental element in industrial maintenance. For the antecedent part are considered as principal variables the temperature, the electric current and the voltage, and for the consequent part the output is the aging coefficient. The system was based in an electric motor which specifications were used to model the system. The knowledge base of the system was extracted from the documentation available, the constant monitoring of induction motors and expert's knowledge. The system was applied using a set of hypothetic data to show the system behavior and results showed that the system could be successfully used to represent the human knowledge and benefits of its application are represented with fastest and safest diagnosis, reduction of human errors, improvements in reliability of the motors operation, among others.

KEYWORDS: fuzzy logic, fuzzy systems, maintenance, Mamdani model, electric motors aging.

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas difusos han demostrado tener una alta capacidad para resolver los problemas complejos de toma de decisiones que implican el manejo de información imprecisa, incierta o ambigua. Han sido utilizados como una estructura de representación y procesamiento de conocimiento impreciso o incierto basada en los conceptos de conjuntos difusos, reglas lingüísticas de la forma Si <antecedente> Entonces <consecuente>, así también en estos sistemas se incorpora un sistema de razonamiento difuso (Sistema de razonamiento aproximado) basado en lógica difusa, con lo cual tales sistemas han logrado exitosas aplicaciones en una amplia variedad de campos tales como medicina, robótica, control autónomo, bases de datos, minería de datos, entre otros.

En el área de mantenimiento industrial se han obtenido resultados exitosos, como por ejemplo: el diagnóstico de fallas de bombas [1], la selección del enfoque de mantenimiento más eficiente [2], el desarrollo de sistemas expertos para un mantenimiento centrado en la confiabilidad [3], el desarrollo de un sistema de mantenimiento oportunista basándose en la proximidad de componentes [4], etc.

La vida útil de los motores eléctricos es un tema importante al momento de diseñar programas de mantenimiento preventivo y predictivo, esta depende de factores primarios como la temperatura de los devanados, la intensidad de corriente, el voltaje, la frecuencia, las pérdidas del hierro, entrehierro, corrientes parasitas y la vibración. Relativamente, pocos artículos de investigación de envejecimiento de motores se han publicado. En este trabajo, se describe una propuesta basada en el modelo de sistemas difusos Mamdani.

2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se aplican los conjuntos difusos, las reglas lingüísticas difusas, el razonamiento difuso y el sistema de inferencia difusa tipo Mamdani.

2.1 TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS

La teoría de conjuntos difusos desarrollada por Lofti A. Zadeh [5], es una extensión de la lógica booleana convencional, la cual nos restringe a los conjuntos rígidos definidos como verdadero y falso con sus respectivos grados de pertenencia 0 y 1. Es muy común encontrarnos con términos lingüísticos que no pueden ser definidos apropiadamente utilizando la lógica clásica, como “muy bello”, “muy alto” o “poco atractivo”, que tienen un significado ambiguo y son percibidos de manera distinta por cada individuo, ya que carecen de un criterio de grado de pertenencia preciso, sin embargo son términos lingüísticos frecuentemente utilizados en la vida diaria.

Los conjuntos difusos son una clase de objetos con un continuo de grados de pertenencia y se caracterizan por una *función de pertenencia (característica)*, la cual es la encargada de asignar a cada objeto un grado de pertenencia dentro del rango de 0 y 1 [5]. Dichos conjuntos son utilizados para definir los *términos lingüísticos* antes mencionados.

Existen diferentes tipos de funciones de pertenencia utilizadas para representar dichos conjuntos, entre las cuales se encuentran la función triangular, trapezoidal, gaussiana, bell, sigmoidal, entre otras [6].

2.2 OPERACIONES CON CONJUNTOS DIFUSOS

Las operaciones con conjuntos difusos, involucran el uso de operadores de unión, intersección y complemento, los cuales son extensiones de los operadores utilizados en operaciones de conjuntos clásicos.

El complemento de un conjunto difuso A se denota por A' y se define por [5]:

$$f_{A'} = 1 - f_A \quad (1)$$

La intersección de dos conjuntos difusos A y B con su respectiva función de pertenencia $f_A(x)$ y $f_B(x)$ es un conjunto difuso C, escrito como $C = A \cap B$, cuya función de pertenencia está relacionada a las de A y B por [5]:

$$f_C(x) = \text{Min}[f_A(x), f_B(x)], \quad x \in X \quad (2)$$

La unión de dos conjuntos difusos A y B con su respectiva función de pertenencia $f_A(x)$ y $f_B(x)$ es un conjunto difuso C, escrito como $C = A \cup B$, cuya función de pertenencia está relacionada a las de A y B por [5]:

$$f_C(x) = \text{Max}[f_A(x), f_B(x)], \quad x \in X \quad (3)$$

En las ecuaciones (2) y (3) se muestra que el operador de intersección y el operador de unión están dados por el grado de pertenencia mínimo y máximo respectivamente, sin embargo existen otros operadores comúnmente utilizados como lo son *los operadores de intersección <T-norm>(4)* y *los operadores de unión <S-conorm>(5)*.

$$\begin{aligned} T_M(x, y) &= \min(x, y) \\ T_P(x, y) &= x * y \\ T_L(x, y) &= \max(x + y - 1, 0) \\ T_D(x, y) &= \begin{cases} x & \text{si } y = 1 \\ y & \text{si } x = 1 \\ \text{de otra manera } 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
 S_M(x, y) &= \text{mín}(x, y) \\
 S_P(x, y) &= x + y - x * y \\
 S_L(x, y) &= \text{mín}(x + y, 1) \\
 S_D(x, y) &= \begin{cases} x & \text{si } y = 0 \\ y & \text{si } x = 0 \\ \text{de otra manera } 1 \end{cases}
 \end{aligned} \quad (5)$$

Los operadores de intersección mostrados en la ecuación (4) corresponden a los T-norms: mínimo (T_M), producto (T_P), Łukasiewicz (T_L) y drástico (T_D). Mientras que los operadores de unión mostrados en la ecuación (5) corresponden a los S-conorms: máximo (S_M), producto (S_P), Łukasiewicz (S_L) y drástico (S_D) [6].

2.3 REGLAS DIFUSAS Y EL RAZONAMIENTO DIFUSO

Las reglas de inferencia difusa de la forma Si-Entonces representan la forma en que se captura el conocimiento dentro de un sistema difuso, dichas reglas están compuestas por dos partes, la parte 'Si' y la parte 'Entonces' también referidas como la parte antecedente y la parte consecuente.

Una regla difusa de la forma Si <antecedente> Entonces <consecuente> con dos variables lingüísticas de entrada en la parte antecedente y una variable lingüística de salida en la parte consecuente asume la siguiente forma:

$$\text{Si } x_1 \text{ es A y } x_2 \text{ es B entonces } y \text{ es C} \quad (6)$$

Dónde x_1 es un elemento que pertenece a la variable lingüística X1 ($x_1 \in X1$), x_2 es un elemento que pertenece a la variable lingüística X2 ($x_2 \in X2$), A es un término lingüístico definido por un conjunto difuso en la variable lingüística X1, B es un término lingüístico definido por un conjunto difuso en la variable lingüística X2, y es un elemento que pertenece a la variable lingüística Y ($y \in Y$) y C es un término lingüístico definido por un conjunto difuso en la variable lingüística Y [6].

A partir de un conjunto de reglas difusas el razonamiento difuso o razonamiento aproximado obtiene una conclusión.

2.4 SISTEMA DE INFERENCIA DIFUSA TIPO MAMDANI

Los sistemas de inferencia han sido utilizados como una estructura de representación y procesamiento de conocimiento impreciso o incierto, dichos sistemas están basados en los conceptos de conjuntos difusos, reglas lingüísticas de la forma Si-Entonces y en un sistema de razonamiento difuso basado en lógica difusa. Los sistemas de inferencia difusa consisten en tres etapas: la *difusificación*, (la cual consiste en transformar los valores de entrada en la parte antecedente del sistema en valores difusos con un grado de pertenencia entre 0 y 1), la *base de reglas difusas* (la cual almacena el conocimiento en un conjunto de reglas de la forma Si<antecedente> Entonces <consecuente>), y la *desdifusificación* (la cual consiste la transformación de los valores difusos obtenidos mediante las acciones del sistema, a valores rígidos, obteniendo el valor de salida del sistema). El método Mamdani (Fig.1) se desarrolló inicialmente por Mamdani y Assilan [7] como un sistema de control para un motor de vapor utilizando una combinación de reglas lingüísticas obtenidas de operadores expertos en el área.

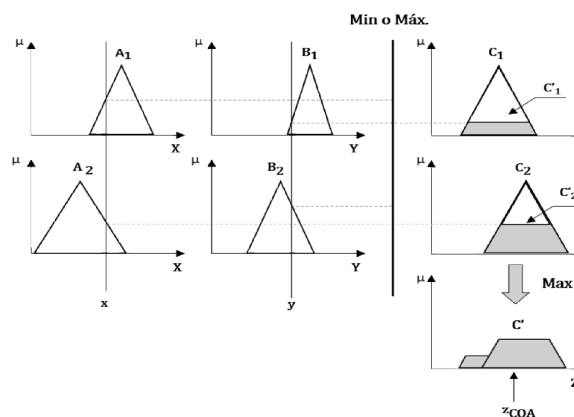


Fig. 1. Sistema de inferencia difusa tipo Mamdani

El método Mamdani es comúnmente utilizado de la forma *min.-máx.*, es decir, la composición de las reglas de inferencia están dadas por el operador de intersección *T-norm min.* y por el operador de unión *S-conorm máx.* La agregación es el método mediante el cual se van a unir los valores obtenidos en cada una de las reglas de inferencia utilizadas en el sistema, para realizar esto, existen diferentes tipos de agregación como lo son el máximo del área, el producto y la suma algebraica, entre otros. Un sistema inferencia difusa como se mencionó anteriormente, transforma las variables u objetos rígidos en variables difusas por medio de las funciones de pertenencia, por lo tanto, para poder obtener un valor rígido como salida de dicho sistema, es necesario utilizar un desdifusificador. En el método Mamdani, es común encontrarnos como resultado de la agregación, con un área irregular, por lo tanto para obtener el valor rígido como salida del sistema se utiliza alguno de los métodos de desdifusificación mostrados en la Fig.2 [6].

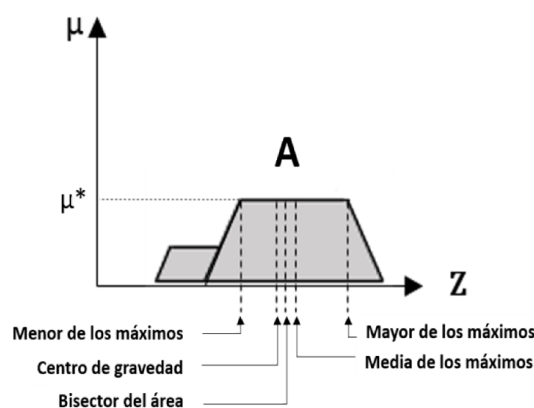


Fig. 2. Métodos de desdifusificación para sistemas difusos tipo Mamdani

El centro de gravedad que es el método utilizado en esta investigación está dado por:

$$Z_{COA} = \frac{\int z^{\mu_A(z)} z \, dz}{\int z^{\mu_A(z)} \, dz} \quad (10)$$

Donde $\mu_A(z)$ es el grado de pertenencia de z en A y A es el área resultante de la agregación de las partes consecuentes de las reglas de inferencia del sistema. Al ser el centro de equilibrio entre la distribución de los valores agregados, es el método más utilizado.

3 IMPORTANCIA DEL ENVEJECIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas que son capaces de transformar la energía eléctrica en energía mecánica con variables de (movimiento, aceleración, torque, frenado, etc.). Debido a sus significantes ventajas, como la facilidad de manejo, la ausencia de emisión de gases, y eficiencia (entre otros), los motores eléctricos son una parte prevalente e importante dentro de la industria y cabe destacar que el diagnóstico y la prevención de problemas en las partes fundamentales de dichas máquinas es crucial para evitar eventos indeseados dentro del sector industrial (principalmente), además de evitar la necesidad de llevar a cabo reparaciones costosas, pérdidas significativas a nivel productivo y la reducción del ciclo de vida del motor. Entre los problemas que afectan el ciclo de vida de un motor eléctrico se encuentran la descompensación en la tensión de suministro, el aumento en la carga de trabajo, devanados cortocircuitados, corto en la conexión, sobrecalentamiento, sobrecargas eléctricas, entre otros. Estos problemas se presentan por el comportamiento indeseable de factores primarios como lo son la temperatura, la intensidad de corriente, el voltaje, la frecuencia y la vibración.

Los valores de no linealidad estudiados en motores de inducción, por ejemplo, al tener un bajo voltaje de alimentación en un motor eléctrico, deriva en el aumento del consumo de la corriente eléctrica, lo que causa un sobrecalentamiento en los devanados del motor. Estos problemas tienen un impacto negativo en la vida del aislamiento del motor, y el diagnóstico de estos problemas necesita expertos en el área. Sin embargo la realización de dichos diagnósticos por medio de operadores humanos, no siempre es el adecuado, es tardado y esta propenso a errores. Por lo tanto, el desarrollo de un sistema de inferencia difusa capaz de simular la habilidad de humanos expertos para realizar el diagnóstico apropiado y a tiempo del impacto de las condiciones actuales sobre las que se encuentra trabajando el motor, puede mejorar la predicción de los

problemas que pueden presentarse, y mejorar la confiabilidad de los programas de mantenimiento. El envejecimiento de motores eléctricos en la presente investigación, está basado principalmente en el desgaste o envejecimiento prematuro del aislamiento, el cual se ve seriamente afectado por los problemas presentados por dichos factores.

3.1 SISTEMAS DE AISLAMIENTO EN MOTORES ELÉCTRICOS Y FACTORES DE DESGASTE

El aislamiento de un motor eléctrico es el que garantiza el flujo de la intensidad de corriente a través de los devanados para la generación e iteración de los campos magnéticos necesarios durante el proceso, su papel dentro del motor permite un buen desempeño térmico y eléctrico principalmente, contribuyendo así a que el motor tenga una vida útil adecuada. Para mantener un buen desempeño del aislamiento de un motor eléctrico, es necesario evitar el aumento excesivo de temperatura en los devanados durante su operación. Dicha temperatura en los motores eléctricos se ve incrementada por distintas fuentes de calor, estas pueden ser internas, resultantes de la misma operación del motor o externas debido a las condiciones del ambiente en el que se encuentra, así como de la misma habilidad del motor para disipar el calor [8].

La temperatura del ambiente es causada por el entorno en el cual el motor se encuentra operando. Esta temperatura está en función de factores tales como los patrones climáticos locales, los sistemas de enfriamiento en la planta y el calor generado por equipos cercanos. El estándar de temperatura ambiental en los motores eléctricos por lo general es de 40°C, sin embargo en la práctica, la medición de dicho factor puede variar incluso en distintas locaciones dentro de la misma planta [8]. Las fuentes de calor internas, están dadas por el trabajo del motor bajo condiciones inadecuadas, factores como el voltaje y la intensidad de corriente afectan seriamente al motor al variar en $\pm 10\%$ de su nominal, como lo es un bajo voltaje, esto causa un aumento en la corriente afectando considerablemente la temperatura reduciendo la vida útil del aislamiento. Existen diferentes tipos de aislamientos en los motores eléctricos, los cuales están clasificados de acuerdo a la temperatura máxima permisible durante operación (estándares NEMA) [9] los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Clases de aislamiento (estándares NEMA)

Clase de Aislamiento	Temperatura máxima permitida durante operación
A	105°C
B	130°C
F	155°C
H	180°C

Basándonos en estos factores de desgaste del aislamiento de motores eléctricos (voltaje, corriente y temperatura), se propone un sistema difuso con el objetivo de aportar un coeficiente de envejecimiento que sea capaz de determinar el impacto de las condiciones en las que se encuentra trabajando el motor en su ciclo de vida, el cual se presenta en la siguiente sección.

4 MODELADO DE UN SISTEMA DIFUSO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENVEJECIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS

Para el modelado del sistema difuso se utilizó el sistema de inferencia difusa tipo Mamdani de la forma mín.-máx. y el método de desdifusificación del centro de gravedad; se utilizaron 3 variables lingüísticas en la parte antecedente, estas corresponden a los 3 factores considerados en el desgaste del aislamiento antes mencionado, los cuales corresponden al voltaje, la corriente y la temperatura. La base del conocimiento utilizada se obtuvo del monitoreo constante en motores de inducción, además de la documentación disponible y los estándares de clasificación NEMA [9], así como de las especificaciones del motor y consultas con expertos en el área.

La primer variable lingüística 'Voltaje', está definida por los conjuntos difusos 'Voltaje Muy bajo' (VMB), 'Voltaje Bajo' (VB) y 'Voltaje Nominal' (VN). Los parámetros utilizados para definir los conjuntos difusos están basados en el porcentaje de tolerancia correspondiente a los estándares NEMA de $\pm 10\%$ del voltaje nominal correspondientes al motor utilizado, en este caso un motor trifásico de 10HP que trabaja bajo un voltaje nominal de 220V (ver Tabla 2) y se muestran en la Fig. 3(a).

Tabla 2. Parámetros de 'Voltaje'

Conjunto Difuso	Función de pertenencia	Parámetros(V)
VMB	Trapezoidal	(0, 0, 176, 198)
VB	Triangular	(176, 198, 220)
VN	Trapezoidal	(198, 220, 250, 250)

La segunda variable lingüística 'Corriente', está definida por los conjuntos difusos 'Corriente Nominal' (CN), 'Corriente Alta' (CA), y 'Corriente Muy Alta' (CMA). Al igual que con el voltaje, se consideraron los estándares de tolerancia de $\pm 10\%$ de la corriente nominal correspondientes al motor en cuestión, cuyo nominal en el caso de la corriente es de 27 Amperes (ver Tabla 3) y se muestran en la Fig.3 (b).

Tabla 3. Parámetros de 'Corriente'

Conjunto Difuso	Función de pertenencia	Parámetros(A)
CN	Triangular	(24, 27, 30)
CA	Triangular	(27, 30, 33)
CMA	Trapezoidal	(30, 33, 40, 40)

La tercera variable lingüística 'Temperatura', está definida con los conjuntos difusos 'Temperatura Nominal' (TN), 'Temperatura Alta' (TA), y 'Temperatura Muy Alta' (TMA). En este caso se consideró la clasificación Nema correspondiente al tipo de aislamiento del motor, el cual corresponde a un aislamiento clase F (ver Tabla 4) y se muestran en la Figura 3(c).

Tabla 4. Parámetros de 'Temperatura'

Conjunto Difuso	Función de pertenencia	Parámetros(°C)
TN	Trapezoidal	(0, 0, 40, 155)
TA	Triangular	(60, 100, 140)
TMA	Trapezoidal	(100, 155, 180, 180)

En la parte consecuente del sistema difuso, la variable lingüística corresponde al 'Envejecimiento', el cual está definido por los conjuntos difusos 'Envejecimiento Normal' (EN), 'Envejecimiento Alto' (EA), 'Envejecimiento Muy Alto' (EMA) y se muestran en la Figura 3(c). La definición de los parámetros está basada en el nivel de impacto de acuerdo al comportamiento de las variables de entrada, con una calificación de 0 a 1, donde 0 es un coeficiente de envejecimiento bajo y 1 es un envejecimiento muy alto.

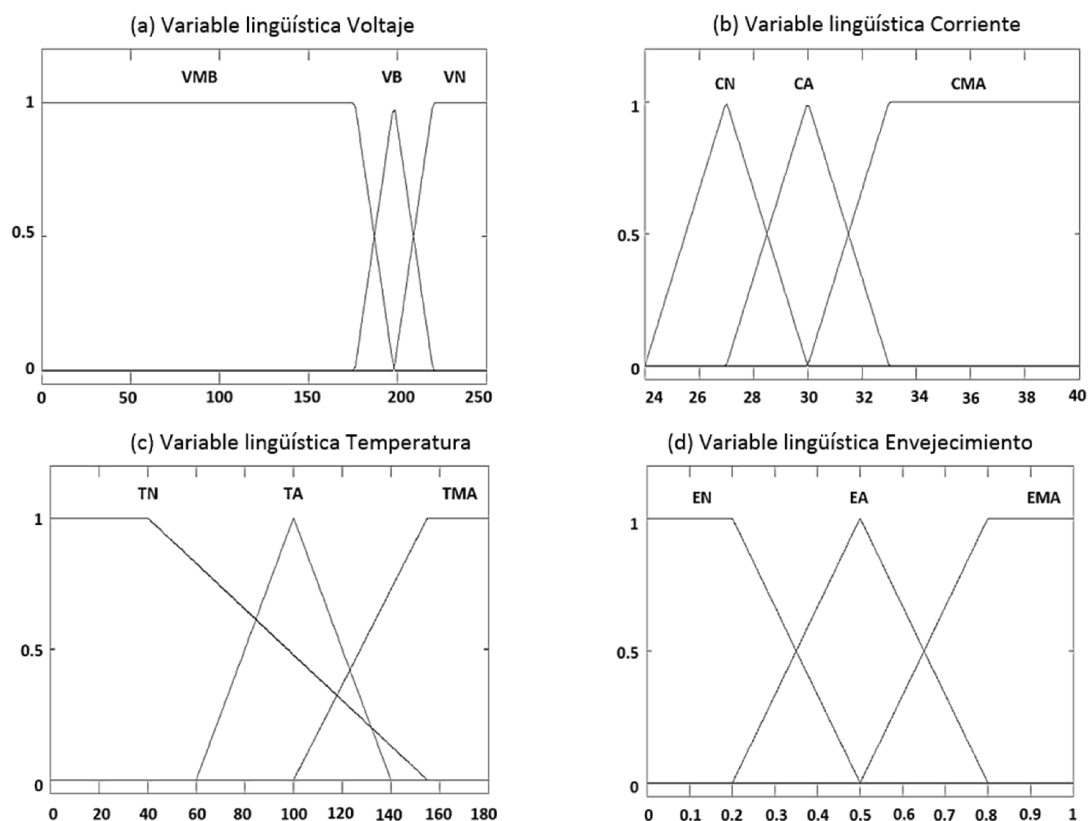


Fig. 3. Variables lingüísticas del sistema de Inferencia difusa propuesto

Para este sistema se consideraron las reglas de inferencia difusa mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5. Reglas de inferencia consideradas

Regla	Antecedente			Consecuente	
#	Voltaje	Corriente	Temperatura	Envejecimiento	
1	Muy Bajo y	Muy Alta y	Muy Alta	entonces	Muy Alto
2	Muy Bajo y	Muy Alta y	Alta	entonces	Alto
3	Muy Bajo y	Alta y	Muy Alta	entonces	Muy Alto
4	Muy Bajo y	Alta y	Alta	entonces	Alto
5	Bajo y	Muy Alta y	Muy Alta	entonces	Muy Alto
6	Bajo y	Muy Alta y	Alta	entonces	Alto
7	Bajo y	Alta y	Muy Alta	entonces	Muy Alto
8	Bajo y	Alta y	Alta	entonces	Alto
9	Nominal y	Nominal y	Nominal	entonces	Normal

Para observar el comportamiento del modelo realizado en esta sección, se implementó utilizando 20 datos hipotéticos en dos herramientas de lógica difusa para realizar una comparación de resultados, el cual se presenta en la siguiente sección.

5 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

Para verificar el desempeño del sistema difuso, el modelo realizado, se implementó en el Shell de lógica difusa FuzzyApp utilizando el modelo de inferencia Mamdani de la forma *min-más* y utilizando el método del *centro de gravedad*, de la misma forma a manera de comparación se implementó el modelo en el Fuzzy Logic ToolBox de Matlab, 10 de los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.

Los resultados obtenidos en las dos herramientas son muy similares, y los coeficientes de envejecimiento muestran los resultados esperados con respecto a las variables de entrada utilizadas.

Tabla 6. Datos utilizados y resultados obtenidos

Dato #	Voltaje (V)	Corriente(A)	Temperatura(°C)	FuzzyApp	Matlab
1	194	31.6	85	0.5	0.5
2	215	29	74	0.348	0.345
3	218.4	28.14	62	0.2317	0.229
4	179	34.3	116	0.582	0.585
5	218	27.8	51	0.2	0.198
6	188	32.4	120	0.607	0.61
7	209	29.7	99	0.465	0.465
8	176	32.6	129	0.679	0.683
9	212	28.5	77	0.344	0.341
10	209	31	112	0.570	0.572

6 CONCLUSIONES

En esta investigación, con el objetivo de mejorar las actividades de mantenimiento predictivo en motores eléctricos y debido al buen desempeño de los sistemas difusos en el área de mantenimiento, se propone un sistema difuso tipo Mamdani para el diagnóstico de envejecimiento de motores eléctricos considerando los factores de impacto (voltaje, corriente y temperatura), los cuales en condiciones indeseables, tienen un impacto negativo en la vida útil del motor como lo es el caso de un aumento de corriente provocado por una baja tensión, este aumento de corriente aumenta la temperatura de los devanados generando más calor del que es capaz de disipar el motor en condiciones óptimas, lo cual afecta críticamente la vida útil del aislamiento y por lo tanto afecta el ciclo de vida del motor. Para lograr dicho objetivo se adquirió una base de conocimiento mediante el monitoreo constante en motores de inducción, además de la documentación disponible, los estándares de clasificación NEMA, y el conocimiento de expertos en el área. A partir de dicho conocimiento se extrajeron las reglas lingüísticas y se desarrolló un sistema difuso con el cual se propone el diagnóstico del envejecimiento de motores eléctricos. El sistema propuesto se implementó contemplando 20 conjuntos de datos hipotéticos utilizando el Shell de lógica difusa FuzzyApp y el Fuzzy Logic Toolbox de Matlab, obteniendo resultados muy similares y de acuerdo con los expertos consultados se obtuvieron en ambos casos el desempeño esperado.

Los beneficios de la aplicación del sistema de inferencia difusa propuesto pueden verse reflejados en la reducción de tiempo en diagnósticos realizados por operadores humanos, reducción del factor de error humano, mejora en planeación de mantenimiento de los motores lo cual derivara en reducción de costos de mantenimiento y el aumento en la confiabilidad de operación de los motores, los cuales son una parte fundamental en cualquier sector industrial.

Como futuros trabajos de investigación, se contempla el agregar como variables la frecuencia y la vibración existentes en los motores eléctricos, así como realizar pruebas con diferentes motores y modelos de inferencia difusa.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo brindado por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Universidad Tecnológica de Tlaxcala por permitir el uso del laboratorio de mantenimiento predictivo donde se realizó la investigación y finalmente al Instituto Tecnológico de Apizaco que brindo las facilidades para realizar los estudio de posgrado donde fue planteado el proyecto de investigación

REFERENCIAS

- [1] A. Azadeh, V. Ebrahimipour, P. Bavar, "A fuzzy inference system for pump failure diagnosis to improve maintenance process: The case of a petrochemical industry", *Expert Systems with Applications*, vol. 28, pp 627-639, 2010.
- [2] B. Al-Najjar, I. Alsayouf, "Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making", *Int. J. Production Economics*, vol 84, pp 85-100, 2003.
- [3] D. J. Fonseca, G. M. Knapp, "An expert system for reliability centered maintenance in the chemical industry", *Expert Systems with Applications*, vol. 19, pp 45-57, 2000.
- [4] W. Derigent, E. Thomas, E. Lavrat, B. Iung, "Opportunistic maintenance based on fuzzy modelling of component proximity", *Manufacturing Technology*, vol. 58, pp 29-32, 2009.
- [5] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets", *Information and control*, vol.8, pp 338-353, 1965.
- [6] J. S. R. Jang, C. T. Sun, E. Mizutani, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, Prentice-Hall, 1997.
- [7] Mamdani E.H., Assilan S., "An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller", *International Journal of Man-Machine Studies*, pp 1-13, 1975.
- [8] B. Campbell, J. Galleno, "Motor Life: The effects of loading, service factor and temperature rise on insulation life", Petroleum and Chemical Industry conference, 1998. *Industry Applications Society 45th Annual*, pp 303-310, 1998.
- [9] NEMA MG1-2014, Revision 3, Parte 20.

Self-reported adherence to anti-retroviral therapy (ART) challenges faced by caregivers of HIV positive children

Thembelihle T. Magongo¹, Faye A. Gary², Hossein N. Yarandi³, Percis P. Khumalo⁴, and Tengetile R. Mathunjwa-Dlamini⁴

¹Piggs Peak Government Hospital, Piggs Peak, Swaziland

²Case Western Reserve University, Frances Payne Bolton School of Nursing, Cleveland, Ohio, USA

³College of Nursing, Wayne State University, Detroit, Michigan, USA

⁴University of Swaziland, Faculty of Health Sciences, Mbabane, Swaziland

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Since 1986 when the first case of AIDS client was reported in Swaziland, HIV has spread at an alarming rate. Swaziland is leading in the Sub-Saharan Africa and globally on HIV and AIDS pandemic with an estimated prevalence of 26% among adults aged 18 – 49 years. About 6,448 children in Swaziland are on anti-retroviral therapy (ART). Poor adherence to ART results in increased opportunistic infections, increased viral load, drug resistance, poor quality of life, and reduced life expectancy among the children.

The purpose of the study was to describe ART related challenges faced by caregivers of HIV positive children. The sample comprised 25 female caregivers. The findings revealed significant correlations: between the caregiver's education and relationship with the health care provider ($r = -0.413, p < 0.05$); employment and forgotten doses ($r = 0.502, p < 0.05$); duration of being on ART and forgotten doses ($r = -0.403, p < 0.05$); side effects and forgotten doses ($r = -0.474, p < 0.05$); age of child and difficulty in taking medicines ($r = -0.529, p = 0.01$); age of care-recipient and familiarity with prescribed ART ($r = 0.461, p < 0.05$); and between age of care-recipient and relationship with health care provider ($r = 0.448, p < 0.05$).

Caregiver challenges related to adherence to ART included the care-recipient having too many drugs to take; taste of the medication; age of the care-recipient; experiencing side effects from ART; lack of disclosure and social support; and forgetting. Based on the study findings it is recommended that health care providers strengthen their relationship with caregivers; and develop strategies that will assist working caregivers to reduce forgotten doses; advocate for few drugs; assist the caregiver in disclosing the status of the care-recipient to the care-recipient and family; and advise on measures to alleviate the side effects from ART.

KEYWORDS: anti-retroviral therapy (ART), caregivers, HIV/AIDS, adherence.

1 INTRODUCTION

1.1 HIV AND AIDS GLOBALLY

According to Van Dyk 2008, the first recognized cases of Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS) occurred in the United States of America (USA) in 1981, where a rare form of pneumonia; *Pneumocystis carinii*, with other conditions such as cytomegalovirus infections, candidiasis and Kaposi's sarcoma suddenly appeared simultaneously. The global AIDS epidemic had an estimation of 39.5 million people worldwide who were living with HIV in 2006 (Van Dyk, 2008). Almost 45% of the individuals living with HIV were women, estimated to be 17.2 million, while an estimated 2.3 million were children below 15 years of age, and 2.9 million of people lost their lives to AIDS in 2006 (Van Dyk, 2008).

1.2 HIV AND AIDS IN AFRICA

HIV and AIDS are a major public health concern and cause of death in Africa. Although Africa has a population of just over 14.7 % of the world's population, it is estimated to have more than 88% of people living with HIV (Avert, 2009). According to Van Dyk (2008), about 43% of all children less than 15 years of age living with HIV are found in Southern Africa where 52% of all women live with the virus.

The HIV prevalence rates and statistics of people dying from AIDS varies greatly between African countries, but the Sub-Saharan Africa region remains the worst affected region in the world with an estimated 22.5 million people living with the virus, accounting for 71% of all new HIV infections in 2008 (United Nations Programme on HIV/AIDS [UNAIDS], 2009). In 2008 around 1.2 million of people died from AIDS in the Sub-Saharan Africa and 1.9 million people became infected with HIV (UNAIDS, 2009).

1.3 HIV AND AIDS IN SOUTH AFRICA

In 2009 South Africa had an estimated 5.6 million people living with HIV and AIDS, and an estimated 310,000 South Africans died of the virus in the same year (Avert, 2009). The prevalence was 17.8% among those aged 15–49 years, with some groups particularly affected, especially women in the child bearing age. The impact of the AIDS epidemic reflects a dramatic change in South Africa's mortality rates. The overall number of annual deaths increased sharply from 316,559 in 1997 to 607,184 in 2006 (Avert, 2009).

1.4 HIV AND AIDS IN SWAZILAND

Since the first case of AIDS was reported in Swaziland in 1986, the virus has spread at an alarming rate. Swaziland is the leading country with the HIV and AIDS pandemic in the Sub-Saharan Africa as well as globally, with an estimation of adult prevalence of 26% (Joint United Nations Program on HIV/AIDS [UNAIDS], 2009). The prevalence rate of HIV and AIDS in Swaziland among pregnant women attending the antenatal care (ANC) between 1992 -2010 (Ministry of Health [MOH], 2010) reflects an increase of 37.2% in a period of 18 years.

Swaziland's HIV and AIDS disease burden and related co-morbidities such as tuberculosis and malnutrition has led to a reduced life expectancy from 61yrs in 2000 to 32 years in 2009, which was the lowest in the world (MOH, 2010). The decreased life expectancy leaves many Swazi children without one or both parents. Hence, contributing to the estimated 130,000 orphans and vulnerable children, that is, approximately 31.3% of all children in Swaziland (NERCHA, 2010). According to USAID/PSI (2010-2014), there are approximately 15,000 children in Swaziland between birth and 14 years living with HIV.

1.5 HIV AND AIDS MANAGEMENT

Several efforts to curb the spread of HIV have been made, which include multimedia and information campaigns for the public interventions that focus on social and behavior change communication. Programs designed to reduce the risk of contracting HIV encourage abstinence, faithfulness to partner, the practice of safe sex, circumcision and the prevention-of-mother-to-child-transmission [PMTCT] of HIV. As means of controlling HIV spread in one's body, the antiretroviral therapy (ART) program was introduced in 2003 (UNAIDS, 2009). The Ministry of Health is rapidly rolling out – decentralized ART treatment, care and support program to health care facilities throughout Swaziland.

The universal access report estimated that 89.2% of people living with HIV and AIDS [PLWHA] who needed ART were indeed receiving ART in 2009 (UNAIDS, 2009). Access to PMTCT services were also scaling up, with an estimated 69% of all HIV-infected pregnant women receiving ART to reduce the risk of transmitting HIV to the unborn baby (USAID/PSI, 2010-2014). The government has successfully supported the PMTCT programme from a base of virtually none in 2004 to 150 out of 172 ANC health facilities in 2012 (Kingdom of Swaziland, 2012)

1.6 ADHERENCE TO ART

Adherence to medication regimen is generally defined as the degree to which clients take medications as advised by the health care providers (Osterberg & Blaschke, 2005). According to Shah (2007), adherence to ART is the extent to which a person's behavior in taking medication, following dietary specifications and executing lifestyle changes corresponding to recommendations from a health care provider. In the case of children, behavior change can be related to both the child and to the caregiver. In order to achieve an undetectable viral load and reduce the risk of developing drug resistance, a person

who is on ART needs to take at least 95% or more of the prescribed doses on time (Shah, 2007). Adherence could be promoted through educating of the caregiver, motivation, and reinforcing interventions that promote adherence.

Strict adherence promotes viral suppression and quality life, while poor adherence results in further immunosuppression, resistance to ART (Shah, 2007) and poor prognosis. Thus it is very important to develop strategies to assist clients to take responsibility for their own care, adhere to drug regime and maximize the likelihood of successful ART (Machtinger & Bangsberg, 2005). Poor adherence to ART is one of the key challenges in HIV and AIDS management programmes. The aim of the study was to describe adherence to ART-related challenges faced by caregivers of HIV positive children.

2 METHODOLOGY

A descriptive correlational design was used in the study. The study was conducted at the Manzini Raleigh Fitkin Memorial Hospital, ART Department, in Swaziland. Caregivers of the HIV positive children aged between 0 and 18 years, who were on ART, comprised the sample. The study utilized an $\alpha = 0.05$, effect size = 0.08, power = 0.80. According to Lipsey (1990) the sample was 25 participants.

The Patient Medication Adherence Questionnaire Version 1.0 (PMAQ V1.0) (DeMasi & Graham, 2001) was used to collect data from the participants. The PMAQ (V1.0) questionnaire was adapted and translated to *siSwati*. The participants were interviewed.

According to DeMasi et al. (2001), the psychometric evaluation of the PMAQ-V1.0 used Cronbach's alpha and item-scale Pearson correlation and the reliability total score was 0.76 (DeMasi et al., 2001). The research instrument was pre-tested at the Mbabane Government hospital HIV Testing and Counseling [HTC] Unit.

Data were analyzed utilizing the Statistical Package of Social Sciences (SPSS, version 17.0). Descriptive statistics and Pearson's Correlation Coefficient were applied in analyzing data.

The study was performed in compliance with the Swaziland Ministry of Health Scientific and Ethics Committee guidelines. Permission was sought and received from the Scientific and Ethics Committee, relevant health authorities in the health facilities, and the participants.

3 RESULTS

The sample comprised 25 females who were caregivers to children on ART. The findings are presented according to the research objectives.

3.1 CAREGIVERS' SOCIO-DEMOGRAPHIC VARIABLES

The majority ($n = 11$, 44%) of the participants were aged 30 -39 years while 24% ($n = 6$) were aged between 40 – 49 years, 20% ($n = 5$) were aged 50 years and above and 12% ($n = 3$) were aged 20 -29 years. The participants' mean age was 39.7 years with a standard deviation of 12.6 years. Most ($n = 16$, 64%) of the participants reported that they resided in the rural area, 32% ($n = 8$) were from the peri-urban, and only 4% ($n = 1$) were from the urban zone. The educational level of the participants varied. The majority ($n = 7$, 28%) had high school, 20% ($n = 5$) had secondary, and another 20% ($n = 5$) had tertiary education. More than half ($n = 13$, 52%) reported that they were unemployed, 16% ($n = 4$) were self-employed and 32% ($n = 8$) of the participants were employed (summary in *Table 1*).

Table 1. Socio-demographic characteristics of family caregivers to children on ART (N = 25)

Variable	Number / Mean	Percent / SD
Age	39.7	12.6
Gender		
Male	0	0
Female	25	100
Residence		
Rural	16	64
Peri-urban	8	32
Urban	1	4
Educational level		
Not attended school	2	8
Sebenta adult literacy	2	8
Primary education	4	16
Secondary education	5	20
High school education	7	28
Tertiary education	5	20
Employment status		
Unemployed	13	52
Self-employed	4	16
Employed	8	32
Age of child on ART	7.4	4.1
Duration of child on ART	4.9	

3.2 CARE-RECIPIENTS

The care-recipients (children on ART) were from different age groups. Most (28%) care recipients were from the age group 7 - 9, another 28% ($n = 7$) were from 4 - 6, 16% ($n = 4$) were from 10 -12, 16% ($n = 4$) were from 1 - 3years, and 12% ($n = 3$) were from the age group of 13 -15 years. The mean age of the care-recipients was 7.4 years with a standard deviation of 4.1 years. The correlations between the age of the child and health care provider relationship was positive ($r = 0.45$, $p < 0.05$). This means that the increasing age of the child was accompanied

by increasing relationship with the health care provider which facilitated discussion on ART. The majority of the care-recipients ($n = 9$, 36%) were reported to have been on ART between 2- 4 years, 32% ($n = 8$) between 5 -7 years, 16% ($n = 4$) between 0 - 2 years, 8% ($n = 2$) between 8 -10 years, and another 8% ($n = 2$) had been on ART for 11years and above. The mean duration of being on ART was 4.9 years.

Research objective: To describe challenges related to adherence to ART encountered by caregivers

3.3 ART STORAGE AND TIME

The majority ($n = 23$, 92%) of the participants reported that they did not whereas 4% ($n = 1$) revealed that they had problems with storing ART. About 80% ($n = 20$) of the participants reported that they gave, while 16% ($n = 4$) reported that they did not give the child ART medication on time. Most ($n = 23$, 92%) of the participants reported that they were able to refill ART on time, and only ($n = 1$, 4%) reported that they were unable to remember to refill the child's ART prescription on time.

3.4 ART TOLERANCE

The majority ($n = 21$, 84%) of the participants reported that the care-recipients were able to swallow the medication, while 12% ($n = 3$) revealed that their children had difficulty swallowing the medication. Most ($n = 20$, 80%) of the participants reported that the child did not have difficulty, while 20% ($n = 5$) revealed that the child had difficulty in taking medication because of unpalatable taste. There was a negative ($r = -0.529$, $p = 0.01$) relationship between the age of the child and difficulty in taking ART because of unpalatable taste. This means that with increasing age of the child, there was a decline in having difficulty taking ART with unpalatable taste.

3.5 EXHAUSTION AND EFFECTS OF ART

The majority ($n = 23$, 92%) of the participants reported that the child took ART when he / she (child) was tired, while ($n = 2$, 8%) stated that the child did not take medication when tired. Most ($n = 19$, 76%) of the participants revealed that they (caregivers) gave ART even when the child experienced side effects, while 16% ($n = 4$) reported that they (caregivers) stopped giving the child ART when experiencing side effects. Furthermore, the results revealed a negative ($r = -0.474$, $p < 0.05$) relationship between side effects and forgotten doses. This means that with increased side effects there was a decline in forgotten doses.

Most ($n = 24$, 92%) participants reported that having the child taking ART resulted in better health of the child. However, 4% ($n = 1$) reported that ART did not give their children better health.

All ($n = 25$, 100%) the participants reported that they continued to give ART even when the health of the child had improved.

3.6 FAMILIARITY WITH ART AND THE USE OF SUPPLEMENTS

Most participants ($n = 15$, 60%) reported that the child was familiar while 36% ($n = 9$) reported that the child was not familiar with the prescribed ART medication. Furthermore, correlations between age of the child and familiarity with prescribed regimen was positive ($r = .461$, $p < 0.05$). That is, with increasing age of the care-recipient (child) there was also an increase in familiarity with prescribed ART regimen.

Most participants ($n = 21$, 84%) reported that the child was taking only ART medication prescribed and dispensed in the hospital. However, 12% ($n = 3$) of the participants reported that the child was taking ART prescribed by the doctor and also supplements.

3.7 STIGMA

The majority ($n = 11$, 44%) of the participants reported that they felt uncomfortable with people knowing that the child was taking ART. On the contrary, 44% ($n = 11$) revealed that they did not feel uncomfortable with people knowing that child was taking ART. Forty four percent ($n = 11$, 44%) of the participants were not willing to disclose the HIV status of the child. Forty four percent ($n = 11$, 44%) of the participants reported that the HIV status was not stigmatized by having to take ART. On the contrary 48% ($n = 12$) reported that the HIV status was being stigmatized by having to take ART.

3.8 SOCIAL SUPPORT

The majority ($n = 23$, 92%) of the participants reported that the child was able to take ART, however, 8% ($n = 2$) revealed that their children had difficulty in taking medications when she (caregiver) was away from home. The majority ($n = 21$, 84%) of the participants reported that they received and only 4% ($n = 1$) revealed that they did not receive social support from the family on the use of ART.

3.9 FORGETTING

Most ($n = 24$, 96%) participants reported that they were giving the child ART even when they (caregiver) were busy. However, 4% ($n = 1$) of the participants reported that they had difficulty giving medications to the child because they (caregiver) were busy. There was a positive and significant ($r = 0.502$, $p < 0.05$) correlation between employment and forgotten doses. This means that being employed was accompanied by frequent forgotten doses. It is most likely that the employed caregivers get tired and forget to administer ART to the child.

Most ($n = 19$, 76%) participants reported that they did not have difficulty remembering to take ART for my child when leaving their (caregiver's) places of residence, while 24% ($n = 6$) revealed that they had a challenge in remembering to take ART for the child when travelling.

Sixty percent ($n = 15$) of the participants reported that having more ART medication to give to the child caused more frequent forgotten doses. In addition, there was a negative ($r = -0.403$, $p < 0.05$) correlation between duration of being on ART and forgotten doses. This means that the longer period the child was on ART the lesser were the forgotten doses.

3.10 RELATIONSHIP WITH HEALTH CARE PROVIDER

The majority ($n = 24$, 96%) of the participants reported that they had established rapport with the health care provider, and only 4% ($n = 1$) reported that they had poor relationship with the health care provider. In addition, there was a negative ($r = -0.413$, $p < 0.05$) correlation between the caregiver's level of education and having a relationship with the health care provider that facilitated discussion of ART. This meant that, with increasing caregiver's level of education, the relationship with the health care provider that facilitated discussion about ART declined.

4 DISCUSSION

Consistent with previous research with increasing care-recipients' age there was an increased in familiarity with ART (Roux, 2002). The longer period the child was on ART the lesser were the forgotten doses. It might be that with time the child and caregiver gradually become familiar with the different periods at which ART has to be taken hence, fewer doses forgotten. In addition as the child grows older, she/ he is likely to remind the caregiver each time the next dose has to be taken.

A unique finding was that with increasing caregiver's level of education, the relationship with the health care provider that facilitated discussion about ART declined. It may be possible that health care providers are threatened by educated caregivers. It is important therefore that health care providers be prepared to collaborate as partners with clients regardless of the client's level of education. Much as the client may be educated but the client may still be ignorant about some aspects of health care particularly in the area of HIV and AIDS which is a dynamic disorder together with its management. There is need for further research to determine rationale for the poor relationship between health care providers and educated caregivers.

Consistent with previous research (Beach, Keruly, & Moore, 2006; Schneider et al., 2004) good client-health care provider relationship improved adherence to ART. It is likely that the established rapport between the client and health care provider improves trust on any advice that is shared between the client and health care provider, and the client is more willing to share any barriers that she or he encounters with ART.

Contrary to previous research (Ammassari et al., 2001) the current study findings demonstrated that despite side effects from ART there was decline in forgotten doses. Probably the participants assumed that side effects were a result of poor adherence, and that good adherence to ART will alleviate the symptoms. It is recommended however, that in each and every follow-up visit health care providers encourage clients to reveal any side effects experienced since there may be need to change the client's ART regimen.

Consistent with previous research (Ammassari et al., 2001) busy caregivers e.g. employed caregivers reported more forgotten ART doses. This is an unfortunate scenario because more forgotten doses are accompanied by drug resistance, poor quality of life, increased morbidity and mortality in the care-recipient. Working caregivers need to be advised on strategies that could assist them in remembering the ART administration intervals. In addition, caregivers and care-recipients need to be empowered with knowledge about how ART works and consequences of more forgotten ART doses.

Consistent with previous research (Davies et al, 2008), some children had difficulty in taking ART because of the unpalatable taste. Unpalatable ART have increased likelihood on being skipped decreasing the child's quality of life and promoting the development of drug resistance. Yet, palatable ART regimens have been reported to be associated with better adherence, and consequently improved quality of life. Health care workers need to advocate for palatable ART for children so as to reduce the likelihood of poor adherence related to unpalatable ART.

Some participants reported that their family members and relatives were not aware that the child was HIV-positive and was on ART. Lack of disclosure made it difficult to administer ART to the child in the presence of family members who were not aware of the child's condition, lest they question the reason for the child to always take medication. Rujumba et al. (2010) reported that caregivers had several issues that ranged from unwillingness and difficulty to disclose the HIV status of their children. Disclosure plays a major role in curbing the spread of HIV and also in promoting adherence to ART. Disclosure can be accompanied by several benefits, including, helping one to reduce the stress of coping on your own; and receiving social support from the family and reducing missed doses when the caregivers is away from home. Openness about the child's HIV-positive status may help in reducing stigma, discrimination and denial that surround HIV and AIDS; and promote responsibility (Roux, 2002).

5 RECOMMENDATIONS

It is recommended that this study be replicated on a larger scale, to validate the findings and that physiologic measures be utilized to measure adherence in the care-recipient. Health care workers need to be trained on techniques which this special group of children and adolescents might be supervised, and supported in terms of understanding and accepting their HIV status and ART regimen.

The caregivers should be given the adequate guidance as to when to begin to disclose the HIV status to their children. There is need for the children to be involved in the explanation and discussions about ART in order to obtain mutual understanding, which will enhance adherence.

6 CONCLUSION

Caregiver self-reported challenges related to adherence to ART included: forgetting, age of the child, poor client-health care provider relationship, care-recipient having too many drugs to take; unpalatable taste of ART; experiencing side effects from ART; lack of disclosure and and poor social support.

REFERENCES

- [1] Ammassari, A., Murri, R., Pezzotti, P., Trotta, M. P., Ravasio, L., deLongis, P., LoCaputo, S., Narciso, P., Pauluzzi, S., Carosi, G., Nappa, S., Piano, P., Izzo, C. M., Lichtner, M., Ressa, G., & Moforte, A. (2001). Self-reported symptoms and medications side effects influence adherence to highly active antiretroviral therapy in persons with HIV infection. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndrome*, 5 (28), 445 – 449.
- [2] Avert. (2009). *HIV and AIDS in Swaziland*. <http://www.avert.org/aids-swaziland.htm>.
- [3] Beach, M. C., Keruly, J., & Moore, R. d. (2006). Is the quality of the patient-provider relationship associated with better adherence and health outcomes for patients with HIV? *Journal of General Internal Medicine*, 21 (6), 661 – 665.
- [4] Davies, M., Boule, A., Fakir, T., Nuttall, J., & Eley, B. (2008). Adherence to antiretroviral therapy in young children in Cape Town, South Africa, measured by medication return and caregiver self-report: a prospective cohort study. *BMC Pediatrics* 2008, 8:34 doi:10.1186/1471-2431-8-34
- [5] DeMasi, R. A., Graham, N. M., Tolson, J. M., Pham, S. V., Capuano, G. A., Fisher, R. L., & Eron, J. J., Jr. (2001). Correlation between self-reported adherence to highly active antiretroviral therapy (HAART) and virologic outcome. *Advances in Therapy*, 18 (4), 163- 173
- [6] Kingdom of Swaziland. (2012, March). Swaziland country report on monitoring the political declaration on HIV and AIDS. [http://www.unaids.org/en/dataanalysis/knowyourresponse/countryprogressreports/2012countries/ce_SZ_Narrative_Report\[1\].pdf](http://www.unaids.org/en/dataanalysis/knowyourresponse/countryprogressreports/2012countries/ce_SZ_Narrative_Report[1].pdf)
- [7] Lipsey, M. W. (1990). *Design sensitivity: Statistical power for experimental research*. London, UK: Sage.
- [8] Machtinger E.L. and Bangsberg D.R. (2005). *Adherence to HIV Antiretroviral Therapy*. [Hivinsite.ucsf.edu/Insite?page=kb-03-02-09](http://hivinsite.ucsf.edu/Insite?page=kb-03-02-09)
- [9] National Emergency Response Council on HIV and AIDS [NERCHA]. (2010). Swaziland's national HIV and AIDS annual monitoring and evaluation report. Mbabane, Swaziland: World Health Organization.
- [10] Osterberg L., & Blaschke, T. (2005). Adherence to medication. *The New England Journal of Medicine*, 353, 487 – 497.
- [11] Roux, P. (2002). Adherence: Children's adherence to HAART. *The Southern African Journal of HIV Medicine*, 36.
- [12] Rujumba J. Mbasaalaki-Mwaka C.L. and Ndeezi G. (2010). *Challenges faced by health workers in providing counseling services to HIV positive children in Uganda: a descriptive study*. *Journal of the International AIDS Society*. Retrieved from <http://www.jiasociety.org/content>.
- [13] Schneider, J., Kaplan, S. H., Greenfield, S., Li, W., Wilson, I. B. (2004). Better physician-patient relationship are associated with higher reported adherence to antiretroviral therapy in patients living with HIV infection. *Journal of General Internal Medicine*, 19 (11): 1096 – 1103.
- [14] Shah C. A. (2007). Adherence to Highly Active Antiretroviral Therapy (HAART) in Pediatric Patients infected with HIV: Issues and Interventions. *Community Welfare Foundation in India, Indian Journal of Pediatrics*, Volume 74.
- [15] Swaziland Ministry of Health. (2010, November). 12th round of national HIV serosurveillance in women attending antenatal care services at health facilities in Swaziland.
- [16] <https://www.k4health.org/toolkits/swaziland-teachers/12th-round-national-hiv-serosurveillance-women-attending-antenatal-care>
- [17] Kingdom of Swaziland Ministry of Health PMTCT Annual report 2012: Strategic Information Department. Mbabane, Swaziland. http://www.infocenter.nercha.org.sz/sites/default/files/PMTCTAnnualRep_2012.pdf

- [18] USAID/PSI. (2010 – 2014). Country spotlight: Swaziland. www.pedaids/countries/swaziland
- [19] Van Dyk A. (2008). *HIV/AIDS Care and Counselling: A Multidisciplinary Approach*. 4th ed. Pearson. Cape Town. South Africa.
- [20] United Nations Programme on HIV/AIDS [UNAIDS], (2009). *Health Profile: Swaziland*.

La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo)

[The wood-energy die and degradation of the forest ecosystems in peri-urban area: Stakes and incidence on the Mbiye island residents at Kisangani city (Democratic Republic of the Congo)]

Jean-Léon K. Kambale¹, Fidéline M. Feza², Judith M. Tsongo¹, Justin A. Asimonyio¹, Salomo Mapeta², Hyppolite Nshimba³,
Ben Z. Gbolo⁴, Pius T. Mpiana⁴, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua⁴

¹Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, RD Congo

²Faculté des Sciences Sociales, Politiques et Administratives, Université de Kisangani, RD Congo

³Faculté des Sciences, Université de Kisangani, RD Congo

⁴Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2016 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 Mbiye Island is a forest reserve managed by the University of Kisangani. It is currently undergoing an unprecedented anthropization related to the manufacture of charcoal. This practice leads to forest loss peril. This study has the following specific objectives: To assess the impact of charring on the ecosystems of the island Mbiye. Assess profitability or profits from charring wood in the household coal. To collect data, a sample of 40 peoples was drawn from randomized in five villages of the island Mbiye. These villages are: Akoka, Kolema, lilo, Makululu and Mongaliema. Respondents were questioned individually on the basis of a survey sheet. It observes five major activities that carbonization ranks first (50%). The Mongaliema town ranks first in the production of wood or 23.7 %, followed Makululu with 22.2%, with 20.7% Akoko and finally Kolema, Lilo have a low percentage (14.8% and 18, 5% respectively). The most used in the manufacture of charcoal from trees bordering the forest reserve of the island are: *Gilbertiodendron dewevrei* 95%, *Cynometras essili* and *Irvingia gabonensis* 75% and finally *Fagara macrophylla* and *Xylopia aethiopica* 45%. Revenues or 62.5% from the carbonization for coal are affected more in the education of children and health care. The dependence of the latter charcoal depends on deforestation and degradation of forest ecosystems of the planet in general and the forest reserve of the island especially Mbiye. Following these questions, we issued the assumptions that the deforestation, depletion of forest species used in the production of charcoal, degradation of forest ecosystems and climate change would be the major impacts of this activity.

KEYWORDS: Charcoal, Forest degradation, Mbiye Island, Kisangani city, Democratic Republic of the Congo.

RESUME: L'île Mbiye est une réserve forestière gérée par l'Université de Kisangani. Elle subit actuellement une anthropisation sans précédent liée à la fabrication de charbons de bois. Cette pratique entraîne la perte forestière périurbaine. La présente étude a pour objectifs spécifiques suivants: Evaluer l'impact de la carbonisation sur les écosystèmes de l'île Mbiye ; Evaluer la rentabilité ou bénéfices issus de la carbonisation de bois dans le ménage de charbonnier. Pour collecter les données, un échantillon de 40 personnes a été tiré de façon randomisée dans les cinq villages de l'île Mbiye. Ces villages sont : Akoka, Kolema, lilo, Makululu et Mongaliema. Les répondants ont été questionnés individuellement sur base

d'une fiche d'enquête. Il s'observe cinq grandes activités dont la carbonisation occupe la première place (soit 50%). Le village Mongaliema occupe la première place dans la production de bois soit 23,7%, suivi de Makululu avec 22,2%, Akoko avec 20,7% et enfin Kolema et Lilo ont un faible pourcentage (14,8% et 18,5% respectivement). Les essences les plus utilisées dans la fabrication de charbon de bois par les riverains de la réserve forestière de l'île Mbiye sont *Gilbertiodendron dewevrei* soit 95%, *Cynometras essili* et *Irvingia gabonensis* 75% et enfin *Fagara macrophylla* et *Xylopia aethiopica* soit 45%. Les revenus soit 62.5% issus de la carbonisation pour les charbonniers sont affecté plus dans la scolarisation des enfants ainsi que les soins de santé. La dépendance de cette dernière vis-à-vis de charbon de bois est fonction de la déforestation et dégradation des écosystèmes forestiers de la planète en général et ceux de la réserve forestière de l'île Mbiye en particulier. A la suite de ces questions, nous avons émis les hypothèses selon laquelle les déboisements, la raréfaction des essences forestières utilisé dans la production de charbon de bois, la dégradation des écosystèmes forestières ainsi que le réchauffement climatique serait des impacts majeur de cette activité.

MOTS-CLEFS: Charbon de bois, Dégradation de forêt, Ile Mbiye, Kisangani, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Les forêts, en particulier les forêts périurbaines, jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement en bois de chauffe et en charbon de bois des grandes villes d'Afrique Centrale [1]. En République Démocratique du Congo (RDC), les ressources forestières couvrent environ 155,5 millions d'hectares. Selon les estimations, le bois-énergie couvre 92% de la consommation d'énergie du pays. Cependant, l'exploitation et la production du bois-énergie se font en grande partie de manière artisanale et se concentrent dans les zones périurbaines. Entre 2010 et 2015, la croissance de la population en milieu urbain est estimée à 4,5%. Cette croissance démographique a comme conséquence une demande croissante du bois-énergie entraînant ainsi une régression accrue des ressources forestières [2]. Le manque de revenus stables serait l'une des raisons pour lesquelles la population se tourne vers des formes d'énergie peu chères et plus disponibles comme le bois-énergie [3].

L'île Mbiye est une réserve forestière gérée par l'Université de Kisangani. Elle subit actuellement une anthropisation sans précédent liée à la fabrication de charbons de bois. Cette pratique entraîne la perte forestière périurbaine. En effet, selon [4] et [5], les pertes forestières sont élevées en RDC sont estimées à 0,32% par an soit 395 200 ha entre 2000 et 2010.

En vue de prévenir un désastre écologique imminent sur ce site, une étude scientifique s'est avérée indispensable en vue d'identifier le problème posé par la carbonisation des ressources phytogénétiques à l'île Mbiye et ainsi proposer des solutions. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'impact socio-économique et environnemental de la filière bois-énergie sur la gestion de cette réserve. En effet, en RDC, le bois de feu constitue la source d'énergie la plus populaire vu le faible taux d'électrification du pays (6%). Sa collecte s'effectue de manière anarchique dans la forêt et sa transformation en charbon de bois constitue une réelle menace aussi bien pour les écosystèmes que pour la survie de l'homme. Cependant, certains auteurs considèrent l'activité charbonnière comme relevant de stratégies de survie pour les populations pauvres [6]. La présente étude a pour objectifs spécifiques suivants:

- Evaluer l'impact de la carbonisation sur les écosystèmes de l'île Mbiye ;
- Evaluer la rentabilité ou bénéfices issus de la carbonisation de bois dans le ménage de charbonnier ;
- Proposer des stratégies pour la conservation/gestion durable des ressources phytogénétiques de cet écosystème insulaire.

L'intérêt de cette étude est évident car elle permettrait d'évaluer l'impact des activités humaines sur cet écosystème dans un contexte de promotion du développement durable. En effet, le déboisement et la raréfaction des essences forestières utilisées dans la production de charbon de bois entraîneraient la dégradation de cet écosystème forestier périurbain. Ainsi, la mise en place des activités alternatives et la création des plantations agro-forestières communautaires pourraient constituer la solution pour une gestion durable de cette réserve de l'île Mbiye.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

Les enquêtes ont été réalisées à l'île Mbiye (figure 1) situé à 3 km au sud-est de la commune Kisangani en amont des chutes Wagenia. C'est un écosystème insulaire de 14 km de longueur sur 4km dans sa partie la plus large. Habité par une

mosaïque de tribus autochtones (Kumu, Mbole et Walengola). Situé près de l'équateur à 0°31' de latitude nord et 25° de longitude est, l'île Mbiye est située dans la collectivité Malele/kikongo en amont du fleuve Congo et dans le quartier ile Mbiye qui s'étend des chutes Wagenia jusqu'à 21 km, en remontant le fleuve Congo. Elle est à une altitude de 390 m au-dessus de la mer.

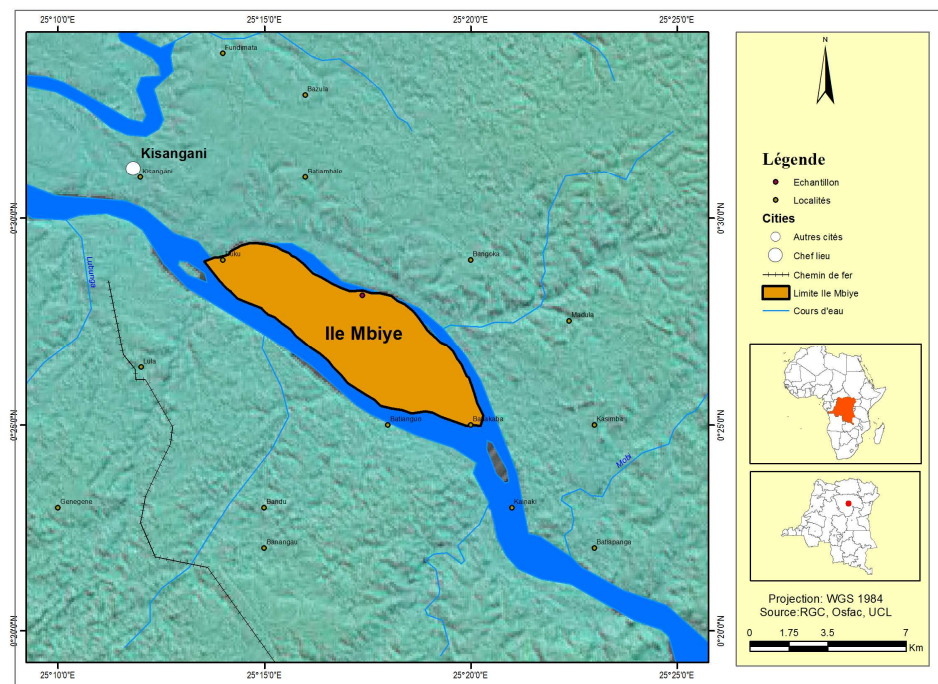


Figure 1. Localisation géographique de la réserve forestière de l'île Mbiye

2.2 MÉTHODOLOGIE

Pour collecter les données, un échantillon de 40 personnes a été tiré de façon randomisée dans les cinq villages de l'île Mbiye. Ces villages sont : Akoka, Kolema, Iilo, Makululu et Mongaliema. Les répondants ont été questionnés individuellement sur base d'une fiche d'enquête. Les principales données collectées lors des enquêtes sont relatives à : (i) activités réalisées, (ii) fabrication de charbons de bois, (iii) espèces végétales ligneuses exploitées comme source de bois-énergie, (iv) nom en langue locale des plantes utilisées, (v) impact environnemental/socio-économique de cette pratique.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ACTIVITÉ À L'ÎLE MBIYE

La figure 2 donne la répartition des activités couramment réalisées à l'île Mbiye

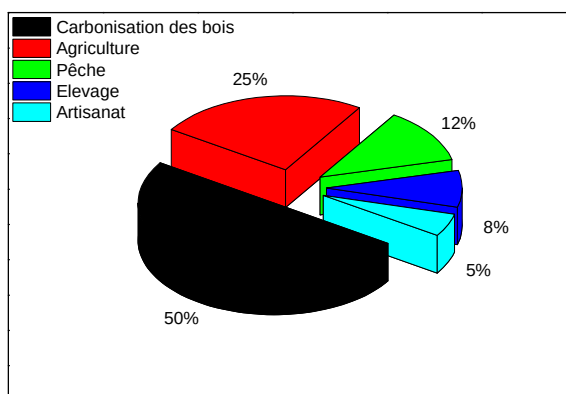


Figure 2. Activités réalisées à l'île Mbiye

Il ressort de cette figure qu'au sein de l'île Mbiye, il s'observe cinq grandes activités dont la carbonisation occupe la première place (soit 50%) suivie de l'agriculture avec 25%, pêche avec 12% et enfin l'élevage et l'artisanat occupent la dernière position avec 5 et 8% respectivement. Au regard de ces résultats, il sied de noter que bien que la carbonisation constitue une activité qui génère des recettes pour la communauté, elle constitue cependant une activité qui menace les écosystèmes forestiers. En effet, les études menées sur la dégradation des ressources naturelles et ses conséquences mettent en évidence la corrélation étroite entre migration, pauvreté et mauvaise gestion de ces ressources. Autrement dit, la pression de la population ou du marché sur une ressource conduit inéluctablement, dans un premier temps, à accentuer sa dégradation [7]. Les activités de la communauté locale de l'île Mbiye entraîneraient donc la dégradation de l'environnement et la pauvreté comme l'indique la figure ci-dessous.



Figure 3. Exploitation abusive de la forêt conservée de l'île Mbiye [(a) Fabrication de charbon de bois dans la réserve ; (b) Exploitation artisanale du bois dans la réserve ; (c) Phénomène brique cuite ; (d) Bois de construction]

Le charbon de bois constitue la principale source d'énergie utilisée par les ménages dans la ville de Kisangani et ses environs mais aussi source des revenus pour la communauté locale. Sa forte demande constitue une pression sur l'île Mbiye qui en constitue l'un des axes fournisseurs de charbon de bois pour la ville de Kisangani. Cet écosystème insulaire est actuellement soumis à la déforestation et à la dégradation de ses essences forestières [8]. En effet, la production de charbon de bois se fait selon les échéances suivants : par semaine, par mois et par an. Cette intense activité constitue un danger permanent pour les essences forestières à cycle biologique long.

3.2 PRODUCTION HEBDOMADAIRE DES SACS DE CHARBON DE BOIS DANS LES CINQ VILLAGES

La figure 4 donne la production des sacs des charbons de bois par semaine et par village.

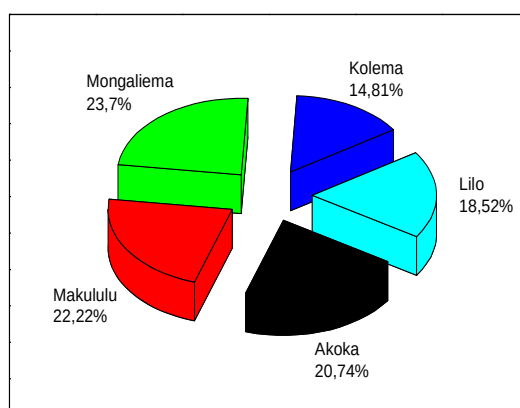


Figure 4. Production hebdomadaire des sacs de charbon

Il ressort de cette figure que le village Mongaliema occupe la première place dans la production de bois par semaine soit 23,7%, suivi de Makululu avec 22,2%, Akoko avec 20,7% et enfin Kolema et Lilo ont un faible pourcentage (14,8% et 18,5% respectivement).

3.3 PRODUCTION MENSUELLE DES SACS DE CHARBON DE BOIS DANS LES VILLAGES

La figure 5 donne la production mensuelle des sacs des charbons de bois dans les cinq villages inspectés.

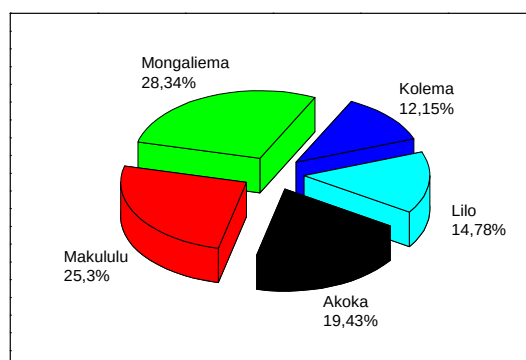


Figure 5. Production mensuelle des sacs de charbons de bois/mois

Il ressort de cette figure que le village Mongaliema est le plus grand producteur de charbon de bois soit 28,3% suivie de Makululu avec 25,3%, Akoko avec 19,4%, et le reste ont un pourcentage faible.

3.4 PRODUCTION ANNUELLE DES SACS DE CHARBONS DE BOIS

La figure 6 donne la production annuelle des sacs des charbons de bois par an parmi les cinq villages.

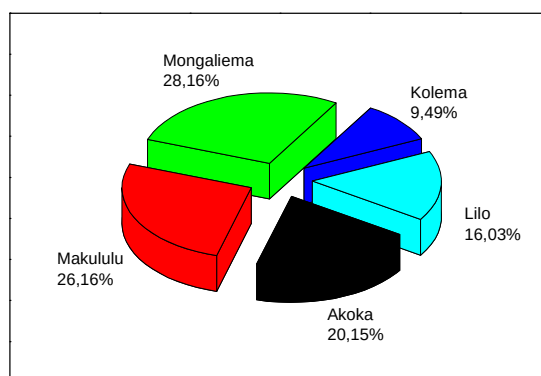


Figure 6. Production annuelle des sacs de charbons de bois

Il ressort de cette figure que le village Mongaliema est le plus productif en charbon des bois dans les cinq villages enquêtés avec 28,1%, suivie de Makulu avec 26,1% Akoko avec 20,1% et les autres ont un faible pourcentage. En effet, ce village est plus dégradé et possède une forte densité des populations qui manque d'activité. Parmi les cinq villages enquêtés, les plus productifs sont notamment : Mongaliema dont la production est de 1335 sacs /an suivi du village Makululu qui produit 1240 sacs/an puis le village Akoko qui produit 955 sacs/an et enfin 450sacs pour le village Kolema.

3.5 LES ESSENCES FORESTIERES UTILISEES POUR LA FABRICATION DE CHARBON DE BOIS A L'ILE MBIYE

La figure 7 donne la fréquence des essences forestières les plus utilisées pour la fabrication de charbons de bois à l'île Mbiye.

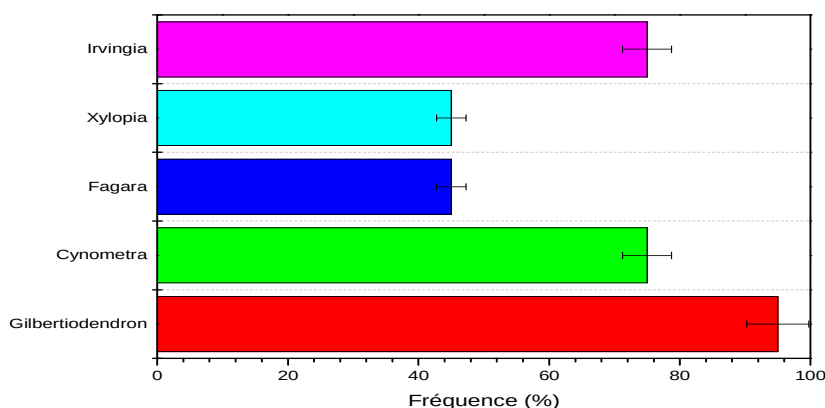


Figure 7. Essences forestières utilisées pour la fabrication de charbon de bois

Il ressort de cette figure que les essences les plus utilisées dans la fabrication de charbon de bois par les riverains de la réserve forestière de l'île Mbiyesont *Gilbertiodendron dewevrei* (Limbalu) (38 sur 40sujets enquêtés soit 95%), *Cynometras essiliflora* (Boutuna) et *Irvingia gabonensis* (Agbama) (75% chacun) et enfin *Fagara macrophylla* (Kapanga) et *Xylopiia aethiopica* (Bosenge) avec 18 sur 40 sujets enquêtés soit 45% chacun. Ces ressources phytogénétiques sont aussi utilisées en médecine traditionnelle pour soigner plusieurs maladies [9]. A cet effet, la dégradation de cet écosystème insulaire serait préjudiciable à la population locale car en effet, les besoins essentiels des communautés en matière de santé ne seraient plus assurés alors qu'il est bien établi qu'en Afrique, plus de 80% de la population recourent aux plantes et à médecine traditionnelle pour se soigner [10], [11], [12], [13], [14], [15].

Ainsi, on peut noter que l'utilisation du charbon de bois pour satisfaire les besoins en combustible ligneux constitue une menace pour l'environnement périurbain et la survie de la population riveraine dans un contexte actuel de changement climatique et ce, en dépit des avantages socio-économiques que l'on peut s'en procurer. Le fait qu'en RDC, les forêts naturelles font l'objet d'une exploitation du type sélectif consistant à prélever seulement les arbres des essences d'intérêt commerciale sans aucune mesure d'accompagnement en faveur du renouvellement des effectifs exploités, constitue un facteur aggravant de la déforestation. La déforestation et la dégradation qui en résulte entraînent l'augmentation de l'émission du gaz carbonique dans l'atmosphère, principal gaz à effet de serre, contribuant ainsi à accélérer le réchauffement climatique de la planète [16].

3.6 IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE

Le tableau 1 donne la répartition des charbonniers selon

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon l'apport des charbons de bois dans les ménages des charbonniers

Types de besoins	Fréquence	%
Répondre aux besoins de la famille	15	37,5
Accéder aux biens des valeurs	2	5
Avoir de l'argent	5	12,5
L'unique activité rentable	18	45
Total	40	100

Il ressort de ce tableau que 18 sujet soit 45% des enquêtés accordent plus de valeurs à la fabrication de charbon de bois car c'est l'unique activité qui reste rentable pour la population de l'île Mbiye, 15 enquêtés soit 37% recours à cette activité dans la mesure où celle-ci répond aux besoins familiaux enfin, cinq enquêtés (soit 12,5%) et deux enquêtés (soit 5%) pratiquent cette activité pour avoir de l'argent et l'accès aux biens de valeurs.

La figure 8 donne l'affectation de revenu issu de charbon de bois.

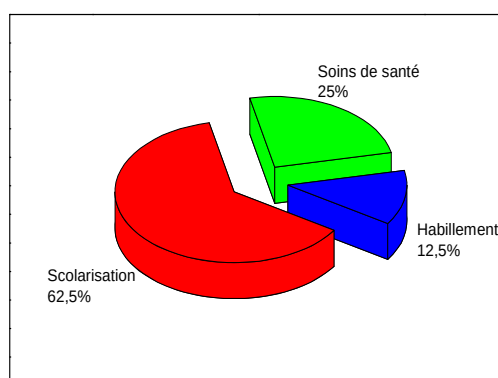


Figure 8. Affectation de revenu obtenu de la vente de charbon de bois

Il s'observe de ce tableau que 25 sujets soit 62,5% des enquêtés affectent plus leurs revenus dans la scolarisation des enfants, suivi de 10 enquêtés soit 25% des enquêtés assurent leurs soins de santé à partir de revenus provenant de charbon des bois ensuite 5 enquêtés soit 12,5% des enquêtés affectent leur revenu à leur habillement et nul n'affecte le revenu issu de charbon de bois au commerce.

Les propriétés physiques et chimiques du charbon de bois expliquent son avantage quant à son utilisation comme source énergétique par rapport au bois de chauffe. En effet, le charbon de bois a une densité énergétique plus élevée et par conséquent produit plus d'énergie.

En outre, le coût de transport du charbon de bois est plus abordable que celui du bois de chauffe et que le développement d'une filière en milieu urbain constitue une activité rentable/lucrative. Il faut aussi noter que le charbon de bois peut être stocké sans être attaqué par des insectes. Il est moins polluant car produit moins de fumée [17].

Dans le souci de subvenir aux besoins familiaux, plusieurs stratégies sont développées par les ménages riverains de la réserve forestière de l'île Mbiye, la carbonisation/pyrolyse de bois fait partie de ces stratégies. En effet, le revenu issu de la vente de charbon de bois contribue à l'amélioration du bien être des producteurs et permet à ces derniers de subvenir aux besoins familiaux tels que la scolarisation, la prise en charge sanitaire, l'habillement, la nutrition, etc. Le bois énergie contribue à raison 62,5%, aux dépenses de scolarisation, 25% pour les soins de santé et 12,5% pour l'habillement. C'est donc une source complémentaire de revenu et la majorité des ménages satisfont leurs besoins domestiques quotidiens à partir du charbon de bois. Ainsi, sur le plan écologique, le taux de déboisement accroit chaque année dans la réserve forestière de l'île Mbiye suite aux activités de carbonisation du bois. Nos résultats indiquent que 35 enquêtés sur 40 (soit 87,5%) sont des acteurs originaires de l'île Mbiye et seuls cinq personnes (soit 12,5%) viennent d'ailleurs. Ceci nécessite une sensibilisation de la population riveraine sur l'importance de la conservation de cette réserve forestière qui fait partie de poumon vert de la ville de Kisangani. En effet, elle permettrait d'une part de bénéficier des crédits carbone, et d'autre part de lutter efficacement contre les changements climatiques. Il faut en outre noter que la compensation financière sous forme des crédits carbones permettrait d'initier des activités alternatives en faveur de la communauté locale notamment la vulgarisation des techniques d'agroforesterie en milieu paysan en vue d'une sécurité énergétique.

La meilleure stratégie consiste à cet effet, à substituer ou à soutenir l'approvisionnement en bois issue des forêts naturelles par des bois provenant des plantations artificielles en essences à croissance rapide afin de garantir durablement l'approvisionnement des centres urbains tout en préservant les espaces naturellement boisée autour des villes.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme du présent travail, nous avons démontré que la dépendance des riverains de la réserve forestière de l'île Mbiye de la biomasse-énergie permet d'assurer la survie des ménages. Cependant, cette activité entraîne la déforestation et la dégradation des écosystèmes forestiers de cette île. En effet, les activités du bois-énergie combinée à l'agriculture itinérante sur brûlis constituent un facteur déterminant de cette dégradation. Ainsi, en vue d'une conservation durable des écosystèmes forestiers de l'île Mbiye, nous suggérons :

1-La sensibilisation de la communauté riveraine sur l'importance de cette réserve en tant que possible source des crédits carbone pour le pays (séquestration de CO₂),

2-L'initiation des activités alternatives notamment la mise en place de systèmes agro-forestiers à production soutenue pour la conservation ainsi que la régénération assistée des forêts de l'île Mbiye en vue de réduire les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts tropicales (initiative REDD+).

REFERENCES

- [1] J.N. Marien. Forêts périurbaines et bois énergie: quels enjeux pour l'Afrique centrale ? http://carpe.umd.edu/documents/2008/etat-des-forets_2008-13.pdf [Consulté le 08 Octobre 2015].
- [2] FAO. Aperçu général de la situation du bois de feu dans les pays en développement. <http://www.fao.org/docrep/x5329f/x5329f04.htm> [Consulté le 08 Octobre 2015].
- [3] G. Rossier, W. Micuta. Le charbon de bois est-il un combustible satisfaisant ?, éd. REDI, Renewable Energy Development Institute, Genève, 2005.
- [4] C. Wasseige, P. de Marcken, N. Bayol, F. HiolHiol, Ph. Mayaux, B. Desclée, R. Nasi, A. Billand, P. Defourny, R. Eba'a Atyi. Les Forêts du Bassin du Congo – état des Forêts 2010, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2012. doi: 10.2788/48830
- [5] C. Wasseige, D. Devers, M. Paya, R. Eba'aaty, R. Nasi, Mayaux. Les forêts des pays du bassin du Congo, état des forêts, éd. Communautés européennes, 2009.
- [6] FAO. Foresterie urbaine et périurbaine en Afrique. Quelles perspectives pour le bois-énergie? » Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n°4. 95 pages, Rome, 2010.
- [7] PNUD. Province Orientale - RDC: Profil résumé de la pauvreté et conditions de vie des ménages. http://www.cd.undp.org/content/dam/dem_rep_congo/docs/povred/UNDP-CD-Profil-PROVINCE-Orientale.pdf [Consulté le 08 Octobre 2015].

- [8] M. Mbangilwa. Contribution à la mise en place d'une gestion participative des ressources naturelles de la réserve forestière de l'île Mbiye à Kisangani ; DEA en Gestion de la biodiversité et aménagement forestier durable, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 2009.
- [9] H.D. Neuwinger. African Traditional Medicine. Mepharm Scientific Publisher, Stuttgart, 2000.
- [10] K.N. Ngbolua, H. Rafatro, H. Rakotoarimanana, R.S. Urverg, V. Mudogo, P.T. Mpiana, D.S.T. Tshibangu. Pharmacological screening of some traditionally-used antimalarial plants from the Democratic Republic of Congo compared to its ecological taxonomic equivalence in Madagascar. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 5, no. 5, pp. 1797-1804, 2011a.
- [11] K.N. Ngbolua, H. Rakotoarimanana, H. Rafatro, S.R. Urverg, V. Mudogo, P.T. Mpiana, D.S.T. Tshibangu. Comparative antimalarial and cytotoxic activities of two *Vernonia* species: *V. amygdalina* from the Democratic Republic of Congo and *V. cinerea subsp vialis* endemic to Madagascar. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 5, no. 1, pp. 345-353, 2011b.
- [12] K.N. Ngbolua, N.R. Mubindukila, P.T. Mpiana, C.A. Masengo, R. Baholy, P.R. Fatiany, E.G. Ekutsu, Z.B. Gbolo. *In vitro* Assessment of Antibacterial and Antioxidant activities of a Congolese medicinal plant species *Anthocleista schweinfurthii* Gilg (Gentianaceae). *J. of Modern Drug Discovery and Drug Delivery Research*. V1I3, 20014a. DOI: 10.15297/JMDDR.V1I3.03.
- [13] K.N. Ngbolua, N.R. Mubindukila, P.T. Mpiana, D.S.T. Tshibangu, C.A. Masengo, K.W. Nzongola, R. Baholy, P.R. Fatiany. Phytochemical screening, Antibacterial and Antioxidant activities of *Anthocleista liebrechtsiana* Wild & T. Durand (Gentianaceae) originated from Democratic Republic of the Congo. *Journal of Advancement in Medical and Life Sciences* V1I3, 2014b. DOI: 10.15297/JALS.V1I3.04.
- [14] K.N. Ngbolua. Evaluation de l'activité anti-drépanocytaire et antipaludique de quelques taxons végétaux de la République Démocratique du Congo et de Madagascar, Thèse de Doctorat: Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo : 2012. DOI: 10.13140/RG.2.1.3513.3606.
- [15] K.N. Ngbolua, T.T. Bishola, P.T. Mpiana, V. Mudogo, D.S.T. Tshibangu, K.N. Ngombe, E.G. Ekutsu, D.D. Tshilanda, Z.B. Gbolo, T.D. Mwanangombo, P.R. Fatiany, R. Baholy. Ethno-botanical survey, *in vitro* antisickling and free radical scavenging activities of *Garcinia punctata* Oliv. (Clusiaceae). *Journal of Advanced Botany & Zoology* V1I2, 2014e. DOI: 10.15297/JABZ.V1I2.04.
- [16] M. Belani, G.B. Lumbue. Problématique de l'exploitation industrielle du bois en R.D.C. *Annales de la Faculté des Sciences Agronomiques* (Université de Kinshasa), Vol. 3, no. 1, pp. 4-19, 2010.
- [17] S. Mourasa, P. Girarda, P. Rousseta, P. Permadia, D. Dirolb, G. Labatb. Propriétés physiques de bois peu durables soumis à un traitement de pyrolyse ménagée, EDP Sciences, INRA, 2002.

**Régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard
(Leguminosae) dans la réserve forestière de Masako à Kisangani, République
Démocratique du Congo**

**[Natural regeneration of *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Leonard
(Leguminosae) in the Masako forest reserve at Kisangani city, Democratic Republic of
the Congo]**

**Judith M. Tsongo¹, Prosper Sabongo², Jean-Léon K. Kambale¹, Bernard T. Malombo¹, Eric W. Katembo², Patience K. Kavira¹,
Justin A. Asimonyio¹, Pappy M. Konga³, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua⁴**

¹Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, RD Congo

²Faculté des Sciences, Université de Kisangani, RD Congo

³Centre de Recherches Géologique et Minière (CRGM), Kinshasa, RD Congo

⁴Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2016 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 work carried out in Masako forest reserve, updates the data on regeneration of *Gilbertiodendron dewevrei* through its youthful ($1 \leq dbh < 10$ cm). To carry out our study, twelve 50 m $\times$ 50 m plots were established on a 2100 m transect in *G. dewevrei* based mono-dominant forest. The aim in view was to see how is held the regeneration of this last through its youthful in the Masako forest reserve. We hypothesized that the youthful ones would develop under canopée in a uniform way in all the pieces. To this end, 1652 individuals grouped in five diameter classes : class 1 with 1364 individuals (83%), followed by class 2 with 241 individuals (15%), class 3 with 34 individuals (2%), class 4 with 9 individuals (1%) and then class 5 with 4 individuals (0.2%). This result shows that regeneration of *G. dewevrei* at youthful stage is not uniform, according to their heterogeneous distribution (Coefficient of variation: 63.5%). Individuals in classes 4 and 5 are less represented because they are exploited much by the local community for the building work.

KEYWORDS: Regeneration, *Gilbertiodendron dewevrei*, Masako Reserve Forest, Democratic Republic of the Congo.

RESUME: Le présent travail effectué dans la réserve forestière de Masako, met à jour les données sur la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* à travers ses juvéniles ($1 \leq dbh < 10$ cm). Pour réaliser notre étude, 12 parcelles de 50m $\times$ 50m ont été installés de part et d'autre de transect de 2100 m dans la forêt mono-dominante à *G. dewevrei*. L'objectif poursuivi a été de voir comment se déroule la régénération de ce dernier à travers ses juvéniles dans la réserve forestière de Masako. Nous avons supposé que les juvéniles se développeraient sous la canopée de manière uniforme dans toutes les parcelles. A cet effet, 1652 individus des juvéniles ont été inventoriés et regroupés en cinq classes de diamètre : la classe 1 avec 1364 individus soit 83%, suivie de la classe 2 avec 241 individus soit 15%, vient ensuite la classe 3 avec 34 individus soit 2%, suivie de la classe 4 avec 9 individus soit 1% et enfin la classe 5 avec 4 individus soit 0,2%. Ce résultat montre que la régénération des juvéniles n'est pas uniforme car leur distribution est hétérogène, cela est justifiée par la valeur élevée de coefficient de variation (63,5%). Dans les classes 4 et 5, les individus sont moins représentés car ils sont beaucoup plus exploités par la communauté pour les travaux de construction.

MOTS-CLEFS: Régénération, *Gilbertiodendron dewevrei*, Réserve forestière de Masako, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

La forêt constitue pour l'humanité une ressource naturelle renouvelable. Cette ressource est un patrimoine qu'il convient de bien gérer [1]. La République Démocratique du Congo détient à elle seule plus de la moitié des forêts tropicales humides africaines et héberge une énorme biodiversité [2], [3], [4], [5]. Cependant, la composition et la structure de cet écosystème forestier varie d'un endroit à l'autre [6]. Les forêts tropicales comprennent toutefois des formations très diverses. En fonction du sol, elles donnent naissance à des formations mixtes, riches et complexes, et des formations dominées par une seule espèce, généralement plus simples et plus pauvres. Les plus importantes sont les forêts à Limbali (*Gilbertiodendron dewevrei*). Leur destruction suscite à l'heure actuelle une inquiétude tant au niveau national, régional qu'international. L'initiative REDD+ est une politique internationale et transnationale visant à lutter contre le réchauffement climatique provoqué par les émissions de gaz à effet de serre induites par la dégradation, destruction et fragmentation des forêts tropicales [7].

La régénération d'une population d'arbres peut se définir comme l'ensemble des processus démographiques qui assurent le renouvellement des individus, de la graine disséminée lors de la fructification d'un arbre au recrutement d'un nouvel adulte capable de se reproduire [8]. Elle est par excellence la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces dans l'écosystème forestier [9]. Elle permettrait de réduire les émissions de CO₂ provenant de la déforestation et de la dégradation des forêts à travers le processus biochimique de la photosynthèse. Il noter à cet effet que ce sont les juvéniles qui maintiennent la pérennité d'une espèce dans une forêt et assure sa stabilité. C'est pourquoi notre étude a porté uniquement sur la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* à travers les juvéniles dans la réserve forestière de Masako.

En République Démocratique du Congo (RDC), *Gilbertiodendron dewevrei* se rencontre partout. Elle est surtout abondante dans une large auréole occupant le plateau qui entoure le bassin de la RDC, mais ne forme des forêts étendues que sur les sols à argile rouge bien drainés mais à bonne rétention d'eau, dans la région de l'Ubangi, de l'Uélé et à l'Est de Kisangani, et dans la forêt de l'Ituri au centre de la Réserve de faune à Okapi [10]. Elle peut couvrir des milliers de Km² de forêts adjacentes aux types de forêts plus diversifiées [11]. *G. dewevrei* forme des peuplements mono-dominants dans toute la région de la cuvette centrale du bassin du Congo à partir de la germination des graines tombées au sol ; la mono-dominance est connue et documentée aussi bien dans les forêts tropicales d'Asie, d'Amérique du Sud que d'Afrique [10]. L'objectif de la présente étude est de voir comment se déroule la régénération de *G. dewevrei* à travers les juvéniles dans la forêt mono-dominante de la réserve forestière de Masako en RDC.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

La Réserve Forestière de Masako (figure 1) est située à 14 Km au Nord-Est de la Ville de Kisangani, sur l'ancienne route Kisangani-Buta. Elle a une superficie de 2.105 hectares (forêts secondaires : ± 1440 ha et primaires à *Gilbertiodendron dewevrei* ; ± 665 ha) et est entièrement comprises dans une grande boucle de la rivière Tshopo. Elle est une propriété du Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, créée par l'ordonnance-loi n°052/378 du 12 novembre 1953. Ses coordonnées géographiques sont : 0° 36' N et 25° 13' E, 500 m d'altitude. Le réseau hydrographique de la Réserve de Masako est dominé par la rivière Tshopo et les 13 ruisseaux qui s'y déversent.

Le climat de la région d'étude est globalement celui de Kisangani, sauf quelques petites modifications dues à la présence du couvert végétal. La région est caractérisée par un climat du type « A_{fi} » de la classification de Köpen où « A » désigne un climat chaud avec les moyennes mensuelles supérieures à 18°C ; « f » le climat humide dont la pluviosité est répartie sur toute l'année ; c'est-à-dire sans saison sèche absolue et dont la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60 mm et « i » signale une très faible amplitude thermique [12].

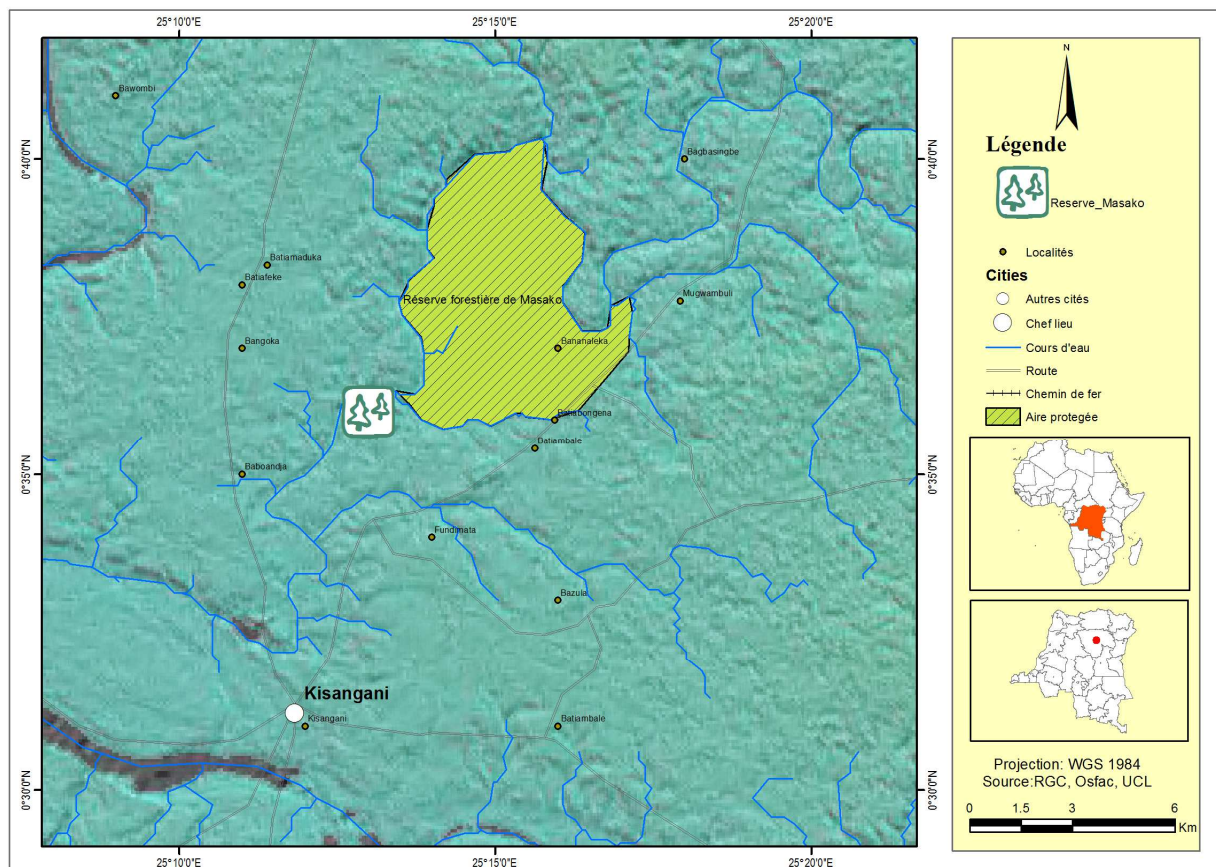


Fig.1 Localisation géographique de la réserve forestière de Masako.

2.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Notre matériel biologique est essentiellement constitué par l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* (synonyme *Macrolobium dewevrei*) connue sous le nom pilote de Limbali.

2.3 AUTRES MATÉRIELS

Les autres matériels utilisés étaient constitué d' (des) :

- un penta décimètre pour la délimitation du terrain ;
- un GPS de marque GARMIN 60CSx pour la prise des coordonnées géographiques ;
- un mètre ruban pour la prise des circonférences d'arbres inventoriés ;
- Un clinomètre pour évaluer la hauteur ainsi que la couverture du végétal ;
- Une boussole Suunto pour l'orientation des layons ;
- Un Pied à coulisse pour le prélèvement du dbh ;
- Fiches des récoltes des données.

2.4 MÉTHODES

Pour réaliser notre étude, 12 parcelles de 50 m x 50 m ont été installés dans la forêt mono-dominante à *Gilbertiodendron dewevrei* de la réserve de Masako au point Kilométrique 14 (Batiabongena).

- **Choix du site**

Le choix du site s'est fait en fonction de la grande zone forestière non perturbée pour nous permettre de bien espacer nos parcelles ; et aussi de l'abondance de l'espèce représentative de la forêt mono-dominante à *Gilbertiodendron dewevrei*. C'est ainsi que nous n'avons pris que les parcelles où se trouvaient les plus des pieds de juvéniles de *Gilbertiodendron dewevrei*, pour voir comment s'y passait la régénération.

- **Délimitation du terrain**

La délimitation s'est faite grâce à un transect sur lequel nous avons tracé à chaque 100 m un layon de 250 m perpendiculaire pour y faire un sondage minutieux en vue de retrouver les sites idéales pour nos différents placeaux dans chaque étendue colonisée par *Gilbertiodendron dewevrei* de la manière suivante : le pentadecamètre est placé dans le layon secondaire en direction Ouest–Est donc le point 0 placé du côté de layon principale. Le placeau est d'une superficie de 2.500 m², ce placeau est divisé en deux parties, pour nous permettre d'avoir des informations plus détaillées. De là, nous procédons à la mensuration des nos individus. Pour les juvéniles, seuls les individus ayant un diamètre compris entre 1 cm et 9,9 cm nous intéressent.

La Figure 2 indique la disposition des parcelles dans le site.

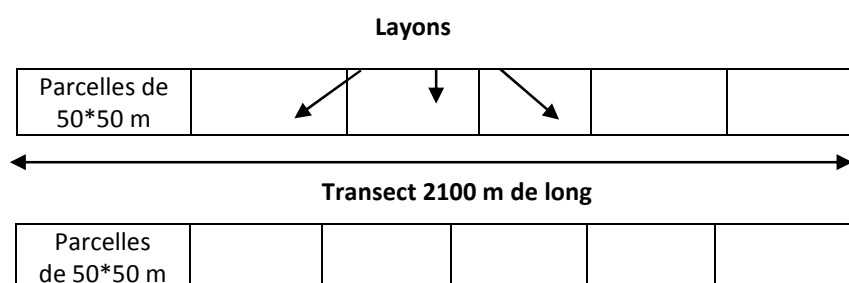


Figure 2. Disposition des parcelles dans le site

- **Prise de mesure**

La prise de mesure s'est effectuée à deux niveaux : Au collet : spécialement pour les individus n'atteignant pas 2 m de hauteur ; A 1,3 m du sol : pour les individus ayant atteint 2 m de hauteur ou plus.

2.5 ANALYSE DES DONNÉES

Les indices et paramètres suivants nous ont permis de procéder à l'analyse de nos données. Il s'agit notamment du nombre total d'individus inventorié ; de la densité par ha ; de la moyenne d'individus par parcelle et de la répartition par classe de diamètre.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des caractéristiques dendrométriques indique que dans l'ensemble, 1652 individus de *G. dewevrei* ayant un dbh compris entre 1 et 9,9 cm ont été dénombrés pour l'ensemble de dispositif, faisant au total 3 hectares soit 12 parcelles. Nous avons trouvé beaucoup d'individus dans les classes de recrutement (figure 3) que dans les autres classes. En effet, nous remarquons qu'au fur et à mesure qu'on monte des classes les effectifs diminuent.



Figure 3 : Spécimens de quelques juvéniles de *G. dewevrei* in situ

La figure 4 donne l'effectif des individus de *G. dewevrei* en fonction des parcelles

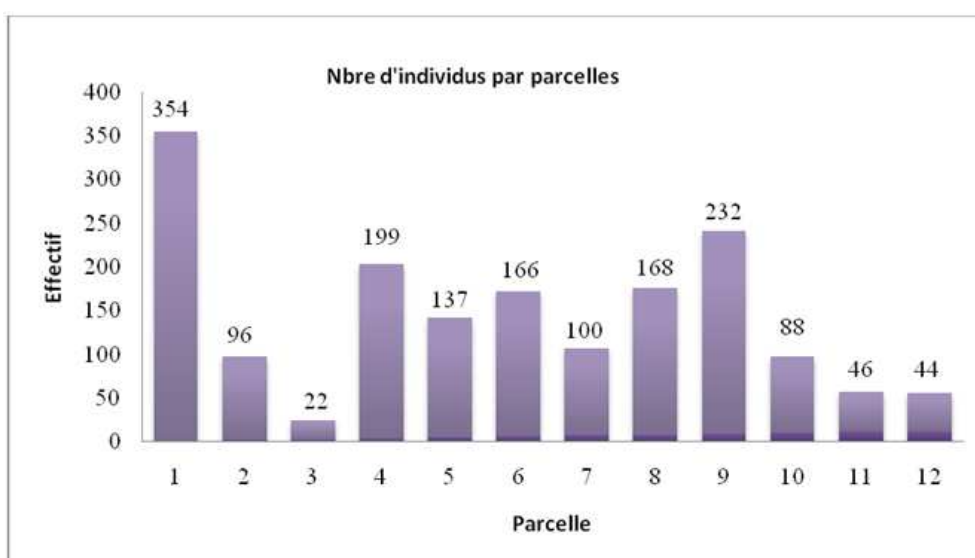


Figure 4 : Effectif des individus de *G. dewevrei* en fonction des parcelles

On observe un pic dans la parcelle 1 avec 354 individus soit 21%, suivie de la parcelle 9 avec 232 individus soit 14%, suivie de la parcelle 4 avec 199 individus soit 12%, suivie de la parcelle 8 avec 168 individus soit 10,1% et de la parcelle 6 avec 166 individus soit 10%.

La figure 5 donne l'effectif des individus de *G. dewevrei* en fonction des classes de diamètre.

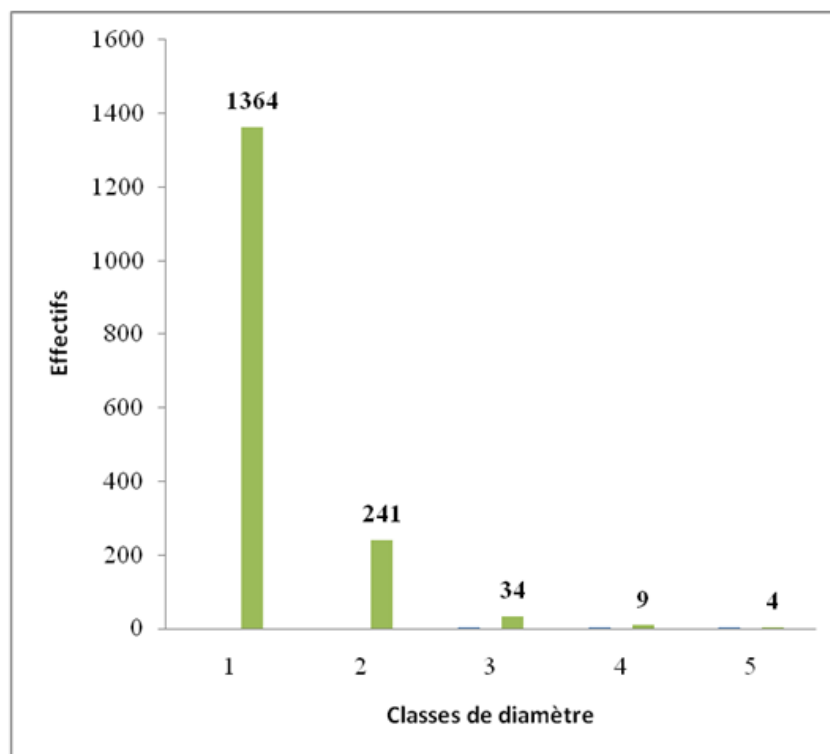


Figure 5 : Effectif des individus de *G. dewevrei* en fonction des classes de diamètre

Légende : 1 (dbh : 1-2 cm) ; 2 (dbh : 2-4 cm) ; 3 (dbh : 4-6 cm) ; 4 (dbh : 6-8cm) ; 5 (dbh : 8-9,9cm)

On observe un pic dans la classe une avec 1364 individus soit 83%, suivie de la classe 2 avec 241 individus soit 15%, suivie de la classe 3 avec 34 individus soit 2%, suivie de la classe 4 avec 9 individus soit 1% et de la classe 5 avec 4 individus soit 0,2%. Cela s'expliquerait par une exploitation des individus de la classe 4 et 5. D'une manière générale, nous y observons une bonne régénération car l'histogramme à la forme de J inversé (plus le diamètre augmente, plus le nombre d'individus ne diminue).

La figure 6 donne l'effectif des individus de *G. dewevrei* en fonction des classes de diamètre et des parcelles.

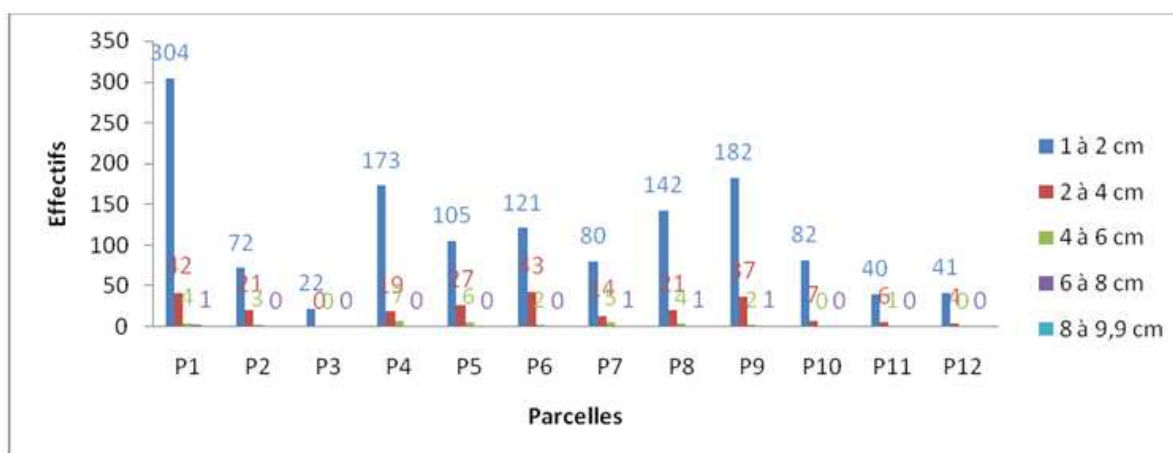


Figure 6 : Effectif des individus de *G. dewevrei* en fonction des classes de diamètre et des parcelles

De la figure 6, on observe un pic dans la classe 1 suivi respectivement des classes 2, 4 et 3. Sur le plan floristique, la présente étude a conduit au recensement de 1652 individus dans 3 ha. Dans le Jardin botanique Stanislas Lisowski de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani (RDC), 1358 individus avaient été recensés dans 1 ha [13]. Selon [14] 1911 individus ont été recensés sur 0,5 ha dans la réserve forestière de Yoko, alors que dans le même site, [15], sur 1,25 ha, avait trouvé 1100 individus avec une moyenne de 880 individus par hectare. Pour le présent travail, nous avons eu une moyenne de 550,6 individus par hectare dans les différentes classes de diamètres. Par parcelle nous avons obtenu une moyenne de 137,6 individus tandis que [15] avait trouvé une moyenne de 220 individus dans la réserve forestière de Yoko.

Cependant, en ce qui concerne la classe de diamètre, nous avons constaté que plus le diamètre des tiges augmentent, plus faible est le nombre d'individus. La première classe de diamètre contient un nombre important d'individus équivalant à environ 83%. Un pouvoir germinatif exceptionnel de *G. dewevrei* et son tempérament d'ombre lui permet d'occuper une place de choix dans le dôme [16]. Les individus des classes 4 et 5 qui représentent des juvéniles ayant des diamètres qui rapprochent de 10 cm sont faiblement représentés à cause de l'action humaine due à l'exploitation. En effet, les paysans coupent ces individus en vue de leurs travaux de construction.

La régénération naturelle assure le renouvellement des individus et la pérennité des espèces végétales. Elle y constitue, par conséquent la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales [17]. Dans la région de Kisangani (RDC), bien que des études à grande échelle sur la phénologie de forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* n'aient pas été entreprises, on souligne tout de même que cette espèce produit chaque année des fruits entre septembre-octobre-novembre [18]. Cette période de production séminale qui coïncide avec des fortes pluviosités favorise d'intenses activités des parasites (Champignons, larves et insectes phytophages) au niveau du sol. Cela a pour conséquence les attaques des graines en germination et des plantules entraînant des faibles densités des tiges observées dans cette région [15]. Nos résultats indiquent que le développement intense de l'espèce est limité dans la forêt mono-dominante confirmant/validant ainsi notre hypothèse selon laquelle la régénération de *G. dewevrei* se ferait sous sa canopée.

Sur le plan écologique, la planète terre est actuellement confrontée à une grave crise environnementale. Celle-ci se manifeste par la l'augmentation de la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone (CO₂) qui serait responsable de l'effet de serre. Parmi les moyens naturels de réduction de CO₂ atmosphérique, les couverts forestiers peuvent séquestrer par les mécanismes photosynthétiques des quantités importantes de ce gaz incriminé dans cette crise [19]. La réserve forestière de Masako doit à cet effet être protégée des actions anthropiques en vue de sa régénération assistée car en effet, cette forêt peut générer des crédits carbone en vue d'un développement durable de la région.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Le présent travail a porté sur la régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* à travers ses juvéniles. A cet effet, un inventaire forestier a été réalisé sur une superficie de 3 ha dans 12 parcelles de 50 x 50 m. Tous les arbres dont le diamètre était compris entre 1 et 9,9 cm de diamètre ont été inventoriés. Nous avons ainsi considéré 5 classes de diamètre dont les régénérant ayant un dbh compris 1-2 ; 2-4 ; 4-6 ; 6-8 ; 8-9,9 cm.

Les résultats obtenus après analyse montrent que l'effectif total de *Gilbertiodendron dewevrei* dans la superficie investiguée est de 1652 individus soit une densité de 550,6 individus/ha. Le faible taux des régénérats dans la réserve forestière de Masako est surtout dû aux activités anthropiques. Ainsi donc, en détruisant les juvéniles, l'homme limite l'évolution de la forêt car en effet, la régénération est la base de la dynamique d'une forêt. Il est donc souhaitable que des études plus approfondies soient réalisées en vue d'évaluer les effets des paramètres tels que la nature du sol, etc. sur le comportement des juvéniles de *Gilbertiodendron dewevrei* en conditions naturelles.

REFERENCES

- [1] D. Lokombe. Caractéristiques dendrométriques et stratégie d'aménagement de la forêt dense et humide à *Gilbertiodendron dewevrei* en région de Bengamisa, Thèse de doctorat, Institut Facultaire Agronomique de Yangambi, République Démocratique du Congo, 2004.
- [2] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, J.P. Magbukudua, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, K. Patrick, H. Yabuda, J. Zama, F. Veke. Evidence of new geographic localization of *Okapia johnstoni* (Giraffidae) in Republic Democratic of the Congo: The rainforest of "Nord Ubangi" district. Journal of Advanced Botany & Zoology. V2I1. DOI: 10.15297/JABZ.V2I1.02, 2014.
- [3] K.N. Ngbolua, G.M. Ngemale., N.F. Konzi, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, B.M. Bangata., T.S. Yangba, N. Gbiangbada. Utilisation de produits forestiers non ligneux à Gbadolite (Provincedu Nord-Ubangi, Province de l'Equateur, R.D. Congo):

- Cas de *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl. (Malvaceae) et de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. (Piperaceae). Congo Sciences Vol. 2, no. 2, pp. 61-66, 2014.
- [4] K.N. Ngbolua., A. Mafoto, M. Molongo, G.M. Ngemale, C.A Masengo, Z.B. Gbolo, P.T. Mpiana, G.N. Bongo. Contribution to the Inventory of "Protected Animals" Sold As Bush Meats in Some Markets of Nord Ubangi Province, Democratic Republic Of The Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.02, 2015.
- [5] J.A. Asimonyio, K. Kambale, E. Shutsha, G.N. Bongo, D.S.T. Tshibangu, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Phytoecological Study of Uma Forest (Kisangani City, Democratic Republic Of The Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.01, 2015.
- [6] J.A. Asimonyio, J.C. Ngabu, C.B. Lomba, C.M. Falanga, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Structure et diversité d'un peuplement forestier hétérogène dans le bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 18, no. 2, pp. 241-251, 2015.
- [7] https://www.iisd.org/climate/land_use/redd/about_fr.aspx
- [8] S. Jesel. Ecologie et dynamique de la régénération de *Dicorynia guianensis* (Caesalpiniaceae) dans une forêt guyanaise. Ecologie forestière, Institut National Agronomique, Thèse de doctorat. Paris-Grignon, 2005.
- [9] A. Bikumbu. Observation sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard dans la forêt primaire de Masako (Zaire). Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 1994.
- [10] N. Ewango. Contribution à l'étude structurale de la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* de la réserve de faune à Okapi (Haut-Zaïre). Mémoire, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 1994.
- [11] M. Masiala. Analyse d'une zone de contact de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard avec la forêt semi-caducifoliée dans la réserve de la Yoko nord (RDC). Mémoire, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 2009.
- [12] T.H. Meniko. Etude de l'effet de lisière sur la distribution spatio-temporelle des rongeurs dans un écosystème anthropisé en région tropicale: cas de la Réserve forestière de Masako à Kisangani en RDC. Mémoire de DES (Diplôme d'études supérieures) en aménagement durable des forêts tropicales, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 2011
- [13] B. Kirongozi. Régénération de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard du Jardin botanique de la Faculté des Sciences à Kisangani (R.D. Congo). Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 2008.
- [14] K. Omari. Régénération des structures diamétrique de *Gilbertiodendron dewevrei* dans la forêt de Yoko. Monographie, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 2008.
- [15] K. Mumbere. Contribution à la connaissance structurale et régénération naturelle des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) Léonard de la réserve de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo), Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, République Démocratique du Congo, 2008.
- [16] J. Louis. Essences forestières et bois du Congo. Fasc. 2. Afrormosia. Mémoire de fin d'études : Centre Facultaire d'Agronomie/Département de Foresterie Yangambi, 1943.
- [17] P.M. Forget. Effet of microhabitat on seed fate and seedling performance in two rodent dispersed tree species in rain forest in French Guian. Journal of Tropical Ecology, no. 12, pp. 751-761, 1997.
- [18] P. Gerard. Etude de la forêt dense à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la région de l'Uélé. Pub. INEAC. Ser. Sci. no. 87, pp : 1-159, 1960.
- [19] R. Detwiler, C. Hall. Tropical forests and the global carbon cycle. Science, no. 239, pp. 43-47, 1988.

Modes de gestion paysanne des semences de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) au Burkina Faso

[Modes of farmers' management of okra seeds (*Abelmoschus esculentus* L.) in Burkina Faso]

Mahamadi Hamed OUEDRAOGO¹, Lardia Ali BOUGMA¹, Mahamadou SAWADO¹, Nerbéwendé SAWADO¹, Zakaria KIEBRE¹, and Rasmata NANA²

¹Equipe Génétique et Amélioration des Plantes, Université de Ouagadougou, Burkina Faso

²Equipe Ecophysiologie Végétale, Université de Ouagadougou, Burkina Faso

Copyright © 2016 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: From a perspective of selection participatory, this study is designed to identify patterns of peasant seed management of okra cultivated in Burkina Faso and determine their influence on seed germination quality. Exploration-collection of seeds of okra and Ethnobotanical survey were carried out in three climatic zones of Burkina Faso. One hundred and ninety two (192) okra accessions have been collected among which 48 were submitted to the germination laboratory test according to the mode of operation Between Paper (Bio of Aquitaine, 2013). The mode of acquisition of seeds by farmers is mainly the purchase (15%) or inheritance (26%). The majority of the seed, that is 90% are traditional seeds, kept and managed by the farmers themselves. Seventy-four percent (74%) of producers including consisting of mosse and the bwabas establish their collection of seed by selection of the first three and keep them with the whole capsules. Other ethnic groups however ignore the position of the fruits on the plant in the constitution of their seeds and keep them in the form of seeds, not capsule. High variability associated with the seed weight and germination rate was observed among accessions. The variability is less influenced by ethnic group ($R^2 = 7.4\%$), administrative region and climate zone: peasant seeds have a high germination rate at 86% on average. A significant correlation ($r = 0.334^*$) exists between the rate of germination and the weight of seeds. The selection of the first three fruits for the constitution of okra seed and the conservation of seeds in capsules are good farming practices promoting the germination rate of the seeds.

KEYWORDS: *Abelmoschus esculentus*, diversity, survey-collection, ethno-botanical characterization, germination.

RESUME: Dans une perspective de sélection participative, la présente étude a pour objectif de recenser les modes de gestion paysanne des semences de gombo cultivé au Burkina Faso et déterminer leur influence sur la qualité germinative des semences. Ainsi une prospection-collecte de semences de gombo et une enquête ethnobotanique ont été effectuées dans les trois zones climatiques du Burkina Faso.

Au total 192 accessions de gombo ont été collectées parmi lesquelles 48 ont été soumises au test de germination en laboratoire selon le mode opératoire BetweenPaper (Bio d'Aquitaine, 2013). Les résultats obtenus montrent que le mode d'acquisition des semences par les paysans est l'héritage (26 %) ou l'achat (15 %) La majorité des semences, soit 90 % sont des semences traditionnelles, gardées et gérées par les paysans eux-mêmes. De même, soixante-quatorze pour cent (74 %) des producteurs constitués notamment des mossé et des bwabas établissent leur collection de semences par sélection des trois premiers fruits et les conservent avec les capsules entières. Les autres groupes ethniques par contre ne tiennent pas compte de la position des fruits sur la plante dans la constitution de leurs semences et les conservent sous forme de graines, non de capsules. Une grande variabilité liée au poids des graines et au taux de germination a été observée entre les

accessions. Cette variabilité est moins influencée par les facteurs groupe ethnique ($R^2 = 7,4\%$), région administrative et zone climatique.

Enfin, les semences paysannes présentent un taux de germination élevé, à savoir 86 % en moyenne. La sélection des trois premiers fruits pour la constitution des semences de gombo et la conservation des graines dans les capsules sont de bonnes pratiques paysannes favorisant le taux de germination. Une corrélation significative et positive ($r = 0,334$) existe entre le taux de germination et le poids des graines. La sélection variétale devrait s'orienter vers l'augmentation du poids des graines pour élever le pouvoir germinatif afin d'améliorer la qualité des semences.

MOTS-CLEFS: *Abelmoschus esculentus*, diversité, prospection-collecte, caractérisation ethnobotanique, germination.

1 INTRODUCTION

Le gombo (*Abelmoschus esculentus*) est un fruit-légume appartenant à la famille des Malvacées. Il est originaire d'Afrique et connu depuis le 13^e s avant J.C pour ses fruits utilisés comme légumes [1].

En 2013, la production mondiale de gombo était d'environ de 8,7 millions de tonnes [2]. Il est reconnu pour ses vertus thérapeutiques [3, 4] et ses utilités industrielle et artisanale [5]. Ses fruits ont une haute valeur nutritive, notamment riches en calcium, fer, magnésium, et en vitamines A et C [6] ; en compléments de celle des céréales constituées essentiellement d'amidon [7]. Au Burkina, le gombo a un fort potentiel alimentaire car la possibilité de son utilisation dans des projets de diversification alimentaire est envisagée [8]. Il constitue un aliment de soudure en milieu rural et le légume le plus consommé en milieu urbain [9]. C'est un légume à énorme potentiel économique pour les communautés pauvres du fait de son potentiel de vente sur les marchés ruraux et urbains [7]. Malgré des conditions agroclimatiques favorables à sa culture [10, 9], sa production est encore faible soit 23 000 tonnes en 2013 [11]. Cette faible production s'explique non seulement par l'absence de valorisation et la marginalisation du gombo dans les programmes de développement et de recherche [12] mais également par le manque de semences de bonne qualité [9]. Ce qui justifierait la germination capricieuse des semences de gombo signalé par [13]. Cette mauvaise germination des semences est liée surtout à des facteurs intrinsèques telle la qualité germinative [14], des facteurs extrinsèques comme la température [15] et aux pratiques paysannes de gestion des semences [16]. La prise en compte des connaissances paysannes et l'évaluation de la diversité constituent des étapes importantes dans le développement de stratégies de gestion durable des espèces végétales [17]. La présente étude qui s'inscrit dans le cadre de l'amélioration génétique du gombo vise à (i) recenser les différents modes de gestion paysanne des semences de gombo et (ii) à déterminer leurs influences sur la germination des graines.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 ZONES DE PROSPECTION COLLECTE

La prospection-collecte s'est déroulée en 2013 et en 2014 dans les trois zones climatiques du Burkina Faso. La prospection a consisté à identifier les zones de cultures du gombo. L'identification des zones principales de culture et la collecte des semences des accessions de gombo ont été effectuées avec le concours de techniciens du ministère de l'agriculture selon la méthode [18]. Cent six (106) villages répartis dans 28 communes (figure 1) ont été couverts.

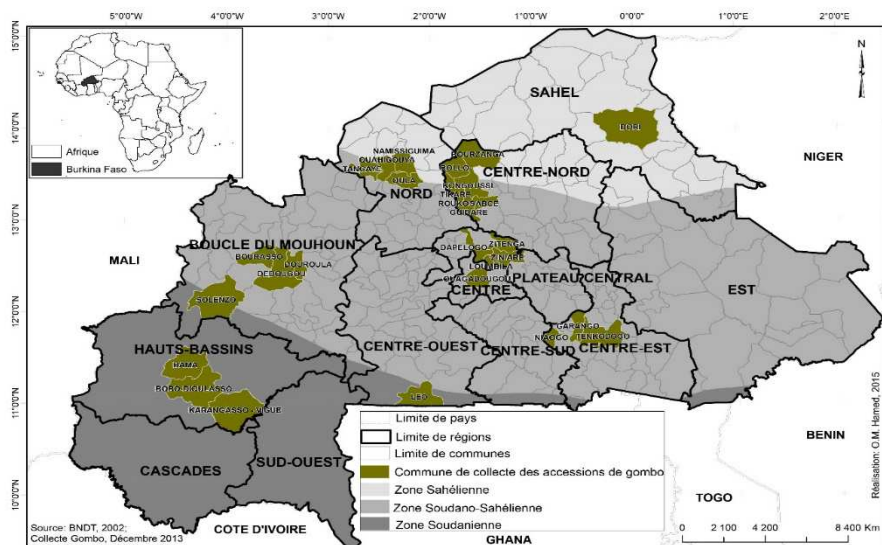


Figure 1: Carte de localisation des sites de collecte des accessions de gombo

2.2 ENQUÊTES ETHNOBOTANIQUES

Une enquête à travers des interviews directes semi-structurées de 412 cultivateurs de gombo a permis de renseigner une fiche élaborée à cet effet. Les informations ont concerné les données ethnobotaniques relatives aux appellations locales et leurs significations, aux usages, aux savoirs locaux sur la biologie de la plante, aux pratiques culturelles, aux modes d'acquisition des semences, et aux méthodes de conservation des semences de gombo. Le principe est inspiré de celui des enquêtes individuelles et par groupe appelées « Focus Group Discussion utilisée par [19] pour la collecte du Taro.

2.3 TESTS DE GERMINATION

Quarante-huit (48) accessions de gombo dont 14 de la zone sahélienne, 29 de la zone soudano-sahélienne et 5 de la zone soudanienne ont été soumises aux tests de germination. Le choix de ces accessions est basé sur l'âge des semences, la quantité des semences disponibles et les modes de gestions paysannes des semences. Les tests se sont déroulés au laboratoire Biosciences à une température de 25°C; température à laquelle le pourcentage de germination et la rapidité de levée des semis du gombo sont optimaux [20]. Les graines de chaque accession ont été mises en germination dans un dispositif à deux répétitions selon la méthode de BP (BetweenPaper) décrite dans la fiche technique de Bio d'Aquitaine [21]. Dans chaque répétition, un lot de 100 graines aléatoirement choisies a d'abord été pesé avant d'être trempées à l'eau pendant 15 à 30 mn pour la mise en germination. Les semences en germination ont été mises entre deux lits de papiers buvard pliés puis enroulés et placés dans des paniers en plastique. La durée du test de germination a été de 7 jours et les semences ont été humidifiées au besoin avec une pissette. Le critère de germination retenu a été la sortie de la radicule d'environ 1,5 mm de longueur hors des téguments. [20]. Un comptage des graines germées présentant des radicules normales (Photo 1) a été effectué du 3^e au 7^e jour du test et le taux de germination a été déterminé au 3^e et au 7^e jour selon la formule ci-après.

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines testées}} \times 100$$

Le temps moyen de germination a été déterminé lorsque la moitié de l'ensemble des graines de toutes les accessions testées a germé.



Photo 1: graines de gombo en germination

3 ANALYSE STATISTIQUES DES DONNÉES

Les différentes données collectées ont été traitées et analysées avec les logiciels EXCEL 2013, XLSTAT 2013.2.03 et GENSTAT version 10.3. En effet EXCEL a servi à la saisie, à la vérification des données et à la construction des histogrammes, XLSTAT à la réalisation du test de séparation des moyennes dans le but de savoir s'il existe des différences significatives entre les différents modes de gestion des semences. GENSTAT a permis d'identifier les caractères qui discriminent les génotypes par une analyse de variance.

4 RESULTATS

4.1 RESULTATS DE L'ENQUETE

4.1.1 DISTRIBUTION DES ACCESSIONS COLLECTÉES

La répartition des semences collectées par zone climatique, par province et selon le genre des enquêtés est consignée dans le tableau 1. Ainsi, les provinces du Yatenga, du Boulgou et de l'Ouhritenga ont enregistré le plus grand nombre d'accessions tandis que celles du Séno, de la Kossi et du Kadiogo ont enregistré les plus faibles nombres d'accessions. Dans toutes les provinces, les femmes sont les principales productrices.

La distribution des accessions de gombo collectées dans les trois zones climatiques du Burkina et consignée dans le tableau 1, montre que le plus grand nombre d'accessions, soit 199, a été collecté dans la zone soudano-sahélienne tandis que le plus faible nombre d'accessions, à savoir 34, a été enregistré dans la zone soudanienne.

Tableau1: Répartition des accessions collectées en fonction des zones climatiques, des provinces et du genre des enquêtés

Zones climatiques	Provinces	Nombre d'accessions	Genre	
			Femme	Homme
<i>Sahélienne</i>	Seno	04	04	00
	Yatenga	55	54	01
<i>Soudano-sahélienne</i>	Bam	38	38	00
	Banwa	10	9	01
	Boulgou	55	55	00
	Kossi	07	6	01
	Mouhoun	37	31	06
	Ouhritenga	48	48	00
	Sissili	03	03	00
	Kadiogo	01	01	00
<i>Soudanienne</i>	Houet	34	21	13
Total	11	292	270	22

4.1.2 VARIATION DE LA CULTURE DU GOMBO EN FONCTION DU GROUPE ETHNIQUE ET DU GENRE

De notre enquête, il ressort que douze (12) groupes ethniques cultivent le gombo pour des raisons diverses. La culture du gombo est majoritairement assurée par les mossés soit 66, 89% tandis que chez les samos et les wolof, une minorité, c'est à dire environ 1% pratique sa culture. (Tableau2).

En fonction du genre, la culture du gombo est essentiellement assurée par les femmes soient 92 % des paysans enquêtés. (Figure 2). Cette situation est cependant inversée dans trois villages de la commune de Bama de la province du Houet (tableau 2) à savoir Banakélédaga, Souroukoudougou et Banaorodougou où les hommes sont les principaux producteurs (98 %).

Tableau 2: Répartition des accessions par groupe ethnique

Groupe ethnique	Nombre d'accessions	Pourcentage (%)
Bissa	29	9,603
Bobo	10	3,311
Bwaba	20	6,622
Dafi	11	3,642
Dioula	1	0,331
Gourounsi	8	2,649
Mossi	202	66,887
Peulh	3	0,993
Samo	1	0,331
Thiofo	4	1,324
Turka	2	0,662
Wolof	1	0,331
TOTAL	292	100

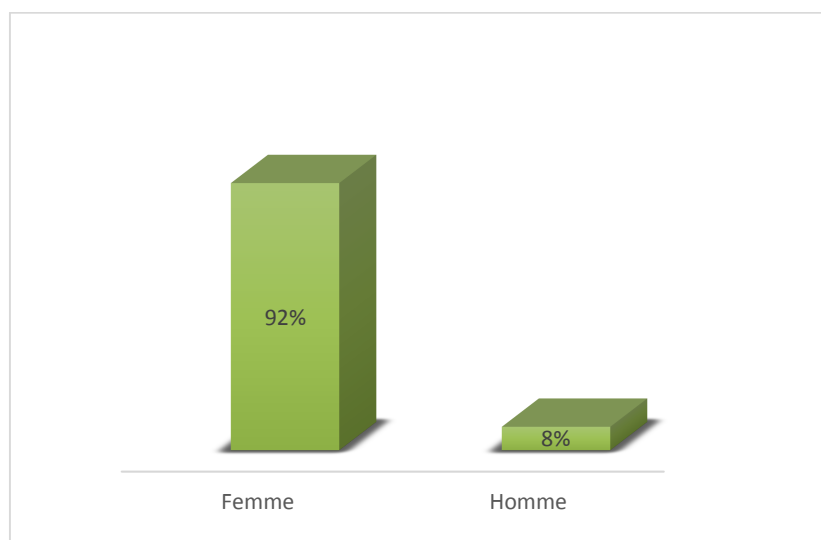


Figure 2: Pratique de la culture de gombo selon le genre des enquêtés

4.1.3 PRATIQUES CULTURALES

4.1.3.1 SYSTÈMES DE CULTURE

L'association culturale est majoritairement adoptée par les cultivateurs (90 % des cultivateurs enquêtés). Néanmoins une minorité à savoir (10 % des cultivateurs enquêtés) pratique la monoculture (figure 3). En cas de culture mixte, le gombo est

généralement associé avec le mil, le maïs, l'aubergine etc. La culture se fait dans les champs de case (dépotoirs) et de brousse en juxtaposition avec une culture principale (mil, sorgho, maïs, tubercules).

La culture du gombo est essentiellement pluviale, pratiquée par 90 % des enquêtés contre 4 % en contre-saison par irrigation (figure 3). Cependant, d'autres (6 %) produisent le gombo en régime pluvial et en contre saison.

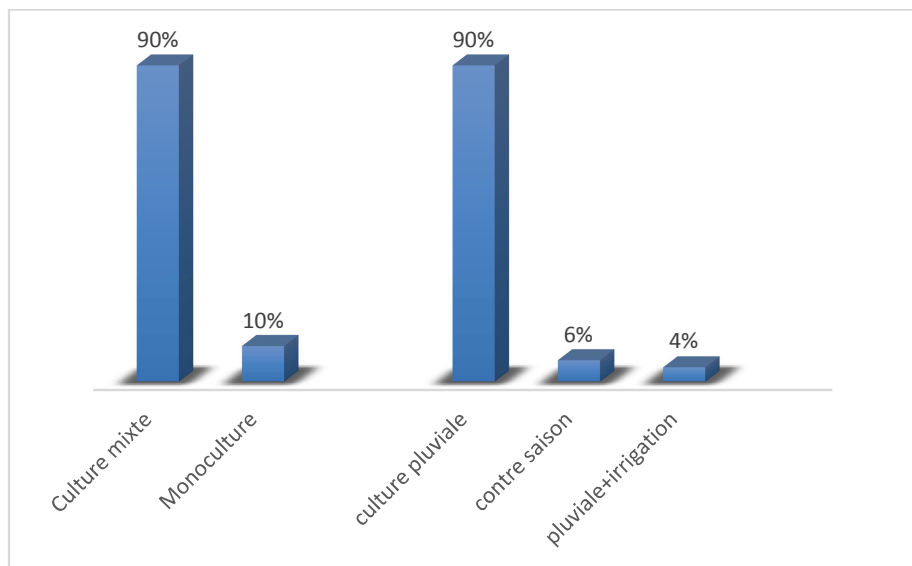


Figure 3: Systèmes de culture du gombo

4.1.4 MODES D'OBTENTION ET DE RECOLTE DES SEMENCES

Deux modes d'obtention de semences suivant les groupes ethniques ont été identifiés. Les mossé et les bwabas établissent préférentiellement leurs semences à partir des graines des trois premiers fruits de la plante tandis que les autres groupes ethniques ne tiennent pas compte de la position du fruit sur la plante dans la sélection de leurs semences.

4.1.4.1 MODE D'ACQUISITION DES SEMENCES

Les résultats consignés dans la figure 4 montrent l'existence de différents modes d'acquisitions des semences par les paysans. Ils établissent leurs semences à partir de leurs propres récoltes ou par échanges/achat, héritages. La majorité des semences soit 41,66 % est issue des récoltes personnelles par contre l'achat (15,10 %) est le mode d'acquisition des semences le moins représenté en milieu paysan.

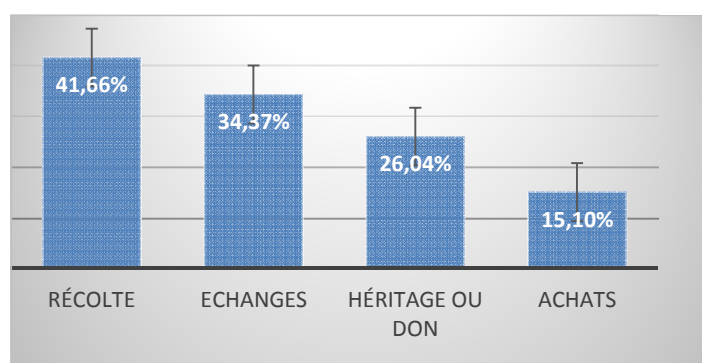


Figure 4: modes d'acquisition des semences de gombo en milieu paysan

4.1.4.2 MODE DE CONSERVATION DES SEMENCES

Les modes de conservation des graines varient aussi suivant les groupes socioculturels. Deux méthodes de conservation des semences sont identifiées: (i) la conservation avec les capsules entières (photo 2) jusqu'au moment des semis essentiellement pratiquée par les mossé et les bwabas; (ii) la conservation des graines nues hors capsules dans divers récipients comme les boîtes, bidons, bouteilles et sachets plastiques, gourdes et sacs en tissu (Photo 3). Elles sont ensuite gardées dans des greniers à céréales, dans les cases ou jarres. Parmi ceux qui conservent les semences sous forme de graines, 49% des paysans enquêtés mélangent manuellement les graines avec de la cendre avant de les conditionner dans les récipients suscités tandis que 51% de ces cultivateurs ne font pas usage de cendre.



Photo 2 : semences conservées



Photo 3 : semences (graines nues) conservées dans un sachet

4.2 VARIATION DU TAUX DE GERMINATION ET DU POIDS DES GRAINES

4.2.1 PERFORMANCES DES ACCESSIONS

Les performances moyennes des accessions de gombo étudiées pour le poids de cent graines et le taux de germination sont présentées dans le tableau 3. Les taux de germination ont présenté une grande étendue allant de 0 à 100 % avec une moyenne d'environ 86 % et un temps moyen de germination de 5 jours. Parmi les accessions mises en germination, les semences d'une d'entre elle n'ont pas germées soit un taux de 0 % tandis que deux accessions ont affiché 100 % de germination. Les poids de cent graines ont aussi présenté une grande amplitude de variation allant de 42 à 72 g avec une moyenne de 55 g.

L'analyse de variance (ANOVA) a révélé des différences significatives entre les accessions au seuil de 1% pour chacun des deux caractères à savoir le taux de germination et le poids des graines indiquant l'existence d'une variabilité au sein des accessions. Les valeurs du coefficient de détermination (R^2) en fonction du facteur génotype sont élevées (supérieures à 55 %) aussi bien pour le taux de germination que pour le poids des graines. La matrice de corrélation (tableau 4) montre qu'il existe une corrélation positive et significative ($r = 0,334^*$) entre le poids de cent graines et leur taux de germination.

Tableau 3: Performances moyennes des accessions de gombo

	Minimum	Maximum	Moyenne	CV	F de Fisher	R^2 accession
TG(%)	0	100	85,67±8,76	10,24	7,10**	74,7%
PCG(g)	42	72	55,34±4,59	8,30	3,73**	56,9%

TG= taux de germination; PCG= poids cent graines; CV= coefficient de variation; R^2 =coefficient de détermination. ** := Différence hautement significative

Tableau 4: Matrice de corrélation entre les caractères étudiés

Caractères	PCG	TG
PCG	1	0,334*
TG	0,334*	1

* Corrélation significative

4.2.2 INFLUENCE DES FACTEURS SUR LA VARIABILITE

Les facteurs zone climatique, groupe ethnique, pratique culturale ont influencé à des degrés différents la diversité et le pouvoir germinatif des semences de gombo.

L'influence du facteur groupe ethnique (tableau 5) a montré des différences significatives entre les accessions liées aux deux variables étudiées (F = 2,90 pour le taux germination et F = 3,55 pour le poids des graines). La variation liée au poids des graines est organisée en deux groupes: (i) les graines ayant un poids élevé provenant des groupes ethniques mossé et *bwaba* et (ii) celles issues des groupes ethniques bisca, thiofo et bobo dont le poids des graines est faible.

Tableau5: Variabilité des semences en fonction du facteur du groupe ethnique

Groupes ethniques	Mossi	Bwaba	Bissa	Thiofo	Bobo	F	R ²
TG(%)	86,91 A	86,50 A	85,64 A	83,00 B	46 A	2,90*	7,4%
PCG(g)	56,62 A	59,75 A	51,82 B	51,50 B	47,00 B	3,55*	9,7%

TG : taux de germination ; PCG : poids de cent graines ; R² : Coefficient de détermination. F: F de Fisher ; ns: différence non significative ; * = différence significative ; ** = différence hautement significative ; Les moyennes suivies de la même lettre dans chaque classe ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%.

Une variabilité est observée entre le poids des graines des accessions des différentes zones climatiques (tableau 6). L'analyse du coefficient de détermination montre que 14,5% de la variabilité du poids des graines observée sont dues au facteur climatique. La figure 6 qui représente la variation du poids de cent graines en fonction des zones climatiques montre que les poids les plus élevés ont été enregistrés dans la zone sahélienne et les plus faibles dans la zone soudanienne.

Tableau 6 : Variabilité des semences en fonction de la zone climatique

Zones climatiques	Sahélienne	Sahélo-soudanienne	Soudanienne	F de Fisher	R ²
TG(%)	88,25 A	84,79 A	83,50 A	0,45ns	0,01%
PCG(g)	59,38A	56,90AB	53,14B	9,05**	14,5%

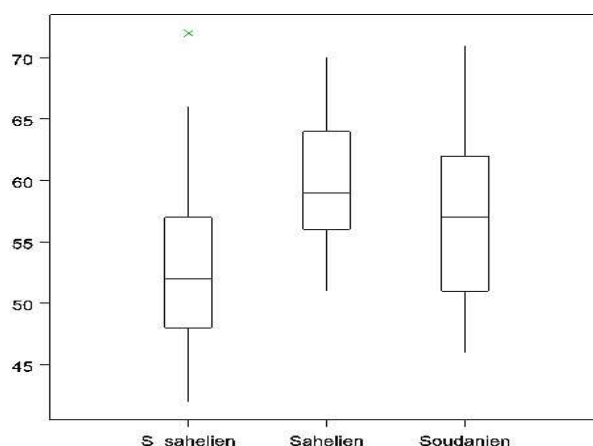


Figure 6 : Variation du poids des graines en fonction des zones climatiques

Les coefficients de détermination indiqués sur le tableau7 montrent que la variabilité du taux de germination mise en évidence est plus influencée par le facteur génotype ($R^2 = 74,7 \%$) que le facteur groupe ethnique ($R^2 = 7,4 \%$) et le facteur région ($R^2 = 0,03 \%$). Le poids de cent graines est aussi plus influencé par le facteur génotype mais suivie par le facteur zone climatique.

Tableau7: Coefficients de détermination des facteurs de variabilité des semences

Variables	R ² accession	R ² groupe ethnique	R ² zone climatique
TG	74,7%	7,4%	0,01%
PCG	56,9%	9,7%	14,5%

5 DISCUSSION

Le plus grand nombre de semences de gombo ont été collectées dans des provinces qui sont toutes situées dans la zone soudano-sahélienne. La grande étendue de cette zone climatique et le fait que le gombo soit l'un des principaux légumes condiments cultivés pour la préparation des sauces pourraient expliquer cette situation. En milieu urbain, les semences paysannes sont de moins en moins utilisées, ce qui explique le faible taux d'accessions collectées dans la province du Kadiogo qui est la province de la capitale du pays. La grande partie des accessions collectée auprès du groupe ethnique majoritaire (mossi) s'expliquerait par leur répartition sur tout le territoire national. Les Samos utilisent pratiquement les mêmes semences acquises par dons ou échanges, ce qui explique le faible taux d'accessions collectées auprès de ce groupe ethnique.

Malgré les possibilités d'irrigation et les fortes demandes en fruits frais, la culture du gombo est pratiquée principalement en régime pluvial au Burkina Faso du fait de sa non valorisation en maraîcher-culture. [7] a constaté une forte demande en fruits frais en saison sèche qui ne saurait trouver solution qu'à travers une forte production du gombo en contre saison. Ce qui n'est toujours pas le cas, justifié par la faible proportion de ceux qui pratiquent la maraîcher-culture (4%) du gombo au Burkina qui contraste avec les potentialités de vente [9].

La quasi absence de la monoculture du gombo en milieu paysan serait liée à l'absence d'itinéraire technique propre de la culture et au fait que le gombo n'est pas considérée comme une culture principale [22, 23]. De plus il n'est pas pris en compte dans les programmes de recherche au Burkina [12]. Le totémisme et la stigmatisation qui tiennent du fait que le gombo est considéré comme culture de "femme" exacerbent la marginalisation de sa production au Burkina.

Le principal mode d'acquisition des semences de gombo par les paysans au Burkina Faso est la récolte des graines de leur propre champ. Ce mode est déjà rapporté par d'autres auteurs [24, 13] sur les cultivateurs de gombo de la Côte d'Ivoire.

La sélection des semences à partir de leur propre récolte et le mode de conservation avec les capsules expliquent les meilleures performances dans la germination des graines provenant des ethnies mossis et des bwabas. En effet, le bon mode conservation des graines de gombo et le plus facile selon [16] et [25] est de les laisser dans les capsules. Aussi, le choix des trois premiers fruits dans l'établissement des semences est corroboré par [13] qui affirme que les premiers fruits des plantes les plus vigoureuses sont mieux indiqués pour la récolte des semences de gombo.

La conservation de semences de gombo dans des bidons, bouteilles ou sachets plastiques rencontrés chez la plupart des paysans a été déjà rapportée par [26]. Cependant chez les groupes ethniques mossi et bwaba, la fréquence de conservation des graines dans les capsules est plus élevée que chez les autres groupes ethniques. Ce mode de conservation serait donc influencé par l'ethnie. Par contre, sur les semences de Voandzou, [17] ont trouvé que le mode de conservation est indépendant de l'ethnie. L'utilisation de la cendre par 46% des paysans pour la conservation des semences de gombo vise à prévenir les attaques des insectes, mais n'est spécifique à la culture du gombo, car selon [27] ce mode est aussi utilisé pour la conservation des sorghos à tiges sucrées.

Le nombre plus élevé de productrices comparativement à celui des producteurs serait dû au fait que le gombo est essentiellement produit en milieu paysan pour la préparation de la sauce pour la consommation familiale. En effet, en milieu paysan, il y a une répartition des tâches selon le genre. Les condiments et la préparation de la sauce relèvent entièrement du rôle de la femme tandis que l'apport du plat central (céréales et tubercules) revient à l'homme. Les épouses s'adonnent systématiquement donc à la culture du gombo pour la sauce. En revanche, les hommes qui produisent le gombo le font essentiellement pour la commercialisation [29]. [13] avait montré qu'en Côte d'Ivoire notamment en milieu paysan le fruit est utilisé essentiellement pour la sauce familiale. [9] ont également rapporté que le gombo a toujours été considéré comme la culture de la femme dans le milieu traditionnel. Toutefois, ces résultats varient en fonction des groupes ethniques. En

effet, chez les bobos de Bama, la culture du gombo est dévolue exclusivement aux hommes. Cela s'expliquerait par des raisons socioculturelles. Chez ce groupe ethnique, les hommes sont traditionnellement des cultivateurs alors que les femmes sont commerçantes. La culture du gombo en fonction du sexe est donc liée à la tradition, au totem et au niveau de valorisation du fruit. Des résultats similaires ont été rapportés par [17] sur le voandzou.

Le taux moyen de germination estimé à 86 % témoigne de pratiques paysannes bonnes dans le maintien du pouvoir germinatif des semences de gombo. [13] avait trouvé un taux de germination d'environ 90 % pour des graines de gombo du genre *Abelmoschus* conservées dans des conditions optimales.

Les différences significatives entre le taux germination et le poids des graines des accessions suggéreraient l'existence d'une diversité des accessions étudiées.

La plus grande influence du facteur génotype sur la variabilité des accessions liées au taux de germination et au poids des cent graines montrent que les caractéristiques génétiques du gombo contribuent donc plus à l'expression de ces deux caractères que les autres facteurs. La germination est beaucoup plus influencée par le génotype ($R^2 = 74,7\%$) et donc est d'ordre génétique. La forte variabilité des accessions liées au poids des cent graines est corroborée par [29] qui ont montré sur plusieurs plantes que la germination est un caractère polygénique contrôlé par des facteurs intrinsèques et environnementaux.

Nos résultats sont similaires à ceux de [30] et [31] qui ont souligné que la germination est une caractéristique phénotypique gouvernée par plusieurs gènes en interaction avec les facteurs environnementaux.

Le meilleur taux de germination relevé chez les graines ayant le poids le plus élevé montre que chez le gombo, les graines lourdes germent mieux. Cela est dû au fait qu'elles absorbent beaucoup plus d'eau que les graines légères [32] et suppose donc que la germination des semences dépend en grande partie d'un facteur intrinsèque notamment le remplissage des graines en réserves nutritives qu'est l'albumen. Ces résultats confirment aussi la corrélation positive entre la germination des graines de gombo et leur poids.

La variation du taux de germination en fonction du groupe ethnique s'expliquerait par la différence des modes de sélection et de conservation des semences observées entre les ethnies. La sélection des trois premiers fruits en fin de cycle et la conservation des graines dans les capsules, pratiquée par les mossé et bwabas ont un impact positif sur la germination. Cela se justifie par le fait que le long séjour des fruits sur la plante-mère augmente leur degré de maturité et favorise une accumulation des substances de réserves dans les graines indispensables à leur germination [33]. La conservation des semences dans les capsules permet d'éviter les nombreuses manipulations manuelles des graines qui pourraient être sources d'infection et surtout de vieillissement, car les graines de gombo sont réputées très sensibles [20]. Le vieillissement des graines se manifeste par la réduction du pourcentage de germination [29] ; ceci pourrait expliquer le faible taux de germination des graines nues conservées sans les capsules par certains groupes ethniques.

Le facteur zone climatique influence plus le poids ($R^2 = 14,5\%$) que la germination des graines de gombo ($R^2 = 0,01\%$). [34] a aussi mis en évidence l'influence des conditions climatiques sur le poids des graines. Le climat aride influence positivement le poids des graines gombo et de fait leur taux de germination. Le poids des graines de gombo suit un gradient climatique décroissant car il diminue de la zone sahélienne la moins arrosée à la zone soudanienne la plus arrosée. Cette situation pourrait être due au fait, qu'à l'image de la plante, les graines des milieux secs, accumuleraient plus de métabolites tels le mucilage, l'anthocyane qui jouent un rôle dans leur adaptation au milieu sec [35], [36]. Des résultats similaires ont été rapportés par [37] au Bénin chez le tamarinier (*Tamarindus indica*), où les graines des zones les moins arrosées ont présenté des poids plus élevés que celles des zones les plus arrosées.

6 CONCLUSION

Les enquêtes ont révélé que la majorité des semences de gombo des paysans provient de leur récolte personnelle au champ. Le choix des trois premiers fruits pour la récolte des semences et leur conservation avec les capsules sont de bonnes pratiques de gestion des semences de gombo en milieu paysan. Ces pratiques offrent une bonne capacité germinative aux semences de gombo. L'étude a révélé une variabilité du poids des graines et du taux de germination des accessions. La variabilité du taux de germination est surtout d'ordre génétique mais est également influencée par les pratiques paysannes et celles socioculturelles. Quant à la variabilité du poids des graines, une structuration suivant le gradient climatique a été mise en évidence. Dans la perspective d'une amélioration de la qualité des semences de gombo, la sélection devrait s'orienter vers les accessions à graines lourdes c'est-à-dire vers le remplissage des graines en tissu de réserve (albumen).

REMERCIEMENTS:

Aux doctorants de l'Equipe de Génétique et Amélioration des Plantes pour leurs contributions aux travaux au champ.

A la Direction Générale des productions Végétales (DGPV) du Ministère en charge de l'agriculture du Burkina Faso pour leur appui financier au projet Gombo.

REFERENCES

- [1] Macleod G and Ames J. M., 1990. Volatile components of starfruit. *Phytochemistry* oxford: Pergamon Press. 1990. Vol 29 (1) p. 165 – 172.
- [2] FAO, 2015. [http:// faostat.fao.org/site/339/default.aspx](http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx).
- [3] Nacoulma O., 1996. Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso. Cas du plateau central. Thèse d'état, Tome I. Université de Ouagadougou. 261pp.
- [4] Oyen P. N. et Jemmens R. H. M. J., 2002. Ressources végétales de l'Afrique tropicale. *PROTA précurseur*, ISBN 90-77114-03-3.
- [5] Marius C., Gerard V. & Antoine G., 1997. Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, une source possible de phospholipides. *Agronomie et Biotechnologies*. Oléagineux, Corps gras, Lipides 4 (5): 389-392.
- [6] Hamon S., 1988. Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (gombo). Coadaptation et évolution de deux espèces de gombo cultivées en Afrique de l'Ouest, *A. esculentus* et *A. cailli*. Paris, France : *ORSTOM, Travaux et documents microédités* n° 46. 191pp.
- [7] Nana R. Zombre G, Tamin Z & Sawadogo M., 2009. Effet du régime hydrique sur les rendements du gombo en culture de contre-saison (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) en culture de contre saison. *Sciences & Nature* Vol. 6 N°2 : 107 – 116
- [8] faostat data ,2014 .
- [9] Sawadogo M., Balma D., Nana R. & Meto-kazile Tuosan Livius Somda R., 2009. Diversité agromorphologique et commercialisation du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à Ouagadougou et ses environs. *Int. J. chem. Sci.* 3(2): 326-336.
- [10] Sawadogo M. & Balma D., 2003. Etude de la variabilité agromorphologique de quelques écotypes locaux de gombo cultivés au Burkina Faso. *Science et Technique, Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 27(1-2):111-129
- [11] WWW. Faostat, 2015
- [12] Sawadogo M., Balma D., Zombre G., 2006. Expression de différents écotypes de gombo (*A. esculentus* (L.)) au déficit hydrique intervenant pendant la boutonnisation et la floraison. *BASE, Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement*. 10 (1): 43-54.
- [13] Koechlin J., 1989. Les gombos africains (*Abelmoschus* spp.) : Etude de la diversité en vue de l'amélioration. Thèse Doctorat, Institut National Agronomique. Paris-Grignon, France. 180pp
- [14] Demir I., 2001. The effects of heat treatment on hard seededness of serially harvested okra seeds lots at optimum and low temperatures. *Scientia Horticulturae*. 89,1-7.
- [15] Nana R., 2010. Evaluation de la réponse au stress hydrique de cinq variétés de gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. Thèse Univ. Ouagadougou, 129pp.
- [16] Siemonsma J. S. & Hamon S., 2004. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 2. Fondation PROTA. Wageningen. Pays-Bas. Pp. 25-30.
- [17] Touré Y, Koné M, Silué S, Kouadio YJ. 2013. Prospection, collecte et caractérisation agromorphologique des morphotypes de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) verdc. (Fabaceae)] de la zone savanicole en Côte d'Ivoire *European Scientific Journal* August 2013 édition vol.9, No.24 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431
- [18] ZONGO J. -D., 1991. Ressources génétiques des sorghos (*Sorghum bicolor* L. Moench) du Burkina Faso. Thèse Doct., Univ. Abidjan, 174 p.
- [19] Traore E. R., Nanema R.K., Bationo/kando P., Sawadogo M., Nebie B., Zongo J.D., 2013. Variation agromorphologique dans une collection de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) adapté aux conditions de culture pluviale au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(4) :1490-1502
- [20] Ben Dkhil B. et Denden M., 2010. Effet du stress thermique sur la germination, la dégradation des réserves protéiques et minérales des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). *Continental J. Biological Sciences* 3 : 51-62.
- [21] Bio d'Aquitaine, 2013. Fiche technique : Faire ses tests de germination. Ed. 47.
- [22] Fondio L, Djidji A.H, Kouame C. & Traore D. 2003. Effet de la date de semis sur la production du gombo (*Abelmoschus* spp.) dans le Centre de la Côte d'Ivoire. *Agron. Afr.*, 15(1):1-50.

- [23] Kouakou Y., Koné B., Bonfoh B., Kientga S. M., N'Go Y., Savane I Cissé G., 2010. L'étalement urbain au péril des activités agro-pastorales à Abidjan. *VertigO - La Revue Electronique en Sciences de l'Environnement*, 10(2), [En ligne] (URL : <http://vertigo.revues.org/10066>).
- [24] Siemonsma Y., 1982a. La culture du gombo légume fruit tropical avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire. Thèse de l'université Agronomique de Wageningen (Pays Bas).
- [25] Chouhim K. M. El amine, 2011. Interaction salinité et gibbérilline sur les activités physiologique et biochimique au cours de la germination du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). Diplôme de Magister, Faculté des Sciences. Université d'Oran. Algérie.
- [26] Sawadogo N., Baloua Nébié B., Kiébré M., Kando-Bationo P., Nanema K ;R., Traore R. E., Gapili Naoura G., Sawadogo M., Zongo J-D., 2014. Caractérisation agromorphologique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(5): 2183-2197
- [27] Nébié B., Nanema KR, Bationo/Kando P, Traoré RE, Labeyrie V, Sawadogo N, Sawadogo M, Zongo JD., 2013. Variation de caractères agromorphologiques et du Brix d'une collection de sorghos à tige sucrée du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chim. Sci.* 7(5) : 1919- 1928
- [28] Fondio L., Kouamé C., Andé Hortense Djidji A.H., et Traoré D., 2011. Caractérisation des systèmes de culture intégrant le gombo dans le maraîchage urbain et périurbain de Bouaké dans le Centre de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3): 1178-1189
- [29] N'Dri A.A.N., Vroh-Bi I., Kouamé L.P., et Zoro Bi A.I., 2011. Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines : implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire. *Sciences et nature* vol. 8 N°1: 119-137
- [30] Nambara E., Hayama R., Tsuchiya Y., Nishimura M., Kawaide H., Kamiya Y. & Naito S., 2000. The role of ABI3 and FUS3 loci in *Arabidopsis thaliana* on phase transition from late embryo development to germination. *Dev. Biol.* 220: 412-423.
- [31] Koornneef M., Bentsink L. & Hilhorst H., 2002. Seed dormancy and germination. *Plant Biol.* 5: 33-36.
- [32] Khanfouci M. S., 2005. Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du Cèdres de l'Atlas. Magister en science forestière. Univ. Hadj lakhdar-batna.
- [33] Mihoub, A., Chaoui, A., El Ferjani, E. (2005). Changements biochimiques induits par le cadmium et le cuivre au cours de la germination des graines de petit pois (*Pisumsativum* L.). *C. R. Biologies* 328, 33–4
- [34] www.memoireonline.com –Sciences (TOTH, 1978 a)
- [35] Chalker-Scott L. 1999. Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses. *Photochemistry and Photobiology*, 70(1): 1-9.
- [36] Jiro H., Sawadogo M., Millogo J., 2011. Caractérisations agromorphologique et anatomique du gombo du Yatenga et leur lien avec la nomenclature locale des variétés. *Sciences & Nature* Vol. 8 N°1: 23 - 36
- [37] Fandohan B., Assogbadjo A. E., Kakaï G. et Sinsin B., 2011. Geographical distribution, tree density and fruit production of *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) across three ecological regions in Benin. *Fruits*, 2011, vol. 66, p. 53–62 © Cirad/EDP Sciences

Caractéristiques hydrogéologiques de l'intervalle 177 - 79 m du forage d'Abouabou (Abidjan, Côte d'Ivoire): paramètres physico-chimiques

[Hydrogeological characteristics of the interval 177-79 m from wells Abouabou (Abidjan, Côte d'Ivoire): Physical and chemical parameters]

OGA Yéi Marie Solange¹, Koffi Kouamé Yves Alain¹, Yao N'Goran Jean-Paul², Kpan Jean Gauthier¹, Kouamé Yao³, and Jean Biémi¹

¹Département des Sciences et Technique de l'Eau et du Génie de l'Environnement,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Département des Géosciences Marines,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

³Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI), Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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: Sampling of water from the drilling Abouabou was used to measure the following physico-chemical parameters such as pH, electric conductivity, temperature, turbidity, content of silica, chlorides, aluminum, zinc, magnesium, manganese, copper, ammonium, sulfates, nitrates, nitrites, phosphates and fluorides.

Drilling Abouabou aims to increase water supply capacity of the city of Abidjan and its surroundings. Analysis of physical parameters indicates a neutral pH average of 6.8 ± 0.16 units and an average temperature of 28.83 ± 0.7 ° C. The water is highly mineralized and low in suspended solids with a conductivity average of 2990.83 ± 31.55 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ and an average turbidity 0.862 ± 0.91 NTU. The chemical analyzes, in turn, reveal a significant salinity making the water unsuitable for human consumption without pretreatment. A strong correlation is shown between the contents of chlorides and the physicochemical parameters such as temperature, pH, turbidity, content of iron and manganese. This shows that the drilling of water quality is mainly governed by the chloride contents. The geographical location of the structure near the Atlantic Ocean, deep character and a captive of the web (Continental Terminal) and the absence of solid salts (evaporites) in the formations traversed by drilling suggest two mechanisms either a seawater intrusion, a salinity heritage.

KEYWORDS: water, deep, neutral, mineralized material, suspension, consumption, salinization.

RÉSUMÉ: L'échantillonnage de l'eau du forage d'Abouabou a permis de mesurer les paramètres physico-chimiques suivants que sont le pH, la conductivité électrique, la température, la turbidité, les teneurs en silice, chlorures, aluminium, zinc, magnésium, manganèse, cuivre, ammonium, sulfates, nitrates, nitrites, phosphates et fluorures.

Le forage d'Abouabou vise à accroître la capacité d'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan et ses environs. L'analyse des paramètres physiques indique un pH neutre moyen de $6,8 \pm 0,16$ unités et une température moyenne de $28,83 \pm 0,7$ ° C. L'eau est fortement minéralisée et pauvre en matières en suspension avec une conductivité moyenne de $2990,83 \pm 31,55$ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et une turbidité moyenne de $0,862 \pm 0,91$ NTU. Les analyses chimiques, quant à elles, révèlent une salinité importante rendant l'eau inappropriée à la consommation humaine sans un traitement préalable. Une forte corrélation est signalée entre les teneurs en chlorures et les paramètres physico-chimiques que sont la température, le pH, la turbidité, les teneurs en manganèse et en fer. Ceci témoigne que la qualité de l'eau du forage est principalement gouvernée par les teneurs en chlorures. La localisation géographique de l'ouvrage à proximité de l'océan Atlantique, le caractère profond et

captif de la nappe (Continental Terminal), ainsi que l'absence de sels solides (évaporites) dans les formations traversées par le forage laissent supposer deux mécanismes : soit une intrusion marine, soit un héritage de salinité.

MOTS-CLEFS: eau, profond, neutre, minéralisée, matière, suspension, consommation, salinisation

1 INTRODUCTION

L'eau constitue une ressource naturelle indispensable dans la vie des hommes, des animaux et des végétaux. L'eau potable est vitale. Ainsi, la disposer en quantité suffisante et en qualité contribue au maintien de la santé. À l'échelle mondiale, l'utilisation des eaux souterraines pour les besoins domestiques s'est accrue à partir de 1950 à cause de la poussée démographique, du tarissement des eaux de surface et surtout de la pollution [1] (OMS, 1986). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, environ 1,1 milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et 2,4 milliards n'ont pas accès à un système d'assainissement adéquat [2] (OMS, 2008). L'eau est devenue aujourd'hui un enjeu stratégique mondial dont la gestion doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable [3] (Servais et *al.*, 2009).

En Côte d'Ivoire, l'approvisionnement en eau potable des populations demeure pour cette dernière décennie une préoccupation majeure tant les besoins deviennent de plus en plus énormes et les difficultés de trouver les sources saines existent. Les grandes villes et en particulier la ville d'Abidjan n'échappent pas à ce constat. Afin de répondre à ses nombreux besoins, le gouvernement ivoirien a amélioré la qualité de ses prestations hydrauliques en mettant en place l'Office National de l'Eau Potable (ONEP). Par ailleurs, le programme d'urgence du Ministère des Infrastructures Économiques (MIE) pour le renforcement de la production d'eau potable, a initié la réalisation et l'étude de plusieurs forages sur l'ensemble du territoire ivoirien. C'est dans ce cadre que s'inscrivent ces travaux d'analyses du forage d'Abouabou (240 m de profondeur) situé au Sud de la ville d'Abidjan. Ils visent à apprécier la qualité de la nappe captée afin d'accroître la capacité d'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan et ses environs. De ce fait, ils consistent à définir les paramètres physico-chimiques que sont le pH, la conductivité électrique, la température, la turbidité, les teneurs en silice dissous, chlorures, aluminium, zinc, magnésium, manganèse, cuivre, ammonium, sulfates, nitrates, nitrites, phosphates et fluor.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Abouabou est un quartier de Port-Bouët situé au Sud de la ville d'Abidjan (figure 1). Le forage qu'il abrite a atteint une profondeur totale de 240 m. Les affleurements du cordon littoral du Quaternaire de ce site constituent l'ensemble des unités morphologiques le plus affaissé du District d'Abidjan [4] (Martin et Tastet, 1972) entre la faille des lagunes (lagune Ébrié) et l'océan Atlantique. Les formations de la subsurface sont essentiellement sédimentaires sur plus de 5000 m d'épaisseur [5] (Yao, 2012). Les aquifères généralement captés dans la région d'Abidjan sont ceux du Maestrichtien, du Continental Terminal (Mio-Pliocène) et du Quaternaire [6] et [7] (Aghui et Biémi, 1984 ; Oga, 1998).

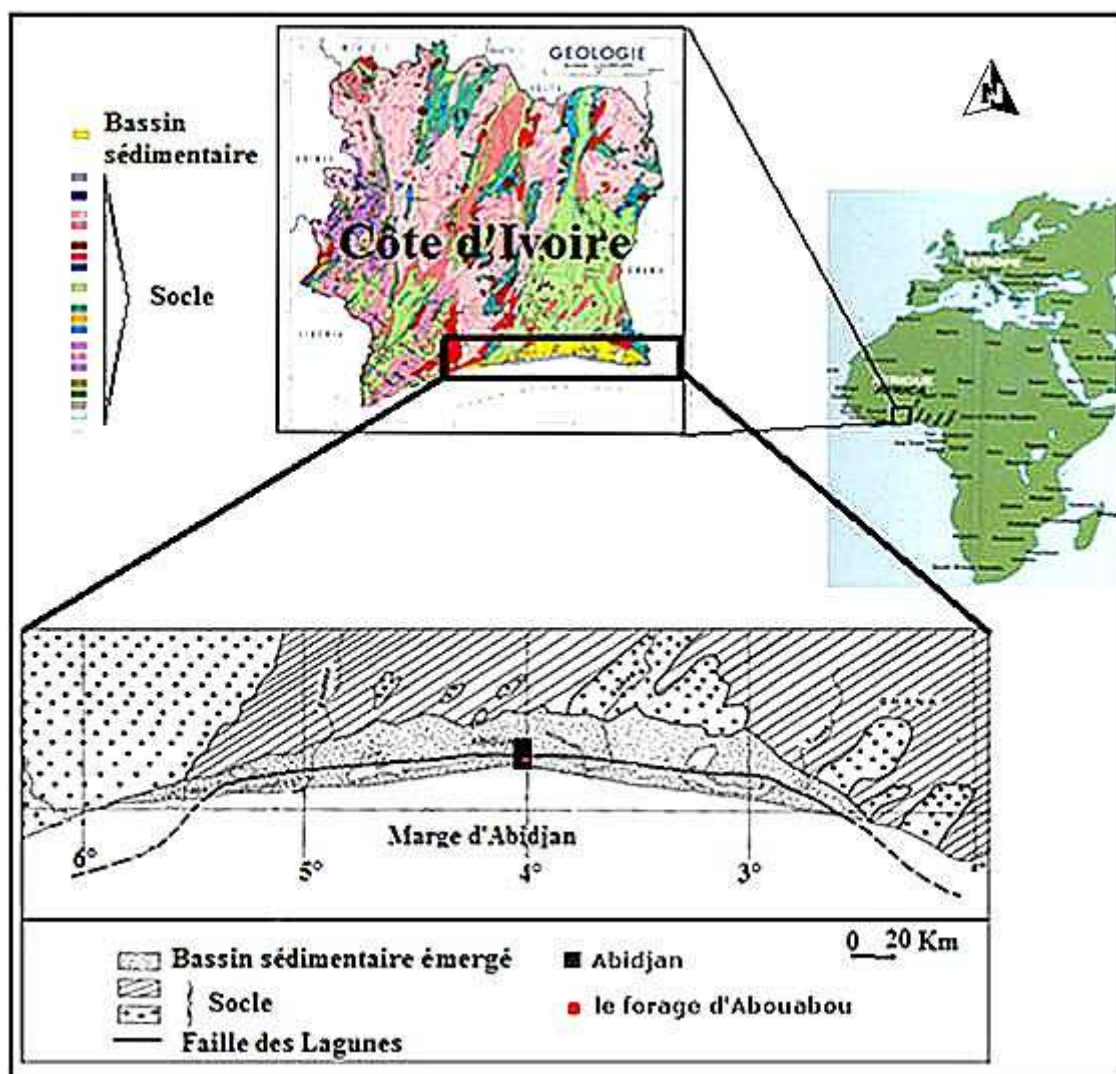


Figure 1 : Localisation du forage d'Abouabou

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les échantillons d'eau prélevés selon la norme ISO 5667-1 dans le forage d'Abouabou constituent l'essentiel du matériel d'analyse. Ces échantillons sont captés à partir de 105 m de profondeur dans des formations sableuses. Quatre prélèvements ont été effectués par jour à différentes heures du 31 mai au 2 juin 2012. Sur ces échantillons d'eau ont été dosés la silice et les ions Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Cl^- , SiO_2 , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , Al^{3+} , PO_4^{2-} et F^- . Les mesures *in situ* ont concerné les paramètres physiques à savoir la température ($T^\circ C$), le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE) et la turbidité. Les méthodes d'analyse sont consignées dans le tableau I. Il s'agit de déterminer les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques relatives à la qualité de l'eau en comparant ces valeurs à celles des normes internationales. L'unité de mesure des paramètres chimiques est le $mg.L^{-1}$, à l'exception des teneurs en manganèse mesurées en $\mu g.L^{-1}$.

La salinité est déterminée indirectement (approximativement) à partir de la conductivité électrique exprimée en $\mu S.cm^{-1}$. Toutefois, le terme de salinité est souvent utilisé comme synonyme de chlorinité qui désigne la concentration en chlore sous forme de chlorures ($mg.L^{-1}$ ou $g.L^{-1}$).

L'application de l'analyse en composantes principales (ACP) sur l'ensemble des données a permis de mettre en évidence les corrélations existantes entre les paramètres physico-chimiques de l'eau du forage. Ces traitements statistiques ont été réalisés grâce au logiciel Statistica version 7.0.

Tableau I : Principe de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau du forage d'Abouabou

Paramètres	Référence des Méthodes	Éléments du principe
pH	NFT90-008	Mesure électrométrique avec électrode de verre. pH mètre WTWpH90.
Conductivité	NFEN27888	Conductimètre HACH CO 150 avec compensation de température.
Température	NFT90-100	Mesure par une sonde de température couplée au pHmètre WTWOXI320
Turbidité	NFENISO7027	Comparaison de la lumière diffusée et de la lumière transmise par l'échantillon d'eau. Turbidimètre portable.
Nitrate	HACH	Photométrie
Chlorure	HACH	Photométrie
Ammonium	HACH	Photométrie
Silice	HACH	Photométrie
Fluor	HACH	Photométrie
Phosphate	HACH	Photométrie
Manganèse	NF EN ISO 15586	Dosage par spectrométrie d'absorption au four graphite (VARIAN AA280Z)
Cuivre	FD T 90-112	Dosage par spectromètre d'absorption atomique (Perkin Elmer Analyst 200)
Zinc		
Fer		
Nitrite	HACH	Photométrie

4 RÉSULTATS

4.1 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DU FORAGE

Les valeurs moyennes des mesures de la température ($T^{\circ}\text{C}$), du potentiel d'hydrogène (pH), de la conductivité électrique (CE) et de la turbidité sont consignées dans le tableau II.

La température de l'ensemble des échantillons d'eau analysées est comprise entre 27 et 31° C avec une moyenne de $28,83 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$. D'une façon générale, toutes les eaux étudiées ont un pH qui varie entre 6,5 et 7,1 unités avec une moyenne de $6,8 \pm 0,16$ unités. Les eaux du forage d'Abouabou sont pratiquement neutres.

Tableau II : Paramètres physico-chimiques de l'eau du forage d'Abouabou

	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Normes
$T^{\circ} (\text{°C})$	27	31	29	1,25	25
CE ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$)	2920	3040	2981	51,30	1250
pH	6,5	7,1	6,78	0,17	9,5
Turbidité (NTU)	0,3	5,6	0,94	1,64	5

La conductivité électrique de l'eau du forage d'Abouabou est élevée avec des valeurs qui oscillent entre $2920 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ et $3040 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. La moyenne est de $2990,83 \pm 31,55 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. Ces valeurs dépassent la valeur guide fixée à $400 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Elles indiquent ainsi un degré de minéralisation relativement important des eaux étudiées. D'après la classification des eaux souterraines en fonction de la salinité, les eaux du forage d'Abouabou sont saumâtres et indiquent évidemment une saveur salée. Les valeurs de turbidité de l'eau du forage d'Abouabou restent, quant à elles, faibles. Elles varient entre 0,3 et 5,6 NTU avec une moyenne de $0,94 \pm 0,891$ NTU et indiquent que ces eaux analysées contiennent moins de matières en suspension (argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc.).

4.2 CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DE L’EAU D’ABOUBOU

4.2.1 ANALYSE DES PARAMÈTRES CHIMIQUES

La concentration d’ions chlorures dans les échantillons d’eau du forage varie de 872 à 886 mg.L⁻¹ avec une moyenne de 881,37 ± 6,81 mg.L⁻¹. Elles sont relativement élevées et dépassent la valeur guide fixée à 250 mg.L⁻¹ par l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Les teneurs en ammonium oscillent entre 2,57 et 2,84 mg.L⁻¹ avec une moyenne de 2,7 ± 0,09 mg.L⁻¹ alors que la concentration limite de l’ammonium (NH₄⁺) recommandée par les normes internationales pour l’eau de boisson est de 0,5 mg.L⁻¹. La concentration en silice dans les eaux du forage varie de 67,9 à 98,4 mg.L⁻¹ avec une moyenne de 80,29 ± 10,56 mg.L⁻¹. Elles sont relativement élevées et dépassent la valeur guide fixée à 20 mg.L⁻¹ par l’OMS.

La concentration en fer varie de 1,6 à 6,49 mg.L⁻¹ avec une moyenne de 2,34 ± 1,49 mg.L⁻¹. Elles sont relativement élevées et dépassent la valeur guide fixée à 0,3 mg.L⁻¹ par l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Les teneurs en nitrates mesurées au niveau de l’eau du forage profond d’Abouabou restent inférieures à 0,1 mg.L⁻¹ (tableau III). L’organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixe à 50 mg.L⁻¹, la concentration maximale de nitrates admise dans l’eau de boisson.

À l’instar des nitrates, les nitrites, l’aluminium, les sulfates, le manganèse, le cuivre, le zinc, les phosphates et le fluor présentent des teneurs en dessous des normes admissibles (tableau III).

Les résultats des concentrations en Cl⁻, Fe²⁺, NH₄⁺ et SiO₂ indiquent que l’eau de la nappe captée par le forage d’Abouabou est de mauvaise qualité pour la consommation.

Tableau III : Paramètres chimiques de l’eau du forage d’Abouabou

	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart-type	Normes
Cl ⁻	872	886	881,37	6,81	250
SiO ₂	67,9	98,4	80,29	10,56	20
Mn ²⁺	266	378	290,2	32,45	400
NH ₄ ⁺	2,57	2,84	2,7	0,09	0,5
Fe ²⁺	1,6	6,49	2,34	1,49	0,3
F ⁻	0,01	0,15	0,06	0,06	1,5
PO ₄ ³⁻	0,013	1,09	0,18	0,32	2
Al ³⁺	0,007	0,04	0,02	0,01	0,2
NO ₂ ⁻	0,001	0,001	0,001	0,00	3
Zn ²⁺	0,2	0,2	0,2	0,00	3
Cu ²⁺	0,2	0,2	0,2	0,00	2
NO ₃ ⁻	0,00	0,1	0,04	0,05	50
SO ₄ ²⁻	0,00	0,1	0,08	0,04	250

NB : Toutes les valeurs sont exprimées en mg.L⁻¹ à l’exception des teneurs en Mn²⁺ exprimées en µg.L⁻¹.

4.2.2 CORRELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DE L’EAU

L’analyse en composantes principales n’a pas pu être réalisée sur les paramètres physico-chimiques présentant une variance nulle, notamment le zinc, le cuivre et les nitrites. Les facteurs 1, 2 et 3 qui renferment le maximum d’informations sont utilisés pour l’analyse. Les pourcentages de variance exprimés par ces trois facteurs sont respectivement 33,54 % ; 23,78 % et 17,37 %, soit 74,69 % des informations (tableau IV).

Tableau IV : Valeurs propres et pourcentage de variance de l’eau du forage d’Abouabou

	Valeurs propres	% Total variance	Cumul Valeurs propres	Cumul (%)
F1	3,35	33,54	3,35	33,54
F2	2,38	23,78	5,73	57,31
F3	1,74	17,38	7,47	74,69

La projection des variables dans les plans factoriels F1-F2 et F1-F3 est donnée par les graphes des figures 2 et 3.

L'axe 1 est fortement corrélé du côté positif avec les chlorures (0,94), le pH (0,83), et à un moindre degré avec le manganèse (0,71), le fer (0,66) et du côté négatif avec les nitrates (-0,74) et la turbidité (-0,75) (figure 2). Les variables NO_3^- et Cl^- renseignent sur l'état de dégradation de l'eau. Cet axe exprime donc la dégradation de la qualité de l'eau. Ceci fournit un moyen plus simple et plus rapide pour le suivi de la qualité de l'eau. L'axe 2 est fortement corrélé du côté négatif avec la conductivité électrique (-0,87) et corrélé du côté positif avec les sulfates (0,78). Une forte corrélation est signalée d'une part entre les teneurs en chlorures et les paramètres physico-chimiques que sont les teneurs en manganèse (-0,82) et fer (-0,79) et à un moindre degré avec la température (0,64), le pH (0,68) et la turbidité (-0,66) et les teneurs en nitrates (-0,61) (tableau V). Par ailleurs, la minéralisation de l'eau du forage est principalement gouvernée par les teneurs en chlorures. La mesure de la teneur en chlorures pourrait donc suffire pour prédire la qualité de l'eau du forage d'Abouabou.

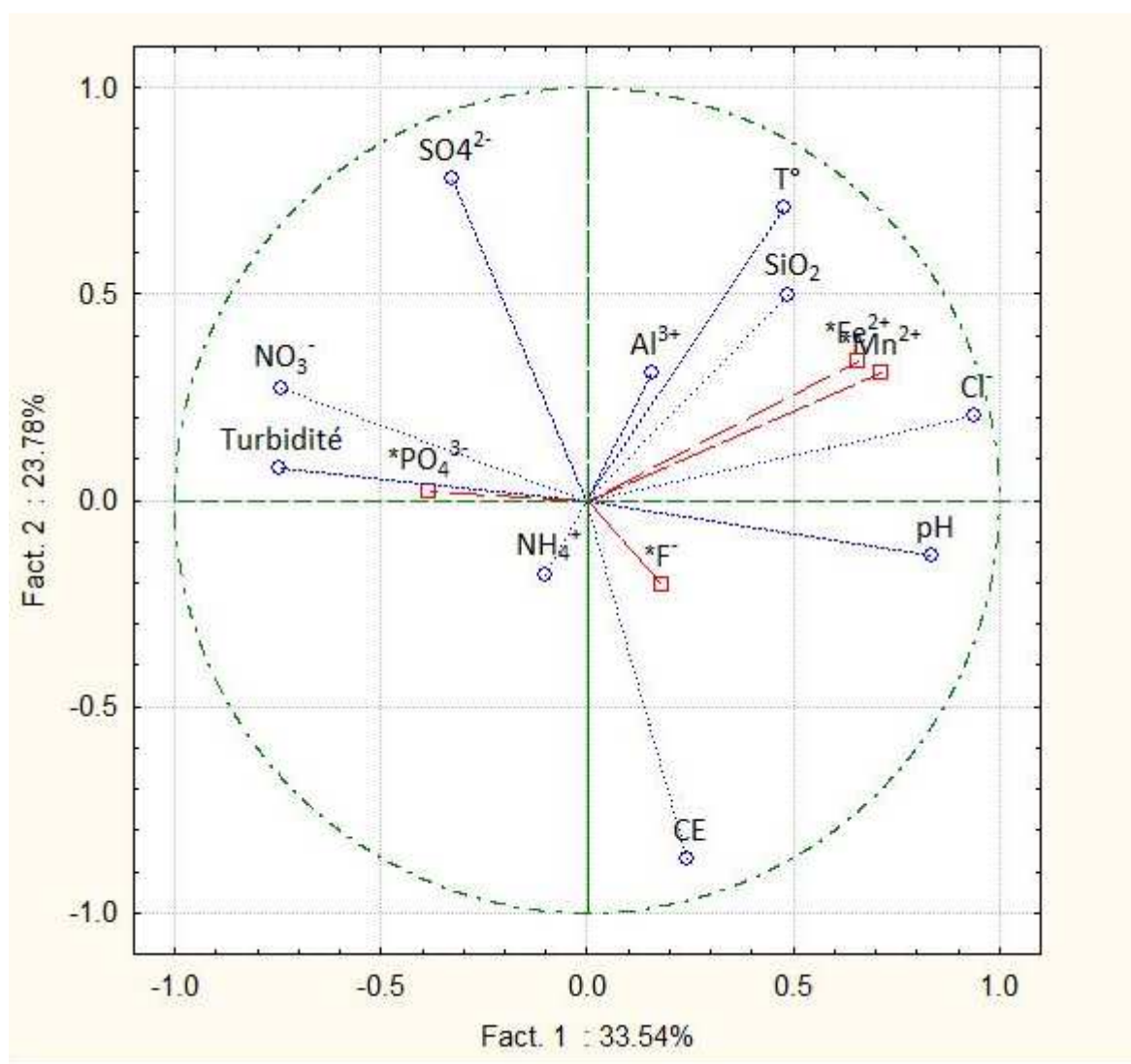


Figure 2 : Projection des variables sur le plan factoriel 1 x 2 (eau du forage d'Abouabou)

Tableau V : Matrice de corrélation entre les paramètres physico-chimiques de l’eau du forage

	T°	CE	pH	Turb*	Cl ⁻	SiO ₂	NH ₄ ⁺	Al ³⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Mn ²⁺	Fe ²⁺	F ⁻	PO ₄ ³⁻
T°	1,00													
CE	-0,49	1,00												
pH	0,15	0,30	1,00											
Turb*	-0,29	-0,22	-0,56	1,00										
Cl ⁻	0,64	0,01	0,68	-0,66	1,00									
SiO ₂	0,26	-0,19	0,46	-0,34	0,51	1,00								
NH ₄ ⁺	-0,10	-0,02	0,03	-0,17	-0,30	-0,48	1,00							
Al ³⁺	0,27	-0,37	0,24	0,27	0,11	0,04	0,35	1,00						
NO ₃ ⁻	-0,34	-0,44	-0,51	0,43	-0,61	0,04	-0,19	-0,35	1,00					
SO ₄ ²⁻	0,42	-0,60	-0,36	0,15	-0,25	0,26	0,09	0,05	0,41	1,00				
Mn ²⁺	-0,64	0,15	-0,53	0,14	-0,82	-0,38	0,40	-0,44	0,58	0,21	1,00			
Fe ²⁺	-0,60	0,15	-0,49	0,07	-0,79	-0,44	0,53	-0,37	0,48	0,19	0,98	1,00		
F ⁻	0,15	-0,32	-0,17	-0,04	-0,29	-0,32	0,87	0,43	-0,13	0,45	0,29	0,41	1,00	
PO ₄ ³⁻	-0,02	0,25	0,66	-0,10	0,17	0,38	0,18	0,35	-0,35	0,10	-0,22	-0,22	0,17	1,00

Turb : Turbidité

L’axe 3 est fortement corrélé du côté négatif avec l’ammonium (-0,80), l’aluminium (-0,76) et corrélé du côté positif avec le fluor (0,78) (figure 3). La présence de ces trois composés dans l'eau a deux origines possibles : la nature géochimique des sols et une source artificielle liée aux activités anthropiques. L'aluminium est présent de manière naturelle dans le sol, mais peut aussi provenir d'un rejet des usines métallurgiques. L’azote ammoniacal est relativement fréquent dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Bien qu’utilisé comme indice d'une contamination fécale (eaux usées), il peut aussi être apporté par certains engrais utilisés en agriculture. À l’instar des deux premiers composés, le fluor est aussi lié aux activités anthropiques. En effet, le fluor et ses dérivés sont largement utilisés dans diverses activités industrielles (aluminium) et sont libérés lors de la fabrication et l'utilisation des engrais phosphatés. L’axe 3 exprime la vulnérabilité de l’eau liée aux activités humaines dans la zone.

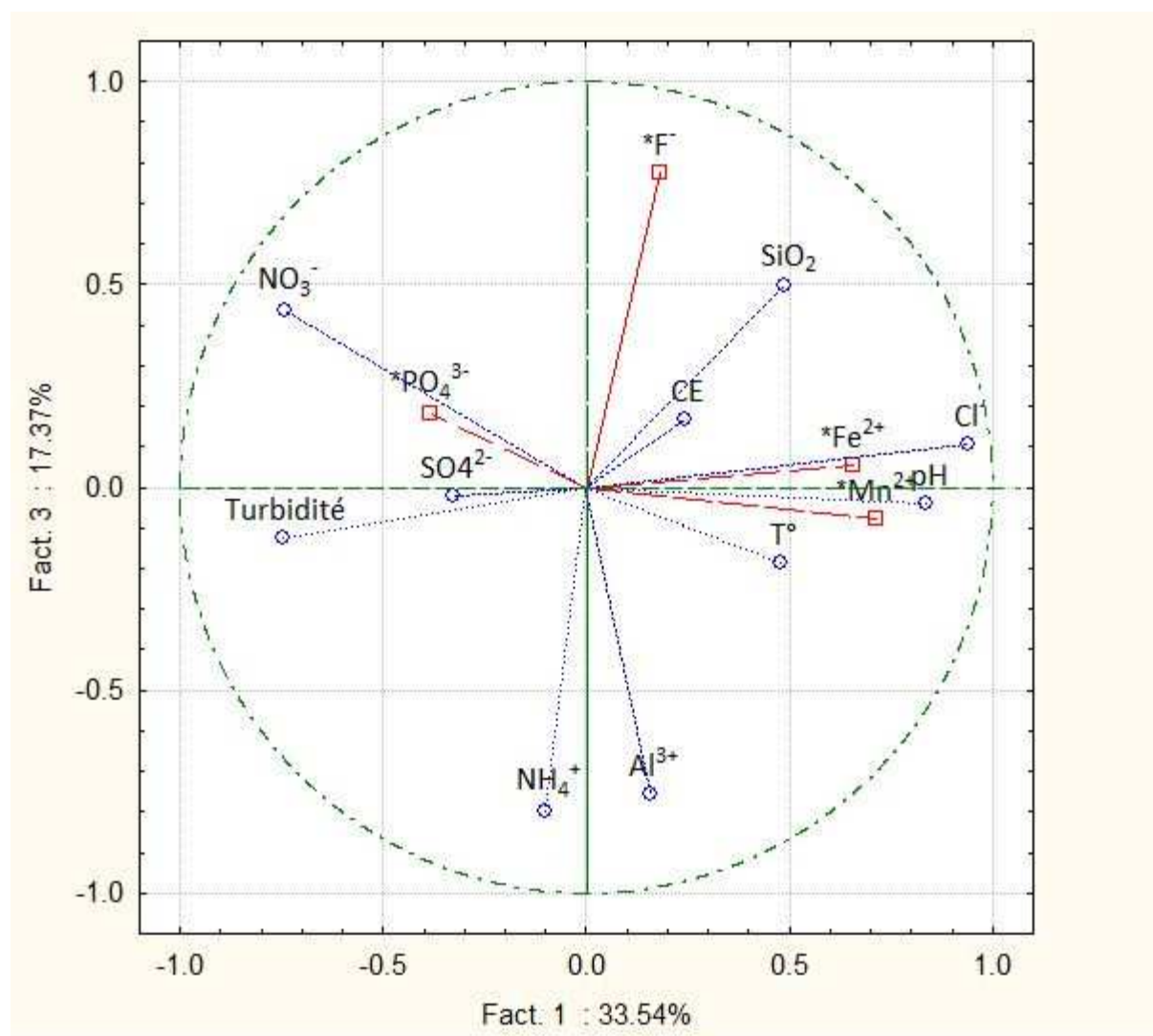


Figure 3 : Projection des variables sur le plan factoriel 1 x 3 (eau du forage d'Abouabou).

5 DISCUSSION

La forte minéralisation de l'eau du forage d'Abouabou caractérisée par des valeurs élevées des teneurs en chlorures, en ammonium, en silice et de la conductivité électrique (CE) est un facteur limitant qui la rend impropre à la consommation humaine. L'ammonium peut engendrer divers inconvénients comme les troubles intestinaux. A l'instar des grandes villes africaines, la teneur élevée en composés azotés dans les eaux du forage d'Abouabou est fortement liée à un défaut d'assainissement collectif et individuel de la ville d'Abidjan et de ses environs [8] à [13] (Chippaux *et al.*, 2002 ; Soro, 2003 ; Coulibaly *et al.*, 2004 ; Fofana, 2005 ; Traoré, 2005 ; Yapo *et al.*, 2010). Selon [9] Soro (2003), le risque de pollution des eaux de la nappe par les ions NO₃⁻, NH₄⁺ et Al³⁺, liés aux activités anthropiques, est accentué par la forte concentration de population dans les quartiers. La présence d'azote ammoniacal est le signe de la contamination des eaux par des apports exogènes. Elle peut traduire aussi l'absence d'un processus de dégradation complète de la matière organique [14] (Rodier *et al.*, 1996). En accord avec [8] Chippaux *et al.* (2002), les facteurs de pollution liée à l'ammonium découlent bien des problèmes majeurs liés au défaut d'assainissement des quartiers dans la commune de Port-Bouët et tiennent essentiellement au manque de salubrité [15] (Osemwegie *et al.*, 2013). Ils sont liés à l'absence de dispositif d'assainissement approprié à la protection des eaux souterraines et au défaut de collecte des ordures ménagères. En matière d'assainissement individuel, les équipements dans la zone d'étude correspondent dans la majorité des cas à des latrines et puisards très mal entretenus. La gestion des ordures ménagères est rudimentaire, avec des dépotoirs sauvages constitués sur les voies ravinées par le ruissellement des pluies (Soro, 2003 ; Soro *et al.*, 2010).

La forte concentration en chlorures dans les eaux des nappes (Quaternaire et Continental Terminal) au Sud de la lagune Ébrié est la cause de l’abandon de tous les ouvrages de la Société de Distribution d’Eau de Côte d’Ivoire (SODECI) dans cette zone sud de la ville d’Abidjan [16] [6] (Loroux, 1978 ; Aghui et Biémi, 1984). Pour l’approvisionnement en eau potable (AEP) du District d’Abidjan et de ses environs, la SODECI exploite la nappe du CT au Nord de la lagune Ébrié. Les valeurs de pH et de la salinité (CE et Cl⁻) des eaux du forage profond d’Abouabou sont largement supérieures à celles des ouvrages de captage de la SODECI [17] [7] [18] (Jourda, 1987 ; Oga, 1998 ; Adiaffi, 2008).

Selon [18] Adiaffi (2008), les eaux de la nappe du CT captées au nord de la faille des lagunes et utilisées pour l’AEP, présentent des valeurs du pH particulièrement faibles, variant entre 4,1 et 5,9 avec une moyenne et une médiane de 4,7. Des valeurs plus faibles (3,5 unités pH) ont été obtenues sur des eaux du CT dans la partie ouest de l’aquifère [7] (Oga, 1998). La CE, quant à elle, varie de 3,8 à 190,9 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ avec une moyenne et une médiane respectivement de 42,6 et de 38,0 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. On observe par ailleurs, un gradient N-S marqué par une baisse de valeurs du pH et de la CE clairement défini de la nappe du socle à la nappe du CT. Cette baisse serait justifiée par le fait que l’eau du socle subit une forte dilution par des eaux moins minéralisées et plus acides du CT [18] (Adiaffi, 2008).

D’après les travaux d’Ahoussi *et al.* (2013) [19], les zones au Nord de la faille sont exposées à une pollution azotée en rapport avec la croissance démographique et l’urbanisation galopante de la ville d’Abidjan. Les fortes teneurs en nitrates, en nitrites et en ammonium rendent les eaux de forages inaptes pour la boisson humaine pour Plateau, Adjamé et Yopougon Zone Ouest. Mais, les secteurs d’Anonkoua Kouté, Niangon Nord et Nord Riviera sont, quant à eux, affectés par une pollution métallique et phosphatée [20] Soro *et al.* (2010). Selon [7] Oga (1998), les teneurs élevées en nitrates observées dans les quartiers du Plateau et d’Adjamé sont liées au degré d’urbanisation. Les isotopes stables du carbone (¹³C) et de l’azote (¹⁵N) indiquent que la pollution nitratée à Abidjan et ses environs est liée aux fosses septiques et aux eaux usées [21] (Oga *et al.* 2007).

La variabilité spatiale des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines observées de part et d’autre de la faille des lagunes laisse supposer deux mécanismes : soit, une intrusion marine, soit un héritage de salinité. En effet, le caractère neutre et salé de l’eau du forage d’Abouabou suppose une influence de l’océan Atlantique et/ou de la lagune Ébrié à proximité de l’ouvrage. Cependant, d’après les travaux de [22] Adjiri *et al.* (2008), l’eutrophisation accélérée du plan d’eau lagunaire de la ville d’Abidjan résulte des fortes concentrations en éléments azotés et phosphatés (respectivement NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- et PO_4^{3-}) contenus dans les lixiviats issus des différentes décharges du District d’Abidjan (respectivement 564 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, 16 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, 612 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ et 190 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$) et des baies (108,3 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, 31 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, 55,7 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ et 23,4 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$). Ainsi, les faibles teneurs en nitrates, nitrites et phosphates observées dans l’eau du forage d’Abouabou suggèrent qu’elle n’a pas encore été contaminée par la lagune eutrophisée à proximité. L’intrusion marine semble donc être le mécanisme à l’origine de la salinisation de l’eau du forage.

Les mécanismes à l’origine de la salinité d’un système hydrologique sont divers et complexes. Les principaux vecteurs impliqués dans la salinisation des masses d’eau souterraine sont l’intrusion marine, le mélange avec les saumures anciennes, la dissolution de formations évaporitiques, mais aussi diverses sources anthropiques [23] à [29] (Andreasen et Fleck, 1997 ; Younsi, 2001 ; Frissant *et al.*, 2005 ; Kouzana *et al.*, 2007 ; Vittecoq *et al.*, 2007 ; Kloppmann *et al.*, 2010 et 2011).

Le niveau d’intérêt hydrogéologique franc (situé entre 79 m et 105 m) du forage d’Abouabou correspond à la nappe captive du Continental Terminal, couvert dans cette zone par 16 mètres d’épaisseur d’argile [30] (Koffi, 2015). Ce caractère profond et captif de la nappe à Abouabou et l’absence d’évaporites [31] (Digbehi *et al.*, 2011) dans notre zone d’étude laisse supposer que la salinité de l’eau du forage soit liée au contexte géographique de l’ouvrage, précisément à la proximité de l’océan Atlantique.

Les intrusions salines représentent un risque majeur de pollution pour les aquifères littoraux qui sont des réservoirs stratégiques. Selon [29] Kloppmann *et al.* (2011), la salinisation des masses d’eau souterraine est l’une des principales causes de dégradation de la qualité de l’eau dans le monde. Elle constitue un réel danger en Afrique en général et surtout dans les grandes villes côtières de l’Afrique du Nord où les fortes teneurs en chlorures sont le plus souvent observées dans les eaux des ouvrages côtiers [26] Kouzana *et al.* (2007). Ainsi, d’importantes teneurs en chlorures supérieures à la directive OMS ont été mises en évidence dans les eaux souterraines observées au Maroc avec des concentrations s’échelonnant entre un minimum de 216,5 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ et un maximum de 1405,8 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, avec une moyenne de l’ordre de 610,49 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ [32] Haddani (2010).

Les travaux de [26] Kouzana *et al.* (2007) dans la nappe côtière du Plio-Quaternaire de la région de Korba (Tunisie) ont mis en évidence une évolution spatio-temporelle de la piézométrie et de la qualité chimique des eaux. D’après ces auteurs, l’eau souterraine très sollicitée par les agriculteurs a probablement engendré une inversion du gradient hydraulique et par

conséquent l'avancée du biseau salé. Toutefois, les principaux vecteurs à l'origine de l'intrusion saline dans les grandes villes côtières de l'Afrique du Nord ne reflètent pas nécessairement la salinisation de l'eau du forage d'Abouabou. Les travaux réalisés au niveau de la zone demandent à être approfondi pour pouvoir clarifier les questions relatives à l'intrusion marine. Le risque lié à l'intrusion marine s'accroît en raison de l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des périodes de sécheresse et de canicules, mais aussi en réponse à l'augmentation importante de la population vivant en zones côtières. Il deviendra encore plus important lors de la remontée du niveau de la mer corrélative du changement climatique.

6 CONCLUSION

Au terme de cette étude, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau du forage d'Abouabou ont été déterminées dans la commune de Port-Bouët. Parmi les dix-sept paramètres mesurés, la conductivité électrique, les concentrations en chlorures, en ammonium et en silice dissous sont au-dessus des normes relatives à la qualité de l'eau de boisson. Le caractère salé de l'eau est caractéristique de la prédominance des chlorures parmi les espèces anioniques. La salinité serait d'origine naturelle notamment l'intrusion marine et donc liée à la localisation géographique de l'ouvrage, c'est-à-dire la proximité de l'océan Atlantique. Les travaux relatifs à la salinisation des eaux souterraines dans la zone demandent à être approfondi pour pouvoir clarifier des questions de l'intrusion marine au niveau de la ville d'Abidjan. L'intrusion marine constitue un risque sanitaire pour les populations abidjanaises qui sont tributaires de l'eau du Continental Terminal pour leur besoin. Pour ne pas l'accroître, il faut limiter les actions humaines qui pourraient renforcer le mécanisme de salinisation, notamment le pompage intensif des eaux des forages les plus proches de l'océan. Dans ce cas, une modification du champ de flux pourrait être provoquée par l'exploitation intensive de la nappe.

REMERCIEMENTS

L'étude a bénéficié du soutien matériel et financier de la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI) pour les travaux de terrain et les analyses en laboratoire. Nous disons notre reconnaissance aux responsables de la SODECI. Nous tenons également à remercier les structures Foraco et ONEP pour leur collaboration et le Docteur Soro Tanina Drissa pour les corrections apportées à l'article.

REFERENCES

- [1] OMS (1986). Directives de qualité pour eau de boisson. Vol. 2 : Critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève : OMS, 1986, 121 p.
- [2] OMS (2008). Rapport sur la santé dans le monde. Les soins de santé primaires-maintenant plus que jamais. Genève : OMS, 2008, 149 p.
- [3] SERVAIS P., BILLEN G., GARCIA-ARMISEN T., GEORGE I., GONCALVES A., THIBERT S. (2009). La contamination microbienne dans le bassin de la Seine. Edition. *Agence de l'Eau Seine Normandie*, ISBN: 978-2-918251-07-1, 50 p.
- [4] MARTIN L. et TASTET P. (1972). Le quaternaire du littoral et du plateau continental de côte d'Ivoire rôle des mouvements tectoniques et eustatiques, *Ball. ASEQUA*. Dakar. n° 33-34, pp. 17-32.
- [5] N'GORAN Y. (2012). Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco : Région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). *Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny*, 202 p.
- [6] AGHUI N et BIEMI J. (1984) : Géologie et hydrogéologie des nappes de la région d'Abidjan et risques de contamination. *Ann. Univ. Nat. de Côte d'Ivoire, série C (sciences)*, tome 20, pp 313-347.
- [7] OGA M-S (1998). Ressources en eaux souterraines dans la région du Grand Abidjan (Côte d'Ivoire) : Approches hydrochimique et isotopique. *Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud (Paris XI)*, 241 p.
- [8] CHIPPAUX J., HOUSIER S., GROSS P., BOUVIER C., BRISSAUD F. (2002). Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* (Bull. Soc. Pathol. Exot.), 95(2), pp. 119-123.
- [9] SORO N. (2003). Gestion des eaux pour les villes africaines, évaluation rapide des ressources en eau souterraine /occupation des sols. Projet UN-HABITAT. Ministère des eaux et forêt direction des ressources en eau (RCI). 30 Avril 2003 (rapport final), 45 p.
- [10] COULIBALY L., DIOMANDÉ D., COULIBALY A., GOURÈNE G. (2004). Utilisation des ressources en eaux, assainissement et risques sanitaires dans les quartiers précaires de la commune de Port-Bouët (Abidjan; Côte d'Ivoire). *Vertigo – La Revue en Sciences de l'Environnement*, 5(3), pp. 3299 – 3310.
- [11] FOFANA F. (2005). Évaluation et cartographie de la vulnérabilité à la pollution de la nappe d'Abidjan selon les méthodes Drastic et God. *Mém. DEA, Univ. Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire*, 72 p.

- [12] TRAORÉ A. (2005). Pollution des eaux souterraines de la région d’Abidjan par les composés azotés. Bilan des connaissances origine et évolution de ces composés. Mémoire DEA Univ. Abobo-Adjamé, Côte d’Ivoire, 77 p.
- [13] YAPO O., MAMBO V., SEKA A., OHOU M. J. A., KONAN F., GOUZILÉ V., ... et HOUENOU P. (2010). Évaluation de la qualité des eaux de puits à usage domestique dans les quartiers défavorisés de quatre communes d’Abidjan (Côte d’Ivoire): Koumassi, Marcory, Port-Bouet et Treichville. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(2) : (2010), ISSN 1991-8631, pp. 289-307.
- [14] RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J. P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L. (1996). L’analyse de l’eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed. Dunod, Paris, 1383 p.
- [15] OSEMWEGIE I., OGA Y. M. S., AHOUSSE K E, KOFFI Y B, KOUASSI A. M., BIÉMI J. (2013): Influence of Anthropogenic Activities of Groundwater from Hand Dug Wells within the Precarious Settlements of Southern Abidjan, Côte d’Ivoire: Case of the Slums of Anoumabo (Marcory) and Adjouffou (Port-Bouët). *Journal of Water Resource and Protection*, April 2013, 5, pp. 427-439. <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2013.54042>. (<http://www.scirp.org/journal/jwarp>)
- [16] LOROUX B. F. (1978). Contribution à l’étude hydrogéologique du bassin sédimentaire côtier de Côte d’Ivoire. Thèse de 3ème cycle, Univ. Bordeaux I, n°1429. Talence 1978, 93 p.
- [17] JOURDA J. P. (1987). Contribution à l’étude Géologique et Hydrogéologique du Grand Abidjan (Côte d’Ivoire). *Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université Scientifique, Technique et Médicale de Grenoble*, 319 p.
- [18] ADIAFFI B. (2008) : Apport de la géochimie isotopique, de l’hydrochimie et de la télédétection à la connaissance des aquifères de la zone de contact “socle-bassin sédimentaire” du Sud-est de la Côte d’Ivoire. *Thèse de Doctorat, Université de Paris-Sud, Orsay, France*, 217 p.
- [19] AHOUSSE K., LOKO S., KOFFI Y. B., SORO G., OGA M. S., SORO N. (2013) : Évolution spatio-temporelle des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la ville d’Abidjan (Côte d’Ivoire). *Int. J. Pure App. Biosci.* 1 (3): (2013), ISSN : 2320 – 7051, pp. 45-60.
- [20] SORO N., OUATTARA L., DONGO K., KOUADIO K. E., AHOUSSE K. E., SORO G., OGA Y. M-S., SAVANE I., BIEMI J. (2010). Déchets municipaux dans le District d’Abidjan en Côte d’Ivoire : sources potentielles de pollution des eaux souterraines. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (6), pp. 2203-2219.
- [21] OGA Y.M.S., SACCHI E., ZUPPI G.M. (2007). Origin and effects of nitrogen pollution in groundwater traced by $\delta^{15}\text{N-NO}_3$ and $\delta^{18}\text{O-NO}_3$: the case of Abidjan (IVORY COAST). *Advances in isotope hydrology and its role in sustainable water resources management (HIS-2007) proceedings of a symposium Vienna, 21 - 25 may 2007, Vol. 1*, pp. 139-147. http://www.pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1310_web.pdf
- [22] ADJIRI O. A., GONÉ D. L., KOUAMÉ I. K., KAMAGATÉ B., BIÉMI J. (2008). Caractérisation de la pollution chimique et microbiologique de l’environnement de la décharge d’Akouédo, Abidjan, Côte d’Ivoire. *In. J.Biol. Chem. Sci.*, 2(4), pp. 401-410.
- [23] ANDREASEN D. C. et FLECK W. B. (1997). Use of bromide: chloride ratios to differentiate potential sources of chloride in a shallow, unconfined aquifer affected by brackish-water intrusion. *Hydrogeology Journal*, 5(2), pp. 17-26.
- [24] YOUNSI A. (2001). Méthodologie de mise en évidence des mécanismes de salure des eaux souterraines côtières en zone semi-aride irriguée (Chaouia côtière, Maroc). *Thèse de Doctorat, Univ. Chouaib Doukkali-El Jadida*, 117 p.
- [25] FRISSANT N., RENE-CORAIL C., COLL B. J., et DE LA TORRE Y. (2005). Le phénomène d’intrusion saline à la réunion : état des connaissances et synthèse des données disponibles. BRGM/RP-54330-FR, 64 p.
- [26] KOUZANA L., MAMMOU A. B. et GAALOUL N. (2007). Intrusion marine et salinisation des eaux d’une nappe phréatique côtière (Korba, Cap-Bon, Tunisie), *Géo-Eco-Trop*, 31, pp. 57-70.
- [27] VITTECOQ B., MATHIEU F., LACHASSAGNE P., BRUGERON A. (2007). Localisation du biseau salé sur la nappe du Lamentin : apport de la méthode géophysique par panneau électrique. Rapport final, BRGM/RP-55554-FR, 79 p.
- [28] KLOPPMANN W., BOURHANE A., SCHOMBURGK S. (2010). Salinisation des masses d’eau en France métropolitaine et dans l’Outre-mer. Rapport BRGM/RP-59496-FR, 144 p.
- [29] KLOPPMANN W., BOURHANE A., ASFIRANE F. (2011). Méthodologie de diagnostic de l’origine de la salinité des masses d’eau. Emploi des outils géochimiques isotopiques et géophysiques. BRGM/RP-60026-FR, 41 p.
- [30] KOFFI K. Y. (2015). Caractérisation hydrogéologique du forage profond d’Abouabou (Bassin sédimentaire, district d’Abidjan en Côte d’Ivoire). Mém. Master 2, Univ. FHB, Côte d’Ivoire, 63 p.
- [31] BRUNO D. Z., ELYSÉE G. K., JEAN-PAUL Y. N. G., KOUADIO A., BI T., KIZITO K. K., ... et IGNACE T. (2011). Palynostratigraphy and depositional palaeoenvironment of Cretaceous-Palaeogene (K-Pg) boundary deposits on Abidjan margin (Côte d’Ivoire). *Journal of Geography and Regional Planning*, 4(11), pp. 644-655.
- [32] HADDANI H. (2010). Mise en évidence de l’intrusion marine vers les aquifères côtiers de la zone comprise entre El Jadida et Oualidia. Mém. Licence, Univ. Cadi Ayyad, Maroc, 44 p.

Foraminifères planctoniques et biostratigraphie du passage Bartonien-Priabonien de la coupe Ben Attya dans le Rif externe oriental (Maroc)

[Planktonic Foraminifera and Biostratigraphy of Bartonian-Priabonian transition at Ben Attya section in the Eastern external Rif (Morocco)]

Kouamé Léger DJEYA¹, Abdelkabar TOUFIQ², N'goran Jean-Paul YAO¹, Mohamed OUADIA², Hamid SLIMANI³, and Zéli Bruno DIGBEHI¹

¹Département des Géosciences Marines,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody,
Abidjan, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Géosciences et Techniques de l'Environnement,
Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, El Jadida, Maroc

³Laboratoire de Géologie et Télédétection, Institut Scientifique,
Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc

Copyright © 2016 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 work aims at the realization of a biostratigraphic study based on planktonic foraminifera associations to the transition between the middle Eocene (Bartonian) and late Eocene (Priabonian) in the section of Ben Attya (BAT). This outcrop is flush in pelagic deposits of external Rif. The lithological point of view, the base of the section consists mainly of calcareous clay with flint sandstone intercalated with marl. Its upper part shows gray marl overlying limestone cement sandstone. The micropaleontological study to recognize associations of planktonic foraminifera characteristic of the Middle and Upper Eocene.

The Middle Eocene (Bartonian) is characterized by the association of species *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina topilensis*, *Acarinina spinoinflata*, *Acarinina bullbrooki*, *Truncorotaloides libyaensis*, *Turborotalia frontosa*, *Morozovella lehneri*, *Morozovella crassata*, *Orbulinoides beckmanni*, *Hantkenina dumblei*, *Turborotalia boweri*, *Hastigerina* cf. *bolivariana* and *Hantkenina liebusi*. The Upper Eocene (Priabonian) is highlighted by the presence of species *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Hantkenina alabamensis*, *Globigerinatheka tropicalis*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia cunialensis* and *cribrohantkenina inflata*.

Over the entire range studied, five (5) expansion biozones have been recognized. The biozones *Morozovella lehneri*, *Orbulinoides beckmanni* and *Morozovella crassata* are characteristic of Bartonian. The biozone *Globigerinatheka semiinvoluta* covers the transition from Bartonian and Priabonian. The last biozone (at *Globigerinatheka index*) corresponds to the lower part of Priabonian.

KEYWORDS: Micropaleontology; biozone; planktonics foraminifera; external Rif; Morocco.

RESUME: Le présent travail a pour objectif la réalisation d'une étude biostratigraphique basée sur les associations de Foraminifères planctoniques à la transition entre l'Eocène moyen (Bartonien) et l'Eocène supérieur (Priabonien) dans la coupe de Ben Attya (BAT).

Cette coupe affleure dans les dépôts pélagiques du Rif externe. Du point de vue lithologique, la base de la coupe comporte essentiellement des marno-calcaires à silex intercalées de marnes gréseuses. Sa partie supérieure montre des marnes grises

surmontant des grès à ciment calcaire. L'étude micropaléontologique a permis de reconnaître des associations de foraminifères planctoniques caractéristiques de l'Eocène moyen et supérieur.

L'Eocène moyen (Bartonien) est caractérisé par l'association des espèces *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina topilensis*, *Acarinina spinoinflata*, *Acarinina bullbrooki*, *Truncorotaloides libyaensis*, *Turborotalia frontosa*, *Morozovella lehneri*, *Morozovella crassata*, *Orbulinoides beckmanni*, *Hantkenina dumblei*, *Turborotalia boweri*, *Hastigerina cf. bolivariana* et *Hantkenina liebusi*. L'Eocène supérieur (Priabonien) est mis en évidence par la présence des espèces *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Hantkenina alabamensis*, *Globigerinatheka tropicalis*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia cunialensis* et *cribrohantkenina inflata*.

Sur l'ensemble de l'intervalle étudié, cinq (5) biozones d'extension ont été reconnues. Les biozones à *Morozovella lehneri*, *Orbulinoides beckmanni* et *Morozovella crassata* sont caractéristiques du Bartonien. La biozone à *Globigerinatheka semiinvoluta* couvre la transition entre le Bartonien et le Priabonien. La dernière biozone (à *Globigerinatheka index*) correspond à la partie inférieure du Priabonien.

MOTS-CLEFS: Micropaléontologie ; biozone ; foraminifères planctoniques ; Rif externe ; Maroc.

1 INTRODUCTION

Le passage Mésozoïque–Cénozoïque est marqué au niveau mondial par une crise biotique majeure (65 Ma.). Il est suivi par une période (Paléogène) caractérisée par plusieurs variations climatiques et eustatiques ayant favorisé soit la radiation évolutive ou la reconquête pour beaucoup d'espèces zoologiques continentales et marines [1]. Au niveau du Maroc le Cénozoïque et plus particulièrement le Paléogène a été étudié par plusieurs auteurs qui ont contribué à un découpage de cet intervalle [2], [3]. Ainsi, ils ont montré que l'Eocène fut le siège d'importantes variations thermiques [4], [1]. Par ailleurs les biozones d'extension du Danien ont été mis en évidence dans le Rif marocain [2]. Malgré toutes ces investigations importantes, plusieurs étages demeurent mal définis. La présente étude a pour objectif principal de caractériser le passage Eocène moyen-Eocène supérieur à travers une coupe lithologique réalisée dans ladite zone. Elle consiste à établir dans un premier temps la lithologie des formations traversées par la coupe. Dans un second temps, elle permettra de définir une échelle stratigraphique locale ainsi que les biozones d'extension de la zone d'étude.

1.1 APERÇU GEOLOGIQUE

La zone externe du Rif marocain correspond à la couverture mésozoïque paléogène déposée sur la marge nord de la plaque africaine [5]. Elle est constituée dans sa partie transversale centrale de trois unités para-autochtones [6]. Du Nord vers le Sud (Fig 1 B) se distinguent les unités intrarifaines de Ketama et Tanger (ou Intrarif), les unités méso-rifaines (ou Mésorif) et les unités pré-rifaines (ou Prérif) [7]. A ces unités sont associées des unités de décollement qui sont respectivement les nappes rifaines supérieures, les nappes rifaines inférieures et les nappes du type de la nappe d'Ouezzane.

La nappe d'Ouezzane "s.s." [8] est la couverture tertiaire de l'unité de Tanger complètement désolidarisée de sa base crétacée. Elle a probablement subi d'importants déplacements relatifs vers le Sud-Ouest (nappe du Habb, et la nappe de Tsoul) [9], [10]. Les séries sédimentaires s'échelonnent du Crétacé supérieur ou de l'Eocène jusqu'à la limite Miocène moyen-supérieur. En général, elles correspondent à des nappes de décollement et glissement dont la structure est caractérisée par des plissements souples et des écaillages. Les séries déformées peuvent être rabotées à leur base [10].

La région pré-rifaine fait partie d'un ensemble géologique issu de l'ancienne marge septentrionale de la plaque africaine. Cette région est constituée de dépôts essentiellement marneux qui correspondent à une sédimentation marine pélagique, continue et presque monotone pendant tout le Cénozoïque. A la suite de différentes phases du cycle orogénique alpin, les dépôts du Paléogène pré-rifain sont répartis en nappes (ou unités) charriées, qui reposent suivant des contacts subhorizontaux sur les marnes du Miocène supérieur autochtone. Cette structure est observable sur la carte géologique au 1/500 000e de la chaîne rifaine [6].

1.2 LOCALISATION ET DESCRIPTION DE LA COUPE

Cette coupe est située dans l'oued Ben Attia, à environ 30 km au Nord Ouest de Taza et à 8 km à l'Est de Had Oulad Zbair (fig1 A). Elle se trouve dans une unité structurale appartenant aux nappes de type "Tsoul", localisée dans le quart sud-ouest de la carte géologique au 1/50000 de Bab El Mrouj-Taza Nord [10], pratiquement à la limite de celle de Beni Frassene

(1/50000) [11]. Les affleurements de la base de la coupe sont dominés par des marno-calcaires à silex avec des intercalations marno-gréseuses. Sa partie supérieure comporte des marnes grises surmontant des grès à ciment calcaire.

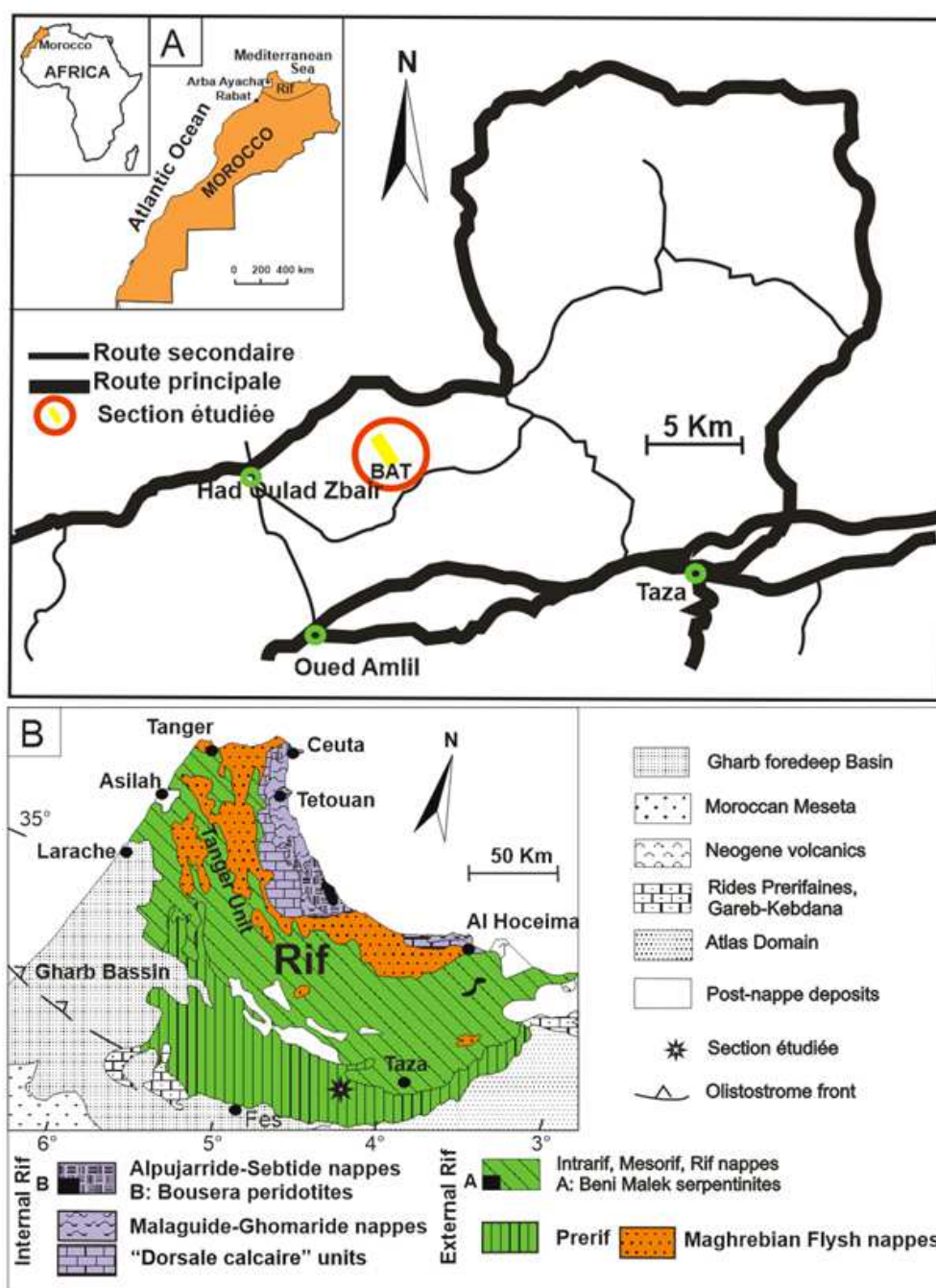


Figure.1 A: Carte de localisation de la coupe Ben Attya
B: Carte structurale simplifiée de la chaîne Rifaine [12]

2 MATERIEL ET METHODES

Dans la coupe Ben Attya (BAT), 19 échantillons, provenant des différentes unités lithologiques, ont servi de support à cette étude. A l'aide d'un calcimètre de Bernard la teneur en carbonate de calcium des échantillons a été définie. Pour la suite de l'étude deux phases ont été indispensables. Dans une première phase, 40 grammes de chaque échantillon a subi à

un séchage doux (environ 60°) pendant 24 heures en vue d'augmenter le besoin en eau pour permettre de libérer facilement la microfaune qu'ils contiennent. Dans une seconde phase, ces échantillons sont trempés pendant quelques heures dans l'eau oxygénée. Il s'en suit un tamisage par voie humide sur une colonne de trois tamis à maille décroissante (250, 160 et 63 µm). Les résidus sont séchés à l'étuve et les foraminifères triés à l'aide d'une loupe binoculaire. L'identification des espèces de foraminifères planctoniques est établit à partir de la bibliographie, [13], [14], [15], [16]

Les interprétations biostratigraphiques sont basées sur les nouvelles biozonations des foraminifères planctoniques (E and O zones) [17], [16] [18] (Fig 3). La détermination de ces biozones est aussi basée sur les disparitions des espèces fossiles.

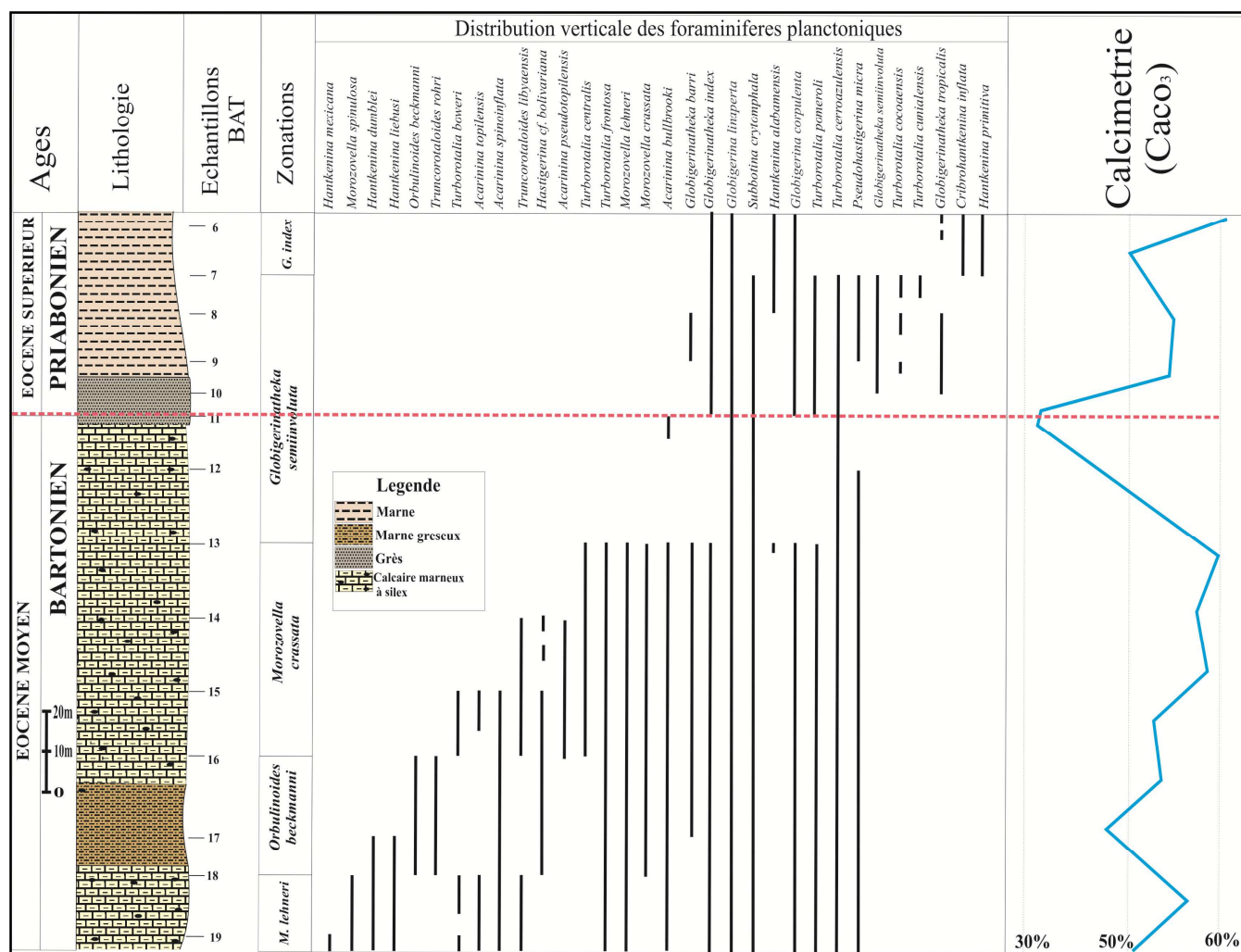


Figure 2: lithologie, calcimétrie et répartition stratigraphique des foraminifères sélectionnés dans l'Éocène moyen et supérieur de la coupe de Ben Attya

3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 ETUDE LITHOLOGIQUE ET CALCIMETRIE

A la base de la coupe se rencontre une séquence épaisse de calcaire marneux à silex intercalée de marne détritique (20 m). Dans cette zone la moyenne du taux de carbonate est environ 50%. Ce qui suppose que la mise en place des sédiments s'est effectuée dans un milieu moyennement profond et calme propice à la mise en place des carbonates tel que les calcaires marneux. L'énergie des dépôts des sédiments devient par endroit élevée, corroborée par les dépôts de marnes détritiques.

Dans la partie supérieure de la coupe nous notons la présence des marnes avec une séquence gréseuse (15 m) où le taux de carbonate décroît de 30% traduisant des conditions de dépôts dans un milieu agité (Fig. 2). La séquence marneuse a une moyenne de carbonate de 40%. Dans l'ensemble des sédiments traités de la coupe il faut noter la présence remarquable des tests de foraminifères et autres restes calcitiques qui ont sans doute été à la base de l'élévation du taux de carbonate (Fig. 2).

3.2 BIOSTRATIGRAPHIE

La distribution stratigraphique des principales espèces de foraminifères planctoniques est donnée dans la figure 2. Les associations de foraminifères indiquent la présence de deux étages: le Bartonien à l'Eocène moyen et le Priabonien à l'Eocène supérieur. Par ailleurs l'extension verticale des espèces index permet de reconnaître des biozones attribuée à chacun de ces deux étages.

3.3 LIMITE EOCENE MOYEN –EOCENE SUPERIEUR

La présence de l'espèce *Globigerinatheka semiinvoluta* à la cote BAT10 témoigne que l'échantillon prélevé serait soit de l'Eocène moyen sommital ou soit de l'Eocène supérieur basal. Cependant, la dernière apparition de l'espèce *Acarinina bullbrooki* est caractéristique des derniers dépôts d'âge Eocène moyen. Ainsi la limite entre les deux étages est définie à la cote BAT11.

L'association de l'Eocène moyen est caractérisée par les espèces *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina topilensis*, *Acarinina spinoinflata*, *Acarinina bullbrooki*, *Truncorotaloides libyaensis*, *Turborotalia frontosa*, *Morozovella lehneri*, *Morozovella crassata*, *Orbulinoides beckmanni*, *Hantkenina dumblei*, *Turborotalia boweri*, *Hastigerina cf. bolivariana* et *Hantkenina liebusi*. Cette association est caractérisée par une prédominance des genres *Morozovella* et *Acarinina*.

Pour l'Eocène supérieur l'association caractéristique est composée des espèces *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Globigerinatheka index*, *Hantkenina alabamensis*, *Globigerinatheka tropicalis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia cunialensis*, *Cribohantkenina inflata*, *Hantkenina primitiva*. Les genres *Turborotalia*, *Hantkenina* et *Globigerinatheka* constituent la prédominance au niveau de l'Eocène supérieur.

3.4 BIOZONES

A partir des E-zones, les zones à *Morozovella lehneri*, à *Orbulinoides beckmanni* et à *Morozovella crassata* ont été reconnues à l'Eocène Moyen (Bartonien). La zone à *Globigerinatheka semiinvoluta* couvre le passage entre l'Eocène moyen et l'Eocène supérieur tandis que la dernière (la zone à *Globigerinatheka index*) correspond à l'Eocène supérieur (Priabonien).

3.4.1 ZONE A MOROZOVELLA LEHNERI (E 11)

La limite supérieure de cette zone coïncide avec la première apparition de l'espèce *Orbulinoides beckmanni*. Seule la partie supérieure de cette zone a été étudiée ici, elle contient l'association des espèces suivantes *Hantkenina Mexicana*, *Morozovella spinulosa*, *Truncorotaloides (Acarinina) rohri*.

3.4.2 ZONE A ORBULINOIDES BECKMANNI (E 12)

Cette zone est puissante de 25 mètres environ. Elle correspond à l'extension verticale totale de l'index *Orbulinoides beckmanni*.

3.4.3 ZONE A MOROZOVELLA CRASSATA (E 13)

Elle est épaisse de 40 m environ. Le mur de cette zone est indiqué par la dernière apparition (ou disparition) de l'espèce *Orbulinoides beckmanni*. Son toit est désigné par la disparition de l'espèce index *Morozovella crassata*.

3.4.4 ZONE A GLOBIGERINATHEKA SEMIINVOLUTA (E 14)

La zone à *Globigerinatheka semiinvoluta* est comprise entre la dernière apparition de *Morozovella crassata* et de la dernière apparition de *Globigerinatheka semiinvoluta*. La base de cette zone est le siège de la disparition des genres

Acarinina et *Morozovella*. Dans cet intervalle la lignée de *Turborotalia* est représentée par les espèces *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoensis*, *Turborotalia cunialensis* et *Turborotalia pomeroli*.

3.4.5 ZONE A GLOBIGERINATHEKA INDEX (E 15)

Puissante de 10 m environ la biozone (E 15) est comprise entre les dernières apparitions respectivement de *Globigerinatheka semiinvoluta* et de *Globigerinatheka index*. L'association caractéristique de cette biozone est composée de *Turborotalia cocoensis*, *Turborotalia cunialensis*, *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Hantkenina alabamensis*.

EPOQUE	AGE	DIFFERENTES ZONATIONS UTILISEES					
		Berggren et al (1995)		Berggren and Pearson (2005)		Présente étude	
EOCENE	SUPERIEUR	P 16	<i>T. cunialensis / Cr inflata</i>	E 16	<i>H. alabamensis</i>	Non étudié	
				E 15	<i>G. index HOZ</i>	E 15	<i>G. index</i>
		P 15	<i>Po. Semiinvoluta IZ</i>	E 14	<i>G. Semiinvoluta HOZ</i>	E 14	<i>G. Semiinvoluta</i>
	MOYEN	P 14	<i>Tr. Rohri- M. spinulosa PRZ</i>	E 13	<i>M. crassata HOZ</i>	E 13	<i>M. crassata</i>
				E 12	<i>O. Beckmanni TRZ</i>	E 12	<i>O. Beckmanni</i>
		P 13	<i>Gb. Beckmanni TRZ</i>	E 12	<i>O. Beckmanni TRZ</i>	E 12	<i>O. Beckmanni</i>
		P 12	<i>M. lehneri PRZ</i>	E 11	<i>M. lehneri PRZ</i>	E 11	<i>M. lehneri</i>

Figure 3 : Zonations biostratigraphiques basée sur les foraminifères planctoniques [19] [17] comparées à la présente étude.
 Abréviations: IZ – Interval Zone, CRZ – Concurrent-range Zone, PRZ – Partial-range Zone, CRSZ – Concurrent-range Subzone, ISZ – Interval Subzone, HOZ – Highest-occurrence Zone

4 DISCUSSION

L'étude des foraminifères planctoniques de la coupe Ben Attya a permis dater les différents niveaux rencontrés. En effet, Cinq (5) biozones ont été identifiées dans l'intervalle Eocène moyen (Bartonien) et Eocène supérieur (Priabonien) (Fig. 3). Ces biozones ont été établies sur la base des découpages récents de Berggren et Pearson (2005) Pearson *et al.* (2006) [17], [16]. Alors que les travaux de Feinberg (1986) [20] dans la même région, ont utilisé trois zones pour le même intervalle en se basant sur la biozonation classique de Blow (1969) [21].

Depuis la zone à *Morozovella lehneri*, les disparitions des foraminifères planctoniques des genres *Acarinina* et *Morozovella* s'effectuent de façon prématurée dans la partie basale de la coupe Ben Attya. Ce phénomène serait dû à une chute de la température fini-Eocène comme en témoignent les travaux de Boudagher Fadel (2012) [22].

Le présent travail indique que la majorité des espèces des genres *Morozovella* et *Acarinina* continuent leur disparition au début et à la fin de la zone à *Morozovella crassata*. Par ailleurs, leur disparition est totale au début de la zone à *Globigerinatheka semiinvoluta*. Ces observations sont conformes à celles de Wade (2004) [23] en zone tropicale. A la fin de cette zone l'espèce *Acarinina bullbrooki* disparaît et laisse entrevoir le toit de l'Eocène moyen.

L'Eocène moyen (Bartonien) est caractérisé par l'association des espèces *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina topilensis*, *Acarinina spinoinflata*, *Acarinina bullbrooki*, *Truncorotaloides libyaensis*, *Morozovella lehneri*, *Morozovella crassata*, *Hantkenina dumblei*, *Hantkenina liebusi*, *Turborotalia frontosa*, *Turborotalia boweri*, *Orbulinoides beckmanni*, et *Hastigerina cf. bolivariana*. C'est une association constituée en grande partie par les genres *Acarinina* et *Morozovella*. Ces deux genres connaissent leur extinction au niveau sommital de cet étage (moitié de la zone à *Globigerinatheka semiinvoluta*). D'après Sexton *et al.* (2006) et Nocchi *et al.* (1988) [24], [25], cet intervalle de temps (l'Eocène moyen) est également connu comme

le lieu d'extinction de la plupart des espèces épineuses et carénées appartenant aux genres *Morozovella* et *Acarinina*. En outre, les disparitions de ces deux genres (*Morozovella* et *Acarinina*) mises en évidence dans cette coupe sont également connues principalement dans les zones tropicales et subtropicales comme étant des indices de la limite Eocène moyen-Eocène supérieur [26], [27], [15], [23], [24].

L'association au niveau du Bartonien dans cette coupe est également variée. Pour Sexton *et al* (2006) [24] cette diversité des espèces est typique des environnements subtropicaux. Une explosion des microfaunes serait sans doute la conséquence de l'évolution climatique du Cénozoïque. En effet cette période (Bartonien) comme le souligne Zachos *et al.* (2001) et Sexton *et al* (2006) [4] [24], représente la période transitoire entre le début du refroidissement amorcé à l'Eocène inférieur et la phase de glaciation proprement dite à la fin de l'éocène et au début Oligocène.

Quant à l'Eocène supérieur, il débute dans la seconde moitié de la zone à *Globigerinatheka semiinvoluta* et s'achève dans la zone à *Globigerinatheka index*. Son association microfaunistique est composée des espèces *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka tropicalis*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia cunialensis*, *Hantkenina primitiva*, *Hantkenina alabamensis* et *Cribohantkenina inflata*. Les genres *Turborotalia*, *Hantkenina* et *Globigerinatheka* constituent la prédominance de cette période. Cette association caractéristique de l'Eocène supérieur a été décrite dans les nappes prérfaines dans la coupe de Sidi Maâtoug [28]. Les études réalisées par Nocchi *et al.*(1988) [25] en Italie comparées aux récents travaux de Mukhopadhyay (2005), et de Hernitz Kučenjāk *et al.*(2006) [29] , [30] respectivement dans le bassin de Cambay en Inde et en Syrie ont permis d'identifier l'Eocène supérieur seulement sur la base du genres *Turborotalia*. Ainsi, l'association de *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia cunialensis* rencontrée dans ce travail permet de caractériser l'Eocène supérieur.

L'Eocène supérieur est marqué par l'apparition des espèces typiques (lignée des *Turborotalia*) en association les espèces telles que *Globigerinatheka semiinvoluta* et *Hantkenina alabamensis* des eaux froides. Ce phénomène précède l'extinction des espèces épineuses de l'Eocène moyen [31].

5 CONCLUSION

L'analyse de la microfaune dans la coupe de Ben Attya (BAT) montre des associations de foraminifères planctoniques riches et diversifiées, typique du domaine thétysien à l'Eocène. Les espèces des genres *Acarinina* et *Morozovella* dominent à l'Eocène moyen. L'Eocène supérieur est caractérisé par la prédominance des espèces appartenant aux genres *Turborotalia*, *Hantkenina* et *Globigerinatheka*. Les extensions stratigraphiques des espèces index permettent de distinguer cinq biozones pour l'intervalle étudié. Les biozones à *Morozovella lehneri*, à *Orbulinoides beckmanni* et à *Morozovella crassata* appartiennent au Bartonien. Au sein de la biozone à *Globigerinatheka semiinvoluta*, la disparition des genres *Acarinina* et *Morozovella* indique le passage à l'Eocène supérieur. La zone à *Globigerinatheka index* est attribuée à la partie inférieure du Priabonien. La limite entre l'Eocène moyen (Bartonien) et l'Eocène supérieur (Priabonien) est ainsi caractérisée par la disparition quasi-simultanée de plusieurs espèces à morphologies carénées et épineuses. La disparition totale des genres *Acarinina* et *Morozovella* semble ainsi s'effectuer dans un intervalle de temps assez court et témoigne d'importants changements paléoclimatiques et paléo-océanographiques lors du passage de l'Eocène moyen à l'Eocène supérieur.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié du soutien matériel et financier du Laboratoire des Géosciences et Techniques de l'environnement (LGTE) de la Faculté des Sciences de l'Université Chouaïb Doukkali à El Jadida (Maroc). Pour ses travaux d'analyses et de documentation, KLD tient à remercier particulièrement Prof. A. El Achheb (Directeur de LGTE) et Prof. E.M. Ettachfini (Responsable de l'unité Paléontologie et Stratigraphie au sein de LGTE).

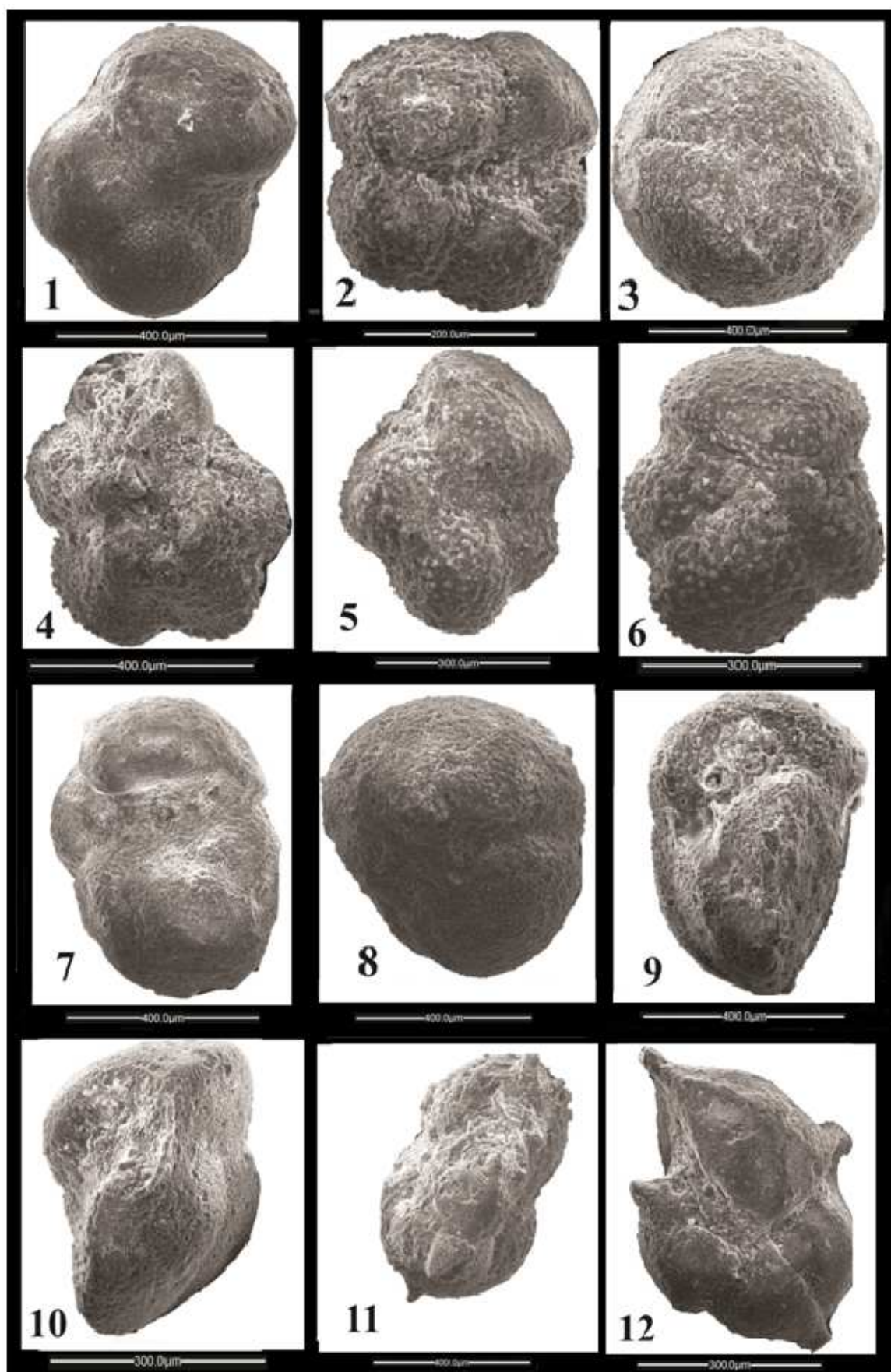
REFERENCES

- [1] **Damien H. (2010):** Changements climatiques globaux et forçage tectonique au Paléogène: Exemples du bassin de Paris et des Pyrénées. *Thèse Doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie (Paris)*, 358p.
- [2] **Toufiq A. (1989):** Etude microbiostratigraphique (Foraminifères planctoniques et Nannofossiles calcaires) de l'Eocène terminal au Miocène inférieur dans les nappes prérfaines (Maroc septentrional). *Thèse de Doctorat de l'Université Paris 6* (inédit.) 220 p., 30 figs., 18 pls.

- [3] **Toufiq A., Feinberg H., (2000):** Planktonic foraminifera at the Paleogene-Neogene transition and the Oligocene-Miocene Boundary in the Ouled Ktir- Section (Western Prerif, Northern Morocco), *Giornale di Geologia, ser. 3e Vol. 62*. pp. 93-102.
- [4] **Zachos, J. C., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups, K., (2001):** Trends, Rhythms, and Aberrations in *Global Climate 65 Ma to Present*. *Science* 292, pp 686-693.
- [5] **Durand Delga M. et Fontboté J. M. (1980):** Le cadre structurale de la Méditerranée occidentale: In: Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys. In :« 26^{ème} Congr. Géol. Fr. », *Mém. B.R.G.M.*, 15, pp. 67-85.
- [6] **Suter G. (1980) :** Carte géologique et structurale de la chaîne rifaine au 1/500.000. *Notes et Mém. serv. géol. Maroc*, Rabat, 245 A.
- [7] **Durand Delga M., Hottinger L., Marçais J. Mattauer M., Milliard Y., et Sutter G., (1960-1962):** Données actuelles sur la structure du Rif. *Mem. Hrs. Serv. Soc. Géol. Fr. (Livre mém. P. Fallot)*, t.1, pp 399-422.
- [8] **Hottinger L. et Suter G. , (1962):** La structure de la zone pré-rifaine au S du Moyen-Ouerha. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 254, Série (1962), pp 140-142.
- [9] **Suter G. et Fiechter G.G (1966) :** Le Rif méridional atlantique (Maroc) : aperçu structural sur la région de Zoumi-Ouezane le pays de Habt (Larache). *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, t. 26, n° 188, pp. 15-20.
- [10] **Leblanc D., (1975-79):** Etude géologique du Rif externe oriental au nord de Taza (Maroc). *Thèse d'Etat*, Univ. Toulouse - *Notes & Mém. Serv. Géol. Maroc*, 281: Pages 1-159
- [11] **Suter G. (1976) :** Carte géologique du Rif-Béni Frassène au 1/500.000. *Notes et Mém. serv. géol. Maroc*, Rabat, N° 283.
- [12] **Guédé K. É., Slimani H., Louwye S., Asebriy L., Toufiq A., Ahmamou M., Hassani E. A., Digbehi Z. B., (2014):** Organic-walled dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous-lower Paleocene succession in the western External Rif, Morocco: New species and new biostratigraphic results. *Geobios, Volume 47*, Issue 5, Pages 291-304.
- [13] **Bolli, H.M. & Saunders, J.B. (1985):** Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera.— In: Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (eds.): *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, Pages 155–262.
- [14] **Toumarkine, M. & Luterbacher, H. (1985):** Paleocene and Eocene planktic foraminifera.— In: Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (eds.): *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, Pages 87–154.
- [15] **Premoli Silva I., Rettori R., Verga D., (2003) :** Practical manual of Paleocene and Eocene planktonic foraminifera. 2^o course: *Paleocene and Eocene*, Dipartimento di Scienze della Terra University of Perugia (Italy), 198 p.
- [16] **Pearson, P.N., Olsson, R.K., Huber, B.T., HemleBen, C. and Berggren, W.A. (2006):** Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera.— *The Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, Special Paper, 41p.
- [17] **Berggren W. A., And. Pearson P. N, (2005):** A revised tropical to subtropical paleogene planktonic Foraminiferal zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 35, no. 4, pp. 279–298.
- [18] **Wade B. S., Pearson P. N., Berggren W. A., Pälike H. (2011):** Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth-Science Reviews*, Volume 104, Issues 1–3, pp. 111-142.
- [19] **Berggren W.A., Kent D.V., Swisher, III, C.C. et Aubry M.P., (1995):** A revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. In: W.A. Berggren, D.V. Kent, M.P. Aubry and J. Hardenbol (Eds), *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. Soc. Sedim. Geol., Spec. Publ.*, 54, pp. 129-212.
- [20] **Feinberg H., (1986) :** Les séries tertiaires des zones externes du Rif (Maroc), Biostratigraphie, paléogéographie et aperçu tectonique. *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc* N° 315, pp. 1–192.
- [21] **Blow, W. H., (1969):** Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy, in Brönnimann, P., and Renz, H. H. (eds.), *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, Geneva 1967: E.J. Brill, Leiden, v. 1, pp.199–422.
- [22] **Boudagher-Fadel M.K.(2012):** The Cenozoic planktonic foraminifera: The Paleogene, In: M.K. BouDagher-Fadel, Editor(s), *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, Elsevier, Volume 22, pp.137-198.
- [23] **Wade B. S., (2004):** Planktonic foraminiferal biostratigraphy and mechanisms in the extinction of Morozovella in the late middle Eocene. *Marine Micropaleontology*, Volume 51, Issues 1–2, April, pp. 23-38
- [24] **Sexton, Ph.F., Wilson, P.A. & Pearson, P.N. (2006):** Palaeoecology of late middle Eocene planktic foraminifera and evolutionary implications: *Marine Micropaleontology*, 60/1–6, pp. 1–15.
- [25] **Nocchi M, Parisi G., Monaco P. , Monechi S., Madile M, (1988):** Eocene and early oligocene micropaleontology and paleoenvironments in SE Umbria, Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Volume 67, Issues 3–4, pp. 181-244
- [26] **Stainforth, R.M., Lamb, J.L., Luterbacher, H., Beard, J.H. & Jeffords, R.M. (1975):** Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 62, 425 p.
- [27] **Premoli Silva, I., Boersma, A., (1988):** Atlantic Eocene planktonic foraminiferal historical biogeography and paleohydrographic indices. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 67, pp. 315– 356.

- [28] **Toufiq A., Feinberg H.,(1987)** : Biostratigraphie de la limite Eocène-Oligocène dans les nappes prérfaines (Maroc Septentrional), *Geologie Méditerranéenne*, Tome XIV N° 1, pp. 53-63
- [29] **Mukhopadhyay S. K. (2005)**: *Turborotalia cerroazulensis* group in the Paleogene sequence of Cambay Basin, India with a note on the evolution of *Turborotalia cunialensis* (**Toumarkine & Bolli**), *Revue de Paléobiologie*, Genève 24 (1), pp. 29-50
- [30] **Hernitz Kučenjaj M., Premec Fuček V., Slavković R. and. Mesić I. A.(2006)**: Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy of the Late Eocene and Oligocene in the Palmyride Area, Syria, *Geologia Croatica* 59/1 pp. 19-39.
- [31] **Keller, G., MacLeod, N., Barrera, E., (1992)**: Eocene – Oligocene faunal turnover in planktic foraminifera, and Antarctic glaciation. In: Prothero, D.R., Berggren, W.A. (Eds.), Eocene– Oligocene Climatic and Biotic Evolution. *Princeton University Press*, New Jersey, pp. 218–244.

ANNEXE: PLANCHE



- Figure 1 : *Turborotalia frontosa* (SUBBOTINA) -BAT18 Eocène moyen
Figure 2 : *Truncorotaloides rohri* (BRÖNNIMANN & BENNUDEZ) -BAT18 Eocène moyen
Figure 3 : *Orbulinoides beckmanni* (SAITO)-BAT16 Eocène moyen
Figure 4 : *Morozovella lehneri* (CUSHMAN & JARVIS) -BAT17 Eocène moyen
Figure 5 : *Acarinina bullbrooki* (BOLLI), BAT15 Eocène moyen
Figure 6 : *Acarinina pseudotopilensis* (BANDY) - BAT15 Eocène moyen
Figure 7 : *Turborotalia pomeroli* (TOUMARKINE & BOLLI), -BAT13 Eocène supérieur
Figure 8 : *Globigerinatheka semiinvoluta* (KEIJZER), BAT9 Eocène supérieur
Figure 9 : *Turborotalia cocoaensis* (CUSHMAN), Eocène supérieur -BAT7
Figure 10 : *Turborotalia cunialensis* (CUSHMAN), -BAT7 Eocène supérieur
Figure 11: *Cribrohantkenina inflata* (HOWE), -BAT7 Eocène supérieur,
Figure 12 : *Hantkenina alabamensis* (CUSHMAN)-BAT7 Eocène supérieur

An Enhanced Tsunami Detection System

Shah Mohazzem Hossain, Shafiul Hasan Rafi, Md. Rokonzaman, and Md. Abdul Wahed

Department of Electrical, Electronic & Communication Engineering (EECE),
Military Institute of Science & Technology (MIST),
Dhaka, Bangladesh

Copyright © 2016 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: Investigation of an optimized model and the behavior of the properties of Tsunami waves and nature of the earthquake based on Accelerometer, float level sensor and Microcontroller is the main objective of the research paper. Models that describe different components of the Tsunami detector are addressed and their implementations into Proteus and PCB are described. Tsunami is hazards that threaten many countries. To protect people from this hazard, a warning system must rapidly and effectively provide critical information to those at risk to motivate them to take appropriate actions to save their lives. The proposed Tsunami detector model has a set of accelerometer, Float level sensor, microcontroller and buzzer which detects the Tsunami waves as well as earthquake. Simulation and practical implementation results show that the controllers can detect earthquake as well as Tsunami waves very precisely under the hazard conditions. The controllers show very good dynamic and transient performances.

KEYWORDS: *Tsunami, seismic energy, accelerometer, prototype, inverter.*

1 INTRODUCTION

Most tsunamis are generated by major earthquakes in the Pacific. Depending upon the location of the earthquake, tsunami waves can strike island coasts within minutes to hours. To protect people from these hazards an effective tsunami early warning system has to introduce. Early detection by the monitoring networks of tsunami warning centers (TWC) will trigger authoritative warnings that must immediately trigger emergency responses by emergency management and first responder agencies. The introduction of software decision support tools that can be used by stakeholder agencies involved in tsunami early warning. The training seminars will discuss PTWC and the country's tsunami warning and emergency response standard operating procedures and highlight considerations in effectively mitigating against tsunamis [1].

2 NATURE OF EARTH QUAKE & TSUNAMI

The main parts of the gearless WECS are the wind-turbine, the permanent magnet synchronous generator, the back to back converters with their control, and the pitch controller. A 3 MW direct drive wind turbine unit is considered for this analysis.

2.1 SEISMIC WAVE NATURE/ SEISMOLOGY

Seismic waves are the waves of energy caused by the sudden breaking of rock within the earth or an explosion. They are the energy that travels through the earth and is recorded on seismographs

There are several different kinds of seismic waves, and they all move in different ways. The two main types of waves are body waves and surface waves. Body waves can travel through the earth's inner layers, but surface waves can only move along the surface of the planet like ripples on water. Earthquakes radiate seismic energy as both body and surface waves [2].

2.2 GENERATION MECHANISMS OF TSUNAMI

The principal generation mechanism or cause of a tsunami is the displacement of a substantial volume of water or perturbation of the sea. This displacement of water is usually attributed to earthquakes, landslides, volcanic eruptions and glacier calving or more rarely by meteorites and nuclear tests. The waves formed in this way are then sustained by gravity. Tides do not play any part in the generation of tsunamis [2].

2.3 SEISMICITY

Tsunami can be generated when the sea floor abruptly deforms and vertically displaces the overlying water. Tectonic earthquakes are a particular kind of earthquake that are associated with the Earth's crustal deformation; when these earthquakes occur beneath the sea, the water above the deformed area is displaced from its equilibrium position. More specifically, a tsunami can be generated when thrust faults associated with convergent or destructive plate boundaries move abruptly, resulting in water displacement, owing to the vertical component of movement involved. Movement on normal faults will also cause displacement of the seabed, but the size of the largest of such events is normally too small to give rise to a significant tsunami [3].

Tsunamis have a small amplitude (wave height) offshore, and a very long wavelength (often hundreds of kilometres long, whereas normal ocean waves have a wavelength of only 30 or 40 meters), [4] which is why they generally pass unnoticed at sea, forming only a slight swell usually about 300 millimetres (12 inch) above the normal sea surface. In fig 1 to 4 they grow in height when they reach shallower water, in a wave shoaling process described below. A tsunami can occur in any tidal state and even at low tide can still inundate coastal areas.

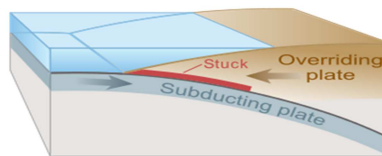


Fig. 1. Drawing of tectonic plate boundary before earthquake

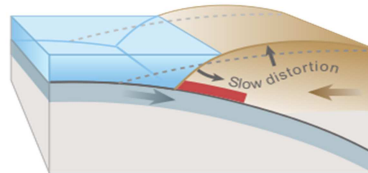


Fig. 2. Overriding plate bulges under strain, causing tectonic uplift

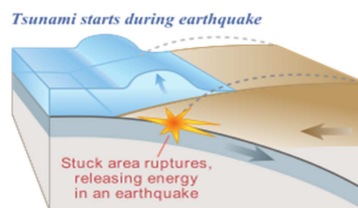


Fig. 3. Plate slips, causing subsidence and releasing energy into water

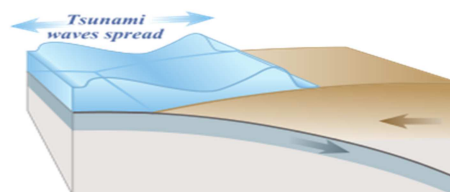


Fig. 4. The energy released produces tsunami waves

3 TSUNAMI WARNING AND PREDICTION

A tsunami cannot be precisely predicted, even if the magnitude and location of an earthquake is known. Geologists, oceanographers, and seismologists analyse each earthquake and based on many factors may or may not issue a tsunami warning. However, there are some warning signs of an impending tsunami, and automated systems can provide warnings immediately after an earthquake in time to save lives. One of the most successful systems uses bottom pressure sensors, attached to buoys, which constantly monitor the pressure of the overlying water column. Regions with a high tsunami risk typically use tsunami warning systems to warn the population before the wave reaches land [5].



Fig. 5. Tsunami warning sign

4 THREE AXIS ACCELEROMETER

Three axis digital accelerometer MMA7361LC is a low power, low profile capacitive micro machined accelerometer featuring signal conditioning, a 1-pole low pass filter, temperature compensation, self-test, 0g-Detect which detects linear free fall, and g-Select which allows for the selection between two sensitivities. Zero-g offset and sensitivity are factory set and require no external devices. The MMA7361LC includes a Sleep Mode that makes it ideal for handheld battery powered electronic [6].

The Free scale accelerometer is a surface-micro machined integrated-circuit accelerometer. The device consists of a surface micro machined capacitive sensing cell (g-cell) and a signal conditioning ASIC contained in a single package. The sensing element is sealed hermetically at the wafer level using a bulk micro machined cap wafer. The g-cell is a mechanical structure formed from semiconductor materials (polysilicon) using semiconductor processes (masking and etching). It can be modeled as a set of beams attached to a movable central mass that move between fixed beams. The movable beams can be deflected from their rest position by subjecting the system to acceleration. As the beams attached to the central mass move, the distance from them to the fixed beams on one side will increase by the same amount that the distance to the fixed beams on the other side decreases. The change in distance is a measure of acceleration. The g-cell beams form two back-to-back capacitors. As the center beam moves with acceleration, the distance between the beams changes and each capacitor's value will change,

$$C = A\epsilon/D \quad (\text{equation 4.1})$$

Where A is the area of the beam, ϵ is the dielectric constant, and D is the distance between the beams. The ASIC uses switched capacitor techniques to measure the g-cell capacitors and extract the acceleration data from the difference between the two capacitors. The ASIC also signal conditions and filters (switched capacitor) the signal, providing a high level output voltage that is radiometric and proportional to acceleration [7].

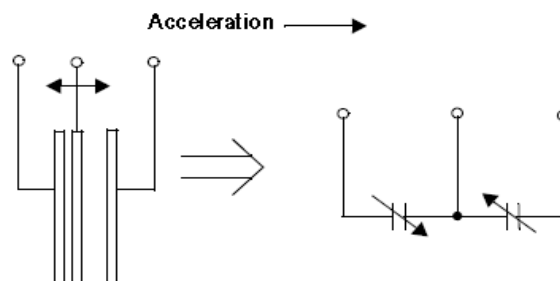


Fig. 6. Control structure for generator side frequency converter

5 EARTHQUAKE DETECTION PROCESS

A water level sensor and an accelerometer MMA7361LC is connected with PIC16F876A. Microcontroller also connected with a buzzer. PIC16F876A interfaces with 16*2 LCD display in fig. 7 [8]. When a seismic shake occurs then the accelerometer senses the vibration. Vibration causes the change of g of accelerometer. The sensitivity of the accelerometer is 800 mV/g in 1.5g g-range setting. In this project setup g-range is selected in 1.5g.

The change of g provides a voltage change in microcontroller. The microcontroller is selected in Timer0 and Timer1. When the change of voltage occurs in microcontroller, it is transmitted to LCD display for providing visualization facility. Again when water reaches to a float level of water level sensor buzzer comes out to perform and LCD show the result as float detect through the microcontroller. If water level reaches high and touch the point tsunami alert of the sensor then buzzer gets alarm notification through microcontroller and also LCD shows the result as Tsunami Alert.

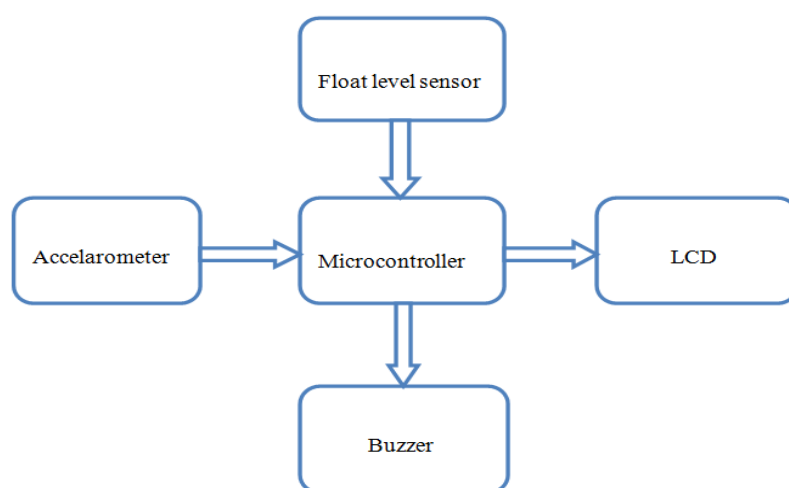


Fig. 7. Block Diagram of Earthquake Detection Process

6 PROTOTYPE OF TSUNAMI DETECTOR

This thesis works mainly based on the detection process of accelerometer MMA7361LC and water level sensor which is connected with PIC16F876A. PIC16F876A interfaces with 16*2 LCD display for showing the generated signal. Fig. 8 shows the circuit arrangement of the water level sensor. This circuit contains two parts, one is low level sensing and another is high level sensing. There operational amplifier is used to sense the water level of flood causes by Tsunami.

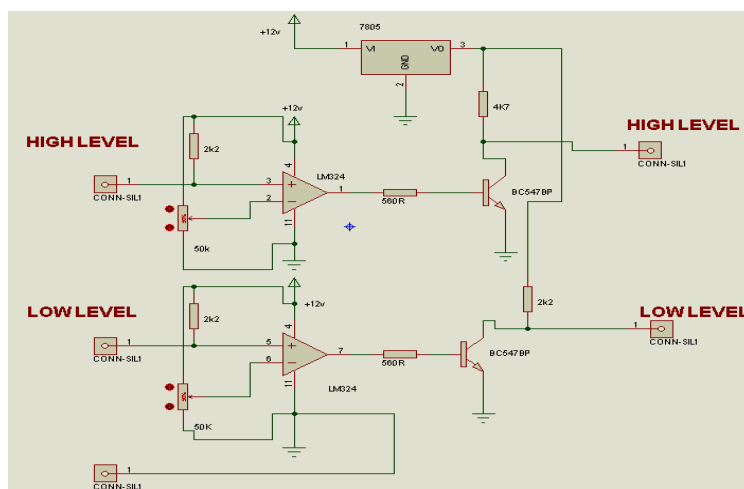


Fig. 8. Water Level Sensor Diagram

In Fig. 9 different parts of the Tsunami detector has been shown. There two sensor parts is shown to detect earthquake and tsunami. A microcontroller used for logical performance, LCD used to visualize the information; a real time clock is used to provide time information. The circuit is drawn by Proteus.

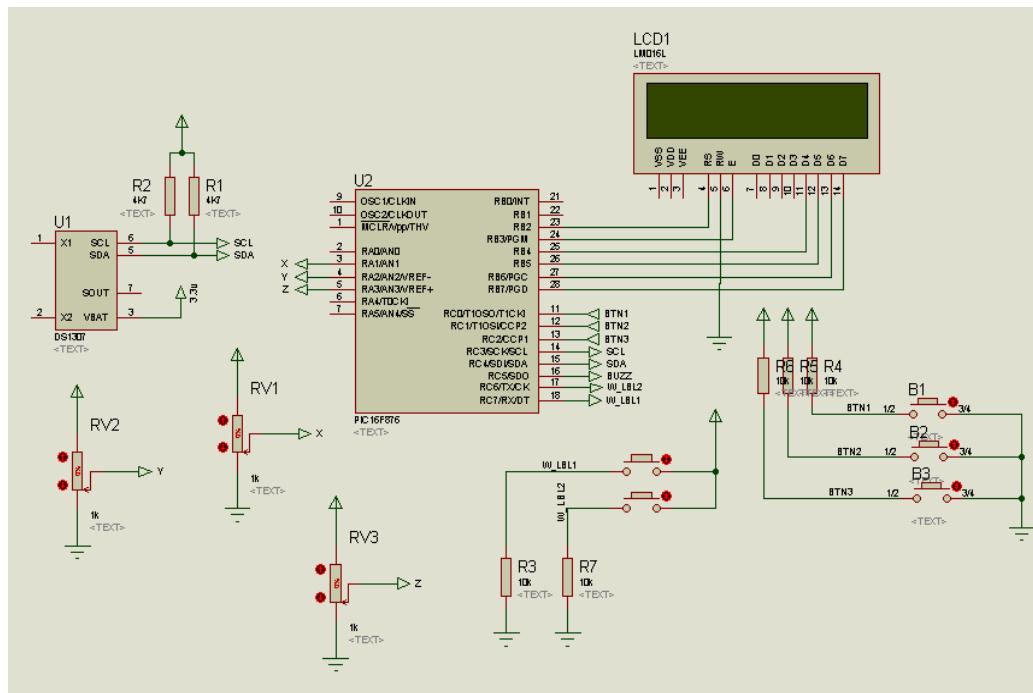


Fig. 9. Schematic Circuit Diagram of Tsunami Detector

A voltage regulator is used to convert the voltage from an upper level to a lower level. A switching regulator converts the dc input voltage to a switched voltage applied to a power MOSFET or BJT switch. The voltage regulator generates a fixed output voltage of a preset magnitude that remains constant regardless of changes to its input voltage or load conditions. The device accelerometer used to detect seismic motion. When GS pin connected with ground it can detect seismic motion up to 1.5 g. The sensitivity of the accelerometer is 800 mV/g in 1.5g g-range setting. Accelerometer gives signal of vibration as voltage to a microcontroller. A water level sensor is used to detect tsunami. It gives two alarm notifications, one in low level and another in high level of flood. Here used an operational amplifier LM324 for sensing the water level. The microcontroller interfaces with a LCD by 4bit mode. The LCD shows the information of vibration as magnitude, date, month and year and the information flood as Float detect for low level alarm and as Tsunami Alert for high level of water. An internal EEPROM of micron roller used to record previous data. Also a real time clock are used to run the clock .When a seismic motion occurs above predetermined threshold value or flood cross its predetermined level, the buzzer comes to performance. It started to ring for awakening people.

7 RESULT AND DISCUSSION

The project has been implemented at our laboratory. The output of the project was run according to the prescribed condition. Here two points have been considered to discuss.

POINT 1: PRACTICAL IMPLEMENTATION

Control means ability to turn on, turn off a machine whenever we want to and in this project it is done. Fig. 10 shows the whole arrangement of the project. In this project 12V power supply, wiring cables, voltage regulators, Buzzer Alarm, operational amplifier and microcontroller IC are used. Connecting all the components according to the circuit diagram desired output is achieved clearly.

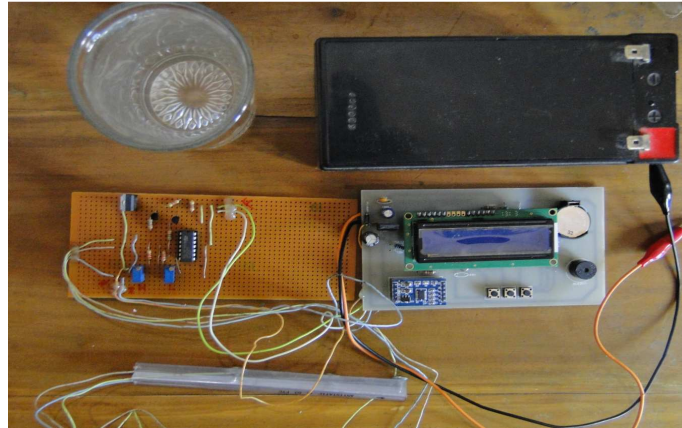


Fig. 10. Whole Arrangement of the Project

POINT 2: OUTPUT OF THE PROJECT

Microcontroller is the heart of this system, which controls the overall operation of the system & always alert for receiving data & that data can be displayed on the LCD (Liquid Crystal Display) through the LCD driver as output in fig. 11 and 12 and 13. When an earthquake occurs accelerometer senses it by the g-cell in capacitive form & convert this signal to voltage by the capacitive-voltage converter and send this signal to buzzer & LCD for alarm notification through microcontroller.



Fig. 11. Earthquake Detected by the Accelerometer

When water level of sea rises water level sensor will sink by the water, after reaching water to the second level of sensor buzzer do alarm & LCD shows float detected shown in fig. 12. This alarm counted as primary warning.

If gradually water level of sea rises high to high the 3rd level of sensor will flood, buzzer will get voltage signal through microcontroller & will continuously ringing. This will detect as final warning of tsunami & LCD will show tsunami alert show in fig. 12.

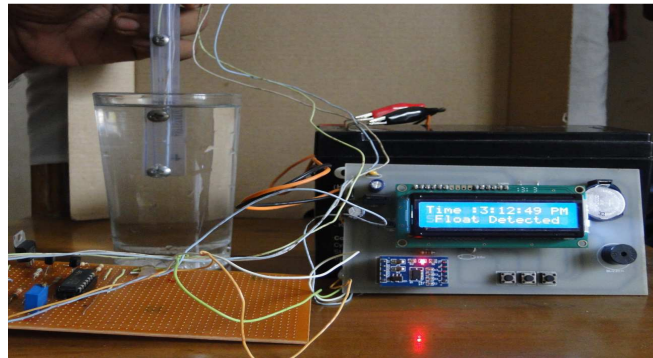


Fig. 12. Float Detected By The Water Level Sensor

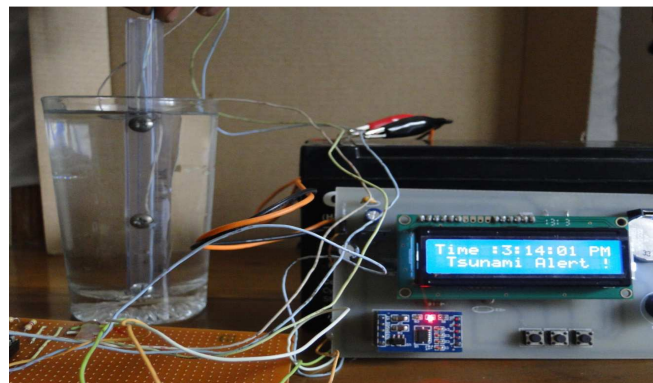


Fig. 13. Detect Tsunami Alarm by the Water level Sensor

8 CONCLUSION

Now-a-days many researches are going on to invent a device which may forecast tsunami. Our project aids a small step over it. Our set up cannot predict tsunami but it can detect it faster than previous set ups. In this project LCD shows the time, date & magnitude of earthquake detection and Tsunami alarm notification as well as show the last recorded data. Further research over this project may attribute a huge improvement of existing facility. The success of this project will save many human lives by awaking them in time of earthquake and tsunami before it hits tremendously.

REFERENCES

- [1] Hydraulic Structures, Equipment and Water Data Acquisition Systems – Tsunamis and Tsunami.
- [2] Bolt, Bruce (W. H. Freeman and Company), "Earthquakes: 2006 Centennial Update — The 1906 Big One (Fifth ed.)", August 2005.
- [3] Warning Systems - William Mansfield Adams, Sr. , Jan Malan Jordaan, Jr.
- [4] Tsunami wave seismicity, 2012 (Online), Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tsunami>
- [5] University of Washington, Dept. of Earth Sciences and Space Sciences. "Tsunami!" last update: March 29, 2005.
- [6] Adam Pascale, "Using Micro-Electro Mechanical Systems (MEMS) accelerometers for earthquake monitoring", *Environmental systems and services (ES&S)*, June 2009.
- [7] Baron J. Richardson, "Measuring Acceleration Caused by Seismic Shaking using a High-Speed Camera", *NSF*.
- [8] Japan Meteorological Agency, "What is an Earthquake Early Warning?", Retrieved on 2008-06-29.

Elastofibroma dorsi: About six cases

J. Ben Hassouna, H. Bouaziz, M. Slimane, S. Guedria, H. Bouzaïene, R. Chargui, M. Hechiche, T. Ben Dhiab, and K. Rahal

Oncologic Surgery Department, Salah Azaïz Institute, boulevard 9-Avril, 1006 Tunis, Tunisia

Copyright © 2016 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: Elastofibroma dorsi (ED) is a rare, benign soft tissue tumor arising from connective tissue and usually found in the subscapular region. We conducted this retrospective study to contribute to a better understanding of this tumor, the pathogenesis of which is still unclear.

Methods: We reviewed the medical records of six patients (4women, 2men) treated for ED at our institution.

Results: The mean age was 48 (range, 33-63). The tumor was located on the right in one patient, on the left in three. One patient had a bilateral localization. One patient had three localizations. Two patients presented with symptoms of pain and clunking of the scapula on shoulder abduction. All patients underwent complete marginal resections. The resected tumors ranged in size from 47 mm to 85mm. two recurrence has been observed in follow-up of four months and six months in the same patient.

Conclusions: Elastofibroma dorsi should be considered in differential diagnosis of soft tissue tumors due to their specific location. As it exhibits benign behavior, it should be surgically removed only in symptomatic patients.

KEYWORDS: Elastofibroma ; soft tissue tumors ; scapula ; ct-scan ; surgery.

1 INTRODUCTION

Elastofibroma dorsi (ED) is a benign, slow-growing fibroelastic tumor that was first described by Jarvi and Saxen in 1961. In 99% of cases, EDs are localized to the infrascapular region between the thoracic wall, serratus anterior, latissimus dorsi muscle, and are often attached to the periosteum of the thoracic wall. Elastofibroma has been occasionally reported in other locations. It is bilateral in 10% of cases. The typical presentation of ED involves a subscapular mass associated with a long history of swelling, discomfort, snapping of the scapula and, in some cases, pain. Ultrasonography (US), computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) can all be used for its radiologic diagnosis. However, in the symptomatic forms, or when there is doubt as to whether the tumor is benign, a biopsy or resection should be discussed.

We present 6 cases with elastofibroma dorsi and discuss the clinical presentation, diagnosis, and treatment options.

2 PATIENTS AND METHODS

The study included six patients, 4 females and 2 males, aged 33 to 63 years, who were diagnosed as presenting an elastofibroma dorsi. The mean follow-up period was 5 years. Four patients were initially presented at other clinics and were referred to our hospital with a large, unknown tumor of the back. On physical examination, a non-tender, firm mass was palpated in the dorsal region with functional disturbance. Radiographs were performed in all patients. Five patients were explored with computed tomography (CT), three of them with sonography and one with Magnetic Resonance Imaging (MRI).The MRI was indicated to control recurrence.

All patients were operated. We conducted an oblique approach on the inferior edge of the scapula under general anaesthesia and carried out complete macroscopic resection, adding a small muscle margin in cases of peripheral adhesion. All samples were sent to the anatomical pathology department for histological analysis. Postoperative immobilisation with a sling was maintained for 2 weeks. After this period, patients started assisted and passive exercises of the shoulder and

scapula, which then became active movements according to tolerance. The relevant follow up was performed by clinical, ultrasound tests and MRI for patient who presented recurrence.

3 RESULTS

The study included 6 patients (4 women, 2 men) with a mean age 48 (range, 33-63). No patients had a family history of elastofibroma. One patient was manualworker (tab.1). Clinical examination showed a firm, deep, swelling mostly in the infrascapular region (Fig. 1), which was fixed to the rib cage. The swelling was not tender on palpation. The swelling was more prominent on forward flexion of the shoulder due to the inferior angle of the scapula moving forward. Examination of surrounding lymph nodes was normal.

The main symptom was pain. Two patients presented with clunking of the scapula upon shoulder abduction. All patients were aware of a round mass at the inferior pole of the scapula that had been present for a mean 4 months (range, 1-12 months). The tumor was located on the right in one patient (Fig. 2), on the left in three. One patient had a bilateral localization.

One patient had three localizations (left subscapular, left apex of the chest, right infrascapular). This patient was operated 4 months ago, for a left subscapular chest wall tumor with free surgical margins. Histopathology study confirmed the diagnosis of elastofibroma tumor. She presented to the surgical department with a bilateral hard mass located in the left suprascapular and right infrascapular regions. In our patients, the sizes of the tumors were 47 mm to 85mm.

All patients underwent imaging of the tumor by computed tomography (CT) scanning. One patient was explored with Magnetic Resonance Imaging (MRI) (fig. 3). Ultrasound was performed in two patients. Ultrasound of the soft tissues showed hypoechogenic oval lesions with ill-defined margins on both the superficial and deep planes. Color-Doppler not revealed intralesional vascularization and transducer compression did not detect any morphologic variation whereas the lesions were always fixed to the deep costal plane and mobile to the superficial soft tissue. Thoracic CT-scan showed masses that were slightly heterogeneous with a well-circumscribed fatty component suggesting a connective tissue tumour with no parietal invasion or costal lysis. In the woman who presented with recurrence after 4 months, Ultrasonography showed the same features for both tumors which were oval (fig. 4), with ill-defined margins and inhomogeneous consisting in an alternation of hyper and hypo- echogenic bands. Doppler not revealed an intrinsic vascularization (fig. 5). Thoracic and abdominal computed tomography demonstrated 2 solid masses, with ill-defined margins, muscular-like density and heterogeneous aspect. The first mass measured 47X22mm (fig. 6) and was located profoundly within the left trapezius and levator scapulae muscles in contact with left supraspinous fossa, the first three ribs and clavicle. The second tumor measured 70X25mm and located between the subscapular muscle and right rib cage (5-8th ribs) deep to serratus anterior muscle (fig. 7-8). After use of contrast agent, enhancement was low and heterogeneous. There was neither endothoracic extension, nor regional lymphadenopathy or metastatic localizations.

One patient had a trucut biopsy. All patients were operated. Surgical exploration confirmed radiological features tumors were indistinct to bone structures and the resection razes ribs and scapula. It was a well-circumscribed tumor, firm oval shaped unencapsulated, surrounded by subscapular, latissimus dorsi, and serratus anterior muscles, and in contact with the rib cage. Marginal resection of the tumour was performed into healthy tissue. A suction drains was kept inside surgical sites for 48 hours. The postoperative course was uneventful.

The histopathological study of the surgical tumour sample showed degenerative elastic, highly eosinophilic fibers, fragmented into a series of successive globules or scattered irregularly. These elastic fibers were held together by a fibromyxoid network, associated with entrapped areas of mature adipose tissue, suggesting an elastofibroma. There were no malignancy features. One patient had a second recurrence 6 months after complete resection of bilateral localization. The tumor of 5 x 3 cm had the same scannographic features previously described. On MRI, tumor was ill-defined with inhomogeneous muscular-like signal intensity both on T1 and T2-weighted sequences and separated from surrounding tissue by a fat layer. After gadolinium injection, tumor displayed enhancement. Despite this radiologically documented recurrence, Surgery was deferred. First clinic and MRI control was realized at 6 months then the patient was monitored clinically every 6 months. After 24-month of periodic assessment, the patient is still asymptomatic with stable tumor size.



Fig. 1. The swelling was more prominent on forward flexion of the shoulder

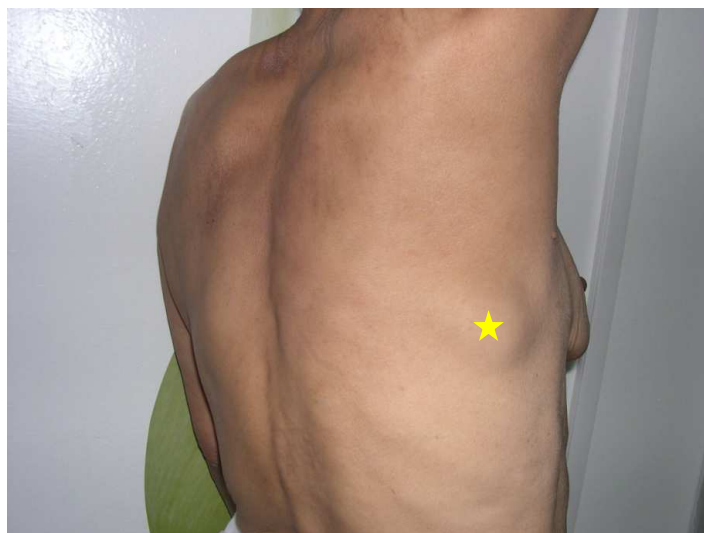


Fig. 2. Right infrascapular tumor

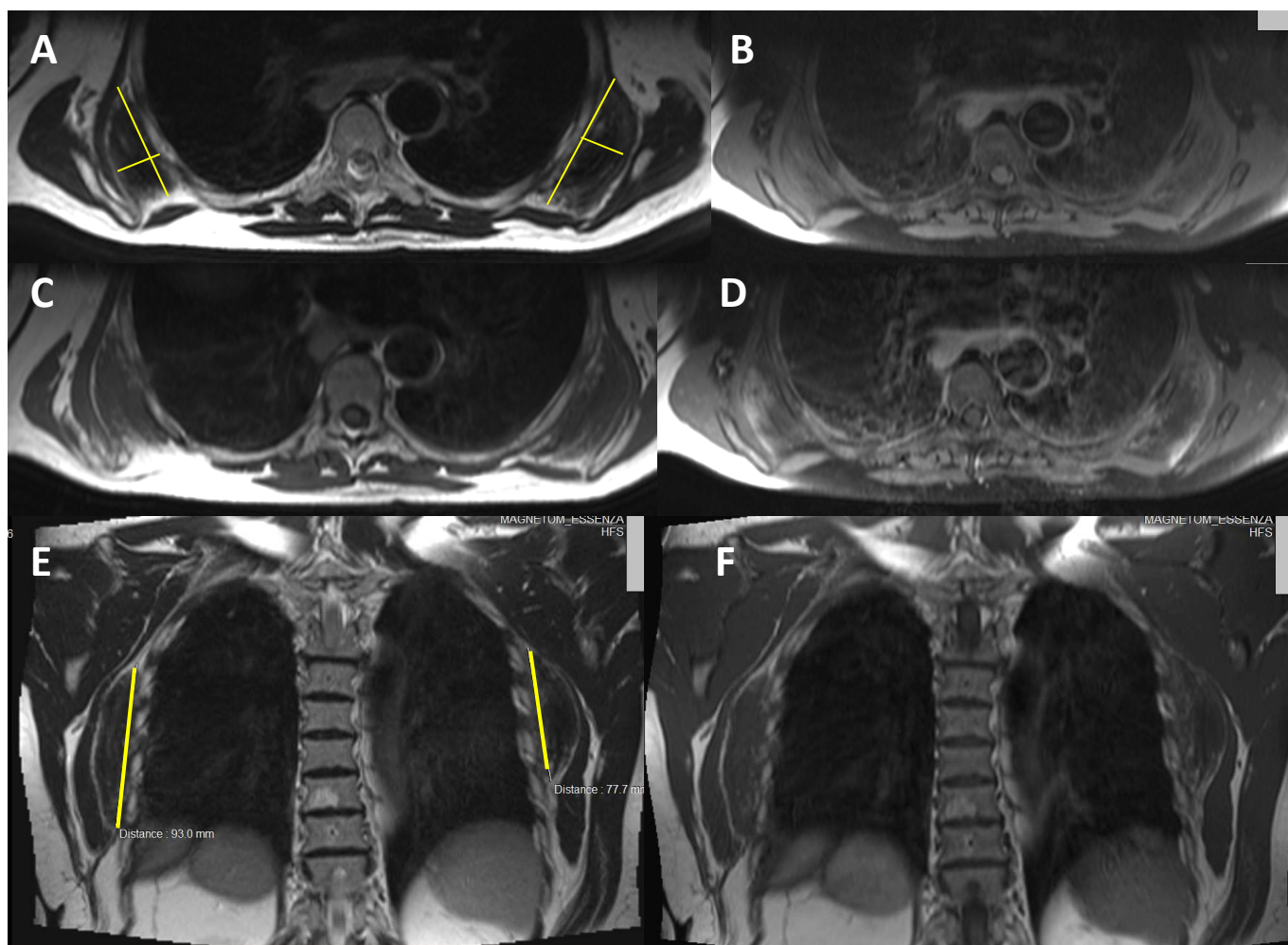


Fig. 3. MRI showing bilateral infra scapular masses having a comparable signal with the muscle (A: T2 ; B: T1 FS; C: T1 ; D: T1 FS Gado ; E : T2 ; F : T1)

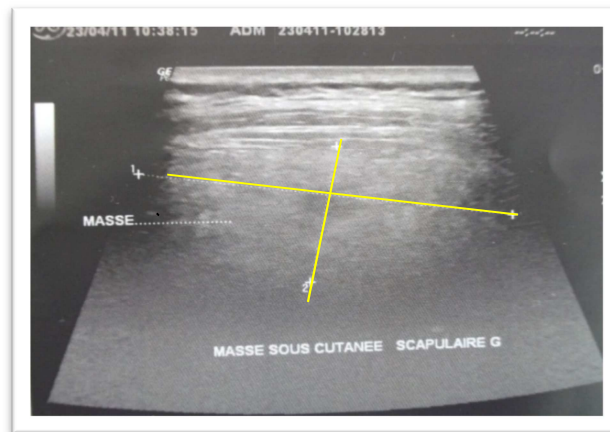


Fig. 4. Ultrasonography showed oval tumor

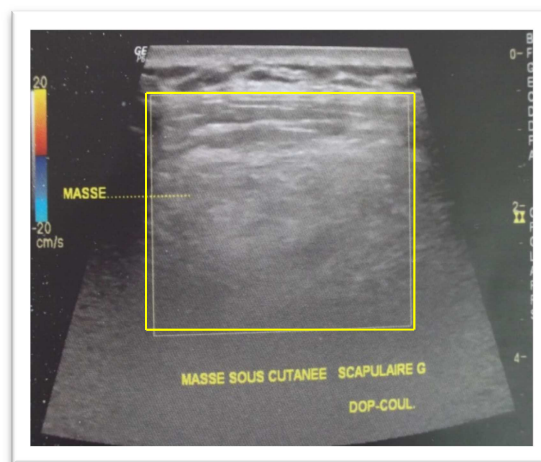


Fig. 5. Doppler not revealed an intrinsic vascularization

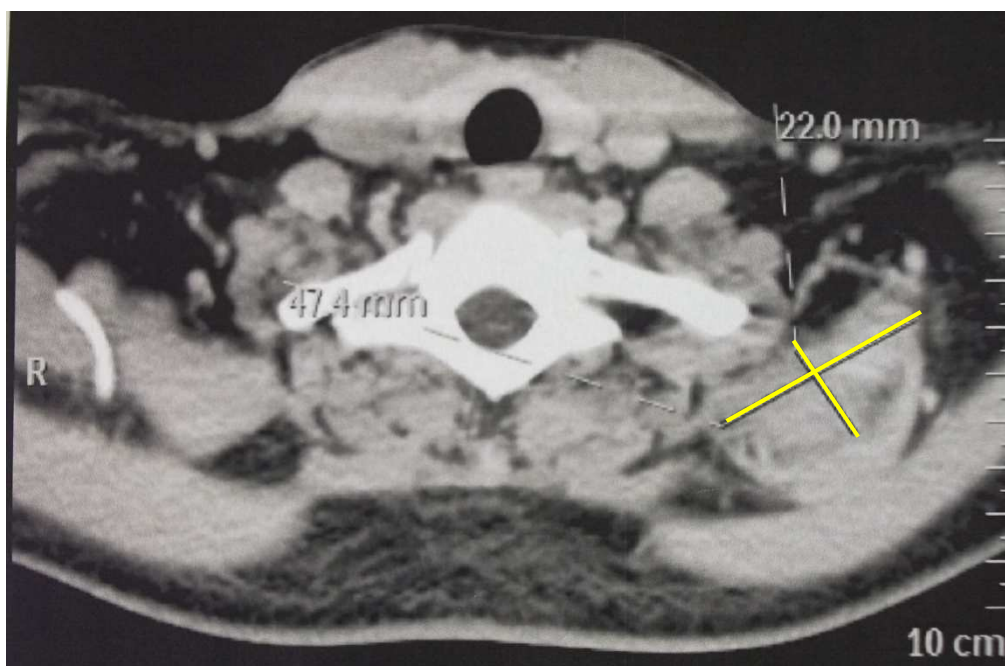


Fig. 6. Thoracic CT-scan showed heterogeneous tissular tumor

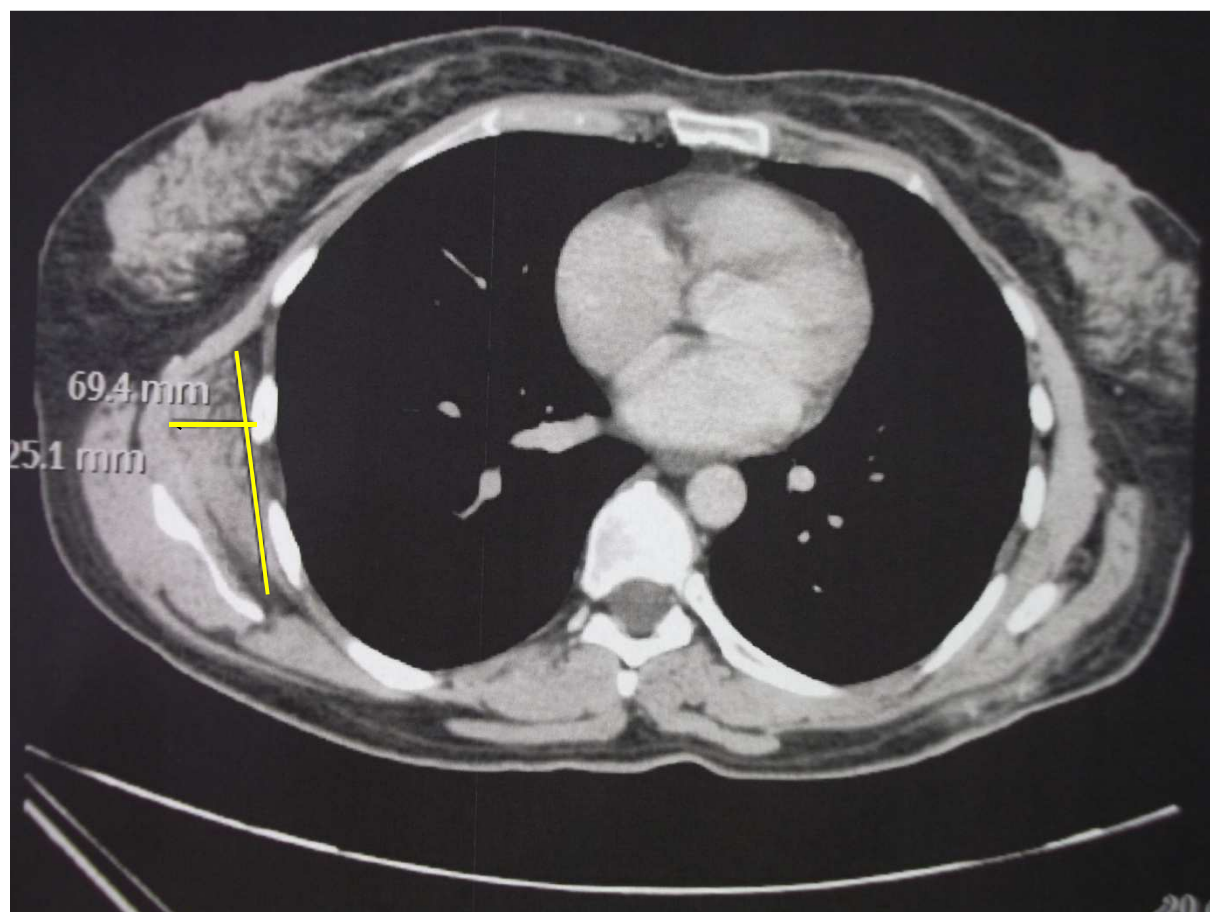


Fig. 7. Thoracic CT-scan showed the right localization



Fig. 8. Thoracic CT-scan showed infra scapular tumor

Table 1. Detailed summary of patient data

Patients	Gender	Age	Profession	Tumor extension in cm	Location	Symptom	Comorbidity	Duration of onset (months)	Basis of diagnosis	Treatment	Recurrence
1	M	48	farm worker	70mm	1-left subscapular tumor	pain and clunking of the scapula	No	1 month	CT scan	complete marginal resection	no
2	F	33	housewife	85mm	1-left subscapular tumor	pain+swelling	no	4 months	Ultrasound +CT scan	complete marginal resection	no
3	M	42		70X20mm	1-left subscapular tumor	pain+swelling	No	12months	CT scan	complete marginal resection	no
4	F	44	housewife	50mm 47X22mm 70X25mm	1-left subscapular, 2-left apex of the chest, 3-right infrascapular	pain and clunking of the scapula	diabetes	1month	Ultrasound+ CT scan+ trucut biopsy	complete marginal resection	yes
5	F	63	housewife	60mm	right infrascapular	pain+swelling	left breast carcinoma	4 months	CT scan	complete marginal resection	no
6	F	60	housewife	64x23mm 70x30mm	1- right infrascapular 2-left infrascapular	pain+swelling	hypertension	6 months	Ultrasound+MRI	complete marginal resection	no

4 DISCUSSION

Elastofibroma dorsi is an uncommon soft tissue tumor that was first described by Jarvi and Saxen [1] in 1961. It is a benign hyperplastic soft-tissue pseudotumor consisting of fibroelastic tissue and fat. The site is characteristic and is most commonly (93%) the deep dorsal region between the thoracic wall and the lower third of the scapula beneath the serratus anterior and the latissimus dorsi muscles. Other locations are much rarer (the hand, the foot, greater trochanter, the deltoid muscle, the ischiatic tuberosity, the cervical region, the stomach, the omentum and the rectum [2]). It may be bilateral in 10–66% of cases, such as our patient. Its onset occurs at an average age of 60 years (range 41–80 years) [3]. The mean age in our series was 48 (range, 33–63). Less than 330 cases were reported in the literature before 2005. In the autopsy series of Giebel and colleagues [4], elastofibroma was encountered in 13% of patients, whereas preelastofibroma-like changes were observed in 81% of autopsies.

The ED is more likely to be found on the same side as the dominant arm, although we have not encountered any publication supporting this view. On the contrary, Daigeler et al. reported in their seven-case series that there was no correlation between the dominant hand and the side of the ED [5, 6]. When etiopathogenesis is linked to the use of arms only, it would be expected that the ED incidence might be higher in men, who often carry out more manual jobs than women.

Elastofibroma dorsi generally manifests as a circular oval, poorly demarcated, and slow-growing soft tissue mass in the subscapular area of the chest wall. Although it is frequently seen as an insensitive, asymptomatic swelling. The swelling may be accompanied by pain, discomfort, or tension induced by shoulder movement in the periscapular area, limited shoulder mobility, and a snapping scapula [7]. Mortman et al. reported in their six-case series that four cases were asymptomatic with ED diagnosed after thoracotomy for some other reason [8]. In our series, the primary complaints were swelling and pain while lying on the back. Two patients presented with symptoms of pain and clunking of the scapula on shoulder abduction and limited mobility when using the arms.

Radiologic examination is essential in the evaluation of ED. Ultrasound is the initial examination of choice. Solivetti et al have recommended the use of ultrasound imaging for conclusive diagnosis of elastofibroma. Ultrasound imaging allows a reduction in the costs of pathology and avoids unnecessary investigation [9, 10]. It often shows the fibrous, fasciculated appearance of the tumour with hyperechogenic strands parallel to its main axis [2]. The CT appearance of ED is a poorly defined soft tissue mass, which is isodense in relation to the adjacent muscle, with scattered areas of fat attenuation and internal striations. Fat attenuation is a finding that correlates with the histopathologic finding of plentiful mature adipocytes scattered throughout the ED [11].

On MRI, ED is seen as patterns of alternating fibrous and fatty tissue. The fibrous tissue is isointense relative to skeletal muscle in both T1- and T2-weighted images, whereas the fatty tissue is hyperintense in T1-weighted sequences. Contrast-enhanced images reveal areas with, and areas without enhancement [12, 13]. On PET scan, elastofibroma dorsi results in low grade diffuse F-18 FDG uptake, suggesting a benign entity with a low level of metabolic activity [2].

The differential diagnosis list for ED is limited, but it includes lesions similar in CT and MRI appearance to skeletal muscle, with decreased cellularity and abundant collagen, such as extra-abdominal desmoid, neurofibroma, cicatricial fibroma, and malignant fibrous histiocytoma. Atypical imaging features, including adjacent bone destruction or intense contrast enhancement, should raise suspicion of different tumors, such as liposarcoma or metastatic disease. In patients with no symptoms, simple excision of the tumor is recommended only if the maximum diameter exceeds 5 cm. Simple observation of lesions larger than 5 cm in patients with no symptoms is warranted if the histologic diagnosis from the biopsy specimen shows a benign character [2, 10, 14, 15].

Marginal total resection is the best treatment for symptomatic ED. Therapy seems to vary depending on whether or not there are symptoms. If the lesion is asymptomatic, simple observation suffices. If the symptoms are severe enough, marginal resection is sufficient [2, 15]. As for the necessity of biopsy, opinions vary widely. The authors of the oldest articles systematically recommend biopsy to establish the differential diagnosis with a sarcomatous lesion [16]. On the other hand, the authors of the most recent articles most often consider that imaging studies, particularly MRI, suffice if the lesion is typical [17]. As malignant transformation has never been reported [15]. Kransdorf reported a recurrence rate of 7% which was attributed to incomplete tumour resection [2]. We have found recurrence in one patient, 4 months after first resection and appearance of a second recurrence, with different localisation, 6 months after second surgery. In this case Surgery was deferred.

5 CONCLUSION

Elastofibroma dorsi, although rare, must be recognized to avoid diagnostic–therapeutic errors. The finding of a solid, slow-growing lesion, firmly adherent to the deep subscapular region in a patient between the 5th and 6th decade of life, with a typical fasciculated pattern is pathognomonic of elastofibroma dorsi, its bilateral location or its homolateral bifocality convalidate diagnosis. Ultrasound is the first examination and is sufficient to orientate diagnosis. CT and/or MR are reserved only in case of non-fasciculated ultrasound patterns, when the lesion has an atypical isolated site or to stage the precise location in candidates for surgery. Biopsy is reserved only in cases where integrated imaging is aspecific and unable to differentiate the disease from other malignant lesions. Unnecessary wide and radical resections in the symptomatic patient can be avoided because marginal resection has proven to be sufficient. We recommend postoperative wound drainage and compression garment, as well as shoulder immobilization for one week to reduce postoperative seroma.

REFERENCES

- [1] Jarvi OH, Saxen AE. Elastofibroma dorsi. *Acta Pathol Microbiol Scand* 1961; 51(Suppl 144):83– 4.
- [2] J. Ben Hassouna, et al. Elastofibroma dorsi. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* (2010) 96, 717–720
- [3] Yumiko O, Kazuhiro K. FDG-PET/CT imaging of elastofibroma dorsi. *Skeletal Radiol* 2011; 40:849–853.
- [4] Giebel GD, Bierhoff E, Vogel J. Elastofibroma and preelastofibroma- a biopsy end autopsy study. *Eur J Surg Oncol* 1996; 22:93–6.
- [5] Daigeler A, Vogt PM, Busch K, Pennekamp W, Weyhe D, Lehnhardt M, et al. Elastofibroma dorsi — differential diagnosis in chest wall tumors. *World J Surg Oncol* 2007; 5:5–15.
- [6] Oguz koksel, F. Demir apaydin. Elastofibroma Dorsi: Review of Eight Cases. *Surg Today* (2010) 40: 423–427.
- [7] Chang CC, Wu MM, Chao C, Lin SS, Liu JT, Lee KJ, et al. relevance study of elastofibroma dorsi with retrospective evaluation of computed tomography. *Chin J Radiol* 2003; 28:367–71.
- [8] Mortman KD, Hochheiser GM, Giblin EM, Manon-Matos Y, Frankel KM. Elastofibroma dorsi: clinicopathologic review of 6 cases. *Ann Thorac Surg* 2007; 83(5):1894–
- [9] Solivetti FM, Bacaro D, Di Luca Sidozzi A, Cecconi P. Elastofibroma dorsi: ultrasound pattern in three patients. *J Exp Clin Cancer Res* 2003;22:565-9.
- [10] Keiichi Muramatsu, MD, et al. Elastofibroma dorsi: Diagnosis and treatment. *J Shoulder Elbow Surg* September/October 2007.
- [11] M. Battaglia, D. Vanel. Imaging patterns in elastofibroma dorsi. *European Journal of Radiology* 72 (2009) 16–21.
- [12] Tokat et al. ELASTOFIBROMA DORSI AFTER PHYSICAL THERAPY. *Ann Thorac Surg* 2011;91:1622–4.
- [13] Faccioli. N, Foti. G. MR imaging findings of elastofibroma dorsi in correlation with pathological features: our experience. *Radiol med* 2009; 114:1283– 1291.
- [14] Muramatsu K, Ihara K, Hashimoto T, Seto S, Taguchi T. Elastofibroma dorsi: diagnosis and treatment. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16:591-5.
- [15] J. Kourda, A. Ayadi-Kaddour. Bilateral elastofibroma dorsi. A case report and review of the literature. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* (2009) 95, 383–387.
- [16] Kara M, Dikmen E, Kara SA, et al. Bilateral elastofibroma dorsi: Proper positioning for an accurate diagnosis. *Eur J Cardiothoracic Surg* 2002;22:839e41.
- [17] Y. Ismail. Elastofibroma dorsi: The need to operate. *Journal of Plastic Reconstructive & Aesthetic Surgery* (2010) 63, e763.

Female Labor force participation and Sectoral Choices for females in Cameroonian Labor Market

Ernest Ngeh Tingum

Research Fellow,
School of Public Policy (SPP),
Central European University (CEU),
Budapest, Hungary

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study uses two models to analyze the determinants of female labor force participation (FLFP) and sectoral choices females in the Cameroon labor market. Data used in this study have been taken from the second Survey on Employment and the Informal Sector (EESI 2) conducted in 2010 in Cameroon. From the descriptive analysis, it was seen that out of the 34,500 observations 50.25% are women aged 15 to 65. A probit regression was used to analyze the determinants of FLFP. Among the key determinants of FLFP were age and education. More so, females who live in urban areas, who are household heads, and who have tertiary education are more likely to participate in the labor market. Using a multinomial logit model, the study analyses the sectoral choices for women given their participation in the labor market. The results also showed that females who have tertiary education, are Protestants, married, divorced and reside in urban areas are more likely to work in the industrial, commerce and service sectors. The policy implication on the basis of the above discussions is that if greater participation of women in the labor force is a desirable goal, Government should focus on the education for women and equally increase job opportunities in order to reduce the number of rural-urban migrating female jobs seekers.

KEYWORDS: Female, labor force participation, sectoral choices, probit, multinomial logit, Cameroon.

1 INTRODUCTION

Female employment in Cameroon like elsewhere provides for sustenance and enhances the quality of life, not only of the women but also the related people. In addition, it leads to economic growth and further development of human resource in the economy. Ever since the advent of human race, women have been putting in their share of economic and social effort, although immensely undermined (Mammen and Paxson, 2000). Their participation in labor force remains thin due to less employment and developmental opportunities for women, cultural and social barriers, discriminatory environment and low salaries. Moreover their economic efforts remains imperceptible because the majority of women are working in informal sectors of labor market (Sarwar and Abbasi, 2013). In Cameroon, discrimination attitudes are reflected in the labor market regulations. For example, in 2010, 87% of women in the labor force were employed in vulnerable employment compared to 67% of men and 58% of women in the labor force were employed in agriculture compared to 49% of men (World Bank, 2015). These gender differences are associated with unequal access of resources such as time, income and social status (Zamo-Akono, 2009; Siphambe and Motswapong, 2010).

However, female labor force participation in the formal sector in Cameroon tends to show an overall increasing trend in recent times even though still lagging behind male labor force participation (MLFP) and total labor force participation (TLFP)

(Figure 1)¹. FLFP is spread to almost all ages and particularly high from 20 to 45 years except for ages 12 to 19 years. The reason for this may be because they have attained higher education levels (In 2010, 65% of women aged 15 and above were literate compared to 78% of men) which increases their access to opportunities to work in market activities and raises their market productivity compared with home production (World Bank, 2015).

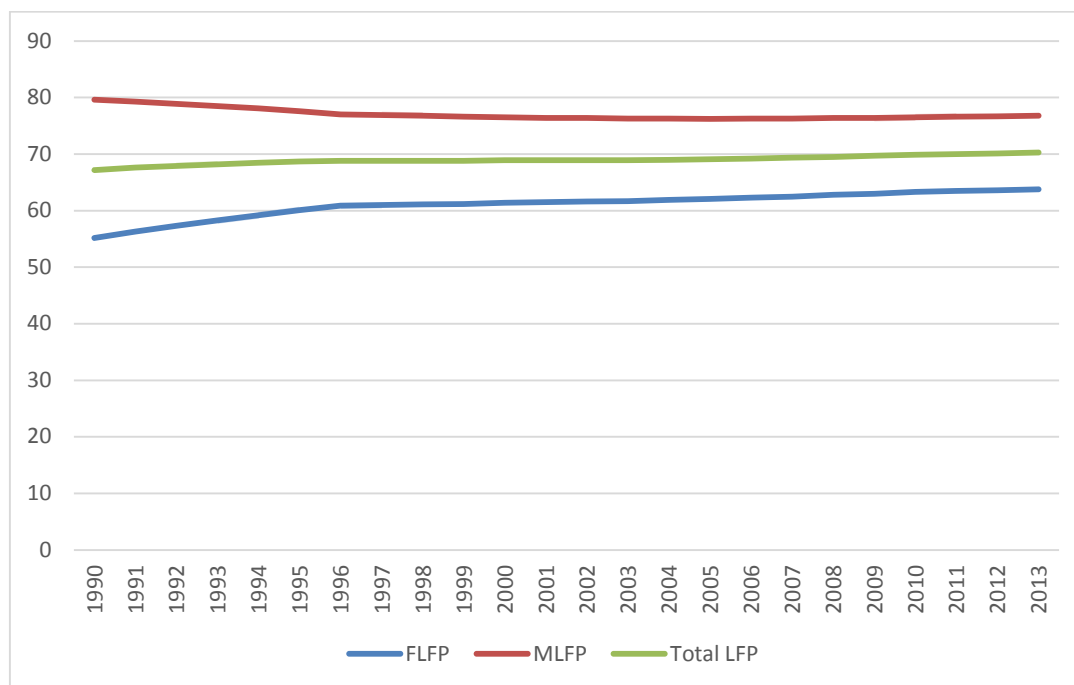


Figure 1: Labor force participation in Cameroon (Female, Male, Total)

Source: World Bank (2015)

In Cameroon like most developing countries, females constitute a significant share of the poor and the unemployed and most females are in the informal sector or work in low paying jobs. This could be due to them having few job opportunities because of educational attainment, occupational segregation, cultural barriers, etc. Despite these observations there is limited empirical work on the factors that influence participation decisions of females and sectoral choices for females in Cameroon. Therefore, this paper contributes to the existing literature by presenting the results of an empirical study on the participation of females in the labor force as well as examines the factors that determine the choice of sector by females in Cameroon.

2 LITERATURE REVIEW

In most countries, FLFP was studied to answer questions—what is the relationship between economic growth and FLFP, does the attainment of higher education lead to a decrease in female participation in the labor market, to what extent do the wages for women influence their participation in some sectors, does the participation of husbands in off-farm employment influence the decision of women to participate in economic activities, do household size and composition affect female participation in the labor market and many others.

¹According to World Bank (2015), the labor force participation rate is the percent of the population ages 15 and older that is economically active. That includes the employed and the unemployed individuals. Therefore, the FLFP rate is the percent of the female population ages 15 and older who are economically active. That includes the employed as well as the unemployed females.

Researchers used various approaches to find answers to these questions. For example, most studies have used Ordinary Least Square (OLS) method, Probit, Logit, and Tobit models to test for factors that determine FLFP in many economic sectors in several countries. Some studies have found that various demographic, economic and social factors have an effect on FLFP in the labor market. They provide empirical evidence that FLFP is influenced by age, marital status, education level, household income, land ownership, access to credit, access to fertilizer, household size, etc. They argued that these factors have contributed to the increasing or declining rate of FLFP in the labor market as a whole.

A study done by Sackey (2005) using a probit model concluded that improvements in the educational status of females (in terms of both enrolment and years of schooling) as well as the tendency towards later marriage have been crucial to fertility reduction in Ghana.

A study by Mlatsheni and Leibbrandt (2001) in South Africa, on female labor force participation, found that divorced women are the most likely to seek employment, followed by married women, and lastly, single women. This may be because they are more likely to enter the labor market in response to their lack of prospects for economic dependence. Using Egypt as an example, Hendy (2011) explains that, in Egypt, women are likely to work before they get married. Her explanation for this is the high cost of marriage in Egypt. Women therefore need to work so as to afford these costs. Once married, women's work patterns generally differ according to the employment sector.

Atieno (2006) analysed the determinants of female labor force participation in the case of the informal sector in Kenya. The author used the multinomial logit model to identify characteristics of individuals participating in different activities in the labor market. The results showed that education, represented by years of schooling, increases females' chances of being employed in the public and private sectors. Household headship and the urban location also had significant marginal effects. Land ownership was also found to increase females' chances of being in agriculture, public sector, private and unpaid family work, but not in the informal sector. These results however are surprising; one would expect a female who owns land to have more chances of participating in the informal sector. This is because the informal sector is a small sector in terms of people employed and often it is carried out in the owner's home or plot, so we expect females with land ownership to have more probability of choosing the informal sector because they have one of the main resources.

It is also important to note the non-economic aspects of female labor force participation, for example, religion. Countries with the lowest rate of women in the workplace are those with strong religious views about women in society and in business in particular. Some scholars have concluded that different religions have an influence on economic attitudes and female decisions to sectors of employment (Guiso *et al.*, 2003)

However, education is unquestionably the most fundamental and important form of human capital investment, which emphasizes the characteristics of the individual as an important determinant of work. Education and participation in the work force both depend on and affect a country's economic and general development. There is a positive correlation between education and female labor force participation, which has been documented by Sackey (2005), and Atieno (2006). This is not always the case, but a higher education attainment leads to a higher rate of participation in the labor market, especially in the case of women. This implies that there is a stronger tendency for a more educated woman to remain economically active than a less educated woman (Siphambe and Motswapong, 2010, Oluwaseyi, 2013).

This paper adopts the models used by Sackey (2005) and Siphambe and Motswapong (2010) to find the determinants of labor force participation in Cameroon and also to investigate the factors that determine their choices of sectors respectively. This paper adds to the existing literature of labor markets and most important in Cameroon where a few systematic studies have been carried out on female sectoral choices in the labor market.

3 METHODOLOGY

3.1 DATA AND DESCRIPTIVE STATISTICS

This paper uses the data from the second Survey on Employment and the Informal Sector (EESI 2) conducted in 2010. This survey takes place after every five years, with the first one carried out in 2005 (EESI 1) and the second one in 2010 (EESI 2)². The first survey provides information on the labor market conditions and incomes from various activities; while the second

² *Enquête sur l'Emploi et le Secteur Informel (EESI 2)*

enables to appreciate the contribution of the informal sector to the economy, in terms of employment and added value. The second survey in 2010 (EESI 2) with a total of 34500 observations – of which 17,247 (50.25%) are females – enables to update the 2005 data and therefore to assess the evolution of non-agricultural informal sector. The sectors of choice are agriculture, industrial, commerce and services which include household economic activities. Agriculture according to the survey includes all persons who declared that they were working on their own or family lands or cattle post either in agricultural, livestock or fishing or as paid employees on similar establishments. Service and household economic activities refer to individuals who work with pay in an economic enterprise operated by a related person living in the same household. This may sometimes involve working in a household or a family business without pay.

Table 1 and Table 4 (appendix) present the descriptive statistics of the variables used in the analysis. Age is taken as the number of completed years of the females between 15 years to 65 years as this is in line with the definition of the labor force in Cameroon. Marital status was defined as dummies within the following categories; single, married, widowed and divorced or separated. Single is considered as a reference category. Household Headship is defined as a dummy, with female household head = 1, and 0 otherwise. According to Narayana and Shongwe (2010) household head is a key decision maker, the one who was acknowledged by other members as having the authority to make all major decisions within the household. Residence is defined as a dummy for the location of female, with rural = 0 and urban = 1. Female residential area is considered an important factor that determines whether the individual female will participate in the labor market or not and also choice of sector of employment.

Table 1: Description of Variables

variables	Description
Participation	1 = employed and 0 = not employed
sector	Sectors of employment; 0 = Agriculture (based category), 1 = Industries, 2 = Commerce, 3 = Service sector
Age	Continuous variable ranging from 15 to 65 years
Age2	Age squared
Residence	Dummy for location of the female; 0 = rural (base category), 1 = urban
Household size Household head	Household sizes of female household heads. It is a continuous variable ranging from 1 to 12 whether female is a household head or not; Binary variable; 1 if female is the household head and 0 otherwise
Marital status	0 if the female respondent is single (reference category), 1 if the female respondent is married or cohabitates and 2 if the female is divorced separated, or widowed;
Religion	Religion of the female participant; 0 if Catholic (reference category); 1= Protestant; 2= Muslims, 4=Otherwise; These categories were transformed into specific dummies.
Educational level	Highest level of education (for those who completed schooling) Education was classified in four levels: 0= No education (reference category); 1= Primary; 2= Secondary; 3= Tertiary (University and other related categories of higher education).
Regions	Cameroon has ten regions which were categorized as; 0 = Centre (based category), 1= littoral, 2 = Adamoua, 3 = East, 4 = Extreme North, 5 = North, 6 = North West, 7 = West, 8 = South, 9 = South West

3.2 THE MODEL

Two models are applied in this paper, the probit and the multinomial logistic models. The probit model is used to find out in a more general sense what factors explain female's decision to participate in the labor market. The probit model ignores all occupational differences within sectors, therefore the multinomial logistic model is applied to analyze the occupational

differences within the sectors, if females participate in the labor market. The probit model used in this paper has been adopted from Sackey (2005) and applied in the Cameroon context. Sackey (2005) estimated the model of labor force participation using a probit model to find out factors that explain females' decisions to participate in the labor market in Ghana. A probit model is a model for binary dependent variables based on the standard normal distribution. Multinomial logit model is a model for unordered multinomial outcomes in which the regressors vary across individuals (Cramer, 1986; 1991).

Multinomial logistic model is used to analyze the occupational differences within the sectors, if females participate in the labor market. Hence, the multinomial logistic model is used to identify the individual and household characteristics in employment types. It estimates the probability of individual i participating in sector j given a set of explanatory variables (Cramer, 1991). In the decision to participate in the labor market, any individual female is assumed to attach some level of utility U to any possible alternative choice. She will then choose the activity type or sector that offers the highest utility.

A female individual i faces the decision to choose among n alternatives and this can be described using a utility function given as follows:

$$U_{ij} = U_{ij}(Y_{ij}) + \mu_{ij}$$

where: U_{ij} is the utility that a female individual derived by choosing a particular sector j .

Y_{ij} is a vector of characteristics of the individual i .

μ_{ij} is the error term.

The explanatory variables used in this paper are as follows: age, age squared, residence, marital status, household size, education and household head. The dependent variable in the multinomial model is the proportion of females working in the various 4 categorized sectors (agriculture, industry, commerce and service).

4 EMPIRICAL RESULTS

4.1 THE PROBIT MODEL OF FEMALE LABOR FORCE PARTICIPATION

The probit model of female's decision to participate in Cameroon labor market or not is fitted on the data, depending on age, residence, household size, household head, marital status, religion, and education level of the females. All these variables determine the probability whether a female will participate in the labor market in Cameroon or not.

Table 2: Partial effects for probit model of participation

Variables	(1)	(2)
	Without Regional Dummies	With Regional Dummies
age	0.118*** (0.0115)	0.128*** (0.0123)
Age squared	-0.0013*** (0.0001)	-0.0015*** (0.0001)
Residence	0.477*** (0.0687)	0.574*** (0.0804)
Household size	-0.0151 (0.0105)	-0.0103 (0.0114)
Household head	0.292*** (0.0990)	0.342*** (0.103)
Marital status		
Married	0.189** (0.0840)	0.202** (0.0887)
Divorced/separated	0.242** (0.120)	0.143 (0.128)
Religion		
Muslims	0.0326 (0.0693)	0.1030 (0.0735)
Protestants	0.338*** (0.101)	-0.169 (0.117)
Others	-0.256** (0.119)	-0.252** (0.125)
Educational level		
Primary	-0.0119 (0.647)	-0.346 (0.634)
secondary	0.0303* (0.647)	0.422** (0.635)
Tertiary	0.423*** (0.655)	0.825*** (0.645)
Constant	-2.883*** (0.678)	-2.625*** (0.674)
Regional dummies	No	Yes
log-likelihood	-1050.55	-951.1
Pseudo-R2	0.1573	0.2371
Prob > chi2	0.000	0.000
LR chi2	392.21	591.11
Observations	4,436	4,436

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; standard errors in parenthesis

The probit model takes a linear function of the explanatory variables and applies a nonlinear transformation using the normal distribution function. The coefficients are interpreted as qualitative effects (Siphambe and Motswapong, 2010). Therefore, a negative coefficient means that a female is less likely to participate in the labor market, and a positive coefficient implies that a female is more likely to participate.

Table 2 shows that the variable age is statistically significant at 5% level of significance with a coefficient is 0.118 which implies that with other variables held constant if age increases by one unit, on an average the probability of a female participating in the labor market in Cameroon increases by 0.118 units. This suggests a positive relationship between the two. Female labor participation increases with age because females grow older they realize the need of working in order to sustain their needs. Age-squared coefficient is also significant at 5% level of significance but negative. This means that as a female participant grows up she reaches a certain age where her probability of participating in the labor market becomes

low. This finding conforms to Mincer's (1962) inverted U-shaped age profile. Studies by Nnadi and Akwiwu (2005) and Siphambe and Motswapong (2010) found the similar results.

Education is one of the most important determinants of female labor force participation. Taking no education as a reference category, the results show that a female having tertiary education increases the likelihood of her participating in the labor market. Females who had completed tertiary education had 1.02 times more likely to be employed (at a 1 percent level of significance) compared to the reference category. Also, females with secondary education are more likely to be employed but only at a 10 percent level of significance. Our results show that tertiary education exerts a significant and positive impact on female labor force participation. The findings are similar to the results of Sackey (2005) and Oluwaseyi (2013).

In terms of marital status, results show a positive and significant coefficient (at 1% significant level). This reflects that married females are more likely to participate in the labor market. Several researches found contrary results (Wambugu, 2002 and Atieno, 2006). The reason for this positive and significant results may be that married females may not be willing to stay at home to carry out household duties. This may also mean that there is household budget sharing, therefore the wife need forgo household activities in order to earn supplementary family income by participating in the labor market.

As for divorced and separated women, the results also show a positive and significant effect of female participation in the labor market. This means that divorced or separated females may not be assisted financially in their households. Therefore, the results show that divorced and separation impact positively on the labor force participation.

In terms of household number the results show a negative and insignificant coefficient implying that the household number has a negative effect on the female's entry in the labor market but it is not statistically significant. However a study by Oluwaseyi (2013) shown a positive and insignificant effect of household size.

4.2 SECTORAL CHOICES USING MULTINOMIAL LOGIT MODEL

Table 2 shows the determinants of female labor force participation. Therefore, Table 3 present multinomial logit regression estimates of the choice of employment sectors that females are likely to choose if they participate in the labor market. Among the sectors of employment, the industrial sector is omitted because it is the reference or base category.

The results indicate that female participation in the industrial, commerce and service sectors is likely to increase with residence (urban) as compared to the agricultural sector. This may be because the agriculture is predominantly practice in most of the rural areas. Hence most people migrant from the rural to urban area in Cameroon in search of jobs in other non-agricultural sectors. More so, sectors that pay higher wages are found in urban areas. According to Siphambe and Motswapong (2010), the urban areas have a vast majority of employment opportunities, so females would choose which of the sectors have good working conditions and pay higher wages.

The married and divorced or separated (with respect to single females) are more likely to participate in the industrial, commerce and service sectors. Married females and divorced are likely to choose these sectors rather than the agricultural because there is long term job security. This result means that being married or divorced has a positive effect on female participating in the labor market. Most especially for the divorced or separated, due to lack of financial support from husband, the women have no choice but to participate in the labor market in the so as to support themselves and their children.

Table 3: Multinomial Logit estimates of choice of employment sectors by females (Agricultural sector is the base category)

Variables	(2) Industrial	(3) Commerce	(4) Services
age	0.107*** (0.0358)	0.0278 (0.0169)	0.0629*** (0.0197)
Age squared	-0.0011** (0.0005)	-0.000118 (0.0002)	-0.000520* (0.0003)
Residence	1.190*** (0.1820)	1.604*** (0.0886)	1.430*** (0.0997)
Household size	0.0418* (0.0249)	-0.0173 (0.0132)	-0.0162 (0.0148)
Household head	-0.222 (0.2780)	-0.123 (0.1120)	-0.364 (0.1321)
Marital Status			
Married	0.716*** (0.238)	0.538*** (0.0995)	0.732*** (0.1162)
Divorced/Separated	0.790** (0.3451)	0.482*** (0.1363)	0.728*** (0.174)
Religion			
Muslims	0.169 (0.181)	-0.000961 (0.0849)	0.102 (0.0923)
Protestants	0.988*** (0.257)	0.901*** (0.131)	0.572*** (0.162)
Other religions	-0.0114 (0.285)	-0.0228 (0.127)	-0.228 (0.150)
Educational level			
Primary	1.266 (0.887)	1.337 (733.6)	1.282* (831.7)
Secondary	1.124* (1,887)	1.411* (733.6)	1.399*** (831.7)
Tertiary	1.024*** (0.887)	1.448*** (0.7336)	1.531*** (0.8317)
Constant	-1.551 (1,887)	-1.493 (733.6)	-1.424 (831.7)
Log-likelihood	-5134.986		
Pseudo-R2	0.1449		
Prob>chi2	0.000		
LR chi2 (39)	1740.75		
Observations	5,703	5,703	5,703

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; standard errors in parenthesis

Education is important in allocating female workers among the various sectors as compared to the industrial sector (base category). Education as shown in Table 1 was categorized into four (no education, primary, secondary and tertiary) with no education being the based category. The results from Table 3 show that females with tertiary and secondary education are more likely to participate in the in all the sectors as compared to participating in the agricultural sector. This may indicate that these sectors' hiring criteria puts emphasis on tertiary and secondary education much more than the agricultural sector does. Therefore, primary education discourages entry into the non-agricultural sectors compared to the agricultural sector.

The results show that female participation in the industrial and service sectors increases with age as compared to the agricultural sector. This may be because as women grow older they realize the importance of getting "white collar" jobs in other sectors than the agricultural sector. Therefore, the more a female gets old, the more she participates in the industrial and service sectors in Cameroon. Age squared has a negative and significant coefficient for all employment sectors, showing that beyond a certain age females have lower chances of participating in the labor market.

Religion was categorized into four (Catholics, Muslims, Protestants and others) with Catholics being the base category. However, the results are only positive and significant for protestants. The results also show that females are protestants are more likely to participate in the industrial, commerce and service sectors than in the agricultural sector. Household characteristics are also important in determining females' participation in the labor force. However, household size and household headship are not significant in this model.

5 CONCLUSION

The main objective of this paper was to analyze the determinants of female labor participation as well as analyze the occupational differences within the sectors of employment for female in the Cameroonian labor market. The paper used data from the 2010 survey on employment and informal sector and applied probit model to analyze the determinants of FLFP and multinomial logit models to estimate the choice of employment sectors that females are likely to choose if they participate in the labor market.

The results from the probit model show that age, household head, married, being divorced or separated, as well as secondary and tertiary educational levels increase females' probabilities of participating in the labor market. Urban residence also has a positive effect on the participation in the labor market. Females who live in urban areas are more likely to participate in the labor market than those who live in rural areas. A possible explanation for the observation is that in urban areas there are more job opportunities as compared to the rural areas so females have larger pool to choose from hence they are more likely to participate in the urban areas.

The results from the multinomial logit model suggest that, education, protestant and being married are the most important factors in allocating female workers among industrial, commercial and service sectors as compared of working in the agricultural sector. In particular age encourages entry into the industrial and service sectors as compared to entry in the agricultural sector. Tertiary education may be particularly more significant in all sectors because it gives access to better opportunities in wage employment that are relatively secure and have stable income. The results also show that females with secondary education are more likely to participate in all the sectors even though with a lower level of significance. An important conclusion from these results is that tertiary education, marital status, urban residence and age are important in determining both FLFP and choice of employment sectors for females in the Cameroonian labor market.

The findings show that the better educated that women are, the more likely they are to participate in the labor market. However, the current conditions in the country shows that male education is prioritized over females' education. Hence, the enhancement in human capital, through female education will better equip the women to participate in the labor market and also to independently choose their sectors of employment

The policy implication on the basis of the above discussions is that if greater participation of women in the labor force is a desirable goal, Government should focus on the education for women and equally increase job opportunities in order to reduce the number of rural-urban female jobs seekers. This will give females a large pool of job opportunities to choose from. The study concludes that efforts to address the problem of women's access to the labor market should focus on improving their access to education and improving job opportunities as the important factors for improving their human capital.

ACKNOWLEDGMENT

I greatly acknowledge the Central European University (CEU) and specifically the School of Public Policy (SPP) for awarding me a visiting research fellowship position. I further thank Martin Kahanec (CEU), Brian Fabo (CEU) and Kea Tjzens (University of Amsterdam) for their helpful comments and suggestions.

REFERENCES

- [1] Barro, R. and Jong-Wha Lee (2013), "A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010." *Journal of Development Economics*, vol 104, pp.184-198.
- [2] Cramer, J.S. (1986). *Econometric applications of Maximum Likelihood Methods*. Cambridge University Press. Printed in the United States of America
- [3] Cramer, J.S. (1991) *An introduction: The Logit Model for Economists*. British Library Cataloguing in Publication Data, Great Britain

- [4] Guiso, L., P. Sapienza and L. Zingales (2003), "People's Opium? Religion and economic attitudes," *Journal of Monetary Economics*, 50(1), pp. 225-82,
- [5] Hendy, R. (2011) "On marriage and labor market transitions: A structural dynamic model, Unpublished, 2011.
- [6] Mammen, K. and C. Paxson. (2000). "Women's work and economic development". *Journal of Economic Perspectives*, 14(4): 41-64.
- [7] Mincer J (1962), Labour Force Participation of Married Women: A Study of Labor Supply, *Princeton University Press*, Princeton
- [8] Mlatsheni, C. and M. Leibbrandt (2001) "The role of education and fertility in the participation and employment of African women in South Africa," *Development Policy Research Unit: Working Paper 01/54*. University of Cape Town
- [9] Narayana, N. and N B Shongwe (2010) "Determinants of Female Labor Force Participation in the Agricultural Sector of Swaziland" *The IUP Journal of 8 4 Agricultural Economics*, Vol. VII, Nos. 1 & 2.
- [10] Nnadi F.N. and C.D. Akwiwu, (2008). 'Determinants of Youths' Participation in Rural Agriculture in Imo State, Nigeria'. *Journal of Applied Sciences*, 8: 328-333.
- [11] Ntsama, E. S. N., Y. A. Abessolo, and P. N. Tedga (2014) Gender and labor force participation in Cameroon, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 7, no. 3, pp. 929-40.
- [12] Oluwaseyi, S. D. (2013) "Determinants of Female Labor Force Participation in Swaziland" *European Journal of Applied Social Sciences Research*, Vol.1, Issue 2
- [13] Sackey, H. A. (2005). Female labor force participation in Ghana, the effects of education, *AERC research paper 150*, The Regal Press, Nairobi, Kenya.
- [14] Sarwar, F. and A. S. Abbasi (2013) An In-Depth Analysis of Women's Labor Force Participation in Pakistan, *Middle-East Journal of Scientific Research* 15 (2): 208-215.
- [15] Siphambe, H., and M. Motswapong (2010). "Female Participation in the Labor Market of Botswana: Results from the 2005/06 Labor Force Survey Data." *Botswana Journal of Economics* 7, no. 11: 65-78.
- [16] Stata Corporation. (2013). Stata Reference Manual: Release 12.1, Vol. 2 H-P. College Station, Texas: Stata Press
- [17] Wambugu, A. 2002. Employment, Education and Earnings in Kenya. Department of Economics, Goteborg University, Goteborg, Sweden.
- [18] World Bank (2015), World Development Indicators (database), <http://data.worldbank.org/products/wdi> (accessed 3 November 2015).
- [19] Zamo-Akono C. M., (2009) Female Labor Force Participation in urban Cameroon: Do children and health status really matter? *Centre for the Study of African Economies*, Oxford

APPENDIX

Table 4: Descriptive Statistics of variables

Variables	Observation	Mean	Standard deviation
age	11953	29.430	15.390
Age2	11953	1103.47	1181.07
Residence	17247	0.527	0.499
Household size	2131	3.740	2.532
Household head	2,131	0.062	0.241
Marital status	17,244	0.503	0.751
single	11,279	0.327	0.469
Married	3,254	0.094	0.292
Divorced/Separated	2,711	0.079	0.269
Religion	17,244	1.040	1.014
Catholics	6,774	0.196	0.397
Protestants	4,765	0.138	0.345
Muslims	3,942	0.114	0.318
others	1,763	0.051	0.220
Educational level	11,879	1.485	0.661
No education	378	0.011	0.104
Primary	6,092	0.177	0.381
Secondary	4,677	0.136	0.342
Tertiary	732	0.021	0.144

Table 5: Probit model for FLFP using regional dummies

VARIABLES	Without Dummies	With Dummies
age	0.118*** (0.0115)	0.128*** (0.0123)
Age squared	-0.00135*** (0.000151)	-0.00147*** (0.000161)
residence	0.477*** (0.0687)	0.574*** (0.0804)
Household size	-0.0151 (0.0105)	-0.0103 (0.0114)
Household head	0.292*** (0.0990)	0.342*** (0.103)
Married	0.189** (0.0840)	0.202** (0.0887)
Divorced/separated	0.242** (0.120)	0.143 (0.128)
Muslim	0.0326 (0.0693)	0.1030 (0.0735)
Protestants	0.338*** (0.101)	-0.169 (0.117)
Other religions	-0.256** (0.119)	-0.252** (0.125)
Primary	-0.0119 (0.647)	-0.346 (0.634)
Secondary	0.0303* (0.647)	0.422** (0.635)
Tertiary	0.423*** (0.655)	0.825*** (0.645)
Littoral		-0.0426 (0.0862)

Adamoua		-0.435** (0.194)
East		-0.00876 (0.161)
Extreme North		-0.637*** (0.170)
North		-0.528*** (0.180)
North West		-0.660*** (0.171)
West		1.003*** (0.108)
South		-0.262 (0.172)
South West		-0.424*** (0.156)
Constant	-2.883*** (0.678)	-2.625*** (0.674)
Observations	4,436	4,436

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; standard errors in parenthesis

Vers une dynamique de promotion agricole axée sur la participation paysanne : cas de la chefferie de Kabare, Sud Kivu, RD Congo

Juvénal BAGUMA MUPENDA¹, J. MARHEGANE CIZUNGU², and J. MUBAGWA MBOGABAHA³

¹Département de l'environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud Kivu, RD Congo

²Chercheur Indépendant en Anthropologie et Développement, RD Congo

³Assistant à l'Institut Supérieur des Techniques de Développement MULUNGU, RD Congo

Copyright © 2016 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: Peasants from Kabare area following the example of other African peasants continually fight for their own promotion. They are grouped into local organizations to struggle in common together. With other peasants to search for agricultural promotion. They have become aware that only the use of fertilizer, agricultural techniques and breeding cannot reach agricultural promotion in Kabare area.

The peasants from Kabare with support of some development organizations have been aware that participation is an important ingredient of the agricultural promotion. It is a dynamic as it is a daily struggle involving all people and contributes to the rural agricultural emergence which is indeed considered as an important element of development.

KEYWORDS: Dynamic, Agricultural promotion, Participation, Peasant, Area from Kabare, South Kivu.

RÉSUMÉ: Les paysans de la chefferie de Kabare à l'instar des autres ruraux africains militent sans cesse pour leur autopromotion. Ils se sont regroupés dans les organisations paysannes pour se liguer afin de mener une lutte commune pour la recherche de la promotion agricole. Ils sont unanimes que seule l'amélioration des techniques culturales, ne peut pas promouvoir le secteur agricole, véritable levier pour le développement de leur entité. Leur participation demeure un ingrédient indispensable pour un développement agricole auto promu. C'est une dynamique qui requiert en substance une lutte quotidienne impliquant l'apport de toutes les couches sociales rurales en vue de l'émergence d'une agriculture paysanne susceptible d'accroître durablement, et de façon cumulative, les rendements et les revenus agricoles subséquents.

MOTS-CLEFS: Dynamique, promotion agricole, participation, paysan, chefferie de Kabare, Sud Kivu.

1 INTRODUCTION

La participation paysanne passe pour une des conditions sine qua none de réussite des projets de développement en milieu rural. Le terme participation existe depuis l'époque coloniale. Bien avant, les colons se limitaient à une forme de participation contraignante et obligatoire. BRASSEUR précisait, d'ailleurs qu'un système de cultures obligatoires, instauré par le décret de 1933, inspiré par l'idée de l'efficacité de la contrainte, s'est montré décevant, tant du point de vue éducatif que du point de vue de la population. Il n'a pas transformé les paysans imprévoyants du Congo en une population paysannement riche, ainsi qu'on l'avait espéré (MUNZIHIRWA C., 2007). Le régime de Mobutu l'a accentué. Il affirme que les agriculteurs et les ruraux ne doivent pas se sentir séparés de la Nation. Ils doivent participer à la Révolution Nationale (MOUVEMENT POPULAIRE DE LA RÉVOLUTION, 1967). Vers les années 1980, les populations s'organisent en associations de développement à travers toute la R.D Congo, et au Kivu en particulier. Elles se fixent comme objectif la réduction de la grande pauvreté rurale. La stratégie adoptée est la promotion de l'agriculture paysanne. (HAMULI K.B., 2002). Ces

associations estiment, qu'il est indispensable de renforcer la participation de tous les paysans et donc réduire la dépendance des populations et des ménages les plus pauvres en améliorant leurs capacités à se prendre en charge (CAD., 1996). La participation signifie la mobilisation au travail plus ou moins volontaire et enthousiaste, le fait d'être consulté avant un projet, de contribuer à une enquête sous forme d'entretien collectif au profit de l'équipe de projet, de bénéficier d'une action censée renforcer son propre pouvoir, d'être invité à une négociation pouvant peut-être déboucher sur des décisions en sa faveur (LAVIGNE-DELVILLE P. Et MATHIEU M., 2003 cité par SIMARD G., 2008). La participation représente aujourd'hui un véritable effet de mode et omniprésente dans de nombreux projets et démarches d'interventions locales et approches de développement (DOLIGEZ F., 2003). Ainsi, on comprend que rien ne peut bouger dans les campagnes si les ruraux s'obstinent à croire que les changements exigés par le sort des marginaux sont l'affaire de l'Etat. Les paysans doivent eux-mêmes réfléchir sur les conditions d'émergence d'une société où ils cesseront de former la masse des exclus (ELA M., 1982 cité par MUNYANKUSU L., 2001). D'où la nécessité des organisations paysannes (OP) qui paraissent comme un bon moyen pour une large participation aux innovations agricoles. Elles sont beaucoup sollicitées comme voie possible, efficace et à moindre coût en matière de développement agricole pour faire face au problème d'insécurité alimentaire. Les OP sont dotées d'une dynamique de groupe, facilitant le changement mental nécessaire pour l'adoption des innovations. Elles paraissent comme des institutions socioéconomiques paysannes stables et favorables à l'environnement économique en les rendant plus incitatifs (MUNYANKUSU L., 2001).

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La chefferie de Kabare est une de deux chefferies qui constituent le territoire du même nom. Elle a une population très dynamique. Elle est la seule qui partage ses limites avec la ville de Bukavu. Elle regorge plusieurs potentialités économico-environnementales à savoir la fertilité du sol, l'aéroport de Kavumu, le lac Kivu, le barrage hydroélectrique de Mumosho, la traversée de la route nationale Bukavu-Goma, les centres de recherche, les universités et Instituts supérieurs, des paroisses et écoles qui sont des vrais pôles de développement. Administrativement, elle est subdivisée en 14 groupements à savoir : Cirunga, Kagabi, Bugobe, Mudusa, Mumosho, Bushwira, Mudaka, Miti, Mushumba, Lugendo, Irhambi, Ishungu, Bugorhe et Luhhi. Les unités d'habitat sont organisées en localités subdivisées en villages. (ANONYME, 2013).

2.2 POPULATION ET ÉCHANTILLON D'ÉTUDE

L'échantillon était ciblé car concerné que les paysans des groupements CIRUNGA, KAGABI, BUSHWIRA, MITI, BUGOBE, MUDUSA, MUMOSHO, MUDAKA. Cet univers est de 120 personnes soit 10 personnes par Organisation paysanne (OP). L'étude a porté sur 12 Organisations paysannes dont 7 accompagnées par le Comité Anti Bwaki (CAB) et 5 par L'Initiative et Actions pour Développement Local (IADL). Toutes deux œuvrent pour la promotion du paysan. Nous avons pris ces organisations à cause de leurs expériences dans le domaine et dans le milieu. On a pris 7 pour CAB car, c'est lui qui en dispose plus que l'autre. L'âge des enquêtés variait entre 20 et 55 ans et 60 d'eux sont femmes.

Nous avons utilisé les enquêtes, les entretiens guidés, l'observation et la documentation. Les informations récoltées et précisons que les fréquences ont été calculées sur le logiciel SPSS et les tableaux produits sur Excel. Les variables ci-dessous ont été vérifiées : Identification, mission, objectifs, politique et partenaires des OP, Contexte de création, Domaines d'intervention, déclaration d'accords avec le partenaire, dates de l'implication dans la promotion agricole ; fonctions des enquêtés dans les OP, implication de tous les membres, Nature de la participation paysanne, Les facteurs stimulant la participation des paysans et quoi faire encore pour atteindre la promotion agricole, La nécessité d'un cadre permanent de concertation d'OP et Associations d'appui au développement et sa nature, Les capacités des OP et les domaines à renforcer, problèmes rencontrés par les paysans enquêtés.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau N°1 : Identification des Organisations Paysannes (OP)

N°	Organisations Paysannes	Sigle	Adresse	Partenaire	Groupe	Effectif	Enquêtés
01	Association pour le développement de CIRUNGA	ASSODECI	CIRUNGA Centre	CAB	CIRUNGA	335	10
02	Syndicat d'initiatives de développement de BUGOBE	SYDEBU	BUGOBE Centre	CAB	BUGOBE	793	10
03	Union des Eleveurs et Agriculteurs modernes	UEAM	MUDAKA	CAB	MUDAKA	1400	10
04	Comité des paysans de NSHANGA	COMIPA	NSHANGA	CAB	BUSHWIRA	242	10
05	Action pour le développement des paysans Unis	ADEPU	BUSHUMBA	CAB	BUSHUMBA	1500	10
06	Action contre la pauvreté	ACOP	MUDUSA	CAB	MUDUSA	175	10
07	Comité de développement de MUMOSHO	CDM	MUMOSHO	CAB	MUMOSHO	200	10
08	Agriculteurs modernes	AGRIMO	LUDAHA	IADL	CIRUNGA	25	10
09	Comité de développement Dieu Merci	CDM	KAGABI/Centre	IADL	KAGABI	58	10
10	Association pour le développement de CIDJO	ADC	CIDJO	IADL	KAGABI	22	10
11	Association pour le progrès Bunyibunyi	APB	CIBINGU	IADL	CIRUNGA	23	10
12	Comité de développement de Kinjuba	CDK	KINJUBA	IADL	BUSHWIRA	40	10

Toutes les douze OP ont un total de 4 816 membres. Les OP accompagnées par le CAB ont au total : 4645 ; pendant que celles qui sont accompagnées par IADL ont au total 170. Ce décalage s'explique par le fait que pour le CAB, les OP sont mélangées avec les groupements féminins (GF). Par ailleurs, il se voit une forte attraction des OP dans certains groupements au détriment des autres. C'est le cas de groupement de CIRUNGA dans lequel nous savons l'ASSODECI, l'APB, et l'AGRIMO, le groupement de BUSHWIRA qui a CDK et COMIPA. Les autres groupements ont une OP chacun.

Tableau N°2 : De la mission, des objectifs et politique des Organisations Paysannes (OP)

Mission des OP	Fréquence	%	Objectif des OP	Fréquence	%	Politique des OP	Fréquence	%
Promouvoir l'agriculture et l'élevage	10	8.3	Accroître le rendement	50	41.6	Accompagnement des paysans	30	25
Combattre la pauvreté	40	33.3	Lutter contre la pauvreté	20	16.6	Approche ménage	80	66.6
Contribuer à la sécurité alimentaire	10	8.3	Promouvoir l'agri-élevage	40	33.3	Animation conscientisation	10	8.3
Lutter contre la pauvreté	11	9.1	Planifier le développement au niveau local	10	8.3	//	//	//
Promouvoir le développement endogène et intégral	19	15.8	//	//	//	//	//	//
Aucune réponse	30	25	//	//	//	//	//	//
Total	120	100	//	120	100	//	120	100

De la mission : 40 paysans soit 33.3% ont affirmé que la mission de leurs OP respectives est de combattre la pauvreté. 30 sur 120 soit 25% n'ont pas compris les missions de leurs OP ou n'ont pas défini les missions. 19 sur 120 autres soit 15.8% ont

pensé que leur mission est de promouvoir le développement endogène et intégral, quand 11 autres soit 9.1% ont noté la lutte contre la pauvreté. 10 autres soit 8.3% ont affirmé que c'est la promotion l'agropastorale.

Des objectifs : 50 personnes soit 41.6% ont relevé que leurs OP poursuivent comme objectif d'accroître le rendement, 40 autres soit 33.3% ont évoqué la promotion agropastorale, 20 aussi soit 16.6% ont accepté que c'est la lutte contre la pauvreté et 10 autres soit 8.3% ont estimé que c'est la planification du développement au niveau local.

De la politique : 80 paysans soit 66.6% ont affirmé que leurs OP utilisent l'approche ménage, 30 seulement soit 25% ont parlé de l'accompagnement des paysans tandis que 10 autres soit 8.3% ont parlé de l'animation et conscientisation. Au regard de ce qui précède, il se dégage que la plupart des animateurs des OP présentent des sérieuses lacunes quant à la différence qu'il sied de relever entre mission, objectifs et politique. Ce qui dénote un faible niveau de fonction des animateurs sur le terrain. Mais ceci serait compris car pour la plupart de ces associations sont en plein processus d'inter structuration des individus et des institutions (LANNEAU, 1975 cité par KUPER M. et al., 2009).

Tableau N°3 : Contexte de création des OP et année de début de partenariat

Contexte de création	Fréquence	%	Année de collaboration avec le partenaire	Fréquence	%	Partenaire de l'OP	Fréquence	%
Contexte de crise	59	49.1	1982	10	8.3	CAB	7	58.3
Mauvais usage des techniques agropastorales	20	16.6	1985	10	8.3	IADL	5	41.6
			1991	11	9.2	//	//	//
Nécessité d'entraide mutuelle entre paysans	21	17.5	1998	10	8.3	//	//	//
			1999	10	8.3	//	//	//
Non encadrement des paysans	20	16.6	2000	57	47.5	//	//	//
			2001	10	8.3	//	//	//
//	//	//	2002	1	0.8	//	//	//
			Je ne suis pas	1	0.8	//	//	//
Total	120	100	Total	120	100	Total	12	100

De la création : sur les 120 enquêtés, 59 d'entre eux soit 49.1% ont accepté que leurs OP ont été créées dans un contexte de crise. Vingt soit 16.6% ont estimé que c'était dans un contexte de mauvais usage des techniques agropastorales et vingt autres ont dit que les paysans étaient non encadrés. Enfin 21 soit 17.5% ont dit que c'était dans un contexte d'une nécessité l'entraide mutuelle entre paysans. Il se montre que la crise économique, sociale, politique et institutionnelle, les guerres à répétition et la naissance du mouvement associatif vers les années 1980, ont influencé plus la création des OP et la nécessité d'accompagner les paysans dans leurs efforts quotidiens d'auto prise en charge. (HAMULI K.B., 2002).

Du début de la collaboration avec les partenaires : 10 soit 8.3% en 1982, 10 soit 8.3% en 1985, 11 soit 9.3% en 1991, 10 soit 8.3% en 1998, 10 soit 8.3% en 1999, 57 soit 47.4% en 2000, 10 soit 8.3% 2001, 1 soit 0.8% en 2002 et 1 autre enfin soit 0.8% des enquêtés n'a pas su la date exacte. L'an 2000 a à lui seul plus de 47%. On se souvient que ça correspond avec la période de reconstitution et relèvement des communautés après les guerres. (DATCHARY C. et GAGLIO G., 2014) estiment que l'organisation du temps est un reflet des rythmes sociaux. Le temps se ramifie pour donner naissance et/ou accompagner des temps sociaux.

De partenaire de l'OP : Sur les 12 OP enquêtés, 7 sont accompagnées par CAB soit 58.3%, pendant que 5 autres soit 41.6% sont accompagnées par IADL. Cette différence se justifie par le nombre élevé des OP accompagnées par CAB considérées lors de la définition de l'échantillon de l'étude.

Tableau N°4 : Domaines d'intervention des OP et dates de début de promotion agricole

Domaine d'intervention des OP	Fréquence	%	Date de l'implication de l'OP dans la promotion agricole	Fréquence	%
Agri-élevage	120	100	1982	9	7.5
Activités des membres	//	//	1985	10	8.3
Agropastorales	120	100	1988	1	0.8
			1989	10	8.3
			1991	10	8.3
			1993	10	8.3
			1994	30	25
			1997	20	16.
			2000	9	7
			2001	10	7.5
			Pas de réponse	1	8.3
Total	120	100	Total	120	100

Du domaine d'intervention : toutes les OP enquêtées interviennent dans le domaine agropastoral. Par ailleurs, quelques-unes essaient d'intervenir aussi dans le petit commerce, l'hydraulique rurale, l'encadrement de la femme, l'artisanat rural, la défense des droits de l'homme, l'agroforesterie, l'eau, l'hygiène et assainissement et la médecine traditionnelle (Anonyme, 2013). Ces OP qui interviennent dans ces domaines, reconnaissent que ces derniers sont secondaires.

De l'implication des OP dans la promotion agricole : De ces 120 paysans enquêtés, 9 soit 7.5% ont dit 1982, 10 soit 8.3% ont affirmé 1985 ; deux ont dit respectivement 1988 et je ne sais pas, les 10 soit 8.3% autres ont dit 1989, 10 autres 1991, autres 10 ont dit 1993. 30 paysans enquêtés soit 25% ont précisé 1994, vingt aussi soit 16.7% ont dit 1997 ; quand 9 soit 7.5% ont dit 2000 et 10 autres enfin 2001.

Tableau N°5 : De la nécessité et nature d'un cadre permanent de concertation des OP

Nécessité d'un cadre permanent de concertation	Fréquence	%	Nature de ce cadre permanent de concertation	Fréquence	%
Oui	120	100	Cadre d'échange d'expérience.	98	82.5
Non	00	00	Cadre d'organisation et d'accompagnement paysan	8	6.6
			Cadre de recherche en développement rural	6	5%
			Aucune réponse	7	5.8
Total	120	100	Total	120	100

Du cadre permanent de concertation : Tous les 120 paysans enquêtés soit 100% ont exprimé la nécessité d'avoir un cadre permanent de concertation entre les OP, les initiatives locales et les comités de développement.

De la nature de ce cadre : De ces 120 enquêtés, 99 paysans soit 82,5% ont émis le vœu de voir ce cadre comme un lieu d'échange d'expériences entre agents de développement, 8 autres soit 6.6% ont dit qu'il sera un cadre d'organisation et d'accompagnement des paysans et 6 autres soit 5% ont dit un cadre de recherche en développement communautaire, quand 7 paysans soit 5.8% n'ont rien dit. Ce cadre visera comme le dit (BARRAU E. et al. 2006) à associer de manière active, à travers des débats, des rencontres, des échanges d'arguments et d'expériences, des points de vue, différents types d'acteurs dans la conception, l'élaboration ou la mise en œuvre d'un projet. Elle aura pour finalité la recherche des compromis entre les intérêts parfois contradictoires des acteurs, d'améliorer les projets ou de faire émerger de nouvelles propositions qui devront être prises en compte dans l'élaboration d'un projet. A en croire les avis des enquêtés, c'est au niveau du cadre permanent de concertation que tous les programmes de promotion agricole doivent être conçus. Les OP présentent leurs vrais problèmes, participent à l'identification des ressources disponibles et à la recherche des solutions plausibles et concertées. On y définit qui fait quoi, où, avec quel moyen et à quel moment. La participation se traduirait dans ce cas par une implication accrue de la société civile à l'élaboration des programmes mais également par celle des institutions et des pouvoirs publics (SIMARD G., 2008). D'autres ont laissé entrevoir que ledit cadre peut être élargi à d'autres couches sociales rurales telles que les confessions religieuses et les missions, les universités et centres de recherche, les

fonctionnaires de l'administration publique et le personnel de santé. Cela concorde avec (WHYTE A., 1987) quand il affirme que l'approche participative revêt toute sa substance lorsque tous les acteurs directement impliqués à une échelle plus vaste et articulant des valeurs partagées autour de la dynamique participative. En plus selon lui, ce cadre sera pédagogique car les membres n'ont pas les mêmes capacités ou expériences.

Tableau N°6: De l'implication ou non des paysans dans les travaux des OP

Si non, les causes	Fréquence	%	Si oui, vous participez dans	Fréquence	%	Nature de la participation paysanne	Fréquence	%
Manque des terres arables	13	34.2	La conception des programmes agricoles	2	2.4	Savoir paysan et cotisation	12	10
Attentisme de certains paysans	6	15.7	Conception, recherche action, exécution, suivi et évaluation	77	93.9	Savoir paysan, cotisation et en nature (récolte)	89	74.1
Faible sensibilisation	7	18.4	Conception et recherche action	1	1.2	Savoir paysan, cotisation, récolte, force physique	2	1.6
Pas de réponse	1	2.6	Conception, exécution et suivi évaluation	1	1.2	Savoir paysan, cotisation, sensibilisation	1	0.8
Associations artisanales et commerciales	7	18.4	Exécution et suivi évaluation	1	1.2	Savoir paysan et récolte	3	2.5
Déception de certains paysans	3	7.8				Savoir paysan et force physique	2	1.6
						Cotisation	5	4.1
						Cotisation et force physique	5	4.1
						Cotisation, récoltes et force physique	1	0.8
Total	38	100	Total	82	100	Total	120	100

Causes de non implication : sur les 120 enquêtés, 38 ont dit que tous les membres ne s'impliquent pas. De ces 38, 13 soit 34.2% ont cru que cela est dû par manque des terres arables ; 6 enquêtés soit 15.7% ont dit que c'est à cause de l'attentisme de certains paysans, 7 d'entre eux soit 18.4% ont dit à cause d'une faible sensibilisation ; 7 autres soit encore 18.4 ont dit que les associations artisanales et commerciales sont un blocage, 1 aussi soit 2.6% n'a rien dit, 3 autres soit 7.8 % ont dit que les paysans sont déçus.

Les activités auxquelles les paysans participent : De ces 82 paysans qui ont accepté qu'ils participent, deux enquêtés soit 2.4% participent à la conception seulement, 77 soit 93.9% participent depuis la conception jusqu'à l'évaluation. Un soit 1.2% participe seulement à la conception et à la recherche action, un autre à la conception, exécution et suivi et évaluation et enfin un enquête a dit qu'il participe à l'exécution et suivi évaluation. La simple lecture de ce tableau amène à dire qu'il y a participation des paysans dans la planification des programmes agricoles. Quant à la nature de participation, sur les 120 enquêtés, 89 soit 74.1% ont affirmé qu'ils donnent leurs savoirs, leurs cotisations, et en nature (récolte). 12 autres soit 10% ont dit les savoirs et les cotisations, quand 5 soit 4.1% ont affirmé qu'ils donnent leurs cotisations et 5 autres les savoirs paysans et la force physique. Trois enquêtés soit 2.5% ont dit qu'ils donnent les savoirs paysans, les récoltes, quatre autres dont deux (1.69%) ont dit qu'ils donnent le savoir paysan, les cotisations, récolte et force physique, quand les deux autres donnent savoir et force physique. Un enquêté soit 0.8% libère ses cotisations et la force physique et enfin un autre savoir paysan, cotisation, récolte et force physique. Les OP devront sans doute renforcer leurs capacités dans trois domaines (RONDOT et COLLION, 2001 cité par KUPER M. et al., 2009) qui sont des capacités techniques liées à la maîtrise technico-économique de l'objet de l'organisation; des capacités stratégiques liées à la gestion de l'organisation et à la communication ; des capacités financières pour drainer et mobiliser des fonds. C'est ainsi que ces organisations pourront prendre leur place dans un dialogue professionnel avec les opérateurs de recherche et de développement et avec les politiques.

Tableau N°7 : Problèmes rencontrés par les enquêtés, pistes de solutions et quoi faire si les partenaires portaient

Problèmes rencontrés	Fréquence	%	Si oui, pistes de solutions	Fréquence	%	quoi faire si les partenaires portaient	Fréquence	%
Pas des problèmes	15	12.5	Débrouillardise	40	33.3	Abandonner les activités agricoles	1	0.8
Divagation et vol des bêtes et récoltes	11	9.1	Recherche paysanne	10	8.3	Auto prise en charge	82	68.3
Ecoulement difficile des produits agricoles	2	1.6	Animation, sensibilisation des membres	30	25	Chercher un autre partenaire	31	25.8
Improductivité du sol	2	1.6	Recourt au vétérinaire et animateurs CAB/IADL	7	5.8	Je ne sais pas	6	5
Insuffisance des terres arables	10	8.3	Dénonciation auprès des chefs militaires	1	0.8	//	//	//
Insuffisance d'appui aux paysans	63	52.5	Cotisations des membres	3	2.5	//	//	//
Maladies des bétails et des plantes	9	7.5	Construction des composts	4	3.3	//	//	//
Changement climatique	4	3.3	Planter les fourrages	5	4.1	//	//	//
Tracasseries militaires	4	3.3	Aucune réponse	20	16.6	//	//	//
Total	120	100	Total	120	100	Total	120	100

Des difficultés rencontrées par les membres des OP : 63 enquêtés soit 52.2% ont soulevé l'insuffisance d'appui aux paysans, 15 autres soit 12.5% ont dit qu'ils n'ont pas des problèmes, alors que 11 soit 9.1% ont parlé de la divagation et vol des bêtes et récoltes. 10 enquêtés soit 8.3% ont dit qu'ils manquent des terres arables, quand 9 soit 7.5% ont soulevé les problèmes de maladies des bétails et des plantes. 4 enquêtés soit 3.3% ont soulevé le problème de changement climatique, 4 autres les tracasseries militaires, deux soit 1.6% ont parlé de l'improductivité du sol et deux autres de l'écoulement difficile des produits agricoles. Ces problèmes varient selon qu'on est d'un groupement à l'autre. Dans certains groupements, on a compris la nécessité de stabiliser les bêtes, dans l'autre pas encore. A Cirunga et à Mumosho, on a parlé des tracasseries militaires, à Cirunga et Kagabi de changement climatique.

Des pistes des solutions : 40 enquêtés soit 33.33% ont parlé de la débrouillardise ; 10 soit 8.3 font la recherche paysanne ; 30 soit 25% recourent à l'Animation et sensibilisation des membres ; 7 soit 5.8% recourent aux vétérinaires des partenaires ; 1 soit 0.8% a dit qu'il dénonce auprès des chefs militaires ; 3 soit 2.5% recourent aux cotisations des membres ; 4 soit 3.3% font les composts ; 5 soit 4.1% plantent les fourrages et 20 soit 16.6% n'ont rien dit. S'agissant de ce qu'ils feraient après les partenaires, Sur 120 enquêtés, 82 paysans soit 68.3% ont dit qu'ils se prendraient en charge, quant 31 soit 25,8% ont estimé qu'ils peuvent chercher un autre partenaire, 6 enquêtés soit 5% se sont tu et un autre soit 0.8% abandonnerait les activités agricoles. En égard de ceci, l'on constate que les paysans interrogés ont pris le goût de l'activité et se professionnalisent au tant que c'est possible.

Tableau N°8 : Les facteurs stimulant la participation des paysans

Facteurs stimulant la participation	Fréquence	%
Animation et sensibilisation	25	20.8
Appui aux paysans	31	25.8
Octroi des crédits	29	24.1
Travaux communautaires	17	14.1
Bonnes productions des membres	12	10
Bon suivi et accompagnement des membres des OP	6	4.1
Total	120	100

Facteurs stimulant la participation paysanne : sur 120 enquêtés, 31 personnes soit 25.8% ont dit qu'il faut qu'on appuie les paysans dans leurs activités agricoles ; 25 autres soit 20.8% ont dit que les crédits agricoles peuvent les stimuler, 25 paysans soit 20.8% ont pensé qu'il faut les séances d'animation et de sensibilisation, 17 autres soit 14.1% ont dit les travaux communautaires, 12 enquêtés soit 10% ont estimé que les bons résultats de leurs champs et troupeaux et 6 seulement soit 4.1% ont dit qu'un bon suivi et accompagnement des membres. Les animateurs des OP devraient alors savoir que le développement communautaire participatif comme l'affirme (MERCIER C., 2009), permet de rechercher un idéal d'empowerment collectif. Il ajoute que la clé de la mobilisation qui peut durer et s'élargir au plus grand nombre réside dans une logique de processus et une approche d'accompagnement des communautés respectueuses de l'autodétermination relative aux acteurs locaux. Il continue en disant que les communautés doivent pouvoir se déployer à partir de lieux ou d'instances locales qui n'ont pas à être prédéfinis et désignés par en haut, mais déterminés selon les besoins et ressources du milieu.

Tableau N°9 les Organisations Paysannes (OP) ont-elles des capacités

Groupement	Les OP ont-elles des capacités				Total	%
	Oui	%	Non	%		
BUGOBE	4	40	6	60	10	100
BUSHUMBA	3	30	7	70	10	100
BUSHWIRA	3	15	17	85	20	100
CIRUNGA	13	43.3	17	56.6	30	100
KAGABI	15	75	5	25	20	100
MUDAKA	7	70	3	30	10	100
MUDUSA	3	30	7	70	10	100
MUMOSHO	3	30	7	70	10	100
Total	54	45	66	55	120	100

Voulant savoir si les OP ont des capacités, sur les 10 enquêtés de Bugobe, 4 soit 40% ont dit qu'elles en ont pendant que 6 soit 60% ont dit qu'elles n'en ont pas. A Bushumba, 3 sur 10 enquêtés soit 30% ont dit qu'elles ont des capacités et 7 soit 70% ont dit qu'elles n'ont pas des capacités. A Bushwira par contre sur les 20 enquêtés, 3 seulement soit 15% ont reconnu leurs capacités quand 17 soit 85% ont dit que les OP n'ont pas des capacités. Sur les 30 enquêtés de CIRUNGA, 13 soit 43.3% se reconnaissent capables et 17 autres soit 56.6% ont reconnu leur incapacité. A Kagabi, sur les 20 enquêtés, 15 soit 75% ont dit que les OP sont capables et 5 soit 25% ont parlé de l'incapacité. A Mudaka sur les 10 enquêtés 7 soit 70% ont dit que les OP sont capables et 3 soit 30% l'ont nié. A Mumoshos par contre, sur les 10 enquêtés 3 soit 30% ont cru que les OP ont des capacités et 7 soit 70% des enquêtés ont dit que les OP sont incapables. Il se dégage de ce qui précède, que 66 enquêtés sur 120 soit 55% ont reconnu que les OP sont incapables et que 54 soit 45% ont dit qu'elles sont capables. Ceci est en contradiction avec (FAYSSE N. et al., 2015) qui estiment que les coopératives et les associations de développement rural sont reconnues comme pouvant offrir à leurs membres des opportunités importantes pour le renforcement de compétences. Les organisations professionnelles agricoles ne sont pas toujours mobilisées dans les projets de développement rural ni dans la formulation des politiques publiques

Tableau N°10 : Domaines à renforcer

Domaines à renforcer	Fréquence	%
Techniques agricoles pastorales	42	62.1
Conduite des petits commerces	4	6
Techniques piscicoles	2	3
Conduite du groupe	12	18.1
Techniques de vulgarisation et d'animation	5	7.5
Sur le code foncier	2	3
Total	66	100

Du renforcement : 41 enquêtés soit 62.1% ont montré la nécessité d'un renforcement des capacités dans le domaine de techniques agropastorales ; 12 soit 18.1% ont dit qu'il serait bon dans la conduite des groupes ; 5 autres enquêtés soit 7.5% ont parlé des techniques de vulgarisation et d'animation, pendant que 4 soit 6% l'ont estimé dans le domaine de petit commerce. 2 autres soit 3% ont dit dans les techniques piscicoles et deux autres sur le code foncier. Leurs besoins en formation sont de pair avec ce que préconisent (BORDA-RODRIGUEZ et VICARI, 2014 ; HARTLEY, 2014 ; SINCLAIR, KUMNERDPET et MOYER, 2013 cité par FAYSSE N. et al., 2015) que l'apprentissage peut concerner des compétences techniques, de gestion du groupe et de relations avec des acteurs extérieurs.

Tableau N°11 : Tous les groupes s'impliquent dans la promotion agricole

Organisations Paysannes	Tous les groupes s'impliquent dans la promotion agricole				Total	%
	Oui	%	Non	%		
ACOP	7	70	3	30	10	100
ADC	9	90	1	10	10	100
ADEPU	9	90	1	10	10	100
AGRIMO	0	0	10	100	10	100
APB	9	90	10	10	10	100
ASSODECI	9	90	1	10	10	100
CD/MUMOSHO	10	100	0	0	10	100
CDK	0	0	10	100	10	100
CDM	7	70	3	30	10	100
COMIPA	10	0	0	0	10	100
SIDEBU	8	80	2	20	10	100
UAEM	4	40	6	60	10	100
Total	82	68.3	38	31.6	120	100

A l'ACOP 7 enquêtés sur les 10 soit 70% ont affirmé, quand 3 soit ont refusé. A l'ADC, 9 soit 90% ont accepté et 1 soit 10% a refusé. Pour l'ADEPU, 9 aussi soit 90% ont accepté et 1 autre soit 10% a refusé. A l'AGRIMO tous les 10 soit 100% ont refusé, mais à l'APB, 9 soit 90% ont accepté et 1 autre soit 10% a refusé. Chez l'ASSODECI, 9 aussi soit 90% l'ont reconnu mais soit 10% a refusé, au CD/Mumoshos, tous les 10 enquêtés ont accepté. Au CDK, tous les 10 enquêtés soit 100% ont refusé, mais au CDM, 7 soit 70% ont dit oui et 3 autres soit 30% ont dit non. Au COMIPA tous les 10 soit 100% ont accepté mais au SIDEBU 8 soit 80% ont accepté pendant que 2 soit 20% ont refusé. A l'UAEM, 4 soit 40% ont accepté et 6 autres soit 60% ont dit le contraire. Il se dégage alors que 82 sur 120 soit 68.3% reconnaissent que toutes les OP s'impliquent dans la promotion agricole et 38 autre soit 31.6% ont refusé. Ces données confirment que dans le contexte d'exécution et de gestion de projet, le mécanisme participatif met en interaction des acteurs endogènes, exogènes et intermédiaires (WAMBA E.M., 2007).

4 CONCLUSION

A la lumière de ce qui précède, nous pouvons d'ores et déjà nous rendre à l'évidence que la participation paysanne à Kabare est une réalité bien vivante. Les paysans qui sont accompagnés par les structures d'appui au développement (CAB et IADL) font preuve d'efficacité nonobstant quelques défis qui doivent être relevés et recadrés. La promotion agricole dont il est question est un levier par excellence de tout développement endogène en région rurale. De ce point de vue, elle cesse

d'être du domaine seul paysan mais de tous les intervenants et résidents dans le milieu rural. Le paysan de la chefferie de Kabare veut aussi voir les autorités politiques, administratives et coutumières s'impliquer et apporter leurs contributions dans la recherche du bien être rural. Leur contribution demeure consubstantielle dans la sécurisation et la redistribution des terres paysannes et ainsi parer à l'insécurité alimentaire par l'échantillon des paysans sans terres. A propos des paysans sans terre, il est à propos de relever que dans la conscience collective à Kabare, la propriété de la terre par le paysan qui l'exploite est une garantie fondamentale de sa dignité humaine. L'occupation d'une portion de la croute terrestre constitue la première forme de lutte à laquelle sont livrés les paysans. Ceci est dû au fait que toute leur vie tire sa source de la terre. Ces autorités devront en plus disponibiliser un personnel compétent et permanent capable d'aider les paysans à résoudre leurs problèmes et les dotant les intrants agropastoraux nécessaires pour leurs activités paysannes, demeure un défi majeur qui mérite d'être anticipé au préalable. La position des paysans dans la programmation de leur devenir devrait être déterminée par leurs plans de développement local qui fixent les objectifs physiques à atteindre, les contributions des Associations d'appui au développement sous forme d'appui conseil (accompagnement), d'appui technique (intrants) ou le renforcement des capacités locales (formations) doivent être ajustées de manière à contribuer à la réalisation de ces objectifs (G.T.Z,1992). Considérant les besoins des villages africains et spécifiquement ceux propres à notre sphère d'enquête, nous estimons que seul le capital humain et les ressources obtenues par les moyens d'un travail consciencieux et zélé dans une synergie participative proactive et perspective peuvent déclencher et booster un développement anthropocentrique.

REFERENCES

- [1] MUNZHIRWA Christophe, Paysan du Kivu et le changement social depuis l'indépendance Tome I, éd. BECURELA. Republié par les dauphins MUNZHIRWA (2007), BUKAVU, à titre posthume.
- [2] HAMULI KABARUZA B. (2002) Donner sa chance au peuple congolais : expériences de développement participatif. 1985/2001, éd. Karthala, Paris.
- [3] ANONYME, (2013), Rapport agricole de la chefferie de KABARE.
- [4] CAD. (1996.), Le rôle de la Coopération pour le développement à l'aube du XXIème siècle. OCDE, Paris, PP.9.
- [5] DOLIGEZ F. (2003), La participation: un cadre d'analyse, in Journée d'Étude IRAM 2003
- [6] SIMARD Geneviève (2008), Participation au développement local : le cas du Niger, Montréal, PP.141
- [7] ANNE WHYTE (1987), Principes directeurs pour la planification communautaire aux projets d'approvisionnement en eau et Assainissement, Toronto, PP.56
- [8] NONO WAMBA Eddy Michel (2007), Durabilité à la participation communautaire aux projets de développement à Douala Cameroun : l'importance des facteurs sociaux et spatiaux, Université de Montréal, PP.7
- [9] MERCIER Clément (2009), Participation citoyenne et développement des communautés au Québec : enjeux, défis et conditions d'actualisation, Université de Québec, PP.78
- [10] BARRAU Emile (2006), Maitriser les techniques de base de l'animation sociale : manuel de l'animateur urbain, Vol.1, Brazzaville, PP.48
- [11] MOUVEMENT POPULAIRE DE LA RÉVOLUTION (1967), Manifeste de la N'SELE, imprimerie de gouvernement, Kinshasa, PP. 329.
- [12] G.T.Z (1992), là où il n'y a pas de participation ...réflexions, stratégies, études des cas, recommandations pratiques pour le développement rural en Asie, éd. F.M Druck, Eschborn
- [13] FAYSSE Nicolas, BOUZEKRAOU Myraim, ERRAHJ Mostafa, Participation et amélioration des compétences dans les groupes restreints : cas de coopératives féminines au Maroc, SAC Revue d'Anthropologie des connaissances, 2015/3 Vol. 9, N°3, PP 351 à 369
- [14] DATCHARY Caroline et GAGLIO Gérald, « Hétérogénéité temporelle et activité de travail. Entre conflits et articulations », Revue d'anthropologie des connaissances 2014/1, Vol. 8, n° 1, PP. 1-22.
- [15] MUNYANKUSI Laurent (2001), Participation des organisations paysannes aux innovations agricoles et au développement rural au Rwanda ; cas de l'IMPUYAKI, université Nationale du Rwanda, Butare, PP 153.

Simulation Study of Thermal Zoning and its Impact on energy balance sheet of Building

Driss Harrou¹, Fouzia Ghrissi², Brahim Boutrig¹, Mohamed Chentoufi¹, and Latifa Dlimi¹

¹Laboratory of Environment and Renewable Energies,
Ibn Tofail University, Faculty of Sciences,
B.P 242, Kenitra, Morocco

²Department of Civil Engineering,
Mohamed V University, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs,
Avenue Ibn sina B.P. 765 Agdal- Rabat, Morocco

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This paper presents simulations of the energy consumption for heating and cooling of residential building, by using different methods concerning thermal zoning. In this study we compared the simulation results of the single and the detailed zoning strategies. The Zoning is done during model creation to define its complexity. The Simulated models have been performed using the Program Ecotect. According to The results of this study, it was determined that the simulated energy load and indoor temperature were particularly sensitive to the thermal zoning, outdoor temperature and the rate of air exchange.

KEYWORDS: Thermal modeling, zoning strategies, rate of air exchange, energy demand, admittance method.

1 INTRODUCTION

Residential buildings are characterized by conceptual and operational specifications. In Morocco the building represents about 36% of total energy consumption, this energy consumption increases by 4.3% every year [1]. An urgent intervention to save energy is necessary to deal with this problem. Modern concepts like simulations and modelling are needed to meet the demands of the environment and to raise awareness of future legislation on energy efficiency. Building energy simulation is valuable during the early stages of design, when decisions can have the greatest impact on energy performance [2]. Despite the growing sophistication of building modelling tools, errors can arise from approximations that are made by a practitioner during model creation [3].

When using thermal modeling, the first step to be achieved is the definition of building components and its distributional geometry. Because of the high geometric complexity of certain buildings, thermal modelling can only be achieved by a suitable subdivision of the building in thermal zones. Several criteria and strategies with applicable assumptions are to be considered for modelling of thermal zoning of buildings. For modelling, a building should be subdivided into thermal zone [4]. In addition, there are no standard methods or restrictions that limit the number of thermal zones in a building.

In the literature there are few publications, who are studying in depth the problem of the impact of the thermal zoning on the energy balance of buildings. Concerning the effect of the thermal zoning on the energy loads, Chengchu Yan et al. [5] developed a simple analytical model for evaluating the impact of radiant heat on the building cooling load. The authors concluded that the most important factors determining the inner radiation effect are the radiative heat gains and the building zoning configurations. The single zone approach was a significant milestone in the field of thermal modelling. In this model all spaces are arranged in one zone and internal thermal parameters are perfectly uniform. According to the authors: Maas [6] and Foura [7] this modelling approach, despite its simplicity, has shown its limitations in terms of accuracy, especially when the building has conditioning system.

In their paper Kim et al [8] compared the energy consumption of a building by three zoning strategies: the room zoning, zoning, the floor zoning and the sunny area zoning. The results obtained by their models show that compared to room zoning, the floor zoning and zoning sunny surface have successively standard deviations of 3.57% and 3.17%, in cooling loads in a typical summer day. Regarding the heating loads in a typical winter day, the results comparing to the room zoning showed a standard deviation of 11.6% for sunny zoning and 6.13% zoning floor.

Clarice Bleil et al [9] proposed to investigate tow methods of zoning for a non-residential building, namely; zoning based on perimeter and zoning according to orientation, combined with the following strategies: a "single zoning" model, a "5 zone" model and a "room zone" model. The authors concluded that settings for internal gains and ventilation rates combined with the use of different zoning strategies leads to significant variations regarding the expected energy demands.

Italo Guimaraes et al [10] propose to integrate in the process of thermal zoning the following passive phenomena: the thermal radiation of the roof, solar radiation through windows and cross ventilation. For this, three strategies were tested on a large building, specifically the single-zone model, the 3-zones and finally the 9-zones model. Taking into account the results obtained, the authors recommended finally the single zone model to reduce modelling time and treatment.

Andrzej Baranowski et al [11] tested many zoning strategies, from the simplest to complicated, for three types of building. They concluded that the use of the simplest models with single zoning provides more realistic results.

2 STUDY METHODOLOGY

2.1 METHODS OF ANALYSIS

In this study a dynamic simulation tool is used to examine the impact of thermal zoning on energy modeling and highlights thermal optimal performance of building. The calculation of thermal loads is an important step in building energy simulation. According to V. Szokolay [12], a building can be considered as a thermal system with a series of inputs and outputs of heat. The system can be described by the following equation:

$$Q_i + Q_c + Q_s + Q_v + Q_e = \Delta S$$

Where:

- ΔS : is the change of the heat stored in the building
- Q_i : is the internal heat gain
- Q_c : is the conduction heat gain or loss
- Q_v : is the ventilation heat gain or loss
- Q_s : is the solar heat gain.
- Q_e : is the evaporative heat loss

ECOTECT [13] is the program used in this study. The thermal calculation used by the program is based on the so-called "Admittance Method" [14]. It is used to describe the thermal inertia of a building in the dynamic mode [15].

The admittance Y is expressed as a function of thermal properties of building components [16].

$$Y = \sqrt{\frac{2\pi\rho\lambda C}{P}}$$

Where:

- ρ : density
- λ : thermal conductivity
- c : specific heat
- P : period of 24 hour

2.2 BUILDING DESCRIPTION

Our study focuses on a typical Moroccan house Figure 1, located in the city of Kenitra (latitude 34.30°), in the climate zone 1 of the thermal building regulations in Morocco [17].

The size of the apartment is 124 m². The facades are oriented successively the south and west. The Rate of windows referring to the south is 17% and to the west is 28%. The building does not have conditioning system, therefore it is naturally ventilated. The low and high temperatures inside of the building are respectively 18 ° C = T_{min} and T_{max} = 26 ° C. Four people live in the building, with a 50% occupancy rate from Monday to Friday and 100% for Saturday and Sunday. The simulations are considering the hottest and the coldest day of the year.

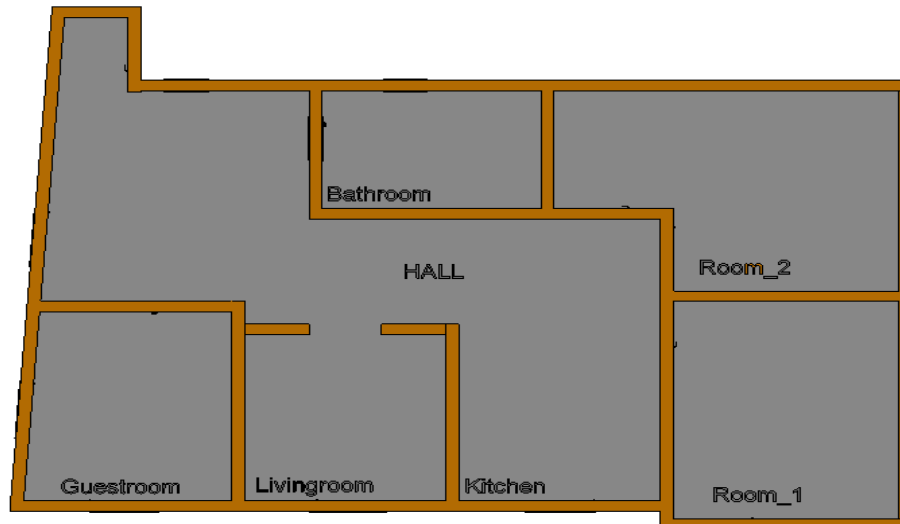


Fig. 1. Schematic description of the studied apartment

The envelope parameters are fixed for all simulations. Key parameters in this study are: the number of zones and the rate of air exchange. A description of the materials used in the construction of the building is summarized in Table 1.

Table 1. Buildings envelop settings

Item	U [W/m ² .K]
Ceiling	3.22
Floor	4.05
Wall	1.54
Window	5.33
Door	2.16

2.3 ZONING CONFIGURATION

In this study two zoning approaches were discussed, namely the single-zoning and multi-zoning configurations. For each configuration, simulations were made in two typical days of the year representative of extreme weather conditions by imposing different rate of air exchange. They are shown in ACH and can be expressed as a function of the incoming air flow and volume:

$$ACH = \frac{q}{V}$$

Where: q : Incoming air flow, and V : Volume of space

The air exchange rate includes both outside air coming in through the openings and through the air leaks of the building envelope. Air exchange rates examined in the simulations of this study are: 0.5.ACH, 1.ACH, 2.ACH and 5.ACH.

3 RESULTS AND DISCUSSION

To have a view on the influence of the simplification and detailing in the thermal zoning of the building, the required energy for both configurations, and the indoor temperature were determined. The assigned rate of air exchange to the reference situation for the both alternative zoning was an average of 1.ACH. For both strategies zoning, the same technical and Constructional constraints were used.

Fig.2 and Fig.3 below show the distribution of the annual heating and cooling consumption by the single zoning and Multi-zoning. According to result, the amount of energy required varied throughout the year. The annual heating demand varies on average between 565kw for multi zoning and 290kW for single zoning. The relative difference between the both configurations is around 49%. More the heating energy consumed in winter for the multi-zoning configuration is about 78% of the total annual energy. Whereas in case of single zoning only 67% of the total annual energy is consumed in the same season Fig.4. It can show also that the heating demand is underestimated or overestimated depending on application of the zoning method used. This can be justified by the nonuniform distribution of the building surfaces and the corresponding heat gains.

Comparing the cooling energy demand for the both configurations, the values change on average between 230KW for Multi zoning and 260kW for single zoning. The relative difference between the both configurations is around 6%. The difference here is much smaller than that of the heating demand .The single zoning characterizes the zoning strategy with the highest cooling demand. This is significantly influenced by the large surface area of the zone.

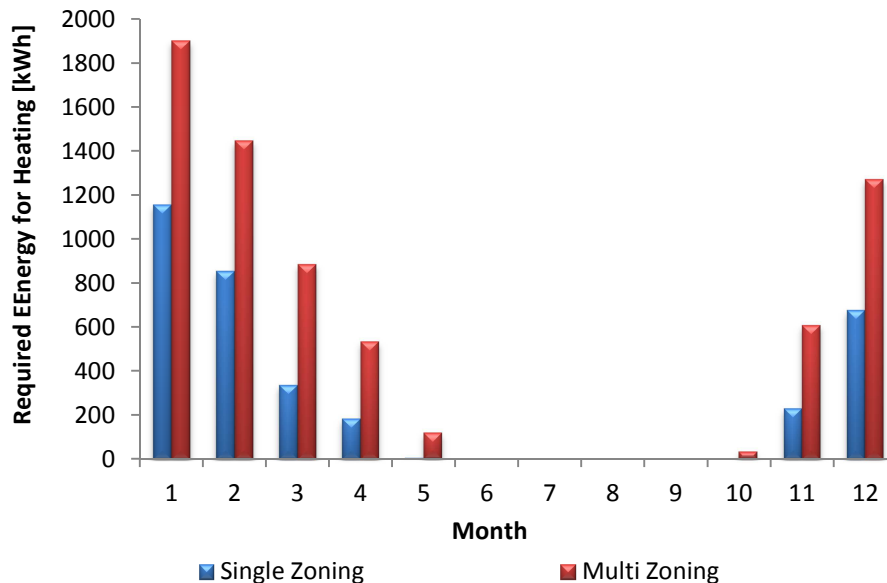


Fig. 2. Monthly Heating Energy Demand [kWh]

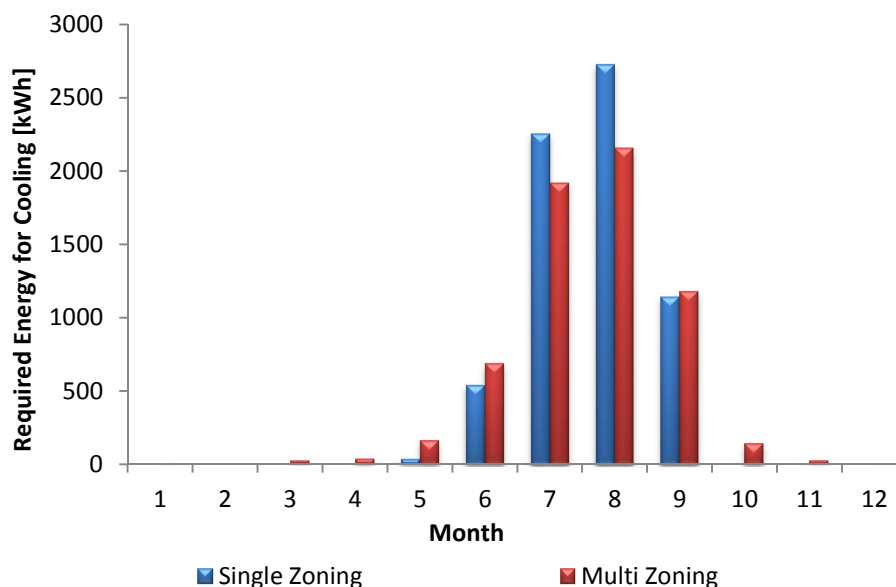


Fig. 3. Monthly Cooling Energy Demand [kWh]

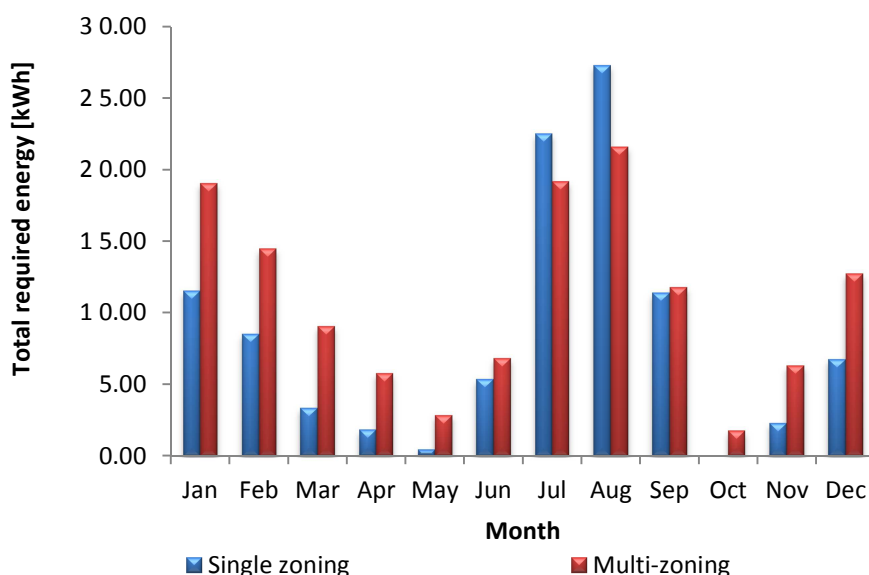


Fig. 4. Monthly Total Energy required for heating [Wh]

Figure 5 shows the effect of air change rate and the zoning configuration on annual energy consumption. These histograms show that the increasing rate of air exchange involves an increasing energy demand for both zoning strategies. Furthermore the detailed zoning configuration presents the dominant energy demand compared to single zoning method. More, in the interval from 0ACH to 1ACH, the reduction in energy consumption relative to Mutli-zoning compared to single zoning remained relatively constant. But from 2ACH energy reduction becomes weak.

The relative reduction of total energy consumption of the Multi-zoning compared to single zoning increases progressively, while the air change rate increases from 0ACH to 1ACH Fig. 6. As the air change rate continues increases to 2ACH, the relative reduction total energy consumption keeps almost constant value. After that, the relative change decreased significantly when the air change rate becomes 5 ACH.

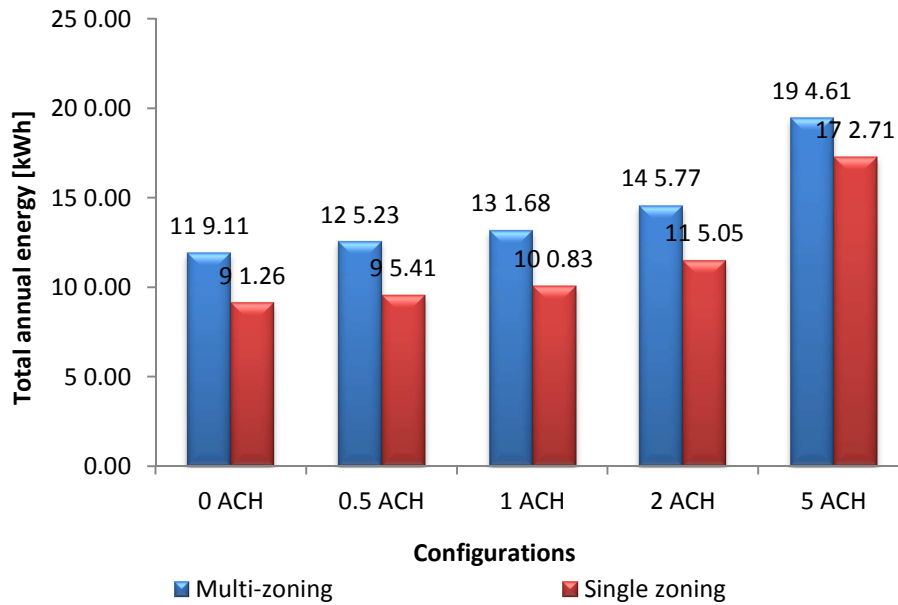


Fig. 5. Total annual energy requirement depending on the rate of air exchange

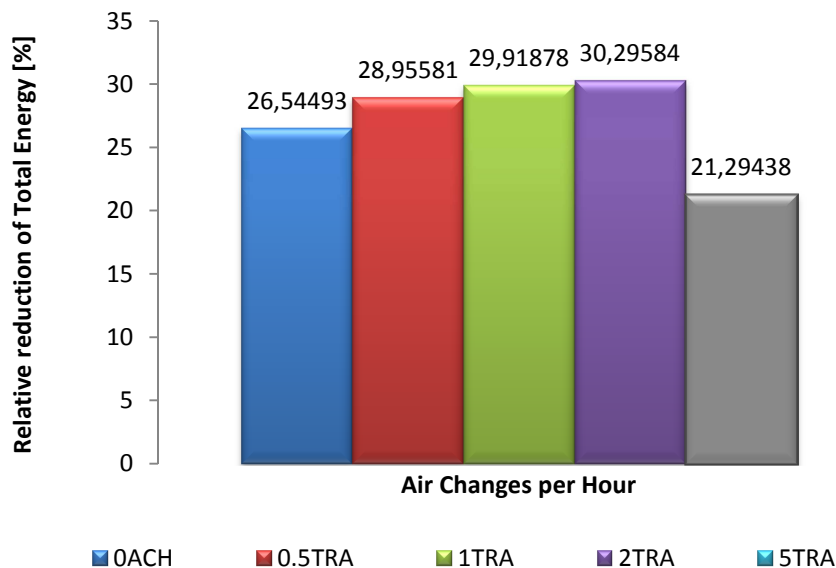


Fig. 6. Reduction in total annual energy of the Multi-zoning compared to single zoning based on the rate of air exchange

According to the Fig. 7, fig. 8 and fig.9, the thermal behavior of both configurations is similar. Significant increase in the average indoor air temperature occurred with applying the multi zoning strategy when the rate of air exchange was changed from 0ACH to 5 ACH in the winter and summer. Lower temperatures tend to appear in the single zoning model especially in the case of low air exchange. This is probably due to the surface representative of the area of the zone.

As seen in the figures, during periods of high solar gain, at noon until 16h, when all zones begin to overheat, the curves, for both configurations, tend to merge, when the rate of air exchange increases.

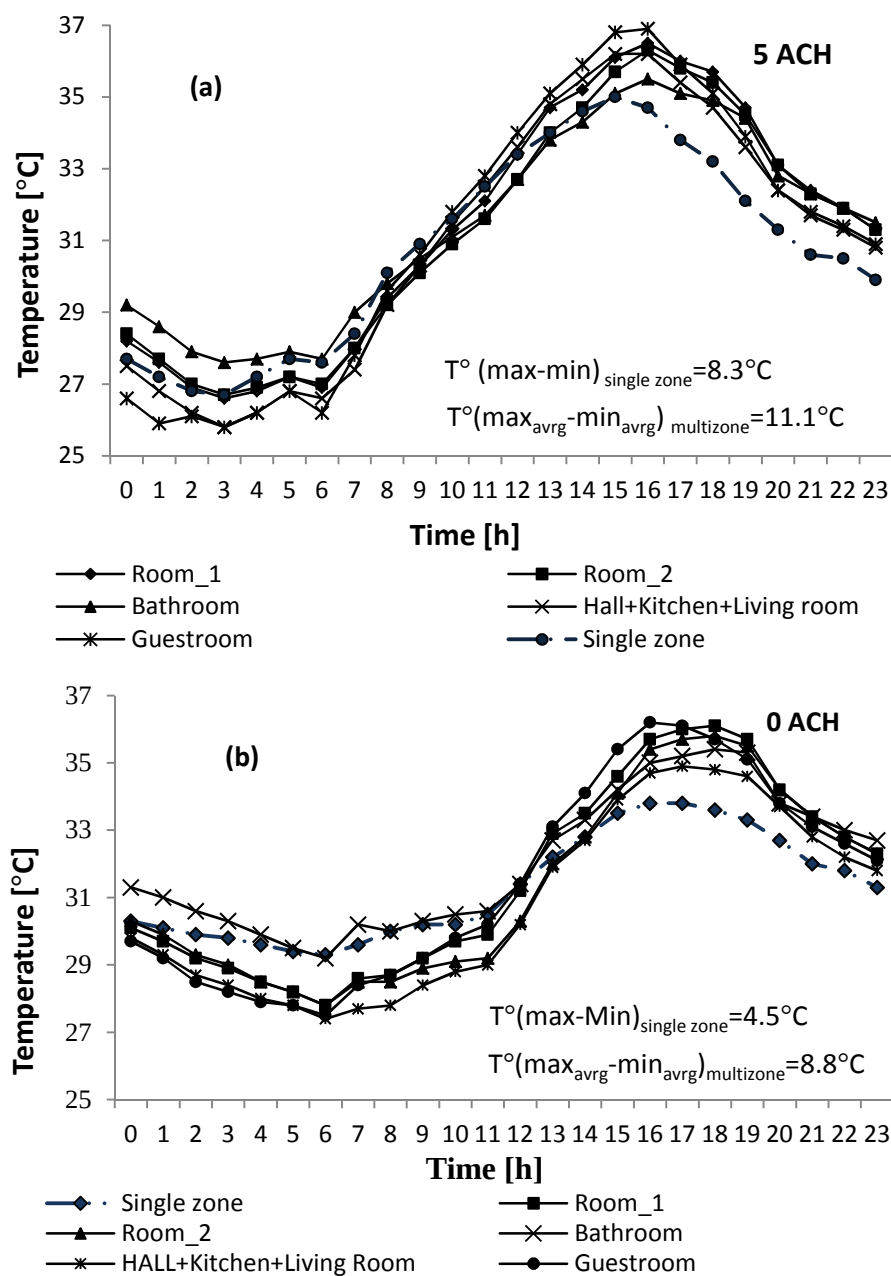


Fig. 7. a, b: Variation of internal temperatures for both configurations during a typical day in summer

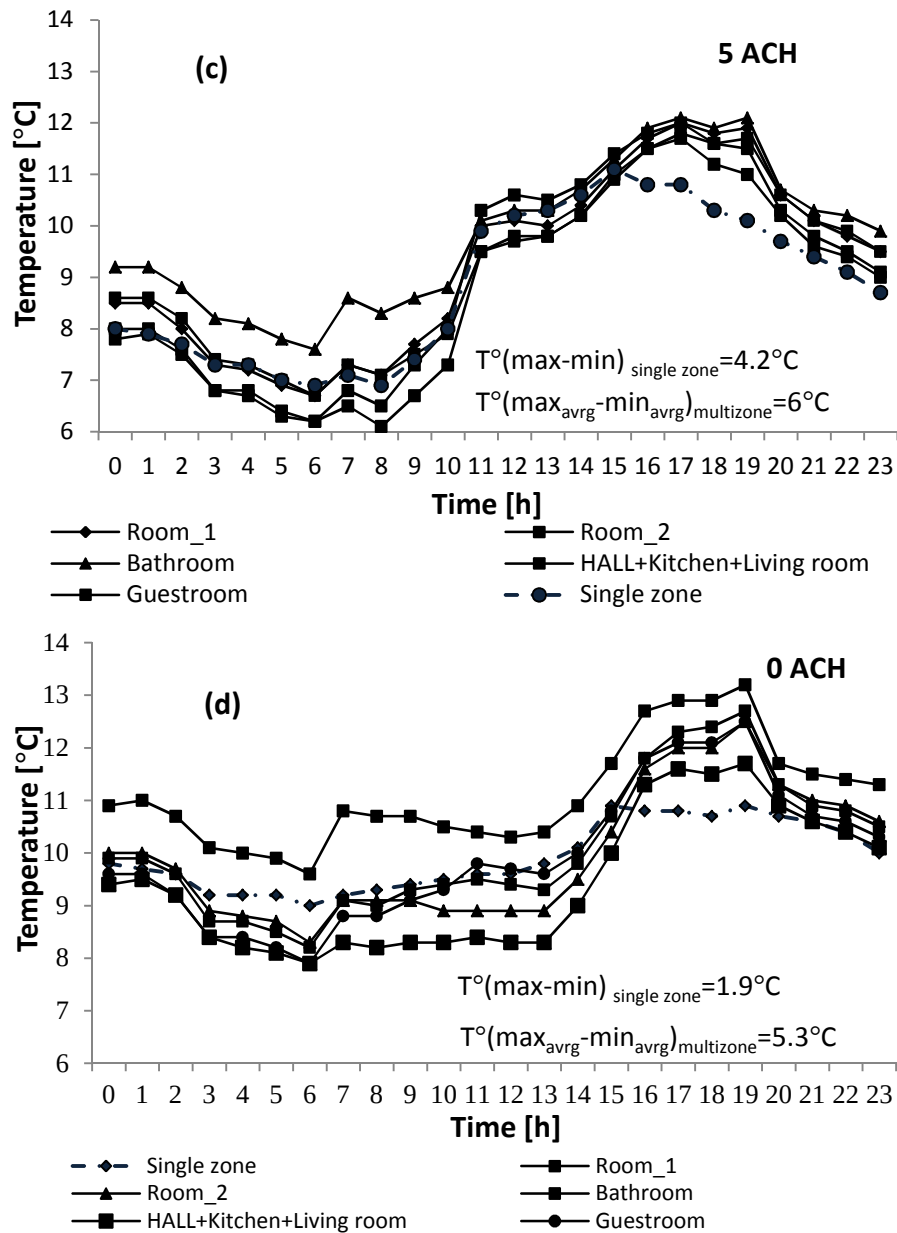


Fig. 8. c, d: Variation of internal temperatures for both configurations during a typical day in winter

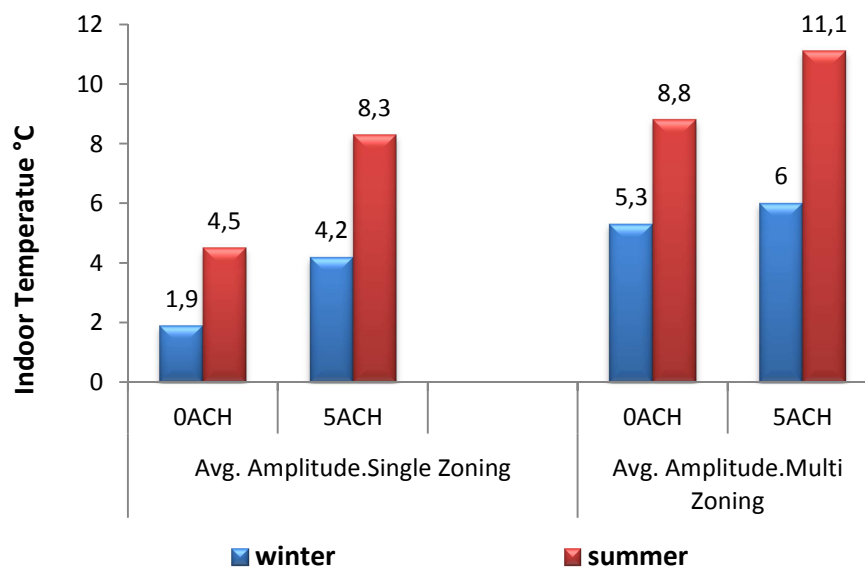


Fig. 9. Variation of internal temperatures for both configurations in winter and summer

4 CONCLUSION

The thermal zoning configuration of a building is the important factor by which the predicted energy consumption is determined. In this study, this subject has been analyzed by Ecotect software for a residential building in Kenitra, Morocco. Based on the results of simulation we can conclude that the assumptions made on the thermal zoning can significantly affect the prediction of energy demand as well as the indoor temperature, and furthermore the optimal building design. The use of a large number of zones predicts an increase in energy consumption, because the solar heat gain is not uniformly distributed in the building, which leads to overheating of certain areas. In case of single zone configuration the air heated by sunlight or by the heater is fully mixed throughout the building, thus using its heat capacity to compensate the losing heat in zone with less thermal gain. It can be shown also that the heating demand is underestimated or overestimated depending on the used zoning method. According to the results, there is a remarkable variation of the amplitude of the indoor temperatures, when the rate air exchange increases for the multi-zoning strategy.

In this work, only the rates of air exchange and the outdoor temperature, combined with the zoning methods, have been taken into account. Future research can take advantage of the examination of additional parameters like building orientation, the windowing rate, to make a complete assessment of the different zoning strategies, which is more representative for the real energy demands in the residential building. Furthermore, it is believed that in order to have a more representative idea concerning the energy loads of building, in-situ measurements should be conducted.

REFERENCES

- [1] ANDEREE, Energy efficiency, 2010. [Online] Available: <http://www.aderee.ma/index.php/en/expertise/efficacite-energetique-en>, 2010.
- [2] N. L. Jones, C. J. McCrone, B. J. Walter, K. B. Pratt, and D. P. Greenberg, "Automated Translation and Thermal Zoning of Digital Building Models for Energy Analysis", 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, pp. 202-209, 2013.
- [3] M. Georgescu, I. Mezic, "A systematic approach to zoning and model reduction using Koopman Mode Analysis", Energy & Buildings, vol. 86, pp. 794–802, 2014.
- [4] W. O'Brien, A. Athienitis, and T. Kesik, "Thermal zoning and interzonal airflow in the design and simulation of solar houses: a sensitivity analysis", Journal of Building Performance Simulation, vol. 4, No. 3, 239–256, 2011.
- [5] C. Yan, S. Wang, K. Shan, Y. Lu, "A simplified analytical model to evaluate the impact of radiant heat on building cooling load", Applied Thermal Engineering, vol. 77, pp. 30-41, 2015.
- [6] M. Anton, Umweltbewusstes Bauen, Ed. Fraunhofer IRB Verlag, 2008.
- [7] F. Smir, "Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie", PhD Thesis, University of Mentouri, Constantine, Alger, 2008.

- [8] M. Kim et al., "Study on Simulation Modelling Strategy for Predicting Thermal Energy Demand Profiles of Residential Complex", 11th International IBPSA Conference, Scotland, 2009.
- [9] C. Bleil et al., "Thermal Zoning in Speculative Office Buildings: Discussing the Connections between Space Layout and Inside Temperature Control", 1st Building Simulation and Optimization Conference, UK., 2012.
- [10] I. Guimaraes, J. Carlo, "Modelling Issues for Energy Simulation of a Naturally Ventilated Building According to the Brazilian Labelling Program", PLEA2012-28th Conference, 2012.
- [11] A. Baranowski, J. Ferdyn-Grygierek, "Effect of Calculation Zoning on Numerical Modelling of Ventilation Airflows", Building Simulation, Volume 8, Issue 1, pp. 73-79, 2015.
- [12] S. V. Szokolay, Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design, 2nd Ed., Elsevier, 2008.
- [13] Amber P. Autodesk announces Ecotect Analysis 2010 and free Guide to Sustainable Design, 01 May 2009. ArchDaily. Accessed 20 Nov 2015. <<http://www.archdaily.com/21168/autodesk-announces-ecotect-analysis-2010-and-free-guide-to-sustainable-design/>>
- [14] B. Drury, W. Jon, K. Michaël, T. G. Brent, "Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs", 9th International IBPSA Conference, 2005.
- [15] S. V. G. Goulart, "Thermal Inertia and Natural Ventilation -Optimization of thermal storage as a cooling technique for residential buildings in Southern Brazil", PhD Thesis, Architectural Association School of Architecture Graduate School, UK., 2004.
- [16] J. D. Balcomb, Passive Solar Buildings, MIT, UK, 1992.
- [17] State Secretariat at the Moroccan Ministry of Energy, Mines, Water and Environment, in charge of water and environmental management of the national Weather, Climate Zoning Morocco destined to the thermal building regulations, Rabat, Morocco, 2010.

ETUDE D'UN CHAMPIGNON COPROPHILE: *PANAEOLUS SEMIOVATUS* (SOWERBY) S. LUNDELL & NANNF., 1938

M. Ajana, A. Ouabbou, S. El Kholfy, A. Ouazzani Touhami, R. Benkirane, and A. Douira

Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes,
B.P. 133, Kenitra, Maroc

Copyright © 2016 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, the macroscopic and microscopic characters of *Panaeolus semiovatus* (Sowerby's. Lundell & Nannf., (1938), coprophile fungus, have studied and illustrated.

KEYWORDS: *Panaeolus semiovatus*, coprophile, Khmisset, Morocco.

RÉSUMÉ: Dans cette étude, les caractères macroscopiques et microscopiques de *Panaeolus semiovatus* (Sowerby) S. Lundell & Nannf., (1938), champignon coprophile, ont étudiés et illustrés.

MOTS-CLEFS: *Panaeolus semiovatus*, coprophile, Khmisset, Maroc.

INTRODUCTION

Le genre *Panaeolus* (Fr.) Quél., (1872) (Incertae sedis, Agaricales, Agaricomycetidae, Agaricomycetes, Agaricomycotina, Basidiomycota, Fungi) est composé d'un nombre relativement faible d'espèces, environ vingt-cinq [9], par rapport à d'autres genres, ce qui pourrait faire penser que la détermination systématique de ce genre est aisée [3]; [4]. Les espèces de *Panaeolus*, saprophytes solitaire ou dispersés en groupes sur le fumier et sur le sol [16]; [13], se distinguent par une petite taille [8]. Cependant, certains caractères différentiels sont difficiles à apprécier et les clés de systématique, rares, présentent des divergences quant aux noms et aux synonymes des espèces [3].

Au Maroc, le genre *Panaeolus*, Basidiomycètes, appartenant à la famille des Bolbitiaceae, est peu étudié [10]. Il renferme des espèces coprophiles qui peuvent apparaître toute l'année quand les conditions sont favorables [5]. Les représentants du genre *Panaeolus* sont caractérisés par un chapeau hémisphérique à conico-convexe, lisse à ridule ou même parfois craquelé, à marge souvent appendiculée par des restes du voile [2]. Les lames sont particulières, au moins à un certain moment de la croissance, tachetées ou nuageuses, ceci étant dû à la maturation des spores qui ne se fait pas en même temps sur toute la surface des lames, mais qui se fait par plages [2]. La chair est non déliquescente et le stipe est pruineux, au moins au sommet, parfois avec de fines gouttelettes au début [14];[15]. La sporée est noire à brun sombre, ou brunâtre très sombre. Les spores sont lisses, rugueuses à verruqueuses, à paroi épaisse et présentent un pore germinatif large et net [7]; [15].

Dans ce travail, les caractères macroscopiques et microscopique d'un champignon coprophile, *Panaeolus semiovatus*, ont été décrits et illustrés

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des prospections ont été effectuées dans le plateau de Khémisset (Houderran, centre du Plateau Central) pour étudier les champignons supérieurs de cette zone.

Les spécimens de cette espèce ont été récoltés et ramenés au laboratoire. Les descriptions macroscopiques des carpophores ont porté sur les caractères morphologiques (forme, couleur, taille, l'aspect,...) ainsi que d'autres particularités liées au chapeau et au stipe (odeur, saveur,...). Cette description est complétée par une description microscopique des spores et des coupes au niveau de l'hyménium, de la cuticule, de la chair et du stipe. Les dimensions des spores, des cystides, des basides et parfois des stérigmates, sont mesurées via un oculaire micrométrique grand champ 10× (18mm) à échelle de 10 mm divisée en 100 graduations (0,1mm). Des observations microscopiques ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique (grossissement ×400). Le liquide de montage est l'eau de robinet. La forme des spores est obtenue à partir du calcul du quotient de Bas [1] selon le rapport suivant, $Q = \text{longueur (L)} / \text{largeur (l)}$.

L'identification de cette espèce a été réalisée en consultant les travaux de [10],[14], [6], [3], [16] et [4].

RÉSULTATS

Une seule espèce coprophile du genre *Panaeolus* a été décrite dans cette étude:

Panaeolus semiovatus (Sowerby) S. Lundell & Nannf., (1938). syn *Panéole ovoïde*, *Panéole coprophile* (Breitenbach et Kranzlin, 1995); [4]; *Panaeolus semiovata* (Sow. Fr.) Lundell & Nannf. Noms scientifiques anciennement utilisés: *Annellaria semiovata* (With.: Fr.) Pears & Dennis, (1948); *Panaeolus fimiputris* (Bull.: Fr.) Quélet, (1872); *Panaeolus separatus* (L.) Wunsche [3]. Espèce coprophile récoltée le 08-04-2015 sur le crottin de cheval à Houdaran (Khémisset).

Le **chapeau** (2 à 4 cm de diamètre) est hémisphérique puis fortement convexe en forme de demi-œuf comme son nom l'indique vers le haut et devient alors éplaté, blanc bronzé et légèrement visqueux. La **chair** est blanchâtre, fragile et à consistance faible. La **marge** est incurvée à plat, légèrement plus claire que le chapeau avec des restes de l'hyménium pour former le voile de l'anneau. Le **stipe** (8 à 12 cm de diamètre) est cylindrique, strié longitudinalement de long, blanc argent et en forme de bulbe à la base. L'**anneau** est blanc, super, étroit et permanent. Les **Lames** sont libres, peu espacées, inégales et de couleur grisâtre. L'**arête** est simple et blanchâtre.

Les **basides** (29,9 × 11,6 µm) sont hyalines, claviformes, et tétrasporiques. Les **cheilocystides** (36,5 × 8,5 µm) sont hyalines, cylindriques et à sommet couronné de cristaux. Les **basidiopores** (16,65 µm × 11,65) sont de couleur brun noirâtre, elliptiques (1,3 < Q < 1,7) et lisses.

DISCUSSION

Au Maroc, le genre *Panaeolus* (Fr.) Quél. (1872), est présenté par huit espèces, dont quatre sont décrites (*Panaeolus acuminatus* Quél. 1874, *P. foeniseccii* (Pers.) J. Schröt. 1926, *P. papilionaceus* (Bull.) Quél. 1872 et *P. phalaenarum* (Fr.) Quél. 1872) et quatre signalées (*Panaeolus campanulatus* (L.) Quél. 1872, *P. fimicola* (Pers.) Gillet 1878, *P. retirugus* (Fr.) Gillet 1878 et *P. sphinctrinus* (Fr.) Quél. 1872) [10].

Ouabbou *et al.*, 2010 ont rencontré quatre espèces du genre *Panaeolus*. Parmi elles *Panaeolus dunensis* Bon & Courtec. 1983, récoltée au niveau des dunes grises de Mehdiya est nouvelle pour la flore fongique du Maroc et les autres espèces, *P. campanulatus* (L.) Quél. 1872, *P. sphinctrinus* (Fr.) Quél. 1872 et *P. foeniseccii* (Pers.) J. Schröt. 1926, rencontrées dans la Mamora, ont été signalées auparavant par Malençon et Bertault, (1970)[12].

En 2012, cinq espèces coprophiles du genre *Panaeolus* ont été décrites (*Panaeolus ater* (J.E. Lange) Kühner & Romagn. 1953, *P. olivaceus* F.H. Møller 1945, *P. semiovatus* (Sowerby) S. Lundell & Nannf. 1938, *P. papilionaceus* (Bull.) Quél. 1872 et *P. sphinctrinus* (Fr.) Quél. 1872). Les trois premières peuvent être considérées comme nouvelles pour la flore fongique du Maroc [11].

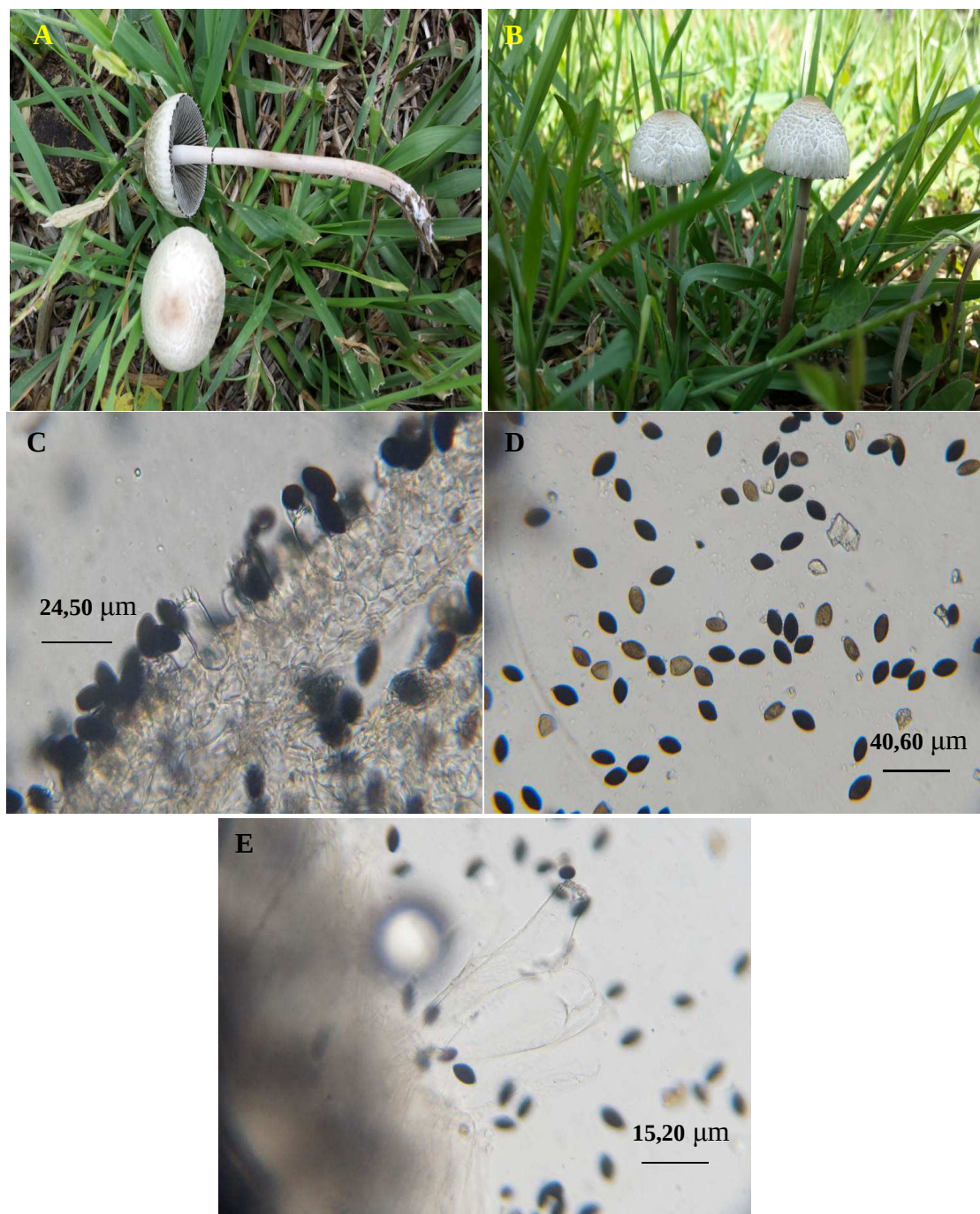


Figure1: *Panaeolus semiovatus*; A, B : Carpophore; C : basides; D Spores, E : Cheilocystides.

CONCLUSION

Des spécimens de *Panaeolus semiovatus* (Sowerby) S. Lundell & Nannf., (1938) sont récoltés pour la première dans la région de Khémisset (Houderran, centre du Plateau Central). Cette espèce pourra être considérée comme nouvelle pour la flore fongique du plateau central de Khémisset.

REFERENCES

- [1] Bas C., 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph on its section *Lepidella*, *Persoonia*, 5 (4): 285-579.
- [2] Boedyn K., 1966. Les plantes du monde, Tome III : Les plantes sans fleurs. Hachette, 385 p
- [3] Bon M. & Courtecuisse R., 2003. Clé de détermination du genre *Panaeolus* (Fr.) Quélet. *Doc. Mycol.*, 32 : 75-93.
- [4] Courtecuisse R. et Duhem B, 2000 . Guide des champignons de France et d'europe, 3eme éd., Delachaux et Niestlé, Paris.
- [5] Gerault, A. 2005. Florule évolutive des Basidiomycotina du Finistère, (Homobasidiomycetes, Agaricales), Version 2.1., 183 p.
- [6] Gray J., Hiepko P. et Levis P., 1996. Taxonomische Revision der Gattungen *Panaeolus* und *Panarolina*. E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung. Stuttgart, 149 p.
- [7] Heim R., 1984. Champignons d'Europe. Société Fondation Singer Polignac. Nouvelles Editions Boubée, 680 p.
- [8] Kaur M., Kaur H. and Malik N.A., 2014. Genus *Panaeolus*: New records from India. *Journal on New Biological Reports* 3(1): 52 – 59.
- [9] Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A., 2008. Dictionary of the Fungi. 10th edn. CABI, Wallingford, UK.
- [10] Malençon G. & Bertault R. 1970. Flore des champignons supérieurs du Maroc Tome I. *Trav. Inst. Sci. Chérifien et Fac. sci. Rabat*, 601 p.
- [11] N'Douba A., P., Ouazzani Touhami A., Benkirane R., Zidane L. et Douira A. 2012. Etude de cinq espèces coprophiles du genre *Panaeolus* (Fr.) Quélet. dont trois nouvelles pour le Maroc : *Panaeolus ater*, *P. olivaceus* et *P. semiovatus*. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, n° 34 (2): 71-74.
- [12] Ouabbou A., El-assfoury A., Ouazzani Touhami A., Benkirane R. and Douira A., 2010. Etude de quelques espèces fongiques du genre *Panaeolus* (Fr.) Quélet., dont une nouvelle pour le Maroc: *Panaeolus dunensis* Bon et Courtecuisse. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie* n°32 (2) : 47-50.
- [13] Pegler D.N., 1986. Agaric flora of Sri Lanka. *Kew Bull.*, 12: 1-514.
- [14] Romagnesi H., 1995. Atlas des champignons d'Europe. Ed. Bordas, Paris, 290 p.
- [15] Roux P., 2006. Mille et un champignons. Edition Roux-Sainte Sigolène, France, 1223 p.
- [16] Singer R., 1986. The Agaricales in Modern Taxonomy (4th ed). Sven Koeiltz Scientific Books, Germany.

Etude botanique et évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Hunteria eburnea* Pichon (Apocynaceae) sur la croissance *in vitro* de souches multi-résistantes isolées chez des patients hospitalisés dans un CHU en Côte d'Ivoire

[Botanical study and evaluation of the antibacterial activity of the aqueous extract from *Hunteria eburnea* Pichon (Apocynaceae) on the multi-resistant stump growth isolated from hospital patients at a university hospital in Ivory Cost]

KANGA Yao¹, GUESSENND Nathalie², GNAHOUE Goueh³, BENE Kouadio¹, ZIRIHI Guédé Noel¹, and Mireille Dosso⁴

¹Laboratoire de Botanique, Unité de Formation et de Recherche Biosciences, 22 BP 582 Abidjan 22, Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

²UFR des Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, Unité de Surveillance de la Résistance des Micro-organismes aux Anti-Infectieux (ASSURMI), Département de Bactériologie Virologie de l'Institut Pasteur, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Biochimie et de Microbiologie, Ecole Normale Supérieure (ENS), 08 BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire de Bactériologie- Virologie, Institut Pasteur, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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: Treatment failures and the more high cost of treatment of infections caused by resistant bacteria called to find other care alternatives. This study was initiated to evaluate the antibacterial activity of the aqueous extract from *Hunteria eburnea* stem bark on multi-resistant strains. The methods of diffusion in agar and liquid media were used for susceptibility testing and MIC and MBC determination. The tests were performed on four multi-resistant strains isolated from patients and three reference strains were used as control. The minimum inhibitory concentrations of the extracts ranged from 3,12 mg/mL and 50 mg/mL and minimum bactericidal concentrations between 25 mg/mL and 100 mg/mL. The results obtained show that all the bacterial strains are sensitive to aqueous total extract. This extract is bactericidal on *S. aureus*, *E. coli* and bacteriostatic on *P. aeruginosa*. This might justify the use of *Hunteria eburnea* trunk bark in the treatment of various infections in traditional settings.

KEYWORDS: *Hunteria eburnea*, aqueous extract, MIC, MBC, Ivory Cost.

RÉSUMÉ: Les coûts de plus en plus élevés des traitements des infections dues aux bactéries résistantes appellent à trouver d'autres alternatives de soins. La présente étude a été initiée dans le but d'évaluer l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Hunteria eburnea* sur des souches multi-résistantes. Les méthodes de la diffusion en milieu gélosé et en milieu liquide ont été utilisées pour le test de sensibilité et la détermination de la CMI et de la CMB. Les différents tests ont été effectués sur quatre souches multi-résistantes isolées chez des malades et trois souches de référence. Les concentrations minimales inhibitrices des extraits varient entre 3,12 mg/ml et 50 mg/ml et les concentrations minimales bactéricides entre 25 mg/mL et 100 mg/ml. Les résultats obtenus montrent que toutes les souches bactériennes sont sensibles à l'extrait total aqueux. Cet extrait est bactéricide sur *S.aureus*, *E.coli* et bactériostatique sur *P.aeruginosa*. Ceci

pourrait justifier l'utilisation de l'écorce de tronc de *Hunteria eburnea* dans le traitement de diverses infections en milieux traditionnels.

MOTS-CLEFS: *Hunteria eburnea*, extrait aqueux, CMI, CMB, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Depuis leur apparition, les antibiotiques sont restés le moyen privilégié de lutte contre les infections bactériennes. L'apparition des bactéries multi-résistantes aux antibiotiques et leur diffusion dans les populations constituent un phénomène émergent majeur ; cette évolution se traduit par des taux élevés de résistance de certaines espèces bactériennes à plusieurs familles d'antibiotiques qui étaient sensibles il y a quelques années [1,2]. A l'instar de certains pays d'Afrique, de nombreux cas de bactéries multi-résistantes sont rapportés en Côte d'Ivoire [3,4]. Si la découverte et l'utilisation des antibiotiques ont été à l'origine des plus grands succès de la médecine, aujourd'hui, l'émergence et la diffusion des bactéries multi-résistantes dans les populations humaines sont devenues des problèmes de santé publique très préoccupants [5]. De ce fait, la recherche de nouvelles molécules est devenue nécessaire et d'actualité. Ces dernières années les recherches sur les plantes ont eu un impact significatif dans la lutte contre les maladies infectieuses. C'est dans cette optique que nous avons entrepris une enquête ethnobotanique dans le centre Ouest de la Côte d'Ivoire (Département d'Issia) sur les plantes utilisées dans le traitement des maladies microbiennes. Cette étude nous a permis de sélectionner *Hunteria eburnea* et d'évaluer les propriétés antibactériennes de l'extrait aqueux de l'écorce du tronc sur la croissance *in-vitro* de quelques souches bactériennes multi-résistantes.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé est constitué des écorces de tronc de *Hunteria eburnea* récoltées dans le Département d'Issia en Août 2013 dont l'identification a été faite par le Centre National de Floristique de l'Université Felix Houphouët Boigny de Côte d'Ivoire. Le numéro d'identification est : 01 /06/1981, Aké-Assi 15904, Forêt du Banco.

2.1.2 SOUCHE BACTÉRIENNE TESTÉES

Pour évaluer l'activité antibactérienne de *Hunteria eburnea*, six (6) souches bactériennes de la banque de l'Unité des Antibiotiques, des Substances Naturelles et de la surveillance des Micro-organismes aux Anti-infectieux (ASSURMI) de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI) ont été utilisées. Il s'agit de 3 souches de référence (*P. aeruginosa* ATCC 27853, *E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923) et 3 souches infectieuses isolées sur des malades hospitalisés du CHU de Cocody (*E.coli* BLSE 1087 C /13, *P. aeruginosa* IMP-I 865 C /10 et *S. aureus* METI-R 1532/13)

2.2 MÉTHODES

2.2.1 ETUDE MONOGRAPHIQUE DE *HUNTERIA EBURNEA*

Pour permettre une identification facile de cette plante en milieu naturel, une étude monographique complète a été réalisée ; elle a pris en compte :

- la famille botanique de la plante ;
- les généralités sur cette famille botanique ;
- la description détaillée de la plante ;
- la répartition géographique de cette plante ;
- quelques usages thérapeutiques traditionnels dans la pharmacopée ouest-africaine.

2.2.2 PRÉPARATION DES EXTRAITS TOTAUX

Préparation des extraits : Les écorces de tige de *Hunteria eburnea* récoltées, ont été rincées à l'eau et séchées à l'abri du soleil. Ces organes végétaux séchés ont été ensuite réduits en poudre fine grâce à un broyeur électrique IKA-MAG RTC. On obtient une poudre de couleur grise. Les extraits totaux ont été préparés selon la méthode décrite par Zirihi et *al* [6]. Extrait total aqueux : Cent grammes (100 g) de poudre des écorces sont homogénéisés dans 1 litre d'eau distillée dans un Blender (Mixer) de marque Life's Superb (LS-317) pendant trois fois trois minutes à la température ambiante. L'homogénat obtenu est filtré successivement sur du coton hydrophile puis sur du papier Wattman (3 mm). A l'aide d'une étuve réglée à 50°C, le solvant d'extraction est éliminé. L'évaporat sec est récupéré sous forme de poudre et constitue l'extrait total aqueux (ETA).

2.2.3 CALCUL DU RENDEMENT

Il consiste à faire le rapport de la masse de l'extrait sur la masse de la poudre végétale qui a servi pour l'extraction multiplié par 100, selon la formule suivante :

$$r = (m \times 100) / M$$

(r: rendement d'extraction ; m : masse de l'extrait ; M : masse de la poudre).

2.2.4 ETUDE DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE DES EXTRAITS VEGETAUX

2.2.4.1 TEST DE SENSIBILITÉ

La sensibilité des souches aux extraits de plantes a été déterminée selon la technique de diffusion en milieu gélosé. Les milieux de Mueller Hinton ont été ensemencés par inondation. A l'aide d'un emporte-pièce stérile, des puits d'environ 6 mm de diamètre ont été effectués dans la gélose. Chaque puits a reçu 80 µl de la substance à tester aux concentrations 200, 100, 50, 25, 12,5, 6,25 et 3,12 mg/ml. Après 30 min de diffusion à la température du laboratoire, les boîtes de Pétri ont été incubées à 37 °C pendant 18 à 24 h. La présence ou non d'une zone d'inhibition a été observée [7]. L'interprétation a été faite selon Duraffourd et Ponce [8,9].

2.2.4.2 PRÉPARATION DE L'INOCULUM

L'*inoculum* bactérien a été préparé à partir de colonies de moins de 24 h en bouillon Mueller Hinton (BMH). Une colonie isolée de la culture bactérienne a été prélevée à l'aide d'une anse de platine et homogénéisée dans 10 ml du bouillon puis incubé pendant 3 à 5 h à 37 °C pour avoir une pré-culture. Un volume de 0,01 ml ou 0,1 ml ou 1 ml a été prélevé respectivement pour les *Pseudomonas*, les *entérobactéries* et les *Staphylocoques* et a été ajouté à 10 ml de BMH stérile. Cette suspension bactérienne réalisée est évaluée à environ 10⁶ cellules/ml et constitue la dilution 100 ou l'*inoculum* pur

2.2.4.3 NUMÉRATION DE L'INOCULUM

La numération de l'*inoculum* a été réalisée par une dilution au 10^{ème} à partir de l'*inoculum* pur. On a obtenu 4 dilutions à 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴. Ces différentes dilutions ainsi que l'*inoculum* pur ont été ensemencés à l'aide d'une anse calibrée de 2 µl par stries de 5 cm de long sur une gélose Mueller Hinton puis incubés à 37 °C pendant 24 h. Cette préparation constitue la boîte A.

2.2.4.4 PREPARATION DE LA GAMME DE CONCENTRATION DES EXTRAITS VEGETAUX

La gamme de concentration de l'extrait végétal a été préparée dans sept tubes à essais numérotés de 1 à 7 par la méthode de la double dilution selon une progression géométrique de raison 1/2.

2.2.4.5 INOCULATION

Dans une série de huit tubes à hémolyse numérotées de C₁ à C₈, on a introduit 1mL de l'*inoculum* pur. Ensuite, on a ajouté dans les tubes, 1ml d'extrait végétal selon la gamme de concentration préparée. Cette répartition d'extrait végétal a été faite de sorte que 1ml d'extrait végétal de 200 mg/ml soit transféré dans le tube C₁, le tube C₂ a reçu 1 ml de 100 mg/ml ainsi de suite jusqu'au tube C₇ qui a reçu 1ml de la solution à 3,12 mg/ml. Le tube C₈ a reçu en lieu et place de l'extrait végétal, 1 ml

de BMH stérile qui a servi de témoin de croissance. Du fait de la dilution volume/volume ainsi réalisée, la concentration dans les tubes a été réduite de moitié. Ces tubes ont été incubés à 37 °C pendant 24 h.

2.2.4.6 DETERMINATION DE LA CONCENTRATION MINIMALE INHIBITRICE (CMI)

La CMI est la plus faible concentration de la substance pour laquelle il n'y a pas de croissance visible à l'œil nu après un temps d'incubation de 18 à 24 h. Sa détermination a été faite par observation du trouble induit par la croissance des germes étudiés dans chaque tube. La CMI a été la plus petite concentration pour laquelle il n'y a pas eu de trouble observé à l'œil nu.

2.2.4.7 DETERMINATION DE LA CONCENTRATION MINIMALE BACTERICIDE (CMB)

La concentration minimale bactéricide (CMB) est la plus faible concentration de substance qui laisse au plus 0,01% de germes survivants. A l'aide d'une anse calibrée à 2 µl, les contenus des tubes dans lesquels aucun trouble n'a été observé ont été prélevés et ensemencés sur une gélose Mueller-Hinton en commençant par le tube de la CMI. L'ensemencement a été fait par stries parallèles de 5 cm de long à la surface de la gélose (Boîte B). Après 24 h d'incubation à l'étuve à 37 °C, le nombre de colonies sur les stries a été comparé à celles de la boîte de numération de l'*inoculum* (Boîte A). Ainsi, le premier tube expérimental dont le nombre de germes présents sur sa strie est inférieur ou égal à celui de la dilution 10⁻⁴ correspondra à la CMB [10,11].

3 RESULTATS

3.1 ETUDE MONOGRAPHIQUE DE LA PLANTE

Hunteria eburnea appartient à la famille des apocynaceae.

- La Famille des Apocynaceae

Les Apocynaceae sont actuellement l'objet d'un grand nombre d'études botaniques, chimiques et pharmacologiques dans le monde entier, car beaucoup d'espèces sont riches en alcaloïdes ou en hétérosides présentant une grande activité physiologique.

Ce sont des lianes ligneuses, des arbrisseaux, des arbustes ou des arbres, rarement des herbes.

Les feuilles sont simples entières, opposées ou verticillées, sans stipules. Les inflorescences sont généralement cymeuses. Les fruits sont des baies, des drupes, des capsules ou des follicules. La flore de Côte d'Ivoire compte 74 espèces d'Apocynaceae [12].

- *Hunteria eburnea* Pichon

Nom vernaculaire Bété: Krigbiyi

- Description:

Hunteria eburnea est un arbuste ou petit arbre à écorce lisse très mince, entaille brune, latex blanc. Les feuilles sont simples, opposées, elliptiques à oblongues glabres, il y a 12 à 24 paires de nervures. Les inflorescences sont en petit cymes terminales ou axillaires. Les fleurs sont blanches odorantes de Décembre à Avril. Les fruits sont globuleux accouplés, jaune orangé à maturité de diamètre environ 5 cm. Dans le fruit, il y a 10 à 12 graines enfouies dans une pulpe gélatineuse. C'est une espèce des sous-bois des forêts humides (Figure 1).

- Répartition géographique:

Cette espèce est représentée dans les forêts denses humides africaines.

- Utilisation thérapeutique:

Les écorces de tige sont utilisées après décoction en boisson contre les maladies microbiennes dans la région de Daloa (Côte-d'Ivoire) et contre le paludisme.

En Sierra Leone, on prépare avec l'écorce de *Hunteria eburnea* un décocté amer qui est employé comme stomachique et en lotion pour traiter la fièvre.



Fig 1 : Rameau feuillé de *Hunteria eburnea* (photo, kanga 2014)

3.2 RENDEMENT DE L'EXTRACTION

Rendement de l'extrait total aqueux (ETA) : Pour 50 grammes de poudre de *Hunteria eburnea* nous avons obtenu 5 grammes d'extraits totaux aqueux soit $r = 10\%$.

Résultat de l'évaluation de l'activité antibactérienne

3.3 TEST D'EFFICACITÉ

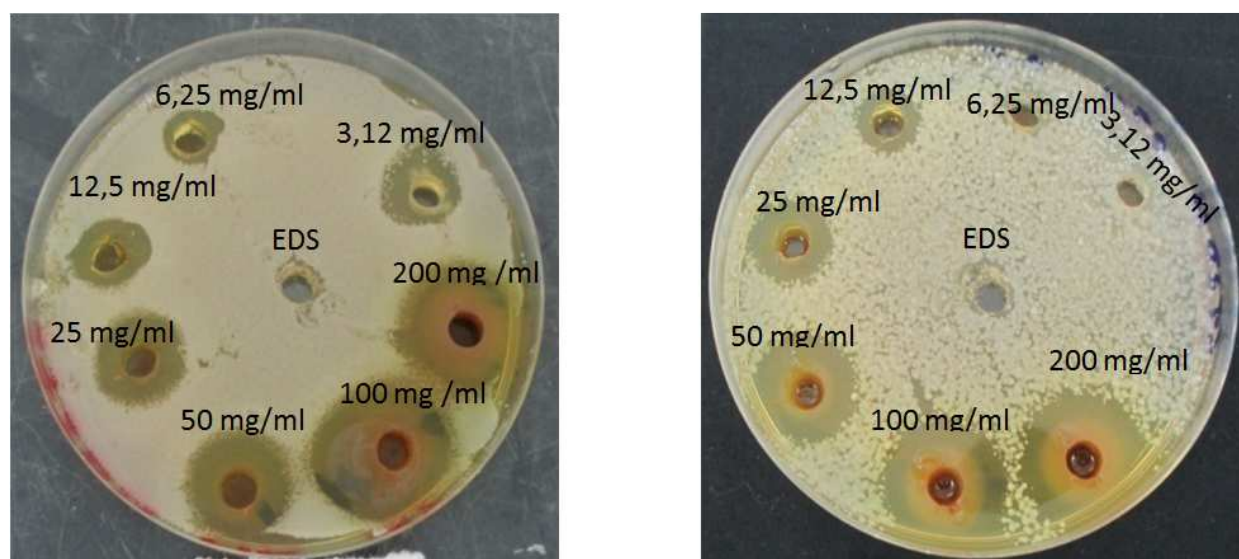
L'extrait aqueux de *Hunteria eburnea* a eu une activité sur toutes les souches infectieuses. Ses deux plus grandes activités avec des zones d'inhibition de 19,7 mm et 20,7 mm de diamètre, sont observées sur *Staphylococcus aureus* 1532 C/10 résistant à la méthycilline et sur *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 qui est une souche de référence (Figure 2). Les résultats sont donnés dans les Tableaux 1 et 2.

Tableau 1: Test d'efficacité avec l'extrait aqueux de *Hunteria eburnea* sur 3 souches

concentration en mg/mL	Zone d'inhibition (mm) sur les souches bactériennes résistantes			
	<i>S. aureus</i> 1532C/13	<i>P. aeruginosa</i> 865C/10	IMP-I	<i>E. coli</i> 1087C/13
200	19,7±0,6	10±0		14,66±0,6
100	18±0	7,3±0,6		13±0
50	15,3±0,6	0		10,3±0,6
25	12,7±0,6	0		7,3±0,6
12,5	11±0	0		0
6,25	9±0	0		0
3,12	5±0	0		0

Tableau 2: Résultats du test d'efficacité avec l'extrait aqueux de *Hunteria eburnea* sur les souches de référence

concentration en mg/mL	Zone d'inhibition (mm) sur les souches de références bactériennes		
	<i>S. aureus</i> ATCC 25923	<i>P. aeruginosa</i> 27853 ATCC	<i>E. coli</i> 25922 ATCC
200	20,7±0,6	9±0	10,3±0,6
100	19,7±0,6	5,7±0,6	7±0
50	16±0	0	0
25	13±0	0	0
12,5	10,3±0,6	0	0
6,25	0	0	0
3,12	0	0	0

**Fig 2 : Zones d'inhibitions de l'extrait aqueux de l'écorce de *Hunteria eburnea***

EDS : eau distillée stérile

3.4 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES ANTIBIOTIQUES

Extrait aqueux de *Hunteria eburnea*

L'extrait aqueux des écorces de tige de *Hunteria eburnea* est bactéricide sur 70% des souches testées sauf sur *Pseudomonas aeruginosa*. Il est actif sur *Staphylococcus aureus* résistant à la méthycilline 1532C/10 avec une CMI de 12,5 mg/mL. La plus petite valeur de CMB est de 25 mg/ mL. La CMB de l'extrait aqueux de *Hunteria eburnea* sur *E. coli* BLSE 1087C/13 est de 100 mg / mL (Tableau 3).

Tableau 3 : CMI et CMB de l'extrait aqueux de *Hunteria eburnea*.

	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	CMI/CMB	Pouvoir
<i>S. aureus</i> METI-R 1532C/13	25	25	1	Bactéricide
<i>P. aeruginosa</i> 865C/10 IMP-I	6,25	50	8	Bactériostatique
<i>E. coli</i> 1087C/13 BLSE	50	100	2	Bactéricide
<i>E. coli</i> ATCC 25922	50	100	2	Bactéricide
<i>S. aureus</i> ATCC25923	12,5	25	2	Bactéricide
<i>P. aeruginosa</i> 27853	3,12	25	8	Bactériostatique

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice, CMB : Concentration Minimale Bactéricide

4 DISCUSSION

L'activité antibactérienne des écorces de *Hunteria eburnea*, a été réalisé sur la base des informations recueillies auprès des tradipraticiens. L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée sur 7 souches bactériennes. Nous avons vérifié d'abord la stérilité des extraits aqueux puis nous avons effectué le test d'efficacité. A la suite du test d'efficacité, l'extrait aqueux a eu des zones d'inhibition sur toutes les souches étudiées. On pourrait donc dire que les composés responsables de l'activité biologique sont solubles dans l'eau. Aussi cette forte activité de l'extrait aqueux peut être due à des molécules hydro-solubles. Toutes les souches bactériennes testées ont présenté différentes sensibilité à l'extrait aqueux de l'écorce de tige de *Hunteria eburnea*. Les tests de l'extrait aqueux de l'écorce de tige de *Hunteria eburnea* en milieu liquide gélosé ont montré, comparativement aux témoins de croissance, une variation décroissante de la turbidité des tubes au fur et à mesure que la concentration de l'extrait augmente. Cela montre que cet extrait manifeste une activité antibactérienne en inhibant la croissance *in-vitro* des différentes souches étudiées. Selon Marmonier lorsque le rapport d'activité CMB/CMI d'une substance antimicrobienne est inférieur ou égale à quatre cette dernière est qualifiée de substance bactéricide et si le rapport est supérieur à quatre, alors elle est dite bactériostatique [13].

En effet, l'extrait aqueux présente des valeurs de CMI allant de 3,12 à 50 mg/mL et des valeurs de CMB allant de 25 à 100 mg/ml. Il est bactéricide sur toutes les souches étudiées sauf sur 2 bactéries que sont *Pseudomonas aeruginosa* IMP-I 865c/10, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25923.

Les travaux effectués sur l'étude chimique des écorces de *Hunteria eburnea* ont montré que les espèces du genre *Hunteria* sont très riches en alcaloïde et bien d'autres composés chimiques [14]. Selon Millogo Koné et al les alcaloïdes présents dans une apocynaceae *Holarrhena floribunda* exercent une activité antibactérienne [15]. On pourrait donc dire que l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tige de *Hunteria eburnea* observées sur toutes les souches est peut être due aux alcaloïdes présents dans l'écorce de tige. *Tabernaemontana crassa* Benth, une autre apocynaceae a montré une bonne activité antimicrobienne selon Biyiti L.F et al [16]. On pourrait donc dire que les espèces de la famille des Apocynaceae possèdent une activité antibactérienne similaire. La différence des paramètres antibactériens et du pouvoir bactéricide ou bactériostatique de l'extrait vis à vis des souches peut être dû à leurs profils. Elle peut aussi s'expliquer par les différents mécanismes et modes par lesquels chaque bactérie assure et organise sa résistance aux antibiotiques [17,18].

5 CONCLUSION

Notre étude qui a consisté à évaluer l'activité antibactérienne de *Hunteria eburnea*, plante médicinale utilisée dans le Département d'Issia dans le traitement des maladies microbiennes a confirmé son utilisation sur le plan scientifique. En effet l'extrait aqueux a été actif sur les *S.aureus* METI-R, *E.coli* BLSE, qui sont des bactéries qui présentent de grandes résistances aux antibiotiques utilisés en pratique courante. L'extrait aqueux des écorces de tige de *Hunteria eburnea* pourrait donc constituer une alternative moins coûteuse pour le traitement des infections bactériennes.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

S. Aureus : *Staphylococcus aureus*
E. coli : *Escherichia coli*
P. aeruginosa: *Pseudomonas aeruginosa*
METI-R: Résistant à la méthycilline
IMP: imipénème intermédiaire
BLSE : Betalactamase à spectre élargi
CMI : Concentration Minimale Inhibitrice,
CMB : Concentration Minimale Bactéricide

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le laboratoire de Botanique de l'Université Felix Houphouet Boigny de Côte d'Ivoire et l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire pour leur appui technique dans ce travail.

REFERENCES

- [1]- Guillemot D, Maugendre P, Chauvin C, Serme C, Consommation des antibiotiques en France. *BEH.*, 3233: p.141-147,2004
- [2]- Guessennnd N, Gbonon VC, Tiékoura KB, Kakou-N'douba A, Ouattara DN, Boni-Cissé C, Dosso M. Evolution de la résistance bactérienne à l'imipénème en Côte d'Ivoire de 2005 à 2009. Colloque scientifique de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire: pathologies émergentes et biologie intégrative, p 17, 2009
- [3]- Kacou-N'douba A, Bouzid SA, Guessennnd KN, Kouassi M, Bengue AA, Faye-Kette AYH, Dosso M, Antimicrobial resistance of nasopharyngeal isolates of *Streptococcus pneumoniae* in health carriers/report of a study in 5-year-olds in marcorry; Abidjan Côte d'Ivoire. *Annals of Tropical Paediatrics: International Child Health*, 21(2): p.149-154, 2001
- [4]- Akoua KC, Guessennnd N, Gbonon V, Faye-Kette AYH, Dosso M, Methicillin-resistant of *Staphylococcus aureus* in Abidjan (1998-2001): A new hospital problem. *Medicines et Maladies Infectieuses*, 34(3): p.132-136, 20004
- [5]- Lozniewski A., Rabaud C, Résistance bactérienne aux antibiotiques, Fiches conseils pour la prévention du risque infectieux–Infections associées aux soins, CCLIN, Sud-Est, Nancy, 4 p, 2010
- [6]- Zirihi G, Kra AKM, Guédé-Guina F, Evaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* (Lamarck O.Kuntze Asteraceae) «PYMI» sur la croissance *in-vitro* de *Candida albicans*. *Revue Med. Pharm. Afric.* 17(3): p.11-18, 2003
- [7]- Bssaibis F., Gmira N. et Meziane M, Activité antibactérienne de *Dittrichia viscoa* (L.) W. Greuter. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn*, 3 (1), p.44-45, 2009
- [8]- Duraffourd C., D'Hervicourt L. et Lapraz J. C, Cahiers de phytothérapie clinique. Examen de laboratoire galénique, Eléments Thérapeutiques Synergiques. 2ème Edition, Masson (Paris), 87 p, 1990
- [9]- Ponce A. G., Fritz R., del Valle C., and Roura S. I, Antibacterial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology (Elsevier)*, 36, p. 679-684, 2003
- [10]- Dosso M et Faye-Kette H, Savoir lire et interpréter un antibiogramme, à l'attention du biotechnologiste. INFAS /CHU de Treicheville. Abidjan (Côte d'Ivoire), 35p, 20001
- [11]- Kone W.M., Kamanzi A.K., Terreaux C, Hostettmann K, Traore D, Dosso M, Traditional medicine in North Côte-d'Ivoire: screening of 50 medicinal plants for antibacterial activity. *J. of Ethnopharmacol.* 93: p.43-49, 2004
- [12]- L. Aké-Assi, Flore de la Cote d'Ivoire : Catalogue systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et jardin botanique, Genève, Switzerland ; Boissiera, 57, volume I, 396p, 2001
- [13]- Marmonier AA, Introduction aux techniques d'étude des antibiotiques. In *Bactériologie Médicale, Techniques Usuelles*. Doin: Paris, France, p. 227–236, 1990
- [14]- Le Men-Olivier L, Plante médicinale et phytothérapie, Tome XII, n°3, p.173-185, 1978
- [15]- Millogo K. et Kaboré Z.I, Etude antibactérienne In Vitro d'extraits Alcaloïdiques de *Holarrhena floribunda* vis-à-vis de *E. coli* enteropathogène sérotype O₁₂₇ *Pharm.Med.Trad.afri*. Vol.9, p. 17-23, 1997
- [16]- Biyiti L., Boum B., Nyemba A.M. et al, Etudes préliminaire de l'activité antibactérienne in vitro d'une plante médicinale du Cameroun. *Tabernaemontana crassa*. Science et Technique, Tome II. N°X, p 87-95, 1985
- [17]- CCAR, Comité Canadien sur la Résistance aux Antibiotiques, <http://www.ccar-ccar.org>. Consulté le 25 juin 2014,
- [18]- INRA (2003) Institut National de Recherche sur les Antibiotiques, Étude de la résistance des Bactéries aux antibiotiques, <http://inra.fr/presse/communiqués>. Consulté le 20 juin 2014.

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX CONSOMMEES PAR LA POPULATION DU GROUPEMENT D'IRHAMBİ / KATANA, SUD KIVU, RD CONGO

[BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF WATER CONSUMED BY THE POPULATION OF IRHAMBİ / KATANA GROUPING, SOUTH KIVU, DR CONGO]

Danny BUGOMA MUSHAYUMA¹, Paulin POLEPOLE NGABO¹, Norbert KAJIVUNIRA MITIMA¹, Henri NDAHAMA NTADUMBA¹, Pierre BATUMIKE CISHIBANJI², and Jean KABUGU RUTEGAMABOKO³

¹Département de l'Environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles, (CRSN)/LWIRO, D.S. /LWIRO, BUKAVU, SUD KIVU, RD Congo

²Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles, (CRSN)/LWIRO, D.S. /LWIRO, BUKAVU, SUD KIVU, RD Congo

³Département de Nutrition, Centre de Recherche en Sciences Naturelles, (CRSN)/LWIRO, D.S. /LWIRO, BUKAVU, SUD KIVU, RD Congo

Copyright © 2016 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 was to know the water enterobacteria likely to harm the health of people in the group of Irhambi. Bacteriological analyzes of water sources, streams and rivers have been made. The results of the study show that the water sources, streams and rivers run through inhabited areas and bacteriological analysis shows that the water is contaminated, while the population obtains this water for drinking *Gram Negative Bacilli and Unidentified (BGNNI)*, *Kligler* and *Escherichia coli* are present in some sources, streams and rivers of the search sites in the group of Irhambi. Thus, the Arab latrine pit is in the vicinity of sources of water. Animal faeces, dung and waste (rest of the kitchen, crop tops, etc.), used as fertilizer by farmers are at the base of groundwater contamination in runoff and infiltration of water rain hence the pollution of the water. The population and the landscape assainisse the environment of water points, and respects the minium distance of 25m between wells and latrines and the development partners keep telling support the strengthening of the remediation work at the households and financially support activities against pollution of water in the grouping. That governmental authorities, by encouraging health education awareness campaigns on the media and make continuous monitoring of water consumption in said group.

KEYWORDS: *Escherichia coli*, *Kligler*, fecal contamination, Kabare, Lake Kivu.

RESUME: Le travail avait pour but de connaître les entérobactéries de l'eau susceptible de nuire à la santé de la population dans le groupement d'Irhambi. Pour y arriver, les analyses bactériologiques des eaux des sources, ruisseaux et rivières ont été faites. Les résultats de l'étude montrent que les eaux de sources, des ruisseaux et des rivières traversent les zones habitées et l'analyse bactériologique prouve que l'eau est contaminée alors que la population se procure cette eau pour la boisson et les *Bacilles Gram Négatif Non Identifié (BGNNI)*, *Kligler* et *Escherichia coli* sont présents dans certaines sources, ruisseaux et rivières des sites de recherche dans le groupement d'Irhambi. Ainsi, le latrine à fosse arabe est aux environs des sources de l'eau. Les fèces des animaux, la bouse ainsi que les déchets (reste de la cuisine, fanes des cultures, etc), utilisés comme fertilisants par les agriculteurs sont à la base de contamination des nappes aquifères lors de ruissellement et de l'infiltration des eaux de pluie d'où la pollution de l'eau. Que la population l'aménage et l'assainisse l'environnement des points d'eaux et respecte la distance minium de 25m entre puits et latrines et que les partenaires de développement,

maintiennent un appui contant au renforcement des travaux d'assainissement au niveau des ménages et appuient financièrement les activités de lutte contre la pollution de l'eau dans le groupement. Que les autorités administratives, par une éducation sanitaire encouragent les sensibilisations sur les médias et fassent un contrôle permanent des eaux de consommation dans ledit groupement.

MOTS- CLES: *Escherichia coli*, Kligler, Contamination fécale, Kabare, Lac Kivu.

1 INTRODUCTION

Dans le monde entier, plus de 900 millions d'habitants n'ont pas accès à l'eau potable, plus de 2,6 billions n'ont pas accès à une hygiène adéquate, 2,2 millions d'habitants meurent chaque année des maladies diarrhéiques. La plus part de décès sont des enfants de moins de 5 ans [1].

Le manque d'hygiène et la consommation de l'eau contaminée par le microbe sont responsables d'environ 88% des décès [2]. L'eau, ressource naturelle, indispensable à la vie, elle est aussi de manière directe ou indirecte la principale cause de mortalité et de la transmission des maladies au monde. L'inéluctable raréfaction et l'inégalité de la répartition des ressources en eau conduisent en effet à une inquiétante dégradation de la qualité de l'eau qui a des lourdes conséquences sur la santé. Le manque d'eau potable et d'assainissement figurent parmi les premières causes des maladies et de décès à travers le monde. Chaque année, plus de 5 millions des personnes meurent de maladies liées à l'eau : environ 3 millions de la diarrhée et 2 millions du paludisme [1]. En outre, la quantité de déchets produit dans les cités africaines dépasse largement les capacités de ramassage, de traitement et de gestion des déchets. Seul un tiers de ces déchets, est correctement géré. Cette mauvaise gestion de déchet, est entre autre à la base de la pollution de l'eau [3]. L'OMS estime que 80% des maladies dans les pays en développement sont liées à la mauvaise qualité de l'eau et que un africain sur deux souffre d'une maladie hydrique [4].

Dans les pays en développement environs ¾ de la population n'ont pas accès à l'eau potable [5]. En République Démocratique du Congo (RDC), environ 95% de la population rurale du pays n'a pas un accès facile à l'eau potable. Dans toutes les provinces 70 à 98% de la population doivent marcher pendant plus de 15 minutes ou aller au-delà de 100 mètres pour disposer de l'eau à boire. Le fardeau qui pèse sur les femmes en milieu rural et en milieu urbain, à la quête de l'eau, est particulièrement lourd [6]. Dans la province du Sud-Kivu et plus particulièrement dans le groupement d'Irhambi/ Katana, on observe une croissance démographique galopante caractérisée par la production des déchets et la pollution des eaux. Cette dernière réduit la qualité d'eau potable destinée à l'utilisation humaine. Ce qui fait que la population dans ce milieu soit régulièrement exposée aux maladies hydriques de tout genre, responsable de nombreux cas de mortalité [7].

Les analyses microbiologiques fondées sur la recherche des bactéries sont considérées comme des indicateurs de contamination fécale : ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement et qu'elle ne se développe pas dans l'eau pure. L'indicateur de choix et la recherche de *E. coli* ou de celle de coliformes thermo tolérants (bactérie du même genre que *E. coli*) et reste encore couramment employée [4].

Le milieu de Katana où les recherches se sont déroulées, est très riche en cours d'eau. Cette richesse en eaux douces est non seulement un breuvage à la population mais aussi un milieu de vie d'une biodiversité aquatique abondante. Eu égard à ce qui précède, il serait important d'évaluer les sources d'approvisionnement en eau de consommation, leurs menaces et de connaître les résultats d'analyses des eaux du groupement d'Irhambi/Katana.

Le présent travail vise à connaître les entérobactéries de l'eau susceptible de nuire à la santé de la population tout en les identifiant par les analyses bactériologiques.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

Le groupement d'Irhambi Katana se trouve dans la Collectivité et Territoire de Kabare, en province du Sud Kivu. La Zone d'étude est à cheval sur la route principale Bukavu-Goma et se situe sur la côte occidentale du Lac Kivu entre 2° 30' de latitude Sud et 28° 30' de longitude Est [8]. Situé dans le Graben Est Africain où loge des nombreux lacs, Katana fait partie de hautes terres du lacs Kivu. Il a une superficie de 185,5 km² et est limité à l'Est par le Lac Kivu, au Nord par la rivière

Nyabarongo qui le sépare de Territoire de Kalehe, à l'Ouest par le parc National de Kahuzi- Biega et au Sud par le Groupement de Bugorhe.

Le climat de cette région est du type tropical humide caractérisé par une température modérée variant entre 18°C et 20°C, une importante pluviosité supérieure à 1500mm /an. Tous nos sites prospectés sont des types Rhéochrène car ils contiennent des sources dans la nappe phréatique émergée sur un terrain en pente. Il s'agit des sites : Nyaweza, Kabihago, Kamyanzi, Kalengo^{1,2,3,4}, Kamilonge, Nyabirehe, Candaku, Tropique, Kamunogonogo, Kajabwe, Kalambo, Mugobora, Kahogo, Magege, Cirhanyobwa, Kantama, Cihenga, Kanyamwera, Ludundagana,...

2.2 PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements ont été conduits selon la technique décrite par l'OMS. Le matériel de prélèvement est composé d'un flacon stérilisé au laboratoire [9]. Les échantillons d'eaux étaient puisés au moyen des tubes en plastiques stérilisés de 100 ml et hermétiquement fermés. Les échantillons ont été amenés au laboratoire du Département de Nutrition du CRSN/ Lwiro pour analyse bactériologique et conservés après étiquetage dans un frigo pour attendre la préparation du milieu de culture.

Le milieu de culture a été préparé en diluant 37,5gr de EMB (Eosine Méthyle Bleu Agar) dans 1l d'eau distillée contenu dans un ballon et porter sur une plaque chauffante jusqu'à la température d'ébullition. Porter à l'autoclave le ballon contenant le milieu de culture jusqu'à la température de stérilisation (120°C pendant 15 minutes) ; laisser refroidir pour obtenir un milieu de culture solide à cause de l'Agar contenu dans l'EMB. Les analyses bactériologiques ont été réalisées pendant 6 heures après prélèvement tel que recommandé par [10]. Pour la numération des coliformes totaux et fécaux, des dilutions décimales jusqu'à la 1/10.000ème dans une solution Ranger ont été effectuées. En suite, 0,1ml de chacune de dilutions est étalé sur la surface du milieu solide Mac Conkey Agar (MCA) contenu en boîte de pétri.

2.3 ENSEMENCEMENT

L'ensemencement s'est fait dans la boîte de pétri déjà préparé pour la culture et cela dans la zone stérile se trouvant autour de la flamme produite par la bombonne à gaz méthane. A défaut de la bombonne on peut utiliser la lampe à alcool. A l'aide de la hanse de platine stérilisée à la flamme de la bombonne et refroidie, on prélève une goutte de l'échantillon et procéder à l'ensemencement dans la boîte préparée de la culture en suivant la ligne d'ensemencement marquant trois zones de la boîte. Après ensemencement, le milieu de culture a été fermé et mis dans l'incubateur à 37 °C ou 44°C pendant 24 heures pour attendre la pousse des colonies des entérobactéries. Pour respectivement dénombrer les coliformes totaux ou isoler les coliformes fécaux. Le résultat est exprimé en unité formant des colonies (UFC) par 100 ml d'échantillon selon l'équation générale suivante : $UFC / 100 \text{ ml} = (\text{Nombre de colonies dénombrées} / \text{Volume d'échantillon ensemencé en ml}) \times 100$. Pour la mise en évidence d'*Escherichia coli*, les échantillons ont été dilués respectivement dans le bouillon de Mac Conkey Broth (MCB) et d'acide Dextrose Broth (ADB). La «Galerie Leminoir » composé des tubes contenant chacun le milieu de Kligler, de Citrate Simmons ou de Sim Medium a été utilisé pour identifier les souches correspondant à celles d'*Escherichia coli* [11].

2.4 DÉPOUILLEMENT DES RÉSULTATS

Le retrait de boîtes des pétris ensemencées de l'incubateur, ouverture et observation des colonies poussées ; le comptage des colonies poussées dans la boîte a permis de conclure sur l'état pathogène de l'échantillon étudié.

3 RESULTATS

Le tableau 1 présente les sources d'approvisionnement en eau de consommation et leurs menaces du groupement d'Irhambi/Katana.

Tableau 1. Sources d'approvisionnement en eau de consommation et leurs menaces

Villages	Sous-Villages	Sources	Coordonnées Géographiques	Menaces
Kabushwa	Luziba	Kamyanzi	1986m, 2°11'968''S 28° 47' 308''E	Eau de ruissellement
	Kalangane	Kabihago	1948m, 2°11'904''S 28° 47' 500''E	Eau de ruissellement
	Ciduha	Nyaweza	1931m, 2°11'673''S 28° 47' 590''E	Fesses d'animaux
	Muhonga	Biruru	1714m, 2°12'730''S 28° 48' 978''E	Champs des cultures et pâturages
		Chakayichuya	1603m, 2°12'118''S 28° 49' 986''E	Champs des cultures, lessivage, nettoyages ustensiles de cuisine
		Kamunyerere	1623m, 2°11'936''S 28° 49' 820''E	lessivage, nettoyages des ustensiles de cuisine
		Kaleba	1749m, 2°11'606''S 28° 48' 955''E	Champs des cultures, eau de ruissellement, Champs des cultures, lessivage, nettoyages des ustensiles de cuisine et baignade
Kahungu	Busandwe	Kalengo I	1872m, 2°13'935''S 28° 47' 668''E	lessivage, nettoyages des ustensiles de cuisine
	Cibati	Kalengo II	1887m, 2°13'988''S 28° 47' 607''E	lessivage, nettoyages des ustensiles de cuisine
	Maziba	Kalengo III	1888m, 2°13'999''S 28° 47' 609''E	lessivage, nettoyages des ustensiles de cuisine
		Kalengo IV	2005m	Protégé par la brousse, Pâturage et champs de culture
		Kamugiri	Supérieur à 1700m	
Mwanda	Cibimbi	Mirasane	1589m, 2°12'316''S 28° 49' 937''E	Champs des cultures
	Burhalange	Cirangwa	1595m, 2°12'780''S 28° 50' 122''E	Champs des cultures
	Cibimbi	Bidabanga I	1603m, 2°13'202''S 28° 49' 828''E	Eau de ruissellement, champs des cultures, pâturage
	Kalambagiro	Chandaku	1580m, 2°13'254''S 28° 50' 035''E	Eau de ruissellement, champs des cultures, pâturage
	Chahoboka	Bidabanga II	1486m, 2°13'095''S 28° 50' 865''E	Baignade, lessivage et champs des cultures
		Nkene I	1502m, 2°13'203''S 28° 50' 839''E	Baignade, lessivage, champs des cultures et eau de ruissellement
		Nkene II	1488m, 2°13'114''S 28° 50' 896''E	
Mabingu	Chanyena	Nyakahonga I	1726m, 2°11'810''S 28° 49' 074''E	Eau de ruissellement, champs de culture.

Il ressort du tableau 1 que les sources sont situées dans 4 localités du groupement d'Irhambi/Katana et réparties de la manière suivante : 7 sources respectivement à Kabushwa et à Mwanda, 5 sources à Kahungu et 1 source à Mabingu. Ainsi, les sources de contamination des eaux du groupement d'Irhambi/Katana sont en majorité : les eaux de ruissellement, les champs de cultures, les nettoyages des ustensiles de cuisine ainsi que la baignade.

Le tableau 2 présente les résultats des eaux contaminées par des germes fécaux car l'eau des sources prélevées directement à la source présente une bonne qualité bactériologique.

Tableau 2. Résultats des analyses des eaux

SITES	MILIEUX DE CULTURE	RESULTATS
BIDABANGA 1	EMB : 0 MACKONKEY : 0 TCBS : 0	Négatif
CS. KABUSHWA	EMB : 0 MACKONKEY : 0 TCBS : 0	Négatif
BIDABANGA2	EMB : 0 MACKONKEY : 1400col/ml TCBS : 0	BGNNI (Bacille Gram Négatif Non Identifié).
CA TROPIQUE	EMB : 0 MACKONKEY:4200 col/ml TCBS: 0	<i>Escherichia coli</i>
R. NYAWEZA	EMB : 0 MACKONKEY: TCBS: 0	Kligler <i>Escherichia coli</i>
CHIRHINDIRO	EMB : 0 MACKONKEY : 1000 col/ml TCBS : 0	<i>Escherichia coli</i>
KAMILONGE	EMB : 0 MACKONKEY : 0 TCBS: 0	Négatif
NYAKATORWA	EMB : 1. 400col/ml MACKONKEY : 0 TCBS: 0	<i>Escherichia coli</i>
NYABIREHE	EMB: 0 MACKONKEY :4800col/ml TCBS: 0	BGNNI (Bacille Gram Négatif Non Identifié)
CA NDAKU	EMB : 0 MACKONKEY :2700 col/ml TCBS : 0	BGNNI (Bacille Gram Négatif Non Identifié)

Légende

E. coli= *Escherichia coli*

TCBS =Thiosulfate Citrate Bile Sucrose

BGNN = Bacille Gramme Négatif Non Identifié

EMB = Eosine Méthyle Bleu Agar.

Au sujet du tableau 2, il ressort que les cours d'eaux étudiés ne présentent pas des dangers à la population qui les utilise étant donné que les cultures sont stériles. Le nombre des colonies observés pour chaque culture est inférieur à 100 000 col/ml, l'action pathogène des cours d'eaux est très négligeable.

4 DISCUSSIONS

Les résultats de l'étude, dans le groupement d'Irhami, montrent que les eaux de sources, des ruisseaux et des rivières traversent les zones habitées et l'analyse bactériologique prouve que l'eau est contaminée alors que la population se procure cette eau pour la boisson. En effet, [12] et [13] ont montré que les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles. Quant aux coliformes fécaux, leur présence témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, bien que dans certains cas ces microorganismes puissent parvenir des effluents industriels [14], [15].

Les *Bacilles Gram Négatif Non Identifié* (BGNNI), *Kligler* et *Escherichia coli* sont présents dans certaines sources, ruisseaux et rivières des sites de recherche dans le groupement d'Irhambi. Ainsi, le latrine à fosse arabe est aux environs des sources de l'eau. Les fèces des animaux, la bouse ainsi que les déchets (reste de la cuisine, fanes des cultures, etc), utilisés comme fertilisants par les agriculteurs sont à la base de contamination des nappes aquifères lors de ruissellement et de l'infiltration des eaux de pluie d'où la pollution de l'eau. D'après [4], les toilettes doivent être positionnées à plus de 25 mètres de la source pour éviter la contamination de l'eau par les bactéries entériques. Ainsi, la ville comme Bangui, la capitale est peuplée de 450 000 habitants, à peine 25 % de cette population consomme de l'eau distribuée par la Société Nationale des Eaux (SNE) ; autrement dit, les 75 % restants s'approvisionnent en eau d'origine diverses dont la qualité bactériologique n'est pas garantie. Les sources importantes de la pollution de cette eau sont par l'*Escherichia coli*: C'est ainsi qu'il a été constaté dans les statistiques des différents Centres de Santé urbains un taux élevé de diarrhées infantiles dans les quartiers ne disposant pas d'eau courante. En effet, *E. coli* est une bactérie du groupe des coliformes qu'on trouve naturellement dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud. Elle constitue habituellement 80 à 90 % des coliformes fécaux. Cette bactérie n'est pas habituellement présente dans d'autres environnements naturels tels que les plantes, les sols ou l'eau. Sa présence dans une eau est un indicateur d'une récente contamination d'origine fécale [16] ; [17]. *E. coli* dans les eaux du groupement d'Irhambi peut être une indication de la présence de micro-organismes entéropathogènes comme les Salmonelles responsables des maladies comme la fièvre typhoïde et même le Poliovirus Sauvage responsable de la poliomyélite [18], [19].

5 CONCLUSION

Le travail avait pour but de connaître les entérobactéries de l'eau susceptible de nuire à la santé de la population tout en les identifiant par les analyses bactériologiques. Pour y arriver les analyses bactériologiques des eaux des sources, ruisseaux et rivières ont été faites tel que recommandé par UNEP (United Nations Environment Programme) par isolement des *Bacilles Gram Négatif Non Identifiés* (BGNNI), *Kligler* et *Escherichia coli* (*E. coli*).

Presque tous les puits sont souillés par les germes fécaux et la pollution est d'autant plus importante que dans les quartiers situent à basse altitude. L'eau prélevée directement à la sortie des sources présente une bonne qualité bactériologique et les puits privés et les forages bien entretenus présentent en général un faible taux de pollution.

En plus, l'étude montre que certaines sources du groupement d'Irhambi traversent les zones habitées et sont contaminées par les coliformes totaux, fécaux et *Escherichia coli*. Ces derniers augmentent au fur et à mesure en fonction des activités agricoles et des latrines à fosse arabe aux environs des sources, ainsi, la pollution est due à la mauvaise gestion des déchets. L'utilisation de l'eau souillée par la population est à la base de l'augmentation des cas des maladies d'origine hydrique notamment les maladies diarrhéiques et de nombreux décès. La gestion durable des déchets et l'assainissement du milieu est un pas dans la bonne direction, d'où l'insistance sur : La nécessité d'apprendre à la population à traiter l'eau à l'échelle familiale par l'utilisation d'hypochlorite à l'aide d'un compte-gouttes et de planifier l'extension du réseau de la Société Nationale des Eaux dans le cadre d'une politique globale d'assainissement.

Que la population l'aménage et l'assainisse l'environnement des points d'eaux et respecte la distance minimum de 25m entre puits et latrines. Qu'elle traite l'eau de source avant de la consommer et évite la vidange des fosses d'aisances dans les rues ainsi que le dépôt des matières fécales à la surface pour lutter contre la contamination des sources. Qu'elle bouillit l'eau avant de la consommer, traite les déchets avant de les utiliser comme fertilisant.

Que les partenaires de développement, d'une part, de maintenir un appui continu au renforcement des travaux d'assainissement au niveau des ménages et d'autre part, appuyer financièrement les activités de lutte contre la pollution de l'eau dans le groupement.

Que les autorités administratives, par une éducation sanitaire encouragent les sensibilisations sur les médias et fassent un contrôle permanent des eaux de consommation dans ledit groupement, l'exécution du réseau d'adduction d'eau potable et la multiplication des bornes fontaines et/ou des sources aménagées dans les quartiers non encore dotés, tout en établissant les normes nationales de la quantité de l'eau de consommation et en mettant en place le système d'évacuation correcte des eaux usées.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le personnel du Laboratoire de la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux, Département de l'Environnement, CRSN/LWIRO), pour sa contribution à la récolte des échantillons d'eaux dans les différents sites prospectés.

REFERENCES

- [1] OMS (2013). Eau, assainissement et santé <http://www.who.int/water-sanitation-health/fr/28/12/2013>.
- [2] CORCORAN E, Sick Water, The central role of waste-water management in sustainable development. A. rapid response assesment united nations environnement program, UN-Habitat, GRID-Arendal, monussule minusuelle, 2010.
- [3] PNUE, L'avenir de l'environnement en Afrique/ notre Région-Notre vie, Nairobi, Kenya, 2005.
- [4] OMS, Directives révisées pour l'eau de boisson afin de prévenir les flambées de maladies hydriques. Centre des médias, communiqué de presse, Marrakech, Genève, annexe 4, 2004.
- [5] Obasohan , "water pollution: review of microbial quality and health concerns of water, sediment and fish in aquatic ecosystem", Benin City, Benin PP.1-5, 2010.
- [6] UNICEF, Enquête nationale sur la situation des enfants et des femmes MIC52/2001, 2002, [fhttp://www.childinfo.org/files/drc.pd](http://www.childinfo.org/files/drc.pd) 13/7/2013
- [7] Brandjes , P . Prandoni, F . Piovella, P.A .Ockelford, D.P. Brandjes, Van der Meer ,treatment of venous thrombosis with intravenous, 1996.
- [8] Baluku B., "Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomes humains à Katana, Sud-Kivu, Est du Zaïre", *Méd. Trop* 57,369-372, 1997.
- [9] F. MOKOFIO.J. RENAUNET, C.OPANDY, G. BASTARD, J. ABEYE, Mme M.L. YETE, J. TOUABE, L. GONDAO et Mme J.A.VOHITO, " Qualité bactériologique de l'eau de puits des sources et des forages dans la ville de Bangui"; *Médecine d'Afrique Noire* : 38(11).1991
- [10] UNEP, water issue in the Democratic Republic of Congo: challenges and opportunities, Norway, 2011.
- [11] SC . Edberg , EW . Rice, RJ .Karl in , MJ .Allen, " Escherichia Coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, 88:1065-1165, 2000
- [12] GM .Brion et HH .Mao , " Use of total coli form test for watershed monitoring with respect to atypical", *Env. Engin. - ASCE*, 126:175-181,2000.
- [13] G .Bitton, Wastewater Microbiology. John Wiley and Sons, New York, 1999.
- [14] C .Barthe, J. Perron et JMR. Perron, Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec, 1998.
- [15] OMS, Directives de la qualité pour l'eau de boisson ; volume 2è –critère d'hygiène et documentation à l'appui. 2ème éd, www.who.int/water-sanitation-/GDWQ/summary-tables. 13/7/2013, 2000.
- [16] KF. Echner, " Comparison of membrane filtration and multiple-tube fermentation by the colilert and Enterolert methods for detection of waterborne coliform bacteria, Escherichia coli, and enterococci used in drinking and bathing water quality monitoring in Southern Sweden", *Appl. Env. Microbilol.*, 64: 3079-3083, 1998.
- [17] G.K . Elmund., M . J . Allen and E.W .Rice, "Comparaison of Escherichia coli,total coliform and fecal caliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. *Water*", *Environ.Res.*,71:332-339, 1999.
- [18] Santé Canada, La qualité bactériologique. Document de support aux « recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada ». www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/dpc-eau-qualite/eauguide.htm12/7/2013, 2005.
- [19] B.M .Wanga, D.E. Musibono, P.T .Mpiana, L .Mafuana, N.J .Kiza, Diana, " Etat microbiologique des eaux de la rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population», *Congo sciences*, pp57-60, 2014.

Consumer Acceptance of Mobile Marketing: An Empirical Study on Pakistani females

Shaista Kamal Khan, Samman Mohsin, Midhat Rahber, Rabab Mehdi, Binish Farooq, and Shafaq Abdulghani

Department of Business Administration, Jinnah University for Women, Karachi, Pakistan

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study aims to investigate the impact of SMS advertisement on Pakistani female consumers. A conceptual model is created that is based on a prior literature to discover factors affecting female consumer's acceptance on mobile marketing. A survey is conducted by self-administered questionnaire and 200 samples are collected from Pakistan through online and offline questionnaires and seven hypotheses are tested, using analysis. This study focuses on three basic factors, i.e. personal information, accessing contacts and perceived value as independent factors and mobile marketing acceptance as dependent factor. The result of the study signifies that there is a great connection between these variables and mobile marketing acceptance. Conclusion, study limitations and future study are presented in this paper. Mobile marketing is considered as an innovative form of marketing and gives expose to the corporations, to do firm Marketing action performance via mobile devices, these devices allow advertisers to indirectly communicate with likely customers in a quick speed and despite the geographical differences. Mostly people are running after smart phones, for that reason the researches about attitude towards mobile advertising was accepted according to cultural orientation. Recently, the reasons for fastest growth in Smartphone are growing functionality and low cost data plans. These advance functionalities have raised new challenges for marketing researchers and marketers.

KEYWORDS: Mobile marketing acceptance, providing information, accessing contacts, perceived values.

1 INTRODUCTION

This study focuses on the topic of mobile marketing acceptance through SMS advertisement on female consumer (study on Pakistani female). With noteworthy usage of cell phones and electronic campaign, industrial developments have created new statement channels. These statements have increased consumers by allowing personalization of contact and context.

The Mobile Marketing Association (MMA) defines mobile marketing as "the use of mobile media as an incorporated satisfied delivery and direct rejoinder medium within cross media or unconnected marketing statement program (MMA, 2006). Detailed consumer segment_ for instance, female marketing is using mobile phones gradually more for multitasking (Gong & Li, 2008; Plant, 2006; Sangwan & Pau, 2005; Sultan et al., 2009).

In addition, the expansion of mobile marketing is its capacity to manufacture and increase customer associations. Besides, the preponderance of mobile devices is able to download applications, pictures, send and receive text, etc. Thus, mobile marketing is second-hand by marketers, consumers, mobile operators, and others to contact other points and receive a direct rejoinder.

Consumer arrangements in mobile marketing have concerned and challenged many researchers. Nonetheless, the scope to which consumers accept mobile marketing efforts remain undecided. Empirical studies on factor that pressure mobile marketing acceptance is the modest way in the Pakistani background therefore the purpose of this paper is to observe factors that affect Pakistani female consumer acceptance of mobile marketing.

As a result, these papers seek to fill the gap in the mobile marketing, journalism from a female consumer's standpoint. What's more, this paper will consider mobile marketing acceptance factors and identify the most fundamental factors to help marketers accomplish their regulars.

2 PROBLEM STATEMENT

The primary reason of this research is to evaluate the factors that motivate consumer to make acceptance. This paper address mobile marketing in order to enhance the understandings related to consumer's acceptance, furthermore the paper will also explore the most impactful factors as per the perspective of consumer.

3 OBJECTIVES OF THE STUDY

- The research objective of this research paper is to discuss recent applications of mobile marketing by Pakistani Female.
- To analyze the acceptance of mobile marketing by Pakistani female consumer.
- To explain the most primary factors which have a great impact on mobile marketing acceptance such as sharing of knowledge and information, approaching and sharing content, enclosed personal information and to understand these important factors.

4 THE SIGNIFICANCE OF THE STUDY

The key importance of the study is that it creates an understanding that influence mobile marketing acceptance on female consumers. Therefore, this study reviews the efforts for the effect on mobile marketing acceptance on Pakistan females. Secondly, the study will also contribute to increase the knowledge on mobile marketing by the analysis of acceptance of Pakistani female consumer by mobile marketing. At last, this study will also deliver the factual or empirical proofs of the factors of mobile marketing acceptance in the Pakistani context. Finally, this study will be beneficial to understand the processes being followed like literature review on the study variables.

5 LITERATURE REVIEW

According to Shavitt et. al., (2006), the attitude of the customer towards advertisement has been a major concern in advert long time and it has been researched broadly in the past ten years. The most prominent features of mobile advertisement strategies are low cost, highly accessible for customers, localization, high retention rate, high feedback and customize and personalize message (Bauer, et. al., 2005). As far as direct marketing channel is concerned, web's interactive capabilities and quick response capabilities via mobile phone definitely make mobile phones one of the accepted advertising media (Barwise & Strong, 2002). Mobile marketing, mobile advertising and wireless advertising are interchangeably used (Leppaniemi and Karjaluto, 2005). Basedon Heun (2005), discovered that 12% of the consumer are ready to receive any type of mobile advertisement if they are given alternatives of advertisements. Mobile advertisements are affected by privacy, consumer trust and various other factors (Al-alak et. al., 2010). Tsang & Liang (2004) declared that mobile phone quick penetration rate has enhanced the delivery of advertisements for products and services. As a result scholars and advertisers are searching for creative ideas to achieve their targeted customers by using mobile phone advertisement technique.

Beliefs and attitudes: In various literatures it has been found that attitude of a consumer towards mobile advertising is getting gradually more negative. The mental conditions of people to react and understand to circumstances, situations, ideas, or objects are called Attitudes (Chowdhury et. al., 2006). Attitude of consumers towards advertisements are consumer's willingness to respond to a particular message in a positive or negative way (Chakrabarty & Yelkur, 2005). The positive result has been found by most of the researchers (Calfee et. al., 1993; Rotzoll, et. al., 1986; Ryans, 1982). Fishbein and Ajzen (1975) argue in their study that attitude influence behavior through intention. Tsangand Liang (2004) claimed by using a theory that there is a positive relationship between intention and attitude of consumers to accept mobile advertisements and that intention considerably influence consumer behaviors.

There are numerous explanations of mobile marketing or wireless marketing. Altuna and Konuk (2009), Plavini and Durgesh (2011) explained that the mobile marketing is the use of wireless tools to present an integrated content concerning a product or a service to the intended customers in a direct approach. Carter (2008) explained mobile marketing in a different way, he says, "the systematic planning, implementing and control of a mix of business activities intended to bring together buyers and sellers for the mutually advantageous exchange or transfer of products". In this way, mobile phones are the crucial contact point of the intended consumers.

An article which discovers the implications of mobile technology on mobile commerce (m-commerce), Balasubramanian, Peterson and Jarvenpaa (2002) illustrated that m-commerce is a type of communication which engages "either one-way between two or more (e.g., between devices)" (p. 350). The authors discussed the concepts concerning time and space to argue a conceptualized structure of m-commerce and mobile technology. They discussed that purchasing products and

services from a brick and mortar retail shop may discourage a customer who has no idea about the location of the shop or who may find it difficult to reach the location due to the time constraints, geographical distance, and other different barriers and hurdles. Though, it is more appropriate and flexible for a customer to obtain current information about a product or a service and it helps to make purchases of these products or services through his or her mobile phone. Sellers offer such mobile phone applications to make purchase easy (Balasubramanian et al., 2002; Altuna and Konuk, 2009). But some marketing activities are not available in some areas of the world and people living in those areas cannot acquire benefit by mobile marketing technologies.

Customized information is another special characteristic which is separated from minimizing the gap created by distance, time, interactive channel of communication, costless transportation, and convenience, Which makes mobile marketing (m-marketing) as an innovative and important marketing instrument (Friedrich et al. 2009). Airwide Solutions (a company provides mobile infrastructure and application services) conducted a survey that several advertisers are ready to spend their budget on m-marketing. This survey has been performed among fifty international brands and the judgment discovered that many of the brands are spending a larger proportion of their promotional budget on mobile campaigns and in the near future this budget seems to be increasing.

About 71% of respondents (international companies) spend 10% of their budget on m-marketing (Turner, 2008; Altuna and Konuk, 2009). Research revealed that m-marketing can be merged with traditional marketing instruments to advertize and promote branded products and services and therefore, the combination of marketing tools will be capable to progress the efficiency and effectiveness of the entire marketing plan. Mobile device marketing have been declared as one of the best choices to convey marketing information. To one side, mobile marketing saves costs for marketers and presenting an easy access to the targeted consumers most of them use their mobile phones almost 24 hours a day (Turner, 2008; Altuna and Konuk, 2009).

Ramaswamy nandagopal, huong ha, rengasamy natarajan balamurugan, mahendran sathish, royalu sivasubramanian sathyanarayanan and dhanraj jublee explored in their research about consumer attitude towards mobile advertising It says, mobile marketing has been regarded as a modern form of marketing and offers new opportunity for companies to conduct business. Marketing activities are performed by using mobile devices allow advertisers to communicate directly with their potential customers regardless of the geographical location(Aaker, Kumar and Day, 1995). Recently, mobile advertising has been referred as one of the best means to avoid confusions and directly interact with the consumer. Therefore, the use of the mobile channel has got more attention for advertisers with the trend of direct one-to-one marketing, as a mean to communicate their targeted consumers. Authors conducted their research in Indian mobile market which is, due to the increase in the number of average income consumers, is one of the fastest growing market, and it is predicted that it will reach millions of user in the next decade. Hence, research on mobile advertising would greatly influence the technique through which business is done (Aaker, Kumar and Day, 1995).

The study seeks to discover the relationship between the behavioral intentions of customers who use mobile phone and their attributes. They conducted their research by 189 valid respondents from the survey in Coimbatore city. The results discovered that there exists a positive relationship between the behavioral intentions and attributes of customers using mobile phones.

A mobile phone is recognized as one of the few inviolate remaining personal spaces which people can use to communicate and socialize as well as they could maintain the control over mobile phones usage. However, marketers should consider consumers' needs for privacy and security when designing marketing plans (Mehta and Purvis, 1996, p. 1).

This study observed the consumers' attitudes in the city of Coimbatore, India, towards mobile advertising applications, which is going to be launched in the near future, companies will realize the importance of mobile advertising and will invest more in developing and adopting mobile marketing applications to attract their targeted customers.

During the research it was observed that the attitude of the respondents in Coimbatore city towards mobile advertisements is usually positive. The most Significant factor in mobile advertising was observed to be the acknowledgement. Findings revealed that several variables can be considered as the important indicators of the marketing mix plan. Mobile advertisements and M-marketing can also be regarded as some of the superior marketing mix components Bauer and Greyser (1968) and Altuna and Konuk (2009). These studies have some important implications for firms with respect to market their products and services. As the Coimbatore city is an underdeveloped city, that's why the rate of technology development is high, and so, there is an opportunity of acceptance of new technological applications. Thus, this Coimbatore city would appear to be a promising market for mobile applications to many firms. Though, the results revealed that the attitudes of respondents are not only interconnected with the technological infrastructure but also with further

cultural variables. More directions of research focus on multiple data collection techniques, for instance interviews and focus groups.

If we talk about the effect of mobile service attributes on male and female buying decision. in the existing competitive environment where organizations have a very restricted opportunity to get their competitive boundary, author has investigated the role of male and female in purchase decisions, which is very important for organizations as they divide market not only based of on customer needs and price, but also on gender (Zafar Muhammad Zeeshan, 2011). Men and women have diverse preferences and characteristics which affect their purchasing decisions. This research paper explores the impact of mobile service attributes on both male and female by the use of planned behavior theory of Ajzen.

The outcome of regression sustained the hypothesis that both the genders i.e. male and female are different in the way that they perceive different mobile service attributes. They have different preferences, likes and dislikes each time when they avail any mobile service. The paper supports Meyers-Levy who concluded his research that males and females hold opposing views in their purchase decision. Male mobile service consumers desire for brand image, service availability, and service quality. Therefore, three out of five mobile service attributes are considerable for male consumers. Ajzen believed that all three factors such as perceived behavioral control, perceived difficulty, and subjective norms have major impacts on male purchase decision.

Furthermore, regression results of female consumers are observed that they desire for only a single mobile service attribute i.e. service availability. Hence, female consumers are tough to satisfy as compared to male consumers. Company only have a single opportunity to attract female consumers.

Authors Melody M. Tsang, Shu-Chun Ho, and Ting-Peng Liang discovered in their study that fast proliferation of mobile phones and other mobile devices has shaped a new channel for marketing. Accessing customers through Short Messaging Service to their handheld devices and making the mobile phone devices the crucial medium for one to one marketing is gradually getting popular. This research explores consumer's attitudes towards mobile advertisement and investigates the attitude and behavior relationship (Melody M. Tsang, Shu-Chun Ho, and Ting-Peng Liang, 2004).

The expansion of mobile advertising has created a new area for research. A better understanding of issues like; what consumers think of mobile advertisements? What method would be more pertinent for mobile advertising? is significant to the successful use of mobile advertising. It is particularly important to understand how consumers feel about the advertisements delivered to their mobile phones through SMS. People's attitude towards advertising has been a point of attention for a long time. Even though, several earlier literature has been observed a positive attitude towards advertising but currently most of the researchers have found that people usually have negative attitudes toward advertisements and simultaneously, on the other hand, Internet advertising has appeared to create positive consumer attitude. This is for the reason that they find Internet advertising informative and entertaining (Melody M. Tsang, Shu-Chun Ho, and Ting-Peng Liang, 2004).

The result of the survey shows that usually consumers have unfavorable attitudes towards mobile advertisement unless they have specifically approved and permitted it and explore a direct and positive relationship between consumer behavior and consumer attitudes. Hence, without prior permission, SMS advertisement should be avoided by the companies and it should not persuade customer to purchase that product or service.

In particular, Short Messaging Service (SMS) has been very successful since 2001. The use of mobile information services and SMS was raised dramatically during this time span and around 100 billion SMS messages are sent in a single year worldwide. The increasing popularity of SMS had shaped a new channel for advertising i.e. *mobile advertising*. Ads are delivered as short textual messages and then sent to mobile phones.

The study investigate consumer attitudes towards receiving SMS based mobile advertisements and explores the relationship among behavior, intention and attitude. As the observed data demonstrated that the respondents have a negative attitude towards receiving mobile advertisement. This is probably because customers find mobile advertisement irritating, given the personal and close mobile phones nature. It would be favorable if companies, who send advertisement, take permission to the receiver that whether they are interested in getting ads like that or not.

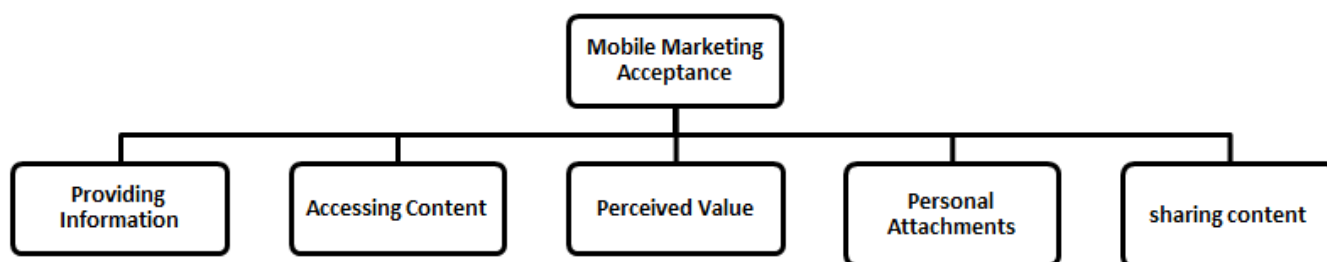
Generally, it is clear that mobile advertising has become a trend these days. The findings of this research have some implications for both practitioners and researchers. There are various factors that really contribute to all negative attitudes towards mobile advertising and how those attitudes can be changed, which is interesting to know. Practitioners may utilize the results and findings of the research designing marketing programs with mobile ads that can produce positive attitudes and try to avoid possible unfavorable effects (Melody M. Tsang, Shu-Chun Ho, and Ting-Peng Liang, 2004).

Maidul Islam, Mincheol Kang and Sung-Byung Yang (2013) investigated the relationships between mobile advertising characteristics and consumers. They produced a conceptual model to discover factors affecting consumers' attitude towards mobile advertisement. Among the major findings, credibility and informativeness had considerable impact on attitude towards mobile advertising where various factors such as irritation, interactivity, and entertainment were not statistically important. (Maidul Islam, Mincheol Kang and Sung-Byung Yang, 2013)

Authors investigated the difference between the behaviors and attitudes towards mobile advertising. In their study, the roles of variables in producing an attitude towards mobile advertisements as well as the relationships of intention and acceptance rejection behavior were examined. If we talk about the results, the authors found that if mobile advertisements are personalized, reliable, informative, and sent with the permission of receiver, It has a positive impact on creating favorable attitudes of customers towards mobile advertisements. When advertisements are sent without permission people consider it irritating and it creates a negative attitude in their minds which consequently affect negatively where interactivity and entertainment are be disappeared and there will be no any significant relationship. The results present related results to various studies including Barwise and Strong, (2002), Xu (2007), Chowdhury et al. (2006), Usta (2009), Okozaki et. al.(2007), and Tsang, Ho and Liang (2004). Mobile advertisements acceptance behavior was suitable to the Theory of Reasoned Action (attitude, intention, and behavior) developed by Fishbein and Ajzen (1975)

Mobile devices can be extremely efficient and are used for the purpose of effective learning tools. Mobile devices provide the benefit of the instant readiness and are used immediately without boot up time (Xu, et. al. 2009). Recently, the reasons for fastest growth in Smartphone is raising functionality and low cost data plans are among other factors. These advance functionalities have raised new challenges for marketing researchers and marketers (e.g., Durvasula & Lysonski, 2001). Since the mobile technology because worldwide phenomenon, content providers and mobile carriers started to be present on global scale, Advertising from mobile devices has turned into an important and popular subject to consider different national culture.

6 RESEARCH MODEL



7 VARIABLE DESCRIPTION

7.1 MOBILE MARKETING ACCEPTANCE

Mobile technologies are very important in today's businesses (Haghirian et al., 2005). These technologies provide various opportunities for marketing activities and communications as compared to the traditional media (Friedrich et al., 2009; Haghirian et al., 2008).

Several scholars have revealed the significance of mobile technology as a strategic concern. The Mobile technology incorporates the computers and Internet into wireless environment communication. Moreover, the development in mobile technology devices has created a path to play games, surf the Internet, watch movies, find different locations with GPS, and so on (Balasubramanian et al., 2002; Siau et al., 2005). Hence, consumers' acceptance of mobile marketing is increasing since consumers are gradually more exposed to mobile marketing. Deng et al. (2010) describes mobile marketing acceptance as "an individual consumer's propensity to accept new technologies and use them in a way that they will find useful". Some marketing scholars started mobile marketing as the utilization of mobile for personal information; provide others with specific locations, one-to-one communication, and for entertainment (Bauer, 2005; Gao et al., 2010).

Concerning about the causes that affect consumer's acceptance of mobile marketing, studies revealed that various factors have been addressed (Barnes & Scornavacca, 2004; Barwise & Strong, 2002; Bauer et al., 2005; Carroll et al., 2007; Kavassalis et al., 2003; Leppäniemi & Karjalainen, 2005; Siau et al., 2005). The results of these studies discovered the factors such as trust, considered a risk, perceived value, providing information, control over the transaction etc. Smutkuptet et al.

(2012) found out that there is a strong relationship between accessing product information and online shopping and consumer skills and sense of control related to Internet use.

7.2 PROVIDING INFORMATION

Most of the mobile marketing techniques are concerned about providing information to mobile users (Kim, 2002). The first aim of mobile marketing is to provide information to the end user. Mobile devices provide a variety of information about different products. The greater number of consumers is looking for direct communication to obtain information (Stewart & Pavlou, 2002). The network let marketers, organizations and people to receive and send significant information by providing subscriber, geographic, and demographic information.

7.3 SHARING CONTENT

Consumers are typically concerned in mobile marketing to share text content. Therefore the content should not be irrelevant and consumers should accept those contents (Roach, 2009). Digital channel acceptance of content was supposed to be disturbing by high-involvement of consumers and perceived positively by those consumers who are not highly involved or have low content involvement (Sultan et al., 2009).

Subscribers are provided content offerings from Content providers through mobile wireless services. Wireless portals are offered to users of mobile devices by Mobile wireless service providers through which can access contents for instance email services entertainment and news, where they can find the possibilities of endless content. Besides, Content providers are progressively providing more alternative formats for mobile device users, who previously have customized their content for users of traditional web browsers

Nowadays the mobile devices are typically small having limited navigation and input capabilities, though much advanced. Therefore, users of mobile devices sometimes requiring special protocols and formatting. Another problem content provider's encounter is marketing content to mobile device users. For instance, the limited input and output capabilities of wireless devices result in getting trouble for the mobile device end users to look for and discover interesting and new content. The best reliable source of content marketing is 'word of mouth communication' i.e. recommendations from friends or family, etc. which may not always be much more practical.

7.4 ACCESSING CONTENT

Mobile marketing helps people to find the bulk amount of content. Mobile marketing let people to access more information as compared to email and traditional channels. Studies have discovered that mobile users obtain information privacy content is a concern that can be reduced by other factors (Kavassalis et al., 2003). The possibility of accessing various contents depends greatly on mobile devices, experience, and expectations.

Mobile device users are greatly influenced by mobile marketing because they find it easy to access information through a mobile phone comparing other sources of information. Various studies have discovered that most users of mobile phone devices get all types of information through their mobile phone devices. For instance, students get the educational help from mobile phones, it takes time to go to the lab and search for whatever they have to search.

People find political, social, academic, Islamic, knowledge through their mobile devices on one touch. There are various applications which provides users an easy access to such information.

7.5 PERSONAL ATTACHMENTS

Personal attachment is one of the vital construct that shows the personalized features that are self through (Peng & Spencer, 2006). These features consist of wallpapers, special content, and ringtones, etc. There are rare Studies that inspect personal attachment (Kim, 2002).

Personal attachment refers to the degree to which consumers search for personalizing their mobile phone devices with unique content, for example ringtones, and wallpapers etc. through such content users show their phones as self extensions. The mobile phone devices are more than just a communication device; it also represents the self through personalized features.

Users of mobile phone provide its users a complete set of contents through which they can access and create positive feeling about mobile devices, and advertising agencies or advertising companies, who produce and execute advertisement on

mobile phone devices get the opportunity that their advertisement is accepted by mobile phone users. These acceptances of mobile phone advertisement ultimately result in an increase in sales of mobile phone devices.

7.6 PERCEIVED VALUE

Cronin et al. (2000) revealed that perceived value is a “trade-off between what customers receive, such as quality, benefits, and utilities, and what they sacrifice, such as price, opportunity cost, time, and efforts.” Persaud & Azhar (2012) discovered that “perceived value is the consumer’s overall assessment of the benefits of a product”. Hence the mobile marketing perceived value is the personal awareness in the shopping perspective. Furthermore, Kim et al. (2007) stated another definition of perceived value i.e “It is the consumer’s overall assessment of the utility of a product based on perceptions of what is received and what is given.”

8 RESEARCH QUESTIONS

Following are the research questions which have been developed on the basis of literature review.

- What is the impact of personal information on mobile marketing acceptance?
- What are the effects of accessing content on mobile marketing acceptance?
- What is the influence of perceived value on mobile marketing acceptance?
- What is the impact of personal attachment on mobile marketing acceptance?
- What are the effects of sharing content in mobile marketing acceptance?

9 HYPOTHESES

H1: There is a relationship between personal information and mobile marketing acceptance.

H2: There is a relationship between accessing content and mobile marketing acceptance.

H3: There is a relationship between perceived value and mobile marketing acceptance.

H4: There is a relationship between personal attachment and mobile marketing acceptance.

H5: There is a relationship between sharing content and mobile marketing acceptance.

10 METHODOLOGY

10.1 DATA COLLECTION METHOD

The primary data was gathered by a self administrated questionnaire which was initially developed for this purpose. Two hundred and fifty questionnaires were distributed for the purpose of pre-testing the questionnaire content. The retrieve questionnaires were 200 (50 were excluded because of incompleteness). As a result, the suitable questionnaires to the statistical analysis were 200, with a 75% answers rate. We choose a sample of female Karachi women of age between 20 and 45 years old. Secondary data we have collected from external sources which collected from different articles on Google.com.

10.2 INSTRUMENT DESIGN

The factor of this study are adopted from Sultan et al. (2009) that in sequence i.e sharing content, accessing content, personal attachment, and mobile marketing acceptance. Perceived value scale items are adopted from Sultan et al. (2012).

10.3 ANALYSIS TECHNIQUE

The collective data is analyzed by means of SPSS frequency and percentages which are calculated to interpret the demographic characteristic of the students. As the sample size is large (250 cases), regression analysis was adopted to recognize the most important causative variables second-hand in the modern study. Regression analysis assumes that variables have normal distributions and linearity of the relationship between the dependent and the independent variables in the model. This technique is used to measure the different levels of association between study variables.

11 RESULTS

11.1 MULTIPLE REGRESSION

Table no1: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.191 ^a	.036	.012	.76072

a. Predictors: (Constant), Percived value, Accessing content, Personal information , Personal attachment , Sharing content

This table gives us the **R-value**, which represents the correlation between the observed values and predicted values of the dependent variable. **R-Square** is called the coefficient of determination and it gives the adequacy of the model. Here the value of R-Square is 0.036 that means the independent variable in the model can predict 76.07% of the variance independent variable.

Table no :2: ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	4.245	5	.849	1.467	.202 ^b
Residual	112.266	194	.579		
Total	116.511	199			

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

b. Predictors: (Constant), Percived value, Accessing content, Personal information , Personal attachment , Sharing content

The above table gives the test results for the analysis of ANOVA. The results are given in two rows. The first row labeled sum of squares gives the variability due to the different designations of the consumer behaviors. The second row labeled mean of square gives the variability In this case, F-value is 1.476, and the corresponding p-value is less than 0.202.

Table no:3: Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	3.810	.515		7.390	.000
Sharing content	-.140	.071	-.143	-1.986	.048
Accessing content	-.022	.059	-.027	-.372	.711
Personal attachment	.020	.070	.020	.282	.778
Percived value	-.128	.070	-.130	-1.827	.069
	-.028	.074	-.026	-.372	.710

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

The above table gives the regression constants and coefficients of significance so we can see that p value of regression coefficients are greater than 0.05 and we conclude that sharing content, accessing content, personal attachments, perceived value all have not significance influence on mobile marketing acceptance.

11.2 HYPOTHESES

Hypothesis: 1: There is a relationship between personal information and mobile marketing acceptance.

Table no:4: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.131 ^a	.017	.012	.76050

a. Predictors: (Constant), Personal information

This table gives us the **R-value**, which represents the correlation between the observed values and predicted values of the dependent variable. **R-Square** is called the coefficient of determination and it gives the adequacy of the model. Here the value of R-Square is 0.017 that means the personal information in the model can predict 1.7% of the variance in mobile marketing acceptance

Table no:5: ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1.997	1	1.997	3.452	.065 ^b
Residual	114.514	198	.578		
Total	116.511	199			

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

b. Predictors: (Constant), Personal information.

The above table gives the test results of the analysis of ANOVA. The results are given in two rows. The first row labeled sum of squares gives the variability due to known reason. The second row labeled mean of square gives the variability. In this case, F-value is 3.452, and the corresponding p-value is less than 0.065. so we reject our hypothesis and there is no influence of personal information on mobile marketing acceptance.

Table no:6: Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	3.316	.213		15.531	.000
Personal information	-.128	.069	-.131	-1.858	.065

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

The above table gives the regression constant and coefficient of significance, so we can see that p value of regression coefficient is greater than 0.05 and we conclude that personal information has not significance influence on mobile marketing acceptance.

Hypothesis: 2: There is a relationship between sharing content and mobile marketing acceptance.

Table no: 7: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.002 ^a	.000	-.005	.76710

a. Predictors: (Constant), Sharing content

This table gives us the **R-value**, which represents the correlation between the observed values and predicted values of the mobile marketing acceptance. **R-Square** is called the coefficient of determination and it gives the adequacy of the model. Here the value of R-Square is 0.000 that means the sharing content in the model can predict 76.7 % of mobile marketing acceptance. **Adjusted R-Square** gives the more accurate information about the model fitness if one can further adjust the model by his own.

Table no:8: ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.000	1	.000	.000	.983 ^b
Residual	116.510	198	.588		
Total	116.511	199			

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

b. Predictors: (Constant), Sharing content

The above table gives the test results of the analysis of ANOVA. The results are given in two rows. The first row labeled sum of squares gives the variability due to known reason. The second row labeled mean of square gives the variability. In this case, F-value is 0.000, and the corresponding p-value is less than 0.983. So we reject our hypothesis and there is no influence of sharing content on mobile marketing acceptance.

Table no:9: Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2.928	.193		15.207	.000
Sharing content	.001	.058	.002	.022	.983

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

The above table gives the regression constant and coefficient of significance so we can see that p value of regression coefficient is greater than 0.05 and we conclude that sharing content has not significance influence on mobile marketing acceptance.

Hypothesis: 3 H3: There is a relationship between accessing content and mobile marketing acceptance.

Table no :10: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.043 ^a	.002	-.003	.76637

a. Predictors: (Constant), Accessing content

This table gives us the **R-value**, which represents the correlation between the observed values and accessing content of mobile marketing acceptance. **R-Square** is called the coefficient of determination and it gives the adequacy of the model. Here the value of R-Square is 0.02 that means the perceived value in the model can predict 0.2% of the variance in mobile marketing acceptance.

Table no:11: ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.219	1	.219	.373	.542 ^b
Residual	116.291	198	.587		
Total	116.511	199			

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

b. Predictors: (Constant), Accessing content

The above table gives the test results for the analysis of ANOVA. The results are given in two rows. The first row labeled sum of squares gives the variability due to the different designations of the consumer behaviors. The second row labeled mean of square gives the variability. In this case, F-value is 0.373, and the corresponding p-value is greater than 0.542.

Table no:13: Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2.799	.224		12.524	.000
Accessing content	.042	.069	.043	.611	.542

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

The above table gives the regression constant and coefficient and their significance. These regression coefficient and constant can be used to construct an ordinary least squares.

Now we have tested our hypothesis, we see that the t-value for regression coefficient of accessing content is given by 0.042, which is greater than 0.542, so we can reject our null hypothesis and conclude that the regression coefficient is not zero. It means we can say there is H3 is no influence of accessing content on mobile marketing acceptance.

Hypothesis 4: There is a relationship between personal attachment and mobile marketing acceptance.

Table no:12: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.121 ^a	.015	.010	.76150

a. Predictors: (Constant), Personal attachment

This table gives us the **R-value**, which represents the correlation between the observed values and predicted values of the dependent variable. **R-Square** is called the coefficient of determination and it gives the adequacy of the model. Here the value of R-Square is 0.015 that means the personal attachment in the model can predict 76.15 % of the variance in dependent variable. **Adjusted R-Square** gives the more accurate information about the model fitness if one can further adjust the model by his own.

Table no :13: ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1.694	1	1.694	2.921	.089 ^b
Residual	114.817	198	.580		
Total	116.511	199			

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

b. Predictors: (Constant), Personal attachment

The above table gives the test results for the analysis of ANOVA. The results are given in two rows. In this case, F-value is 2.921, and the corresponding p-value is less than 0.089. so we can reject our hypothesis. It means we can say there is H4 is no influence of accessing content on mobile marketing acceptance.

Hypothesis 5: There is a relationship between perceived value and mobile marketing acceptance.

Table no :14: Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.042 ^a	.002	-.003	.76641

a. Predictors: (Constant), Percived value

This table gives us the **R-value**, which represents the correlation between the observed values and perceived values of mobile marketing acceptance. **R-Square** is called the coefficient of determination and it gives the adequacy of the model. Here the value of R-Square is 0.002 that means the independent variable in the model can predict 76.6 % of the variance in Mobile marketing acceptance. **Adjusted R-Square** gives the more accurate information about the model fitness if one can further adjust the model by his own.

Table no :15:ANOVA^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.209	1	.209	.355	.552 ^b
Residual	116.302	198	.587		
Total	116.511	199			

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance.

b. Predictors: (Constant), Percived value

The above table gives the test results for the analysis of ANOVA. The results are given in two rows. The first row labeled sum of squares gives the variability due to the different designations of the consumer behaviors. The second row labeled mean of square gives the variability. In this case, F-value is 0.355, and the corresponding p-value is greater than 0.552.

Table no :16: Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	3.065	.230		13.335	.000
Percived value	-.044	.074	-.042	-.596	.552

a. Dependent Variable: Mobile marketing acceptance

The above table gives the regression constant and coefficient and their significance. These regression coefficient and constant can be used to construct an ordinary least squares

Now we have tested our hypothesis, we see that the t -value for regression coefficient of perceived value is given by 0.042, which is greater than 0.55, so we can reject our hypothesis .It means there is no influence of accessing content on mobile marketing acceptance

12 CONCLUSION

This research focuses to investigate the leading factors of mobile marketing among Pakistani females. The paper studies the influences of providing information, sharing content, accessing content, personal information, and perceived value. Testing the consumer acceptance of mobile marketing indicates a major effect of the revise variables among females as a marketing tool. Pakistani women believe that their culture's changes and scientific advancement have a positive contact on their life approach. Therefore this study adds greater intensity on Pakistani females choice and how marketing change affect their decisions. Moreover the study adds to the literature by exploratory Pakistani female consumers as a large and increasing market.

13 RECOMMENDATIONS

There is some recommendations can be presented: It is significant to identify the several drivers of, and obstacles to, the acceptance of mobile marketing practices among female consumers across Karachi markets. The conclusions from this study recommend various implications that involved in the development of mobile marketing plan and programs in growing mobile markets of Pakistani female. These findings also recommend that will wants to develop mobile plans that motivate viral mobile activity such as content sharing, which next could guide to greater tendency to engage in mobile marketing programs.

A recommendation for future research is to conduct empirical research with a significant focus on demographics, using a representative sample of female population of multiple countries to map the differences. The study also recommends that marketers must pay particular concentration to the utility and relevancy of mobile advertising messages.

REFERENCES

- [1] Bauer, H., Reichardt, S. J., & Neumann, M. (2005). Driving consumer acceptance of mobile marketing. *Journal of Electronic Commerce Research*, 6(3), 181–192.
- [2] Cronin, J., Brady, M. K., & Hult, G. T. (2000). Assessing the effects of quality, value, and customer satisfaction on consumer behavioral intentions in service environment. *Journal of Retailing*, 76(2), 193–218.
- [3] Galarneau, S. Lamarre, A. Boeck, H. "Consumer Behavior in Mobile Marketing: A Research Agenda," *Proceedings of the 20th International Association of Management of Technology (IAMOT)*, Miami (USA): 2011.
- [5] Stewart, D. and Pavlou, P. 2002. From Consumer Response to Active Consumer: Measuring the Effectiveness of Interactive Media. *Journal of the Academy of Marketing Science*. Vol.30. No.4., 376-396.
- [6] Altuna, K.O, Konuk, A.F (2009). Understanding consumer attitudes toward mobile advertising and its impact on consumers' behavioral intentions: a cross-market comparison of United States and Turkish consumers. *International Journal of Mobile Marketing*, 4 (2), 43-5.

- [7] Leppaniemi, M. & Karjaluoto, H. (2005). Factors influencing consumers' willingness to accept mobile advertising: a conceptual model. *Int. Journal of Mobile Communications*, 3(3), 197-21
- [8] Siau, Keng and Zixing Shen (2003). Building Customer Trust in Mobile Commerce. *Communications of the ACM*, 46(4), 91–4
- [9] Amberg, Michael, Markus Hirschmeier, and Jens Wehrmann (2004), "The Compass Acceptance Model for the Analysis and Evaluation of Mobile Services," *International Journal of Mobile Communications*, 2 (3), 248-259.
- [10] Barnes, S.J., "Location-Based Services: The State-of-the-Art", *e-Service Journal*, Vol. 2, No. 3: 59-70, 2003. Barnes, S.J. and E. Scornavacca, "Mobile Marketing: The Role of Permission and Acceptance", *International Journal of Mobile Communications*, Vol. 2, No. 2: 128-139, 2004.
- [11] Alexander Nicolai and Thomas Petersmann (eds.), Schäffer-Poeschel, Stuttgart, pp. 161-176, 2001. Wohlfahrt, J., "Wireless Advertising", *Mobile Commerce: Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren*, Günther Silberer, Jens Wohlfahrt and Thorsten Wilhelm (eds.), Gabler, Wiesbaden, pp. 245-263, 2002.

Comparative cytotoxicity of *Enantia polycarpa* (DC) Engl. and Diels (Annonaceae) and *Bersama abissynica* Fresen. (Melianthaceae) two Ivorian medicinal species commonly used

Alain S.A. AMBÉ¹, Kouadio BENE¹, Djeneb CAMARA¹, Goueh GNAHOUÉ², Djakalia OUATTARA¹, Guédé N. ZIRIH¹, and Kouakou E. N'GUESSAN¹

¹Laboratoire de Botanique ; UFR Biosciences ; Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Biochimie ; Ecole Normale Supérieure, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In Ivory Coast, the barks of *Enantia polycarpa* and the leaves of *Bersama abissynica*, two medicinal species are usually used by populations to treat various diseases such as malaria, diarrheas and cutaneous diseases. To estimate the biological dangers connected to the frequent use of these medicinal plants, the current study was undertaken with objective to evaluate the cytotoxic activity of 70% ethanolic extract on Human Foreskin Fibroblast (HFF) cells in the *in vitro* culture. 70% ethanolic extract of plants were prepared and the colorimetric test of the MTT is used to evaluate the toxicity of these extracts. The results proved that the ethanolic extract of *Enantia polycarpa* showed the biggest yield (56,4%). The 70 % éthanlic extract of *Bersama abissynica* is not cytotoxic at 1000 µg / ml concentration, but mitogen. Our study has shown that the ethanolic extract of *Bersama abissynica* stimulates HFF cells in division growth (268%). While *Enantia polycarpa* seems cytotoxic on HFF cells at 1000 µg / ml concentration (36% of viability confluent cells and 55% of viability cells in division). Such results well support that the moderate use of these medicinal plants only represents a limited risk in terms of toxicity. However, follow-up studies must be envisaged in order to determine the chemical compounds responsible of the cytotoxic effect at *Enantia polycarpa* and those responsible for the mitogen effect at *Bersama abissynica*.

KEYWORDS: toxicity, HFF cells, *Enantia polycarpa*, *Bersama abissynica*, Ivory Coast.

1 INTRODUCTION

Enantia polycarpa and *Bersama abissynica* are shrubs of the Ivory Coast forests. The first one is a species distributed since Sierra Leone to Nigeria and the West of Cameroon. It is particularly plentiful in Ivory Coast and in Sierra Leone. It is a small tree of undergrowth of the evergreen dense forests which can reach 20 m of height and 40 cms in diameter. The outside of the bark is green in blackish color; while the inside is of bright yellow color, characteristic of its local name " African yellow wood " [1]. The second, *Bersama abissynica* is also a reaching shrub 6 m of height with an often tortuous trunk. The leaves, measure up to 60 cms in length. They contain from six to nine pairs of glabrescent sepals and the rachis is winged. The inflorescences, it racemes solitary persons or by small number, are axillaries near the extremity of twigs [2]. Both species have the big reputation to be variously used and intervenes in traditional treatment of various diseases in Africa [1, 3, 4, 5, 6, 7].

Previous ethnobotanic studies had showed that in Africa, the barks of *Enantia polycarpa* and the leaves of *Bersama abissynica*, are usually used by populations to treat diarrheas [7, 8]. But the misuse of these plants expose them to various accidents because, out of active ingredients, traditional drug contains other molecules of which some have toxic. All these factors make necessary the reassurance of the use of these two medicinal plants.

The current study aims to evaluate the cytotoxic activity of 70% ethanolic extract of *Enantia polycarpa*'s barks and *Bersama abissynica*'s leaves on HFF (Human Foreskin Fibroblast) cells in the *in vitro* culture, to estimate the biological dangers connected to the frequent use of these medicinal plants.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL

The plant material was constituted by 70% ethanolic extracts of *Enantia polycarpa*'s barks and *Bersama abissynica*'s leaves.

2.2 BIOLOGICAL MATERIAL

The biological material was constituted by a HFF (Human Foreskin Fibroblast) cell line. It was furnished by the Laboratory Adaptation and Pathogenesis of the Microorganisms (LAPM) from Grenoble to France. They have the particularity to form a cellular mat after several days of culture (96 hours), we say they are confluent and they stop dividing by inhibition of contact. When these cells are in culture for only 24 hours, they are in a state of mitosis (or cells in division). These cells are used in several researches in laboratories to evaluate the cytotoxicity of therapeutic substances interest.

2.3 METHODS

2.3.1 COLLECTION OF THE PLANTS

The barks of *Enantia polycarpa* were collected in the South of Ivory Coast, in Yakassé-Méh (Region of Agnéby). While the leaves of *Bersama abissynica* were collected in the East, in Transua (Region of Gontougo). Their identification was made for the Centre National of Floristic (CNF). After the harvest, organs were cleared of the impurities, dried in the shade and outdoors from two to three weeks then reduced in fine powders.

2.3.2 PREPARATION OF PLANTS EXTRACTS

Obtained fine powders were extracted as follows: 100 g of powders were extracted in a liter of distilled water, by grinding in a Mixer of Moulinex type. The obtained homogenate was pressed at first then filtered then dried by evaporation in type Venticell's steam room in 50 °C. Then, powders obtained constitute the aqueous extracts (ETA). These extracts were weighed to estimate their yield.

10 g of aqueous extracts were dissolved in 200 ml of a hydroalcoholic solution (70% Ethanol + 30% distilled Water) for 10 to 15 minutes in a Mixer. After settling in a bulb to settle the hydroalcoholic phase and the deposit was separated [9, 10]. It floating was collected, filtered on some cotton and dried in the steam room (50 °C). The obtained powder constitutes the 70% ethanolic extract (EE70 %). These extracts obtained are weighed in the optics to estimate their yield.

2.3.3 CALCULATION OF THE YIELD (R)

The yield is the quantity of extract obtained from the vegetable powder. It is expressed in percentage and calculated according to the following formula: $R = m / M \times 100$

R: yield on extraction; **m:** mass of the extract; **M:** mass of the fine powder.

2.3.4 IN VITRO CELL CULTURE

All the HFF cells were cultivated in D10 medium (Dulbecco Minimum Essential Medium, Gibco, added by fetal veal serum 10 %; 1 % glutamine; penicillin 50 U.ml⁻¹ and Streptomycin 50 µg / µl). These cells are maintained in 37 °C in an atmosphere of 5 % CO₂ during 24 hours (cells in division) and 96 hours (confluent cells).

2.3.5 CYTOTOXICITY TEST

The cytotoxicity test consisted in measuring the viability of cells in culture when they are brought together with our plant extracts. The cytotoxicity of 70% éthanolic extracts of *Enantia polycarpa*'s barks and the leaves of *Bersama abissynica* was determined by using the colorimetric test MTT [11, 12].

The HFF cells were sowed in 96-well microtitreplate. The plates were maintained at 37 °C in 5% CO₂ for 24 hours (cells in division) and 96 hours (confluents cells) at the rate of 3000 to 5000 cells/well in 100 µl of D10 medium. These cells were then exposed for 24 hours into 100 µl to different concentrations of 70% ethanolic extract of *Enantia polycarpa* and *Bersama abissynica* (125 µg / ml – 1000 µg / ml) solubilized in phosphate buffer solution (PBS). The viability was determined by addition into each well of the 96-well plate, 500 µg / ml of bromide of 3-(4, 5-diméthylthiazol-2-yl) 2, 5-diphenyl tetrazolium (MTT) and the plate was incubated for 3 hours in 37 °C. The ring of tetrazolium which it contained reduced there formazan by the succinate dehydrogenase mitochondrial of living cells metabolically active. The reduction released crystals of formazan which precipitated and gave a purple color. The quantity of the formed precipitate is proportional among living cells. The crystals of formazan were solubilized in DMSO (10 mM) then the absorbance was measured. The measure of the absorbance of each well at 544 nm in the spectrophotometer Safir (Tecan) allowed to determine the relative quantity of living and metabolically active cells. The results were expressed in percentage of viability compared with the witness of control without any plant extract according to the formula:

$$\text{Percentage of viability} = (\text{Abs.544 nm Extract}) / (\text{Abs.544 nm Witness}) \times 100$$

The extracts cytotoxic effect was appreciated by the modality of natural substances action used by Zirihi [5]:

Not cytotoxic extract: 1000 µg / ml concentration leads to more than 50 % of cellular viability;
Cytotoxic extract: 1000 µg / ml concentration leads to less than 50 % of cellular viability.

2.4 STATISTICAL ANALYSIS

Three separate experiments were conducted and the results obtained are expressed as mean ± ecart-type. The data from the experiments were compared with the control by anova one-way analysis of variance and Duncan's test. The means considered significant at P < 0,05.

3 RESULTS

3.1 EXTRACT YIELD

The extractions of the barks of *Enantia polycarpa* and the leaves of *Bersama abissynica* supplied extracts having variable tints. The values representing the average of the yield in percentage of the studied plants vary from 5 to 56,4% (Figure 1). These results show that the biggest and the lowest yield is observed with 70% ethanolic extract of *Enantia polycarpa* respectively at 56, 4% and 5%.

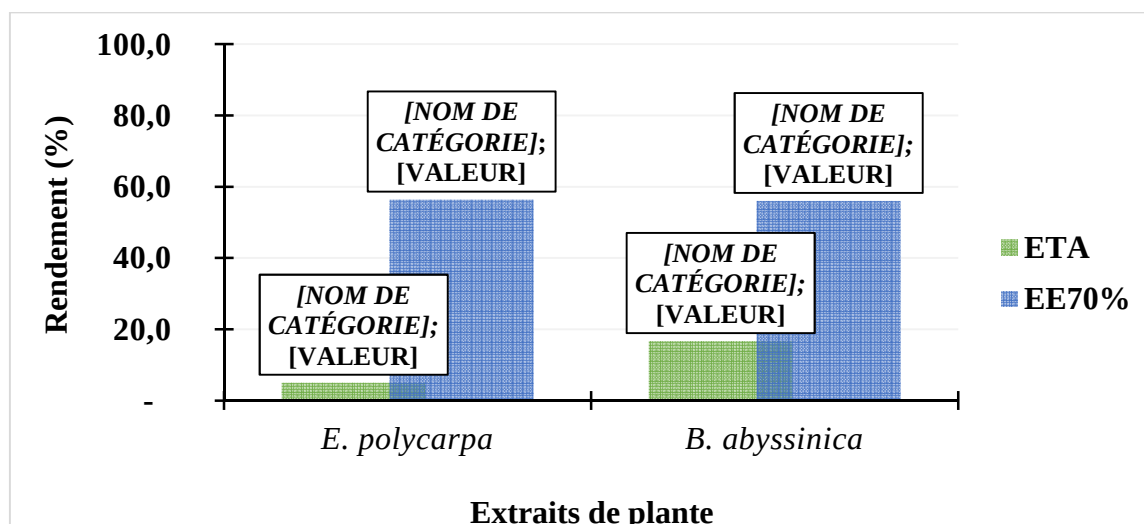


Figure 1: Yield of *Enantia polycarpa* and *Bersama abissynica* extracts

ETA: aqueous extract; EE70 %: 70 % ethanolic extract

3.2 CYTOTOXICITY OF THE EXTRACTS

The results of the cytotoxic activity of *Enantia polycarpa* and *Bersama abissynica* extracts are expressed in percentage of HFF cells alive compared with the positive control (only HFF cells without any plants extracts that is 100% of viability). Extracts are tested in four (4) different concentrations (125, 250, 500 and 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$) as presented on figures 2 and 3. These analysis showed a dose effect more or less remarkable. We observed a significant reduction in cellular viability when *Enantia polycarpa* 70 % ethanolic extract concentration increases. At 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$, the percentage of viability was 55% for cells in division and 36 % for confluent cells, what lets appear a significant toxicity ($p < 0,05$) in high concentration (figure 2). The 70 % ethanolic extract of this plant thus exercises a strong toxicity on confluent cells and a pretty medium cytotoxic activity on HFF cells in division.

The variance analysis with *Bersama abissynica* showed that there is a significantly different between confluent and division cells ($p < 0,05$). The figure 3 gives the percentage of viability of HFF cells cultivated in the presence of the concentrations from 125 to 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$ for 70 % ethanolic extract of *Bersama abissynica*. The number of cells increases by a significant way compared with the positive control, as the concentration of 70% ethanolic extract of *Bersama abissynica* increases. At 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$, the percentage of viability of HFF cells was 268% for cells in division and 90% for confluent cells. The obtained histograms compared with that of the control, show that the cellular viability is superior to see widely superior to that of the control when the extract is used in 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$ concentration for cells in division. That lets show through a significant increase ($p < 0,05$) at the level of the percentage of viability of HFF cells in division in the concentration of 1000 $\mu\text{g} / \text{ml}$. It emerges from the leaves of *Bersama abissynica* are not toxic on the tested cellular lineage but favor their proliferation. We can conclude that this extract is mitogen.

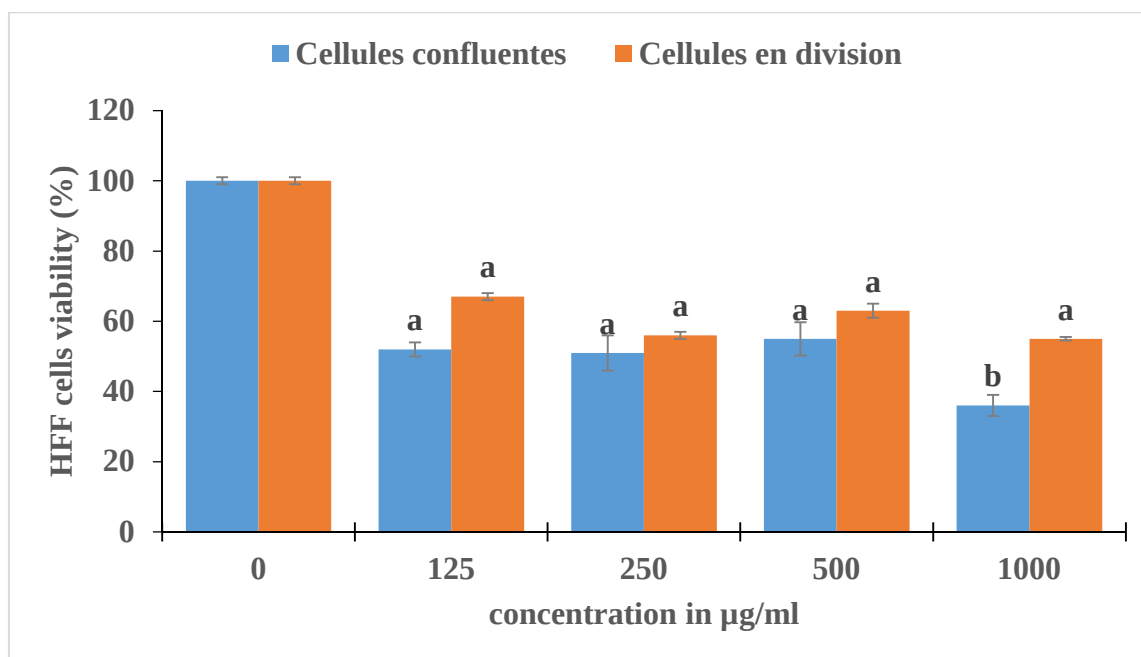


Figure 2: Percentage of HFF cells viability in the presence of 70% ethanolic extract of *Enantia polycarpa*. Data expressed as mean±cart-type (n=3) Bars with same alphabets are not significantly different ($p < 0,05$). Control was 100%HFF.

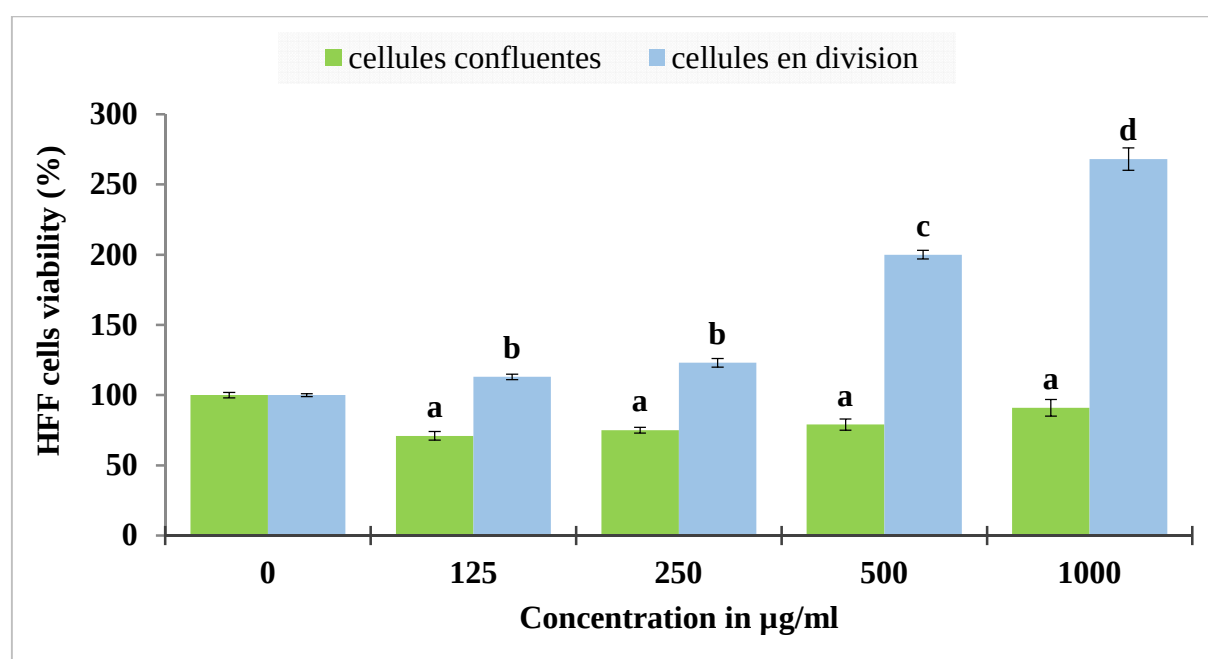


Figure 3: Percentage of HFF cells viability in the presence of the 70% ethanolic extract of *Bersama abissynica*. Data expressed as mean±cart-type (n=3) Bars with same alphabets are not significantly different ($p < 0,05$). Control was 100%HFF.

4 DISCUSSION

Our study aimed to evaluate the cytotoxic potential of the barks of *Enantia polycarpa* and the leaves of *Bersama abissynica* two medicinal plants usually used in Ivorian traditional medicine.

The cytotoxic tests made on HFF cells showed that the leaves of *Bersama abissynica* are not cytotoxic but mitogen while those of *Enantia polycarpa* are cytotoxic on the tested cell line. The mitogen effect of *Bersama abissynica* could be due to a

chemical compound. These results allow to assert that the harmlessness of the leaves of *Bersama abissynica* could justify its frequent use in the traditional medicine in Ivory Coast. Our results corroborate those of Kuete *and al.* [6] who's found that all extracts of *Bersama abissynica* were non-toxic. But our results are opposite with those of Zirihi [5] which showed that *Bersama abissynica* is cytotoxic against Hella cell line. On the other hand, the barks of *Enantia polycarpa* would seem toxic in high concentration on HFF cells tested. The cytotoxicity would be due to a chemical compound which would inactivate the succinate dehydrogenase, an enzyme important for the mitochondrial breath, the blocking of which would drive to the cellular death. These results of the cytotoxicity confirm those of Coulerie [13] on the same plant family. This author showed that the extracts of the barks of *Meiogyne tiebaghiensis*, endemic Annonaceae of New Caledonia, are highly cytotoxic against the embryonic cells of human lung (MRC5). So suggesting certain one moderation of employment of this vegetable substance in the traditional treatments.

5 CONCLUSION

The current study allowed to highlight the cytotoxic potential of *Enantia polycarpa* and *Bersama abissynica* two medicinal plants usually used in traditional medicine. The results showed that the leaves of *Bersama abissynica* are mitogen and not cytotoxic while the barks of *Enantia polycarpa* are cytotoxic on the tested cellular lineage. It shows that the use of such plants in traditional medicine only represents a very limited risk in terms of toxicity. This study could be possibly completed by a phytochemical screening and a bio-guide of extracts to determine the chemical compounds responsible of the cytotoxic effect of *Enantia polycarpa* and those responsible of the mitogen effect of *Bersama abissynica*.

COMPETING INTERESTS

The authors declare that they have no competing interests.

ACKNOWLEDGMENTS

This study benefited of the technical contribution of the Laboratory Adaptation and Pathogenesis of the Microorganisms (LAPM) from Grenoble to France and the Laboratory of Biochemistry of the Superior teachers' training college (ENS) of Abidjan, Ivory Coast we thank.

REFERENCES

- [1] **Anosa G. N., Udegbumam R. I., Okoro J. O., Okoroafor O. N.,** *In vivo* antimalarial activities of *Enantia polycarpa* stem bark against *Plasmodium berghei berghei* in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 153, pp. 531–534, **2014**.
- [2] **Aké-Assi L.,** Flore de la Côte d'Ivoire: catalogue systématique, biogéographie et écologie. Conservatoire et Jardin Botanique, Genève, Switzerland, Boisiera, vol. **57**, 396 p, **2001**.
- [3] **Ajali, U.,** Antibacterial activity of *Enantia polycarpa* bark. *Fitoterapia*, vol. 71, pp. 315–316, 2000.
- [4] **Atindehou, K.K., Schmid C., Brun R., Koné, M.W., Traoré, D.,** Antitrypanosomal and antiplasmodial activity of medicinal plants from Côte d'Ivoire. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 90, pp. 221–227, 2004.
- [5] **Zirihi G. N.,** Eudes botanique, pharmacologique et phytochimique de quelques plantes médicinales anti-paludiques et/ou immunogènes utilisées chez les bête du département d'Issia, dans l'ouest de la Côte-d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat de botanique, spécialité ethnobotanique. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. 199 p., 2006.
- [6] **Kuete V., Mbaveng A.T., Tsaffack M., Benga V.P., Etoa F.X., Nkengfack A.E., Meyer J.J.M., Lall N.,** Antitumor, antioxidant and antimicrobial activities of *Bersama engleriana* (Melianthaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, vol. **115**, pp. 494–501, **2008**.
- [7] **Zekeya N., Shahada F. and Chacha M.,** *In vitro* Antibacterial and Antifungal Activity of Tanzanian *Bersama abyssinica*. *International Journal of Science and Research*, vol. 3, n°7, pp. 1150-1153, 2014.
- [8] **Ambé A. S.A., Ouattara D., Tiebre M.S., Vroh B.T.A., Zirihi G.N., N'guessan K. E.,** Diversité des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée sur les marchés d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 26, n° 2, pp. 4081-4096, 2015.
- [9] **Zirihi G. N., Kra A. M. et Guédé-Guina F.,** Évaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* (Lamarck) O. Kunze (Asteraceae) <<PYMI>> sur la croissance *in vitro* de *Candida albicans*, *Revue de Médecine et Pharmacie. Africaine*, vol. 17, pp. 11-18, 2003.

- [10] **Coulibaly K.**, Etudes botanique, pharmacologique et explorations phytochimiques des extraits de *Terminalia ivorensis* et *Terminalia superba*, deux espèces ligneuses commerciales, médicinales antimicrobiennes de la forêt de Mopri. Tiassalé (sud de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de botanique, spécialité ethnobotanique. Université de Félix HOUPOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire. 200 p., 2012.
- [11] **Mossman T.**, Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assay. Journal of immunological Methods, vol. **65**, pp. 55-63, 1983.
- [12] **Carmaux S.**, Caractérisation de la mort des cellules animales cultivées en bioréacteur. Thèse de Doctorat d'Etat en Pharmacie. Université Henri Poincaré - Nancy 1, 105 p., 2008.
- [13] **Coulerie P.**, Étude phytochimique et pharmacologique de plantes de Nouvelle-Calédonie à potentialités anti-dengue. Thèse de Doctorat de chimie des substances naturelles. Université de la Nouvelle-Calédonie : École Doctorale du Pacifique, ED 469. 296 p., **2012**.

Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie

[Durum Wheat Storage Problems Quality in Tunisia]

Fatima BOUSLAH¹, Khaled El MOUEDDEB², and Mohamed Elyes HAMZA³

¹Département de Génie rural Eaux et Forêts, Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis-Mahrajène, Tunisia

²Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El Bab, Bèja, Université de Jendouba, Tunisia

³Département de Génie rural Eaux et Forêts, Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis-Mahrajène, Tunisia

Copyright © 2016 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: Tunisia, like many countries, human consumption based on the consumption of cereals. Despite the importance of these products, there is the remarkable losses during the medium and long-term storage. Reducing the deficit of these grains lives by reducing losses in quantity, quality before and after harvest. Identification of losses through an experimental study and statistical analysis to know the end, and the time of occurrence of qualitative loss of hard wheat during the period of storage under control and experimental cells. In this local durum wheat storage monitoring study during 06 months. The temperature influences and harmful shriveled grains of around 18% of total quality losses the first two months of storage. While the Moisture affects all that dirt, dust and broken grains sprouted favoring the appearance of live and dead insects from the third month storage represents 64% of total losses.

KEYWORDS: Durum wheat quality; loss of storage grain, Tunisia.

RESUME: En Tunisie comme beaucoup de pays, l'alimentation humaine est basée sur la consommation des céréales. Malgré l'importance de ces produits, il y'a des pertes remarquables aux cours du stockage à moyen et long terme. L'allègement du déficit de ces produits céréaliers, réside par la réduction des pertes en quantité, avant et après la récolte. L'identification des pertes à travers une étude expérimentale et analyse statistique à fin de les connaître, ainsi que le temps d'apparition de pertes qualitative des blés dur durant la période de stockage dans des cellules témoin et expérimental. Dans cette étude de suivi de stockage de blé dur locale durant 06 mois on a constaté que la température influe sur les grains échaudés et nuisibles de l'ordre de 18% des pertes de qualité totale les deux premières mois de stockage, alors que l'humidité influe sur tous les impuretés, poussière grains germés et cassés favorisant l'apparition des insectes vivant et morts à partir du 3^{ème} mois de stockage qui représente 64% des pertes totales.

MOTS-CLEFS: qualité des céréales ; perte de stockage, la Tunisie.

1 INTRODUCTION

Le premier problème de stockage des céréales posé est les pertes de quantités et de qualités, dans la plupart des pays à climat chaudes. Une partie non négligeable environ 30 % des grains disparaît à la suite de diverses dégradations. En Afrique, la cause majeure des pertes des céréales dans les stocks est attribuée aux insectes (44%), aux rongeurs (30%) et aux moisissures et autres (26%) [1].

Pour pouvoir étudier valablement les pertes du blé dur local, il faut bien savoir le système de stockage existant et son état de fonctionnement. L'évaluation des pertes des céréales (blé dur) après stockage à long termes en Tunisie est notre objective dans cette étude.

L'identification des pertes des céréales dans les pays à climat chaude à travers certains pays, Côte d'Ivoire ou les pertes de maïs et riz (1989) [2] sont de l'ordre de 11,7 %, alors qu'au Mali (2004) [3] les pertes de stockage de blé et riz sont de l'ordre 11,7%. Le processus d'identification et d'évaluation de différentes pertes de blé dur stocké pendant six mois à fin d'identifier les variables dominantes, leurs interactions et leurs périodes d'apparitions [4] reste un sujet de débat surtout dans les pays à climat chaud telle que la Tunisie.

Dans ce contexte, le recours aux traitements statistiques multi-variés révèle comme étant un moyen efficace, d'une part, la définition des interactions déterminantes entre les différents facteurs climatiques (humidité et température) et les autres facteurs qualitatifs d'autre part. C'est dans cette perspective que cette étude vise à identifier les différentes pertes qualitatives des grains de blé dur stocké et leurs périodes d'apparition dans deux cellules témoin et expérimentales à Tunis. En utilisant l'analyse en composantes principales et une caractérisation basée sur la classification hiérarchique ascendante.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DU PROCEDE DES ESSAIS

L'évaluation des pertes de blé dur après stockage en Tunisie, c'est l'étude des pertes sur le plan quantitatif que qualitatif. La connaissance du système de stockage existant et son état de fonctionnement. Cette évaluation a été réalisée au site de stockage durant une période de six mois. La présentation de la méthodologie de travail utilisée pour le blé dur se limite à la recherche et classement des impuretés. Ces quantités ont été stockées dans deux cellules d'environ 500 tonnes chacune, une cellule a été utilisée en tant que cellule témoin et la deuxième en tant que cellule expérimentale.

Cellule témoin 500 tonnes de blé dur a été stockée dans une cellule témoin (en béton) ou le blé et à l'exception de la désinsectisation, n'a subi aucune opération technique durant toute la période du stockage. L'analyse et l'évaluation de la quantité ont été effectuées qu'à la fin de la période de stockage pour être comparées avec les résultats obtenus au niveau de la cellule expérimentale.

Cellule expérimentale Chaque deux mois, le contenu de la cellule expérimentale est déversé dans une autre cellule en béton mise en réserve après nettoyage et désinsectisation et destinée à l'expérimentation. Des échantillons ont été prélevés après chaque opération technique.

2.2 MÉTHODOLOGIE ET APPROCHE D'ANALYSE

Les impuretés sont l'ensemble des éléments considérés conventionnellement comme indésirables dans l'échantillon. Elles sont constituées de grains cassés, altérés ou attaqués par des déprédateurs, de graines étrangères à l'espèce analysée d'éléments d'origine organique et non organique. Division de l'échantillon global est bien mélangé puis divisé à l'aide d'un diviseur jusqu'à l'obtention d'une quantité d'environ 50g pour le blé dur.

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer, classer et peser les différentes impuretés contenues dans un échantillon. Des différentes opérations sont nécessaires pour la recherche des impuretés après tamisage. Cette opération est effectuée avec beaucoup de rigueur en respectant les conditions suivantes. Temps d'agitation de 30 à 45 secondes, position du tamis : le tamisage est effectué par un mouvement où les fentes étant orientées dans le sens du mouvement. Les tamis utilisés pour la recherche des impuretés sont de deux types ; le tamis à fente de 2mm et le tamis à fente de 1mm. Le mode de l'opération de tamisage est comme suit :

- Emboîter les tamis de 2mm et 1mm ainsi que le réceptacle
- Placer la prise d'essai sur le tamis de 2mm et mettre le couvercle.
- Agiter manuellement pendant 45 secondes avec un mouvement de va-et-vient suivant le sens des fentes des tamis dans un plan horizontal

La présentation de la méthodologie de travail utilisée pour le blé dur se limite uniquement à la méthode de recherche et classement des impuretés qui concerne les opérations suivantes :

B1 - Refus du tamis 2 mm : séparer les impuretés grains, les impuretés diverses, les grains germés, les grains cassés, les grains de blé tendre et les placer dans les coupelles.

B2- Refus du tamis 1mm : séparer les grains de blé dur, quel que soit leur état, les placer dans la coupelle des grains échaudés. Classer les éléments restants dans les coupelles grains cassés, autres céréales, graines étrangères, impuretés proprement dites et blé tendre.

B3- Tamisât du tamis 1mm : placer la totalité du tamisât dans la coupelle des impuretés proprement dites.

B4- Peser le contenu de chaque coupelle à 0.01 g près. Calculer le pourcentage de chaque catégorie par rapport à la masse de la prise d'essai. L'expression des résultats pour le blé dur se fait au moyen des mêmes formules de calcul des pourcentages de chaque catégorie.

Une autre caractéristique du blé dur qui est le mitadinage. Ce dernier est un accident physiologique fréquent sur les grains de blé dur. Il provoque un changement de texture de l'albumen qui devient, en partie ou en totalité, opaque et farineux, alors qu'il est normalement translucide et vitreux

Méthode de détermination du mitadinage .On sépare les grains mitadinés en 3 catégories :

Les grains mitadinés à 100 %

Les grains mitadinés à 50 %

Les grains mitadinés à 10 %

Expression des résultats :

n1 : masse des grains mitadinés à 100 %

n2 : masse des grains mitadinés à 50 %

n3 : masse des grains mitadinés à 10 %, et M3 .Masse de la réduction qui est égale à peu près à 50 g

Le calcul du mitadinage se fait de la façon suivante :

- Pourcentage des grains mitadinés à 100 %: $n1 \times 100 / M3$

- Pourcentage des grains mitadinés à 50 % : $n2 \times 100 / 2M3$

- Pourcentage des grains mitadinés à 10 %: $n3 \times 100 / 10 M3$

Le mode opératoire pour la détermination de cette humidité se résume comme suit :

Première étape ; broyer sans conditionnement préalable un échantillon propre ; les capsules sont préalablement nettoyées, séchées à l'étuve puis laissées au dessiccateur durant 30 mn ; pour un échantillon donné, on utilise 3 capsules tarées. Dans chacune d'elle, on met 5g de l'échantillon deuxième-étape Les capsules sont mises dans l'étuve à 130°C pendant 2 heures ; Aussitôt, le temps écoulé, on retire les capsules de l'étuve, on les ferme et on les passe au dessiccateur pour un repos de 30 mn.

Le taux d'humidité est déterminé par la formule suivante :

$$H\% = (p_i - p_f) \times 100 / P$$

p_i : poids initial (tare de capsule + poids de prise d'essai avant étuvage) ;

p_f : poids final (tare de capsule + poids de prise d'essai après étuvage et dessiccation) ;

P: masse de l'échantillon soit 5g.

Afin d'identifier les principaux facteurs qui conditionnent la variabilité de l'effet de l'humidité et la température du grain de blé dur ainsi que les autres variables qualitatives, une analyse multi-variée des variables synthétisées dans le tableau 2 est réalisée moyennant une analyse en composantes principales (ACP) et une caractérisation basée sur la classification hiérarchique (CH). L'étude a été appréhendée par le biais du logiciel statistique XLSTAT (2015) pour 24 observations issues de 02 individus et 13 variables.

Tableau 1. Statistique des paramètres de qualité de blé dur stocké

Statistique	Minimum	Maximum	Moyenne	Cv	Cs	Ck
Humidité	9,200	10,300	10,032	0,023	-1,509	1,835
Température des grains	17,700	27,800	21,125	0,143	0,534	-0,837
Cassées	3,110	4,800	4,113	0,117	0,430	-1,342
Attaqués	0,000	1,000	0,524	0,511	0,332	-0,458
impureté	1,230	2,630	2,238	0,140	-1,146	1,441
Poussière	0,000	10,800	3,995	1,157	0,760	-1,417
insectes vivants	0,000	13,000	5,521	0,786	0,732	-1,098
insectes morts	0,000	35,000	13,524	0,998	0,777	-1,211
G autre céréales	0,280	1,000	0,670	0,275	-0,066	-0,992
grain échaudés	15,540	19,900	17,022	0,108	0,632	-1,485
G nuisible	0,000	0,130	0,015	1,845	2,167	4,818
G b tendre	8,040	9,740	8,861	0,060	0,496	-0,920
G maigre	0,560	0,930	0,773	0,140	0,274	-1,345

* C_v : coefficient de variation, C_s : coefficient d'asymétrie, C_k : coefficient d'aplatissement.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans ce travail, on va se baser sur les analyses statistiques de type multi-variées pour gérer l'information fournis par les paramètres utilisées. Donc, après avoir interpréter visuellement les corrélations entre les différents variables, à l'aide du tableau de corrélation, on va utiliser deux méthodes d'analyse. L'Analyse en composantes principales (ACP) une méthode d'analyse descriptive permettant de synthétiser l'information la plus pertinente des données utilisées et la Classification Hiérarchique (CH), permettra, quant à elle, de quantifier l'effet de ces facteurs en hiérarchisant les différents types de pertes de qualité du blé dur.

3.1 ANALYSE ET INTERPRETATION DE LA MATRICE DE CORRELATION

Ce type d'analyse permet d'identifier simultanément les relations qui existent entre les variables, par une visualisation globale de ces corrélations en même temps. Ceci représente une bonne approche permettant d'affiner l'analyse du problème de pertes des grains de blé dur stocké.

Les paramètres, humidité et température des grains, sous l'effet de climat environnement du site de stockage de blé dur stocké interviennent dans la variabilité de l'autre type de pertes. Elles sont susceptibles d'expliquer l'effet des paramètres climatique sur les différents individus étudiés. Toutefois, le nombre élevé de ces variables peut rendre l'étude approfondie et importante. Dans ce contexte, la matrice de corrélation, étant une étape primordiale dans la prise de connaissance des données, mettra en évidence les couples de variables explicatives les plus structurées et pourra soutenir, par la suite, le choix des différents paramètres pertinents qui vont être utilisés lors de la construction ultérieure des composantes principales.

Cette matrice de corrélation peut maintenir le choix des différents paramètres que nous allons utiliser pour savoir les relations entre les différentes variables explicatives.

Le choix définitif des paramètres s'est reposé sur les relations existantes entre les variables explicatives et le variable expliqué (Humidité et température des grains) montrant des corrélations très varié. En plus, de chaque catégorie de paramètres, on choisit au plus deux paramètres qui présentent les plus forts seuils de signification avec le variable expliqué.

Un total de 13 variables (11 indépendants (variables explicatives) et deux variables dépendants (variable expliqué humidité et température des grains) a été sélectionné pour construire la matrice de la corrélation de base pour la présente étude (tableau 2).

D'après le test statistique de Pearson pour une erreur de première espèce égale à 5%, le seuil significatif est égal à 0,1. Cela cède alors à la matrice de corrélation une distribution considérablement modérée ayant 234 liens considérables sur un total de 312 ; ce qui correspond à 75% de la taille de la matrice totale.

Le tableau 2 résume les valeurs de corrélation existantes entre ces couples de variables. Il est à remarquer que les facteurs explicatifs influençant l'humidité et la température des grains ne sont pas tous positifs par leurs effets.

Tableau 2. Matrice de corrélation de toutes les variables explicatives retenues

Variables	Humidité	Température des grains	Grains cassés	Grains attaqués	impureté	Poussière	insectes vivants	insectes morts	Grains autre céréales	Grains échaudés	Grains nuisible	Grains de blé tendre	Grains aigre
Humidité	1												
Température des grains	-0,705	1											
Grains cassés	0,374*	-0,224	1										
Grains attaqués	0,739**	-0,594	0,605**	1									
impureté	0,905**	-0,631	0,166*	0,682**	1								
Poussière	0,573**	-0,720	0,119*	0,199*	0,387*	1							
insectes vivants	0,609**	-0,478	0,674**	0,955**	0,526**	0,070*	1						
insectes morts	0,572**	-0,559	0,726**	0,872**	0,473*	0,121*	0,940**	1					
Grains d'autres céréales	0,521**	-0,320	-0,255	0,283*	0,706**	0,257*	0,041*	-0,126	1				
Grains échaudés	-0,176	0,593**	-0,433	-0,307	0,088*	-0,515	-0,388	-0,535	0,493*	1			
Grains nuisibles	-0,426	0,596**	0,113*	-0,562**	-0,388	-0,348	-0,520	-0,413	-0,225	0,406*	1		
Grains de Blé tendres	0,621**	-0,433	-0,135	0,366*	0,782**	0,251*	0,139*	0,021*	0,854**	0,293*	-0,203	1	
Grains maigres	0,033*	0,098*	0,760**	0,377*	0,012*	-0,246	0,433*	0,464*	-0,091	0,006*	0,410*	-0,153	1

Niveau de signification ; $p < 0.01$ ns ; $0.05 < p < 0.01$ * et $p > 0.05$ **

L'humidité et la température des grains de blé dur sont inversement corrélés avec un coefficient (-0,705) ce qui explique la relation entre la température et l'humidité de grains de céréales Burges et Burel (1964). En effet, plus la température augmente plus l'humidité des grains de blé dur diminue. L'humidité est inversement corrélée aussi avec les grains échaudés, nuisibles, avec des coefficients respectifs (-0,176), (-0,426). L'humidité semble être associée positivement à un accroissement des coefficients de corrélations des taux des grains cassés, des grains attaqués et des impuretés respectivement (0,374), (0,739) et (0,905). Ce sont des qualités de transformations physiques des grains des blés.

La température des grains de blé tendre est positivement corrélée avec les grains échaudés, nuisibles par les coefficients respectifs (0,593) et (0,596). Ce qui explique que la température influe sur les grains qui ont subi des maladies cryptogamiques [5]. L'ensemble des variables grains attaqués, maigres, insectes morts et vivants ont une forte corrélation positive avec les grains cassés avec les coefficients respectifs (0,605), (0,760), (0,726) et (0,674), ce qui explique la dégradation physique des grains de blé dur stocké et ses conséquences.

Les grains attaqués de blé dur stocké sont en corrélation avec les impuretés, les insectes vivants et morts en présence d'humidité, influent sur les grains de blé dur. On remarque de plus l'absence de corrélation entre les grains nuisibles et les autres variables.

3.2 CARACTERISATION DES DIFFERENTS TYPES DE PERTE DE BLE DUR BASE SUR L'ACP

On applique l'analyse en composantes principales (ACP), à ce stade, sur les variables adoptées dans le tableau 2 pour reconnaître les principaux facteurs qui conditionnent la variabilité de processus de perte des grains de blé dur ainsi que les effets de l'humidité et la température des grains de blé tendre. L'analyse a été appliquée par le biais du logiciel statistique XLSTAT (2015).

Le tableau 3 donne le pourcentage de variance expliquée ainsi que celui de la variance cumulée par chaque axe factoriel responsable de la distribution du taux de pertes, l'humidité et la température des grains.

On a obtenu 13 axes en global représentons la distribution des variables et des individus par rapport à eux. Les quatre premiers axes représentent ensemble un poids de 93% de la variance totale. Les contributions de la première, deuxième et troisième composante (CP) à la variance totale sont 45%, 24% et 16%, respectivement. Cependant, celle de la quatrième composante est relativement basse. Par conséquent, seuls les trois premiers sont considérés pour expliquer les aspects ainsi que les caractéristiques de la variabilité de pertes des grains de blé dur stocké.

Tableau 3. Les valeurs propres des axes de l'analyse en composantes principale

Composante	CP1	CP2	CP3	CP4
Valeur propre	5,813	3,167	2,050	1,058
Variabilité (%)	44,717	24,365	15,770	8,142
% cumulé	44,717	69,082	84,852	92,994

Il est judicieux de souligner le fait que les grains attaqués, les grains cassés, les insectes vivants et morts représenté dans l'ACP figure(1) montre bien que la dégradation physique des grains de blé dur sous l'effet de l'humidité. En outre tous ces interactions induit l'apparition de la poussière et les impuretés. Ces variables sont corrélés avec l'humidité pour initier ce processus d'attaque des grains de blé dur par les insectes, tableau (2)

A la lumière de cette étude descriptive visuelle, il est assez difficile de séparer les effets des facteurs gouvernant, les variabilités l'humidité et la température des grains de blé dur stocké. De plus, il se dégage que les variabilités de qualités des grains de blé dur est un phénomène aussi complexe qui ne peut être décrit moyennant la combinaison de plusieurs variables qualitatives. Néanmoins, cette caractérisation reste encore grossière. Pour mieux raffiner l'étude de l'effet de l'humidité et la température des grains de blé dur et la dégradation de qualité de blé dur stocké, le recours à une statistique paramétrique complémentaire s'avère alors une nécessité.

3.2.1 REPRESENTATION DES VARIABLES SUR LES AXES DE L'A.C.P

3.2.1.1 REPRESENTATION DES VARIABLES SUR LE PLAN (F1*F2)

La figure 1, illustre la distribution des variables sur le premier plan factoriel formé par les axes F1 et F2. Cette figure montre que le premier axe F1, qui présente 45% de la variance totale. La mise en évidence d'une opposition entre les variables relatives aux détériorations des grains de blé dur (grains cassés, grains attaqués, insectes vivants, insectes morts) et l'impureté d'une part, la température des grains de blé dur d'autre part.

En effet, les grains cassés sont la cause la plus importante qui engendre les différents types de dégradations des grains de blé dur en présence d'humidité.

Cette représentation, montre aussi que les paramètres liés aux (grains d'autres céréales, grains de blé tendre) sont bien corrélés avec la température des grains de blé dur tableau 4.

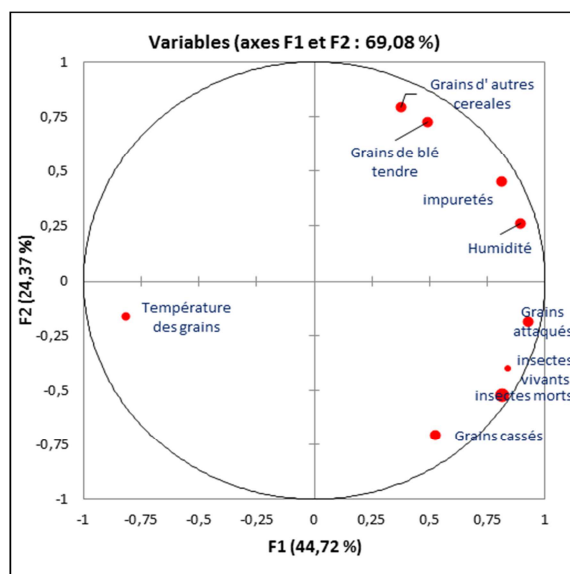


Fig. 1. Représentation des variables sur les axes 1 et 2 de l'ACP

L'axe F2 individualise également les grains d'autres céréales, les grains de blé tendre et à la température des grains de blé dur. De plus, l'axe F2 individualise l'effet de la température sur les grains de blé dur. Les changements dus aux grains d'autres céréales et de blé tendre qui sont sensibles à la température, tableau 04 et 05.

3.2.1.2 REPRESENTATION DES VARIABLES SUR LE PLAN (F1*F3)

L'axe F3 est principalement associé à caractéristiques liées la température des grains et ses effet sur les autres variables. Alors que les grains échaudés et grains nuisibles qui représentent respectivement 25% et 20% des variables sur l'axe 3 sont corrélés à la température des grains de blé dur (tableau2). De ces types de pertes sont sensibles à la température. Par contre Les grains maigres ne sont pas liés à aucun variable.

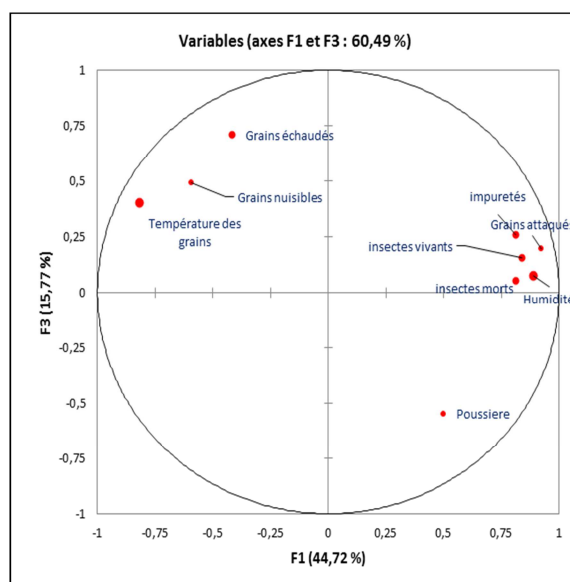


Fig. 2. Représentation des variables sur les axes 1 et 3 de l'ACP

Les répartitions des variables sur les axes de l'ACP à savoir l'humidité des grains de blé dur et les impuretés. Leurs effets sur les variables (grains attaqués, grains cassés, insecte vivants et morts) sont corrélés positivement, évoluent dans le même sens. Ces résultats montrent qu'il serait donc judicieux de tenir compte de ces paramètres de stockage des blés dur pour l'estimation des pertes qualitatives stockés.

Tableau 4. Corrélations entre les variables et les facteurs

	F1	F2	F3
Humidité	0,890	0,264	0,075
Température des grains	-0,818	-0,166	0,401
Grains cassés	0,526	-0,706	0,259
Grains attaqués	0,924	-0,186	0,195
impuretés	0,811	0,453	0,260
Poussière	0,500	0,268	-0,549
insectes vivants	0,839	-0,405	0,158
insectes morts	0,813	-0,520	0,052
Grains d'autres céréales	0,377	0,793	0,372
Grains échaudés	-0,417	0,497	0,710
Grains nuisibles	-0,594	-0,189	0,490
Grains de blé tendre	0,490	0,726	0,311
Grains maigres	0,201	-0,623	0,634

Tableau 5. Contributions des variables retenues pour la construction des axes de l'ACP

	F1	F2	F3
Humidité	13,638	2,195	0,278
Température des grains	11,506	0,867	7,839
Grains cassés	4,754	15,739	3,275
Grains attaqués	14,691	1,092	1,858
impuretés	11,311	6,468	3,295
Poussière	4,303	2,276	14,692
insectes vivants	12,102	5,168	1,215
insectes morts	11,363	8,534	0,134
Grains d'autres céréales	2,443	19,852	6,749
Grains échaudés	2,998	7,811	24,594
Grains nuisibles	6,068	1,124	11,709
Grains de blé tendre	4,126	16,632	4,727
Grains maigres	0,697	12,243	19,635

3.2.2 REPRESENTATION DES INDIVIDUS SUR LES AXES DE L'ACP (F1*F2)

3.2.2.1 REPRESENTATION DES INDIVIDUS SUR LE PLAN (F1*F2)

La figure 3 montre la représentation des individus sur le plan factoriel formé par les deux axes F1 et F2 de l'ACP. Cette figure nous permet de distinguer entre 3 principaux groupes. La différenciation entre ces trois groupes est basée sur l'effet de la durée de stockage de blé dur en jours sur la nature de perte qu'individualise l'axe F2.

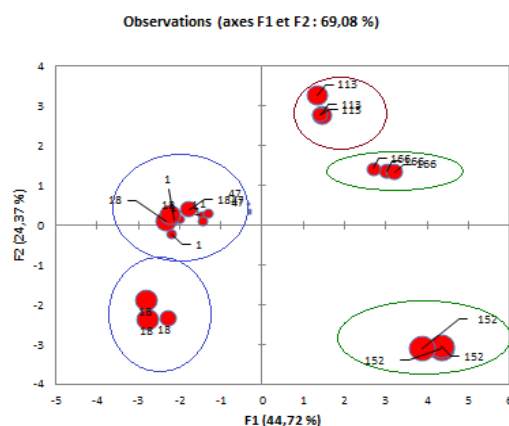


Fig. 3. Représentation des individus sur les axes de l'ACP (F1*F2)

Groupe I : Le premier groupe montrant que l'augmentation de plusieurs type de pertes très importante (de 152 à 166 jours), surtout les grains cassés, les grains attaqués, les poussières, les insectes morts et vivants. A partir du 5ème mois plusieurs types de pertes apparaissent importantes en présence d'humidité cela favorise l'augmentation des pertes des grains de blé dur stocké.

Groupe II : ce groupe défini par les durées de stockage (de 47 à 113 jours) dans cette période l'effet de la température apparait sur les grains (grains d'autre céréales et grains de blé tendre) est très remarquable. Vue les caractéristiques physiologiques d'autre céréale autre que le blé dur sont plus sensible à la température.

Groupe III : Le troisième groupe, définie par la durée de stockage de blé tendre de 1^{er} jusqu'aux 47 jours. Dans cette période les grains de blé dur n'a subi aucun changement de son état de qualité

3.2.2.2 REPRESENTATION DES INDIVIDUS SUR LE PLAN (F1*F3)

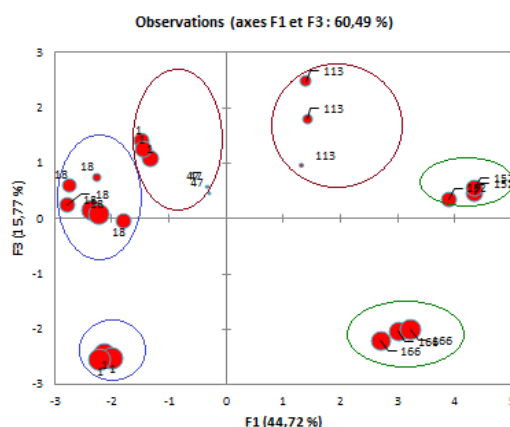


Fig. 4. Représentation des individus sur les axes de l'ACP (F1*F3)

La comparaison entre les deux représentations, visualisant la projection des valeurs propres des individus sur les axes de l'ACP (F1*F2) et (F1*F3), qu'ils prennent en fonction de la variable type de pertes. Ces derniers mettent en relief l'apparition de certains types de pertes basées sur deux périodes essentielles. La première est que les pertes liées à la température apparait sur les grains qui sont infesté par les maladies causées par les champignons (maladie cryptogamique) apparaissent les deux premiers mois de stockage de blé dur. Les autres types de pertes sont liés à l'humidité et présence des grains cassés et poussière. Pendant les deux premières semaines de stockage des grains de blé dur, la présence de pertes de qualité est très faible.

3.3 CARACTERISATION DES PERTES DE GRAINS DE BLE TENDRE BASE SUR L'ARBRE HIERARCHIQUE

La procédure de l'arbre hiérarchique (dendrogramme de la figure 5) est un outil approprié pour montrer les résultats obtenus par une classification ascendante hiérarchique [6]. Ce dendrogramme permet de décrire de façon explicite la structure finale de la classification obtenue: «plus les individus se regroupent dans l'arbre, plus ils se sont en interaction ». L'objectif fondamental consiste à définir des groupements qui influent sur la qualité des blés durs stockés suivis tout en associant les variables en interaction.

Chaque niveau de hiérarchie représente une classe. Il s'agit, en fait, d'un arbre dont les éléments terminaux sont les éléments classifiés. Chaque intersection de cet arbre est un nœud. Ce nœud représente une classe qui se décompose elle-même en 2 sous classes, l'ainée et l'ascendant, d'après les distances euclidiennes qui les séparent.

La classification hiérarchique est appliquée sur 13 variables dont 11 variables indiquant la qualité de blé dur après stockage : grains échaudés, grains nuisibles, insectes morts, grains attaqués, insectes vivants, grains cassés et grain maigre poussière, impuretés, grains d'autres céréales, grains de blé tendre) ainsi l'humidité et la température des grains de blé dur en tant que variables dépendantes

De première vue, il ressort de la figure ci-après que la taxinomie développée est pratiquement compatible avec celle éditée par l'analyse des différentes méthodes (matrice de corrélation et ACP) [11].

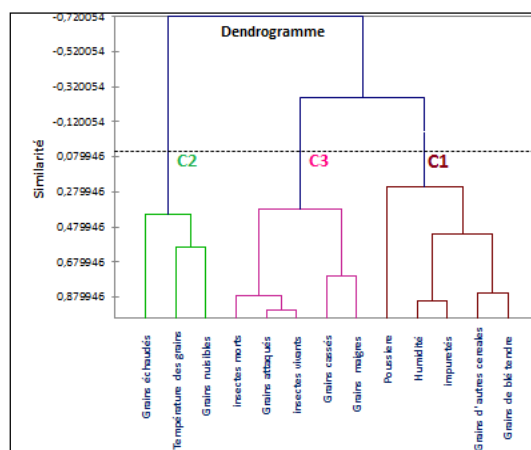


Fig. 5 Dendrogramme résultant de la classification hiérarchique des différents types pertes de grains de blé tendre

- La classe I, qui englobe les pertes suivantes (poussière, humidité des grains, impuretés, grains d'autres céréales, grains de blé tendre) se caractérise par l'effet de dégradation des grains de blés dur en présence d'humidité.
- La classe II, comporte les variables suivantes (grains échaudés, température des grains, grains nuisibles) dont les pertes qualitatives sont générés par l'effet de la température.
- La classe III réunissant les variables insectes morts, grains attaqués, insectes vivants, grains cassés et grain maigre dont favorise la dégradation de qualité des grains de blé dur stocke.

4 CONCLUSION

La superposition des résultats issus de la CHA et de l'ACP a dévoilé la possibilité de classer et identifier les différents types de pertes et leurs causes de blé dur stocké durant 06 mois.

Durant les deux premiers mois, la température influe sur les grains échaudés et nuisibles qui sont des grains qui ont subi des maladies cryptogamiques [5]. Représente environ 18 % des pertes total. A partir du troisième mois de stockage, l'humidité est un facteur déterminant pour générer certains types des pertes, surtout (insectes vivants, grains attaqués, insectes morts, impuretés, poussière, grains germées, grains cassées), ces pertes représentent 64% de pertes totales.

Les pertes restantes qui sont les grains fusariens et les grains d'autres céréales représente 18 % se sont des pertes existante dès le début de stockage des blés tendre. Ces types de pertes sont sensibles à la température et l'humidité.

Ces analyses nous ont permis de déterminer les causes et le temps d'apparition de ces pertes, reste à savoir les réduire.

RÉFÉRENCES

- [1] Chasseray, P, “ Caractéristiques physiques des grains et leurs dérivés “, Lavoisier Paris, 1991.
- [2] A. Ratnadass, B. Sauphanor “ Les pertes dues aux insectes sur les stocks paysans de céréales en Côte d’Ivoire “ AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris 0, pp. 47-56 .1989
- [3] Unpublished, Typewritten.” The assessment of losses during handling and storage of millet in Mali“ pp. 74. 2011
- [4] Scotti' G' “ Analyse physique des grains “, Guide pratique d’analyses dans les industries des céréales“, Lavoisier, paris . 1984
- [5] Samir Zahri.Ali Farhi.et Allal Douira, “ Statut des principales maladies cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013 “journal of Applied Biosciences 77: 6543-6549.2014
- [6] Ward J.H. “Hierarchical grouping to optimize an objective function“. Journal of the American Statistical. Association, 58, 238-244.1963
- [7] “Analyse des données et Statistique “, Editions TECHNIP. SPSS for Windows, Ref. 11.0.1. SPSS Inc 1989-2001. LEAD Technologies, Inc, LEADTOOLS, 2001.
- [8] Arabie P., Hubert L.J. and De Soete G “Clustering and Classification“. Wold Scientific, Singapore. 1996
- [9] Jobson J.D“Applied Multivariate Data Analysis“. Volume II: Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, New York, 483-568. 1992.
- [10] Saporita G.Probabilités,“ Analyse des Données et Statistique“ .Technique, Paris, 251-260. (1990).
- [11] XLSTAT .New York NY Addinsoft c2015.Available at <http://www.xlstat.com> 2015.

Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin

[Technical and economic efficiency of cropping practices for soils fertility management and conservation in the Municipal area of Malanville, Northern Benin]

D. BIAOU¹, J. A. YABI¹, R. N. YEGBEMEY¹, and G. BIAOU²

¹Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123; Parakou, Benin

²Département d'Economie Rural; Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) ; Université d'Abomey-Calavi, Calavi, Benin

Copyright © 2016 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: To deal with the soil fertility decrease, farmers in general and farmers producing vegetables in particular adopt various cropping practices of soils fertility management and conservation. This survey aims at identifying the cropping practices which allow the farmers to carry out the maximum of yield and maximize the return to production factors. To reach this objective, investigations have been led by one hundred and twenty (120) vegetable producers in Malanville. These producers have been carried out at random. The data concerning their socioeconomic characteristics and the cropping practices of soils fertility management and conservation have been collected through an enquiry questionnaire. From the data collected, it comes out that the cropping practices of soils fertility management and conservation permit to increase the crops' outputs. This contribution to the output improvement varies significantly from a practice to another for tomato and gumbo but stay invariant for onion and pimento. All cropping practices of soils fertility management and conservation are economically and financially profitable. Actually, five (05) factors determine producers' economic efficiency level. These are about the total land size in use for vegetable production, the grouping adherence, the household size, the number of agricultural workers and the producer's experience in vegetable production.

KEYWORDS: Determinants; cropping practices; soils fertility; profitability; Malanville.

RÉSUMÉ: L'objectif de la présente étude est d'identifier le ou les pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols développées par les maraîchers de Malanville, face la dégradation accentuée de leurs sols, qui leur permettent d'assurer la pérennité de leur activité et de rémunérer au mieux les facteurs de production engagés. Pour atteindre cet objectif, une enquête a été conduite auprès de cent vingt (120) maraîchers de ladite Commune. Ceux-ci ont été choisis de manière aléatoire. Les données sur les caractéristiques sociodémographiques, les quantité et prix des inputs et outputs mis en jeu et les techniques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols ont été collectées sur la base d'un questionnaire adressé individuellement aux producteurs échantillonnés. Il ressort des analyses que les pratiques de gestion et de la conservation de la fertilité des sols permettent d'augmenter les rendements culturaux à cause de la restauration des éléments nutritifs nécessaires aux sols. Cette contribution à l'amélioration des rendements varie d'une pratique à une autre pour les cultures de tomate et de gombo mais restent invariante pour l'oignon et le piment. Toutes les pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols sans exception sont économiquement et financièrement rentables. Par ailleurs, cinq (05) facteurs déterminent le niveau d'efficacité économique des producteurs. Il

s'agit de la superficie totale emblavée, de l'appartenance à un groupement, de la taille du ménage, du nombre d'actifs agricoles et enfin de l'expérience du producteur dans le maraîchage.

MOTS-CLEFS: Déterminants ; Pratiques culturelles ; Gestion et conservation de la fertilité des sols ; Malanville.

1 INTRODUCTION

L'amélioration de l'agriculture urbaine et périurbaine constitue l'une des préoccupations majeures en Afrique subsaharienne compte tenu de la croissance démographique. En effet, dans cette région de l'Afrique, et au Bénin en particulier, l'agriculture constitue la base de l'économie et la principale source de revenu en raison notamment de sa contribution au PIB (environ 30%) et de la part de la population qu'elle mobilise (Environ 50%) (Renard et al., 2004) [1]. Malgré cette prépondérance du secteur primaire, l'agriculture béninoise se trouve confrontée à plusieurs contraintes dont l'une des plus importantes est le phénomène de la dégradation des sols ayant pour conséquence principale la baisse de la fertilité des terres entretenue par la faible diversification de la production agricole (DSCPR, 2007) [2]. Le problème de la gestion et la conservation de la fertilité des terres reste un des plus grand challenge à relever et se pose dans toutes les productions agricoles notamment celle maraîchère.

Les cultures maraîchères au Bénin, sont pratiquées dans toutes les régions, sur les plateaux, les plaines alluviales, dans les vallées et bas-fonds. Elles sont constituées d'une part, des cultures traditionnelles de plein champ telles que la tomate, le piment, l'oignon, le gombo et les légumes feuilles et d'autre part, des cultures exotiques pratiquées dans les zones urbaines et péri urbaines à savoir la carotte, le chou, la laitue, le concombre, le poireau, le haricot vert, etc. La production maraîchère est une importante source d'emploi dans les milieux urbains, périurbains et surtout les rives des fleuves et/ou des vallées de certaines zones (Tiamiyu, 1995) [3]. Dans le Sud du pays, les revenus générés par les activités maraîchères permettent à plusieurs dizaines de milliers de famille de vivre (PADAP, 2003) [4]. Néanmoins, le niveau de production actuel n'arrive pas à couvrir les besoins qui de ce fait, sont compensés par des importations. Dans ce contexte, la production maraîchère devient une activité économique présentant de nombreux atouts et répondant de façon efficace à la demande alimentaire urbaine [3]. Sur le plan économique, plusieurs études ne se sont intéressées qu'à la rentabilité de la production maraîchère.

Cependant, en amont des contraintes liées à la production ou à la rentabilité du maraîchage au Bénin, la pauvreté des sols constituent une limite majeure. Considérant la diversité de stratégies de gestion et de conservation des sols existantes, l'on est en droit de se demander lesquelles permettent d'assurer la pérennité de cette exploitation et de rémunérer au mieux les facteurs de production. Une telle étude serait pertinente car, permettra d'élaborer, de diffuser et de vulgariser des fiches technico-économiques relatives aux pratiques culturelles de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère. La Commune de Malanville, une des meilleurs Communes productrices de cultures maraîchères du département de l'Alibori a été retenue comme zone d'étude. Ainsi, la principale question de recherche est : Quelles sont les pratiques culturelles de gestion et de conservation de la fertilité des terres qui permettent aux producteurs d'atteindre l'efficacité dans la commune de Malanville ?

2 CADRE THÉORIQUE

La ligne théorique de base de la présente étude est celle du calcul économique du producteur. La théorie néoclassique cherche à « construire » la société à partir d'individus qui ne sont soumis, du moins dans un premier temps, qu'aux seules contraintes résultants du caractère limité de leurs ressources et des possibilités offertes par la technologie. C'est en ce sens qu'on peut considérer qu'ils sont « libres et égaux » (même si leurs ressources diffèrent) ce qui permet d'étudier les individus types appelés agents. Cette démarche est fréquemment qualifiée d'individualisme méthodologique (Guerrien, 1993) [5]. Dans le modèle néoclassique le producteur est rationnel. Il cherche à minimiser ses coûts fixes et variables. Il maximise son profit sous contrainte de ses coûts. Obtenir le plus grand revenu net possible est fréquemment identifié comme premier objectif de la plupart des producteurs. Pour atteindre ses objectifs, le producteur doit choisir la combinaison des facteurs de production agricoles (travail, capital) ou les revenus marginaux sont égaux aux coûts marginaux pour toutes les alternatives d'entreprise. Les conditions écologiques et la disponibilité en ressource ne sont pas les seuls éléments pris en compte lorsque les exploitations choisissent et mettent en œuvre leur système de production agricole. Les considérations relatives à l'environnement économique et social pèsent aussi d'un grand poids dans leur décision. Les exploitations agricoles ne produisent jamais de façon isolée, mais entretiennent en permanence des relations avec d'autres agents économiques : agriculteurs voisins, propriétaires fonciers, commerçants, usagers, artisans, transporteurs, industries agro-alimentaires,

banque, administration, fonctionnaire, de l'Etat etc. De toute évidence ces rapports sociaux influencent le choix des systèmes de culture pratiqués par les agriculteurs et les résultats économiques obtenus dans les exploitations (CIRAD-GRET 2002) [6].

Dans le cadre de ce travail, il a été utilisé une combinaison des éléments tirés de ces considérations. L'adoption de l'innovation sera considéré par la décision du producteur en rapport avec son milieu économique, social et politique. Le choix d'une pratique de gestion de la fertilité des sols par un producteur dans la mise en œuvre d'un système de production dans son exploitation sera considéré comme lié aux conditions de rationalité qui s'impose aux producteurs en relation avec les autres agents de la chaîne de production.

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1 ZONE D'ÉTUDE

Située à l'extrême Nord de la République du Bénin dans le département de l'Alibori, la commune de Malanville s'étend entre 11,5 et 12° de latitude. Elle couvre une superficie de 3.016 km² dont 80.000 hectares de terres cultivables et est bordée dans sa largeur (Est-Ouest) par le fleuve Niger avec ses affluents l'Alibori, le Mékrou et la Sota qui sont en crue durant les mois d'Août et de Septembre. Le relief se compose d'un ensemble de plaines et de vallées enchâssées entre le fleuve Niger et quelques plateaux et collines de grès ferrugineux. Le climat est de type soudano-sahélien marqué par une saison sèche et une saison pluvieuse. Les sols sont de type gneissique pour la plupart sur le territoire, mais dans la vallée du Niger et ses affluents, on y rencontre des sols sablo-argilo et ferrugineux. La végétation est caractérisée par une savane arborée avec une prédominance des formations herbacées. Les sites de recherche pris en compte par l'étude (Bodjékali, Monkassa, et Tombouctou) ont été choisis en fonction des critères suivants: (i) la présence des producteurs de cultures maraîchères avec pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols ; (ii) l'accessibilité des sites et enfin (iii) la distance qui sépare les sites du chef lieu de la Commune.

3.2 BASE DE DONNÉES

Les unités d'observation de l'étude sont les producteurs de cultures maraîchères en général et particulièrement ceux ayant utilisé les pratiques de gestion de la fertilité des sols sur au moins une parcelle de culture durant la campagne 2009-2010. Après le recensement sommaire de tous les producteurs de cultures maraîchères, un échantillon représentatif d'exploitations maraîchères a été constitué. Il a été retenu quarante (40) exploitations par site de recherche, ce qui fait au total cent vingt (120) exploitants maraîchers. Au niveau de chaque site de recherche, le choix des maraîchers a été fait de façon aléatoire simple.

Les instruments de collecte utilisés pour recueillir les données relatives aux caractéristiques sociodémographiques des producteurs et aux quantités et prix des inputs et outputs engagés dans la production maraîchère sont : un questionnaire individuel et des entretiens semi-structurés. Des entretiens semi-structurés et des "focus group" ont été organisés pour collecter des données qualitatives et quantitatives au niveau village. Enfin, des observations et la triangulation des informations ont été utilisées pour s'assurer de la véracité des informations recueillies. L'analyse quantitative des données a été réalisée à travers le calcul des statistiques descriptives (tableaux de fréquences, moyennes et écarts-types), des tests de Khi deux et de comparaison de moyennes. Le logiciel statistique SPSS Version 16 a été utilisé à cet effet.

3.3 MÉTHODES

Les méthodes d'estimation des performances techniques et économiques des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols à Malanville s'inspirent des travaux de Yabi et al. (2012a) [7], Yabi et al. (2012b) [8], Paraïso et al. (2012a) [9] et Paraïso et al. (2012b) [10].

• PERFORMANCE TECHNIQUE

La performance technique des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols comme énoncée a été appréciée par les rendements physiques obtenus. Par définition, le rendement est la quantité total de produit obtenu à l'unité de surface. Il s'obtient par la formule :

$$R_{ij} = \frac{QT_{ij}}{SUP_{ij}}$$

Aver R_{ji} le rendement de la spéculon j obtenu par le producteur i ; QT_{ij} (en kg) la quantité de la spéculon i récoltée par le producteur j et SUP_{ij} (en ha) la superficie emblavée par le producteur j pour la spéculon i . ainsi le rendement est exprimé en kg/ha.

- **PERFORMANCE ECONOMIQUE**

La performance économique des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols ont été estimées par trois (03) différents indicateurs que sont : la marge nette de production, la productivité moyenne de la main-d'œuvre familiale et le ratio Bénéfice/Coût.

- ✓ **MARGE NETTE (MN)**

Exprimée en fcfa/ha, La marge nette de production est obtenue en déduisant du produit brut en valeur (PBV) à l'hectare les coûts totaux (CT) à l'hectare ou en déduisant de la marge brute (MB) les coûts fixes (CF) à l'hectare. Soit la formule suivante :

$$MN = PBV - CT = PBV - CV - CF = MB - CF$$

Si la marge nette est positive, alors on conclut que le produit brut arrive à couvrir tous les coûts totaux et que la pratique culturale est économiquement rentable. Par contre, si la marge nette est négative, alors le produit brut n'arrive pas à couvrir tous les coûts totaux. Dans ce cas, la production n'est pas économiquement rentable.

- ✓ **PRODUCTIVITE MOYENNE NETTE DU TRAVAIL (PML)**

Elle est définie comme la marge nette par unité de main-d'œuvre familiale utilisée pour la production. Mathématiquement, elle est exprimée par la formule :

$$PML = \frac{MN}{MO}$$

Avec MN la marge nette de l'activité de production (en fcfa/ha) et MO la quantité totale de main-d'œuvre familiale utilisée (HJ/ha). Ce faisant PML est exprimée en fcfa/HJ.

Si $PML > p$, alors l'activité est économiquement rentable du point de vue du salaire obtenu. Si par contre $PML < p$, alors l'activité n'est pas économiquement rentable du point de vue du salaire obtenu.

- ✓ **TAUX DE RENTABILITE INTERNE**

Le taux de rentabilité interne ou TRI est un indicateur d'analyse de la rentabilité financière d'une activité de production.

$$TRI = \frac{MN - MOV}{CT + MOV}$$

MN représente la marge nette en fcfa/ha, CT les coûts totaux en fcfa/ha qui ne prennent pas en compte la valeur de la main-d'œuvre familiale utilisée et MOV la valeur totale de la main-d'œuvre familiale utilisée en homme.jour/ha. Cette valeur de la main-d'œuvre familiale est obtenue en multipliant le prix quotidien p de la main-d'œuvre dans la zone d'étude par la quantité totale de main-d'œuvre utilisée (MO).

- ✓ **RATIO BENEFICE/COUT OU B/C**

Il exprime le gain financier total obtenu par l'investissement d'une unité monétaire (1 franc cfa par exemple). Si PBV est le produit brut en valeur, CT les coûts totaux qui ne prennent pas en compte la valeur de la main-d'œuvre familiale utilisée et MOV la valeur totale de cette main-d'œuvre (obtenu en multipliant la quantité physique de main-d'œuvre familiale totale par le prix moyen p de la main-d'œuvre salariée dans la zone de l'étude), on a :

$$B/C = \frac{PBV}{(CT + MOV)}$$

En analyse de rentabilité économique, l'interprétation du B/C se fait en le comparant à la valeur 1. Lorsque $B/C > 1$, nous pouvons conclure qu'un franc investi génère plus d'un franc cfa comme bénéfice, et l'activité est dite économiquement rentable. Si par contre $B/C < 1$, alors 1 franc investi génère moins d'un franc cfa comme bénéfice, et l'activité est jugée économiquement non rentable, car le producteur gagne moins qu'il n'investit.

Interpretation économique des résultats

Pour la marge nette, la production est économiquement rentable lorsqu'elle est positive. Pour la valorisation de la main-d'œuvre, la production est économiquement rentable lorsque la productivité moyenne de la main-d'œuvre calculée est supérieure au prix journalier p de la main-d'œuvre dans la zone d'étude, soit $p=1500$ fca.

Pour le taux de rentabilité interne, la production est rentable lorsque le taux calculé est supérieur au taux moyen i pratiqué par les institutions de microfinance de la zone d'étude, soit $i=12\%$. Pour le ratio bénéfice-coût, la production est rentable lorsque le ratio calculé est supérieur à 1.

En plus des précédents calculs, une régression économétrique permettra de déterminer les facteurs pouvant affecter les indices préalablement calculés. Cette régression est sous la forme $E_i = f(Z_{mi}, e_i)$, où E_i est l'indice d'efficacité du producteur i et les Z_{mi} ses facteurs socio-démographiques (âge, niveau d'éducation/alphabétisation, appartenance à une association/groupement, degré de contact avec un animateur, etc.). Les e_i sont les termes d'erreur. A partir des coefficients des Z_{mi} et de leur degré de signification, les facteurs affectant l'indice d'efficacité économique seront déduits et les degrés de leur effets estimés.

4 RÉSULTATS

4.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES ENQUÊTÉS

Des variables aussi bien discontinues que continues permettent de caractériser l'échantillon enquêté. Les tableaux suivants présentent les statistiques descriptives de ces variables.

Tableau 1. Statistiques descriptives des variables qualitatives

Variables (%)	Modalités	Fréquences absolues (Fréquences relatives)
Sexe	M	120 (100)
	F	0 (0)
Situation matrimoniale	Célibataires	3 (3,3)
	Mariés	105 (87,5)
	Divorcés	12 (9,2)
Ethnie	Dendi	114 (95)
	Germa	6 (5)
Religion	Animisme	2 (1,67)
	Chrétienne	1 (0,83)
	Musulmane	117 (97,5)
Niveau de scolarisation	Aucun	74 (61,7)
	Primaire	25 (20,8)
	Secondaire	21 (17,5)
Niveau d'alphabétisation	Oui	24 (20)
	Non	96 (80)
Appartenance à un groupement	Oui	77 (64,2)
	Non	43 (35,8)
Contact avec un encadreur	Oui	72 (60,0)
	Non	48 (40,0)

Source : Résultats d'enquête Octobre 2010

Tous les enquêtés sont des hommes. Ceci indique que le maraîchage dans la zone d'étude est une activité qui relève principalement de la compétence des hommes. Les producteurs enquêtés sont de deux (02) ethnies avec le Dendi comme ethnie dominante. Cette prédominance des Dendi s'explique par le fait qu'ils sont les autochtones et le Dendi est la langue principale de la zone d'étude. Par ailleurs, les unités de recherche de l'étude sont majoritairement musulmanes. Ceci explique un tant soit peu que la plus part des enquêtés soient des hommes mariés avec 1 à 3 voire 5 épouses.

Selon Azontondé (2004) [11], l'éducation est un facteur affectant l'adoption et l'application des innovations technologiques en milieu rural. Aussi, le niveau d'instruction est un facteur très important pouvant permettre aux

producteurs de comprendre et d'établir le compte d'exploitation (Dakin, 2008) [12]. Plus de la moitié des enquêtés ne sont jamais allé à l'école. En effet, seulement 38,3 % des producteurs ont reçu une éducation formelle. Comme le taux de scolarisation, celui de l'alphabétisation est également faible. En effet seulement 19,2 % des enquêtés savent lire et écrire dans leur langue locale. Plus de la moitié des enquêtés (64,2 %) appartiennent à une association ou groupement depuis 02 ans en moyenne (± 4 ans). L'appartenance au groupement facilite le contact des enquêtés avec les agents d'encadrement. 60 % des enquêtés affirment avoir un contact avec un agent d'encadrement. Ceci indique que 1 producteur sur 2 est suivi par les structures d'encadrement. Il existe aussi un lien entre le contact avec un encadreur et le village d'étude.

Tableau 2. Statistiques descriptives des variables quantitatives

	Villages	N	Moyenne	Ecart-type
Age moyen des enquêtés	Tombouctou	40	43,42a	14,692
	Monkassa	40	35,80b	9,541
	Bodjékali	40	34,98b	10,088
	Total	120	38,07	12,187
	Value F : 2,962 ; ddl1 : 2 ; ddl2 : 117 ; probabilité de signification : 0,002			
Effectif ménage	Tombouctou	40	11,55a	6,312
	Monkassa	40	14,15b	11,012
	Bodjékali	40	9,70a	7,707
	Total	120	11,80	8,696
	Value F : 2,720 ; ddl1 : 2 ; ddl2 : 117 ; probabilité de signification : 0,070			
Nombre d'actifs agricoles familiaux	Tombouctou	40	6,80a	4,328
	Monkassa	40	6,15a	4,655
	Bojekali	40	3,78b	3,355
	Total	120	5,58	4,317
	Valeur de F : 5,891 ; ddl1 : 2 ; ddl2 : 117 ; probabilité de signification : 0,004			
Nombre d'année d'expérience	Tombouctou	40	17,55a	12,97
	Monkassa	40	12,68b	7,97
	Bodjékali	40	12,68b	9,43
	Total	120	14,30	10,51
	Value F : 2,962 ; ddl1 : 2 ; ddl2 : 117 ; probabilité de signification : 0,056			

NB : Pour une même variable, les valeurs qui ont les mêmes lettres sont statistiquement égales

Source : Résultats d'enquête Octobre 2010

L'âge des enquêtés varie de 18 à 79 ans avec une moyenne de 36,07 ($\pm 12,18$). Les ménages de la zone d'étude sont pour la plupart constitués du chef ménage, de son/ses épouses et de ses enfants. En plus de ces derniers, les parents du chef ménage et d'autres parentés peuvent faire partir de la cellule familiale. Ces ménages sont généralement de grande taille (12 personnes ± 9). De ce fait, l'exploitation agricole doit être assez performante pour satisfaire les besoins des membres du ménage mais aussi pour dégager un surplus de production qui pourra être vendu afin de générer du cash.

Tous les membres du ménages ne participent pas à l'activité de production, la distinction des actifs agricoles et le calcul du taux de dépendances apparaît important. Les actifs de l'unité regroupent toute personne en âge de travailler (14 à 60 ans) tandis que le taux de dépendance (nombre d'inactifs/nombre d'actifs). On dénombre en moyenne 6 actifs agricoles (± 4). Ainsi, le taux de dépendance est de 1,59 personnes ($\pm 1,91$). En d'autres termes, un actif agricole devra théoriquement nourrir à partir de sa production environ 2 personnes. Ce taux de dépendance est proche de la moyenne de 1,45 obtenue par Yegbemey (2010) [13] dans la Commune de Malanville. Enfin, l'expérience des producteurs dans l'activité de production maraîchère en d'environ 15 ans. Ceci indique une bonne connaissance de l'activité par les enquêtés.

4.2 PERFORMANCE TECHNIQUE DES PRATIQUES CULTURALES DE GESTION DE LA FERTILITE DES SOLS

Les performances techniques des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols ont été analysées pour chacune des quatre (04) plus importantes spéculations que sont : la tomate, l'oignon, le piment et le gombo.

• CAS DE LA PRODUCTION DE TOMATE

Le rendement moyen de la tomate dans la zone d'étude varie entre 7552kg/ha et 8821kg/ha. La pratique agro-forestière donne les rendements les plus élevés. L'analyse de variance confirme ces résultats et montre qu'il existe une différence significative de rendement de tomate lorsqu'on passe d'une pratique culturale à une autre ($p < 0,01$). Les contre-performances de la fumure minérale et des rotations et associations appropriées seraient expliquées par le fait que les sols en sont déjà trop dépendants. Leurs effets seraient alors devenus très limités dans le temps. A l'opposé, l'agroforesterie et la fumure organique qui sont souvent pratiquées sur des sols ayant reçu par le passé la fumure minérale profitent des arrières effets pour donner un bon rendement.

• CAS DE L'OIGNON

Dans la zone d'étude, les rendements en oignon oscillent autour de 11.000 kg/ha. Dans le même ordre d'idées, il n'existe aucune différence significative de rendement en oignon lorsqu'on passe d'une technique culturale à une autre ($p > 0.10$). Selon les explications des producteurs, la production de l'oignon n'est pas trop exigeante en fertilité du sol, mais plutôt en disponibilité permanente d'eau. C'est pourquoi, la différence de rendement ne se fait pas ressentir lorsqu'on passe d'une pratique culturale à une autre.

• CAS DU PIMENT

Comme au niveau de l'oignon, les rendements en piment ne varient pas significativement d'une pratique culturale à une autre ($p > 0.10$). Les raisons précédemment évoquées sont encore valables.

Tableau 3. Rendements moyens des spéculations (kg/ha) selon les pratiques culturales

Pratiques culturales	Tomate	Oignon	Piment	Gombo
Fumure minérale	7551,7 ^a (4916,72)	12145 ^a (6066,67)	7729,8 ^a (6770,87)	5254,4 ^a (4442,37)
Pratiques agro-forestières	8820,5 ^b (7562,10)	11356 ^a (4746,66)	7413,3 ^a (5785,83)	3783,3 ^b (2309,88)
Rotations et associations	7604,5 ^a (4790,91)	12477 ^a (6038,26)	7169,4 ^a (7139,11)	5803,0 ^a (4642,01)
Utilisation bouse de vaches	8129 ^b (5440,19)	11791 ^a (5913,43)	7484,2 ^a (7386,52)	5763,6 ^a (4463,36)

NB : Les valeurs entre parenthèses sont les écarts types. De même, les valeurs ayant les mêmes lettres devant elles ne sont pas significativement différentes.

Source : Données enquêtes Octobre 2010

• CAS DU GOMBO

Pour toute la zone d'étude, il existe une différence significative d'une pratique à une autre ($p < 0.00$). Mais, les pratiques fumures minérales, rotations et associations appropriées et autres pratiques culturales ont des rendements significativement égaux et supérieurs au rendement de l'agroforesterie qui en a le plus faible. En réalité, le gombo est considéré comme une culture marginale, et très peu de pratiques culturales sont adoptées sur ses parcelles. Par exemple, l'agroforesterie n'est pas adoptée sur les parcelles de gombo dans les villages de Bodjekali et de Tombouctou.

4.3 RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE DE PRODUCTION MARAÎCHÈRE

4.3.1 COÛTS VARIABLES, COÛTS FIXES ET COÛTS TOTAUX DE PRODUCTION MARAÎCHÈRE

L'analyse des coûts de production présentés dans le tableau 4 révèle que les coûts de production sont particulièrement élevés. En faisant l'analyse suivant les pratiques culturales, on constate que l'agroforesterie a le coût variable de production le plus bas, et que les autres pratiques culturales ont des coûts variables de production significativement non différents et plus élevés que la pratique d'agroforesterie. Ces résultats s'expliquent par le fait que l'agroforesterie ne nécessite pas

beaucoup d'intrant pour son adoption, contrairement à la fumure minérale et l'utilisation de bouse de vaches nécessitant l'achat et le transport d'engrais, la main-d'œuvre salariée pour l'épandage, etc.

En ce qui concerne les coûts fixes, il n'existe aucune différence significative entre les pratiques culturales et entre les villages. Il en découle que les coûts totaux se comportent exactement comme les coûts variables tel que décrit ci-dessus.

Tableau 4. Coûts de production maraîchère (fcfa/ha) selon les pratiques culturales

Pratiques culturales	Coûts variables	Coûts fixes	Coûts totaux
Fumure minérale	315950 ^a (207689)	143740 ^a (109775)	665980 ^a (323278)
Agroforesterie	238960 ^b (124291)	146300 ^a (97947,36)	565100 ^b (131134)
Rotations et associations	317250 ^a (213757)	161170 ^a (120359)	676320 ^a (339580)
Utilisation bouse de vaches	322470 ^a (223095)	152830 ^a (118920)	666000 ^a (344793)

NB : Les valeurs entre parenthèses sont les écarts types. De même, il n'existe pas de différence significative entre les valeurs ayant la même lettre.

Sources : Données enquêtes 2010

A partir des résultats sur les coûts de production, on constate que la production d'un hectare de cultures maraîchères dans la zone d'étude nécessite un investissement non négligeable qui varie entre 565100 FCFA/ha et 676320 FCFA/ha. Cet important investissement est-il rentabilisé par le producteur ?

4.3.2 PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

Les résultats relatifs à la valorisation de la main-d'œuvre familiale, du capital et le ratio Bénéfice/Coûts sont consignés dans le tableau 5.

Tableau 5. Indicateurs de performances économiques selon les pratiques culturales

Pratiques culturales	MN (fcfa/ha)	PML (fcfa/hj)	TRI	B/C
Fumure minérale	795070 ^a (781225)	4090,7 ^a (3560,24)	0,55 ^a (0,70)	2,15 ^a (1,85)
Agroforesterie	905330 ^b (636357)	4797,5 ^a (3341,94)	0,73 ^a (0,68)	2,47 ^a (1,69)
Rotations et associations	707860 ^a (747872)	3802,4 ^b (3469,38)	0,47 ^b (0,61)	2,19 ^a (1,72)
Utilisation bouse de vaches	752010 ^a (718148)	3776,9 ^b (3213,01)	0,47 ^b (0,62)	2,31 ^a (1,93)

NB : Les valeurs entre parenthèses sont les écarts types. Il n'existe pas de différence significative entre les valeurs ayant le même chiffre.

Sources : Données enquêtes 2010

• MARGE NETTE

Les marges nettes calculées révèlent que les coûts variables et les coûts fixes sont largement bien compensés par les produits bruts obtenus précédemment. Ainsi, toutes les marges nettes sont positives. De là, l'activité de production maraîchère est économiquement rentable. Cependant, il y a des disparités selon les pratiques culturales. La pratique d'agroforesterie, qui a le produit brut le plus élevé et les coûts totaux les plus faibles, a logiquement les marges brutes et marges nettes les plus élevées. Les trois autres pratiques culturales ont des marges nettes qui ne sont pas en moyenne significativement différentes. Ainsi, pour l'ensemble de la zone d'étude et quelle que soit la pratique culturale considérée, les marges nettes de production sont positives. Ceci indique que la production maraîchère sous les différentes pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols est une activité économiquement rentable. Néanmoins, les marges nettes obtenues restent

Inférieures à celle de la riziculture estimée à 258.100 fcfa/ha en moyenne au Nord-Est du Bénin [8], mais supérieures à la marge nette de la production du coton estimée à 13600 fcfa/ha en moyenne au Nord-Est du Bénin [9].

- **PRODUCTIVITE MOYENNE DU TRAVAIL**

On constate que quelle que soit la pratique de gestion et de conservation de la fertilité des sols considérée, la productivité moyenne du travail est supérieure au coût d'opportunité de la main d'œuvre qui est de 1500 fcfa dans la zone d'étude. Le test de conformité montre que sa moyenne est significativement supérieure à cette valeur de 1500 au seuil de 0,1% ($t=14,5$; $ddl=119$ et $p=0,00$). Ceci indique que la production de cultures maraîchères dans la zone d'étude confère une bonne rémunération de la main d'œuvre familiale du producteur. Pour ce dernier, il est donc avantageux de produire pour son propre compte que de vendre sa force de travail à l'extérieur. Comme c'est le cas au niveau des marges brutes et nettes, la pratique de l'agroforesterie enregistre les productivités moyennes du travail les plus élevées. Par ailleurs, les productivités moyennes du travail obtenues sont comparables à celle de la riziculture estimée à 4.848,96 fcfa/homme.jour en moyenne au Nord-Est du Bénin [8], mais nettement supérieures à celle de la production du coton estimée à 173,83 fcfa/homme.jour en moyenne au Nord-Est du Bénin [9].

- **TRI**

Les résultats relatifs au taux de rentabilité interne confortent ceux obtenus précédemment par rapport aux marges nettes et à la valorisation de la force de travail. Le taux d'intérêt est significativement supérieur au taux d'intérêt pratiqué par les institutions de micro-finance de la zone d'étude, soit 24%, et ce au seuil de 0,1% ($t= 22,01$; $ddl=119$ et $p=0,00$). Ainsi, si les producteurs maraîchers devaient contracter des emprunts au niveau de ces institutions, leurs activités de production maraîchère devraient leur permettre de rembourser intégralement les intérêts à payer. Ces taux obtenus sont supérieurs aux taux de rentabilité de la riziculture et de la production du coton estimés respectivement à 0,01 en moyenne au Nord-Est du Bénin [8] et -0,155 en moyenne au Nord-Est du Bénin [9]. De ce fait, la production maraîchère sous les différentes pratiques culturelles envisagées, s'avère économiquement très rentable en matière de valorisation du capital.

- **RATIO B/C**

Comme pour le TRI, les résultats obtenus avec le ratio B/C confortent ceux obtenus précédemment par rapport aux marges nettes et à la valorisation du capital. Par ailleurs, le ratio-bénéfice coût est significativement supérieur à la valeur 1 au seuil de 5% ($t=2,62$, $ddl=119$ et $p=0,234$). De ce fait, lorsque les producteurs investissent 1 fcfa, ils gagnent en moyenne 2,27 fcfa. D'une pratique à une autre, les ratios bénéfice – coût ne sont pas significativement différents. Les ratios obtenus indiquent par ailleurs que la production maraîchère sous les différentes pratiques culturelles est financièrement plus rentable que la production du coton qui présente un ratio B/C estimé à -0,046 en moyenne au Nord-Est du Bénin estimée à [9].

4.4 DÉTERMINANTS DU NIVEAU DE PERFORMANCE ÉCONOMIQUE

Pour apprécier la contribution des différentes pratiques de gestion de la fertilité des sols à l'amélioration du revenu net des producteurs, un modèle de régression multiple a été estimé. En plus des pratiques de gestion et de conservation de la fertilité des sols, la production ou non des différentes spéculations investiguées par l'étude a été introduite comme des variables muettes.

Les variables introduites dans les différents modèles de régression permettent d'expliquer 44,7 % ; 13,1 % ; 26,5 % et 33,7 % des variations respectives de la marge nette, de la productivité moyenne du travail, du taux de rentabilité interne et du ratio B/C. Par ailleurs tous les modèles sont globalement significatifs au seuil de 1 % sauf celui de la productivité moyenne du travail qui l'est au seuil de 5 %. De manière générale, les déterminants des performances économiques (économiques et financière) sont : l'appartenance à un groupement, la taille du ménage, le nombre d'actifs agricoles, la production de tomate et enfin la superficie totale de cultures maraîchères emblavée.

- **CAS DE LA MARGE NETTE**

Seuls le nombre d'actifs agricoles et la superficie totale de cultures maraîchères emblavée déterminent la marge nette enregistrée par les producteurs au seuil de 1 %. Ces deux déterminants ont une influence positive sur la marge nette ; donc plus les producteurs emblavent et plus ils disposent d'actifs agricoles, plus élevée est leur marge nette puisque les actifs agricoles et la superficie réduisent le coût de production de la culture maraîchère (achat en gros des intrants qui réduit le coût unitaire).

- **CAS DE LA PRODUCTIVITE MOYENNE DU TRAVAIL**

La rémunération de la main d'œuvre familiale est fonction de l'appartenance à un groupement (à 10 %), la taille du ménage (à 10 %), le nombre d'actifs agricoles (à 5 %) et la superficie totale de cultures maraîchères emblavée (à 1 %) avec des effets négatifs des deux premières variables et positifs des deux dernières. Ceci signifie d'une part que lorsque le

producteur appartient à un groupement, la productivité moyenne du travail est moins élevée et que plus grande est la taille de son ménage, moins élevé est la productivité moyenne du travail ; d'autre part, lorsque le nombre d'actif agricole est élevé et que la superficie totale de cultures maraîchères emblavée est élevée alors la productivité moyenne du travail est élevée.

• **CAS DU TAUX DE RENTABILITE INTERNE**

La rémunération du capital dépend de la taille du ménage (à 5 %), du nombre d'actifs agricoles (à 1 %), la production de tomate (à 5 %) et la superficie totale de cultures maraîchères emblavée (à 1 %). La taille du ménage et la production de tomate l'influencent négativement ; plus la tomate est produite, plus faible est le TRI et plus grande est la taille du ménage, plus faible est le TRI. Par contre, le nombre d'actifs agricoles et la superficie totale emblavée l'influence positivement c'est-à-dire plus le producteur emblave et plus élevé est la taille de son ménage, plus son capital est rentable.

• **CAS DU RATIO BENEFICE/COUTS**

Le nombre d'actifs agricoles (à 1 %), la production de tomate (à 5 %) et la superficie totale de cultures maraîchères emblavée (à 1 %) sont les principaux facteurs influençant le ratio bénéfice-coût du producteur. Seule la production de la tomate a une influence négative sur le ratio bénéfice-coût du producteur c'est-à-dire plus la tomate est produite, plus faible est ce ratio. Par contre le nombre d'actifs agricoles et la superficie totale de cultures maraîchères emblavée.

Tableau 6. Résultats des modèles d'estimation des déterminants des niveaux de performances économiques

Variables	Performances économiques						Performance financière	
	MN		PML		TRI		B/C	
	Coeff	Signification	Coeff	Signification	Coeff	Signification	Coeff	Signification
Constante	6986,726	0,995	-1279,128	0,849	0,210	0,847	0,905	0,725
Age	-16398,933	0,543	-18,877	0,903	-0,019	0,452	-0,036	0,545
Niveau instruction	108944,919	0,797	-2166,410	0,374	0,152	0,698	0,654	0,483
Niveau alphabétisation	-113702,607	0,806	737,413	0,782	-0,124	0,773	0,041	0,968
Contact vulgarisation	13671,333	0,975	2361,842	0,347	0,087	0,830	-0,381	0,691
Appartenance groupe	410315,319	0,414	-5098,427*	0,079	0,258	0,579	1,125	0,308
Autre formation	239351,024	0,602	3619,306	0,171	0,276	0,516	0,291	0,772
Expérience	-8771,943	0,760	-54,616	0,740	-0,003	0,916	-0,002	0,980
Taille du ménage	-58025,386	0,105	-378,598*	0,066	-0,073**	0,028	-0,042	0,589
Nombre actifs	178716,244***	0,007	898,125**	0,018	0,197***	0,001	0,381***	0,009
Pratique agroforesterie	-16399,956	0,979	921,942	0,799	0,052	0,929	0,087	0,950
Pratique rotation	-111716,475	0,776	828,000	0,714	0,062	0,866	-0,116	0,893
Pratique bouse vaches	154931,283	0,706	1439,839	0,542	0,102	0,790	0,119	0,895
Production de tomate	-1,273E6**	0,028	-3545,147	0,282	-1,349**	0,012	-3,151**	0,014
Production oignon	-345298,626	0,560	-2016,525	0,554	-0,747	0,176	-1,068	0,413
Production piment	276401,107	0,751	4581,205	0,361	0,0593	0,464	0,549	0,775
Production gombo	371758,779	0,451	1072,006	0,705	0,308	0,501	0,605	0,577
Superficie maraîchage	1,663E6***	0,000	5467,137***	0,001	1,228***	0,000	3,124***	0,000
Résumé du modèle	F : 4,757 ; ddl1 : 17 ; ddl2 : 100 ; R2 : 0,447 ; p : 0,000		F : 2,038 ; ddl1 : 17 ; ddl2 : 100 ; R2 : 0,131 ; p : 0,015		F : 3,447 ; ddl1 : 17 ; ddl2 : 100 ; R2 : 0,265 ; p : 0,000		F : 4,499 ; ddl1 : 17 ; ddl2 : 100 ; R2 : 0,337 ; p : 0,000	

* Significatif à 10 % ; ** Significatif à 5 % ; *** Significatif à 1 %

Source : Données enquêtes octobre 2010

5 CONCLUSION

Il ressort des différentes analyses que les pratiques de gestion et de la conservation de la fertilité des sols permettent d'augmenter les rendements culturaux à cause de la restauration des éléments nutritifs nécessaires aux sols. Cependant

Cette performance varie d'une pratique à une autre pour les cultures de tomate et de gombo. Toutes les pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols sans exception sont économiquement et financièrement rentables avec une plus grande performance de la pratique d'agroforesterie suivie de la fumure minérale.

Cinq (05) principaux facteurs déterminent le niveau d'efficacité économique des producteurs. Il s'agit de la superficie totale emblavée, de l'appartenance à un groupement, de la taille du ménage, du nombre d'actifs agricoles et enfin de l'expérience du producteur dans le maraîchage. Le nombre d'actifs agricoles et la superficie totale emblavée ont une influence positive sur l'efficacité économique des producteurs. Par contre, l'appartenance à un groupement et la taille du ménage ont une influence négative sur le niveau de performance des producteurs. Somme toute la production maraîchère est économiquement rentable dans la zone d'étude.

REFERENCES

- [1] J.F. Renard ; L. Cheikh ; V. Knips, "L'élevage et l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest", Ministère des Affaires étrangères - FAO-CIRAD, pp. 37, 2004.
- [2] DSCR, "Document de Stratégies de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté", DSCR, Gouvernement du Bénin, Cotonou, Bénin, pp.117, 2007.
- [3] I. Tiamiyou, "Mission de consultation en phytotechnie maraîchère du 30 juillet au 12 août 1995", Rapport Phase 1, Situation actuelle, FAO, 1995.
- [4] PADAP, "Programme d'Appui au Développement Agricole Périurbain au Sud-Bénin", étude de faisabilité. Tome 2, IIED, Bénin pp. 158, 2003.
- [5] B. Guerrien, "L'économie néoclassique, collection Repères", Éd. La Découverte, pp. 250, 1993.
- [6] CIRAD-GRET, "MEMENTO de l'agronome", Ministère des Affaires étrangères, France, Paris, pp. 1691, 2002.
- [7] A. J. Yabi ; A. Paraïso ; R. L. Ayena ; R. Yegbemey, "Rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de ouaké au nord-ouest du Bénin", Annales des Sciences Agronomiques, 16 (2), pp. 229-242, 2012a.
- [8] A. J. Yabi ; A. Paraïso ; R. Yegbemey ; P. Chanou, "Rentabilité Economique des Systèmes Rizicoles de la Commune de Malanville au Bénin", Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), N° spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales (Dec 2012), pp. 1-12, 2012b.
- [9] A. Paraïso ; A. J. Yabi ; A. Sossou ; N. Zoumarou-Wallis ; R. Yegbemey, "Rentabilité Economique et Financière de la Production Cotonnière à Ouaké au Nord-Ouest du Bénin", Annales des Sciences Agronomiques, 16(1), pp. 91-105, 2012a.
- [10] A. A. Paraïso ; S. F. Tokoudagba ; A. C. Gbannanhoué Sossou ; R. N. Yegbemey ; A. Sanni, "Analysis of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Production in the Commune of Gogounou, Benin", International Journal of Science and Advanced Technology, 2(11), pp. 46-53, 2012b.
- [11] R. Azontonde, "Impact économique de l'adoption des pratiques de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au Sud-Bénin : Cas d'Aplahoué (commune de Klouekanme) et de Banigbe (commune d'Ifangni), Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, option Economie Socio- Anthropologie et Communication, Faculté des Sciences Agronomiques / Université d'Abomey- Calavi, Décembre 2004, pp. 154, 2004.
- [12] L. Dakin, "Impact socio-économique des interventions du PDRT sur les femmes rurales du département de la Donga", Thèse d'ingénieur agronome. FA/UP ; Bénin, 2008.

Socio-economic determinants of the economic profitability of cashew nuts marketing in North-Eastern- Benin: Case study of Tchaourou municipality

Dossou Ghislain Boris AïHOUNTON¹, Jacob Afouda YABI¹, François Xavier BACHABI², Rosaine Nérice YEGBEMEY¹, Assa Oscar KINDEMIN¹, and Innocent Adédédji LABIYI¹

¹Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123; Parakou, Bénin

²Département de Production Végétale (DPV), Ecole Nationale des Sciences et Techniques Agricoles de Djougou, Université de Parakou, Bénin

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This paper investigates the determinants of the economic profitability of cashew nuts marketing in North-Eastern Benin. The study was conducted in the municipality of Tchaourou by using survey methods on respondents randomly selected from different categories of actors interacting on the market. Primary data were collected with respect to the marketing year 2013-2014 on up to 160 cashew nut traders such as 91 collectors, 25 retailers, 31 semi-wholesalers and 13 wholesalers. The methodological approach used was based on the paradigm Structure-Conduct-Performance (SCP). As a result, four types of marketing systems of cashew nuts were identified in the municipality of Tchaourou. The analysis of the net margins showed that the cashew nuts marketing in Tchaourou generates average net margins of about 9.08fcfa/Kg for the collectors; 13.12 fcfa/Kg for the retailers, 10.56 fcfa/Kg for the semi-wholesalers and 21.16 fcfa/Kg of cashew nut for the wholesalers. The test of ANOVA highlighted a significant difference between these average values of net margins recorded by the different actors. Moreover the marital status, the experience in marketing, the invested capital in the campaign, the cost of commercial labor and the category of commercial actor determine the level of economic profitability of cashew nuts marketing. As a matter of fact, a particular attention has to be given to these determinants in order to sustain the cashew nuts marketing field in North-Eastern Benin.

KEYWORDS: cashew nuts, Marketing, Determinants, Economic Profitability, Tchaourou.

1 BACKGROUND

Agriculture plays a significant role in the economy of many countries in the world particularly in developing countries. Sub-Saharan Africa is highly dependent on agriculture because of the involvement of more than half of the population on agriculture-based activities for their livelihoods. In Benin, it employs about 80% of the labor force, contributes up to 40% in the Gross Domestic Product (DSCR, 2007) [1] and 80% to the exports earnings (Doligez, 2001) [2]. Indeed, among the cultivated cash crops, cotton is the one which contributes significantly to the economic development of Benin; 40% of foreign exchange earnings (PRSA, 2011) [3].

For long, because of it generates income for rural households and its strong contribution to the Gross Domestic Product; previous agricultural policies have supported for decades the cotton sector. However, due to the crisis in the aforesaid sector in recent years, diversification of crops, including cashew which occupies a prominent place, was adopted by policies of rural development supports and particularly farmers as an immediate solution to maintain the level of wealth based on agriculture and reduce the risk of volatility of agricultural income.

Thus, the cashew has become a priority crop and represents according to SOFRECO (2002) [4] the second export crop in Benin, with over 9% of national exports and 12.5 billion of revenue. It represents for Benin a great opportunity of agricultural

export. With regard to INSAE (2009) [5], 98.9% of cashew nuts were exported to the Asian market including India (89.5%), Singapore (5.1%) and Viet Nam (1.6%) with significant revenue corresponding to 8% of national export income and 24.87% of the agricultural exports. Cashew nut sector is of paramount importance due to the foreign earnings that it generates. After the production and availability of cashew nut at producer's level, the marketing sector takes place to boost the economy at local level because of the processing sector which is still atrophied in Benin. According to Singbo et al. (2004) [6] the commercial actors such as collectors, wholesalers in the village, large wholesalers, retailers and exporters are involved in cashew nuts marketing. As outcomes, the marketing of cashew nuts has significant importance for all the actors involved in the marketing chain. It mobilizes many rural and urban people and appears as safer and less prone to the risk of trade flows. Such business at low-risk income deserves special attention because it could reduce the risk of income volatility as well at the producers' level, commercial actors as the state. Unlike the cotton industry has long attracted decision makers of the country; the marketing of cashew nut involves the intervention of local agents requiring additional earnings at each level of the chain. Thus one could hypothesize that cashew nut sector would be a promising source of economic growth and stability in Benin, but such statement deserves further research on economic performance analysis of cashew nut marketing. Some studies including those of [6]; Adegbola et al. (2011) [7], Komlan et al. (2013) [8] were interested on this dynamic of economic performance of the marketing of agricultural products. However, most of these studies focus only on the analysis of economic profitability without addressing the factors behind the obtaining of economic results. Also no sustainable suggestion can be made if the socio-economic characteristics of the marketing actors and their capital, real instruments determining their level of profitability are not taken into account. Accordingly, it comes that the research should also consider the determinants of economic profitability of cashews nut marketing. Thereby, the current research attempts to analyze the socio-economic factors influencing the economic profitability of cashew nuts marketing in North-Eastern Benin. The expected results will provide guidelines to support the economic profitability of the activity.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY AREA

The study area is the municipal of Tchaourou located in the department of Borgou in Northern Benin. The choice of this area is based on the fact that it is the most productive region of cashews in the department of Borgou in North-Eastern Benin and belongs to the zone 1, second zone in the productive area of cashew nuts in Benin. This also lies in the ambition of research to understand the reasons behind the concentration of local people in the cashew nuts marketing systems and thus to sustain the economic performance of the sector. Figure 1 shows the study area.

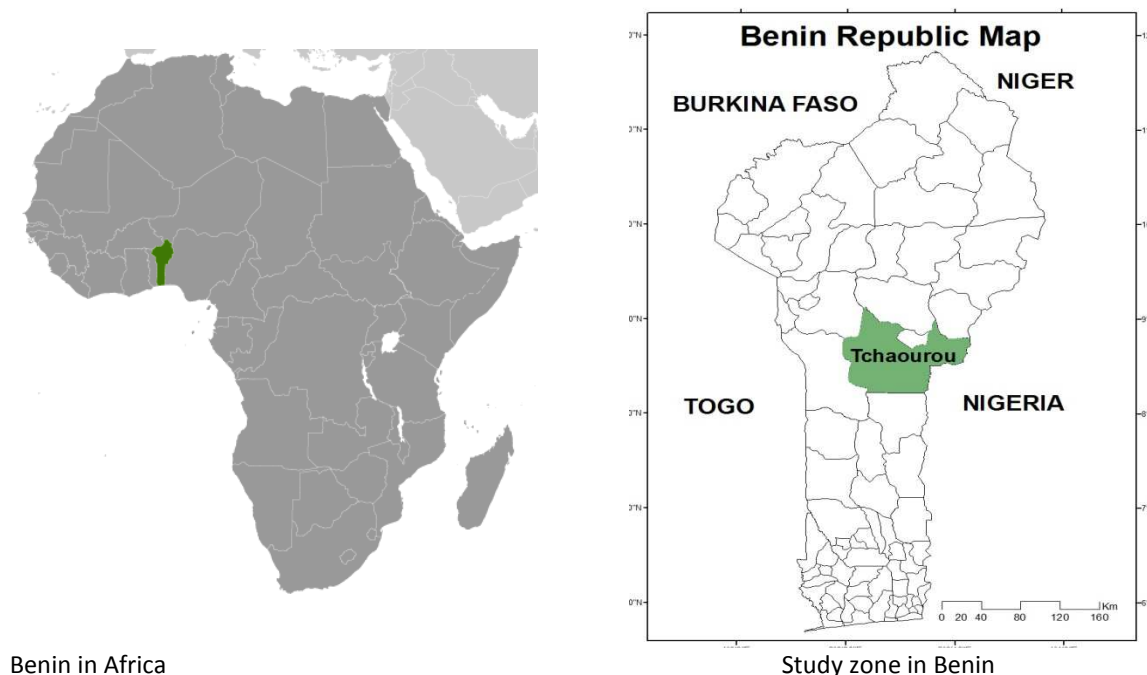


Fig. 1. Study area

2.2 SAMPLING AND DATA BASE

To carry out this study, a sample of 160 commercial actors was formed randomly. The sampling was done by category of available actors locally. Several types of commercial actors have been identified and investigated such as collectors, retailers, wholesalers and semi-wholesalers or local wholesalers. Table 1 shows the structure of the sample.

Data collection was conducted through surveys in the form of semi-structured interviews by questionnaire addressed to the commercial actors. The data collected are those relating to socio-demographic and economic characteristics of commercial actors, their quantities of cashew nuts bought and sold, the variable costs (labor, transport costs, storage costs, etc.) and fixed costs (interest paid, paid taxes, depreciation, etc.). Also interviews with resource persons namely group leaders, officials of institutions related to the production and marketing of cashew nuts were performed. In addition, triangulation of information through focus groups was organized to ensure the accuracy of the data collected.

Table 1. Structure of the sample

Actors	Frequency	Percentage (%)
Collectors	91	56,9
Retailers	25	15,6
Semi-Wholesalers	31	19,4
Wholesalers	13	8,1
Total	160	100

Source: Author's computations

2.3 THEORETICAL APPROACH

Marketing is defined as a series of sequential functions performed during the transfer of a product from production to consumption (DESA, 1991; FAO, 2005) cited by Koffi-Tessio et al. (2007) [9]. However, the economic analysis of market performance refers to the theoretical basis. Many researches on economic performance of marketing of agricultural products are based on the SCP approach Structure - Conduct - Performance ([6], [8]). The SCP approach implies that the structure of the market, in particular the degree of competition identified there, determines the behavior of the market, and the structure and behavior taken together in turn determine the performance (Demont et al., 2003, Tollens, 1997 quoted by Mastaki, 2006 [10]). According to Harriss (1980) quoted by [6], the use of this paradigm by economists is an effort to find a compromise between the formal structures of economic theory and the empirical observations of organizational experience of the imperfect markets. This approach is based on three fundamental elements defined by Clodius and Mueller (1961) [11].

The market structure is the set of organizational characteristics that seem to influence strategically the market through the nature of the competition and the process of price formation on the market. These characteristics determine the relationships among the actors. In accordance with the market structure, the research has identified the degree of market concentration by focusing on the presence of commercial actors regarding their number on the cashew nuts market.

The conduct of the game is the behavior patterns that follow the actors to be able to adapt or adjust to the markets in which they sell or buy. These are the strategies used by actors operating in the market. It is also useful in terms of market performance, due to its influence on the prices. Finally, the market performance is about the economic performance of all stakeholders in the sector. The performance or economic profitability in this study was measured by analyzing the net margins of commercial actors.

2.4 ASSESSMENT OF THE ECONOMIC PROFITABILITY OF CASHEW NUTS MARKETING

Several studies have used "Net Margin" as a performance indicator for the marketing of agricultural products ([9]; ([8]). Following these authors, this research focused on net margin as an economic indicator of profitability of cashew nuts marketing in North-Eastern Benin.

According to ([9], Gross margin is the difference between the sale price and the purchase price of an agricultural product. It is expressed in FCFA/kg by the following

$$\text{Gross Margin} = \text{Sales Price} - \text{Purchase Price} \quad (1)$$

Net margin is defined as the difference between Gross Margin and other transaction costs. It is expressed in FCFA/kg by the following formula (2)

$$\text{Net Margin} = \text{Gross Margin} - \text{Cost of total transactions or charges} \quad (2)$$

If Net Margin is positive, then the activity is economically profitable. If Net Margin is negative, then the activity is not economically profitable.

2.5 RESEARCH OF SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF THE ECONOMIC PROFITABILITY OF CASHEW NUTS MARKETING

Marketing of cashew nuts will better integrate rural economy if the research focuses on the determinants of such economic profitability. In this case, the literature reveals that multiple linear regressions can be used (Yabi and Idrissou, 2008) [12]. Considering that the socio-economic characteristics (Z) affect the economic profitability of commercial actors [12], the economic profitability P of a commercial actor i of cashew nuts is given by:

$$P_i = f(Z_i) \quad (3)$$

With Yegbemey et al. (2014) [13], the total capital used (C) influences the level of economic profitability of the farm. Under this assumption, the economic profitability of the marketing of cashew nuts is therefore a function of the latter factor, the equation (3) becomes

$$P_i = f(Z_i, C_i) \quad (4)$$

As cashew nuts marketing involves several actors ([6], [12]), the easiest way to identify the actors that earn more revenue is to introduce the commercial actors (A) in the regression model. Based on this, the equation (4) becomes

$$P_i = f(Z_i, C_i, A_i) \quad (5)$$

Considering j, k and h respectively the socio-economic characteristics, capital and categories of commercial actors; the econometric model that comes out is:

$$P_i = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j CS_{ij} + \sum_{j'} \beta_k C_{ik} + \sum_{j''} \delta_{j''} A_{ih} + u \quad (6)$$

On the basis of these specifications and field study observations, the characteristics of the commercial actors such as the access to education, the contact with marketing services, the experience in marketing, the invested capital, the cost of commercial labor and the type of commercial actors such as wholesalers, local wholesalers or semi-wholesalers, retailers were introduced into the regression model. Table 2 shows us the various variables considered in the model of regression.

Table 2. Various variables considered in the model of regression

Variables names	Types of variables ¹	Modality	Expected sign
Socio-economic and demographic characteristics (Z)			
Marital status	D	0 = not married 1 = Married	±
Contact with marketing services	D	0 = No; 1 = Yes	+
Access to education	D	0 = No; 1 = Yes	+
Experience in marketing	C	—	+
Capital			
Cost of commercial labor	C	—	±
Invested capital	C	—	+
Types of commercial actors			
Wholesalers	D	0 = No; 1 = Yes	+
Semi-wholesalers	D	0 = No; 1 = Yes	+
Retailers	D	0 = No; 1 = Yes	+
Collectors	D	0 = No; 1 = Yes	+

Types of variables¹ D : discontinuous Variables and C : Continuous Variables

Source: Authors' Specification

3 RESULTS

3.1 SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE RESPONDENTS

The socio-economic characteristics of the respondents are summarized in Table 3. These characteristics show that the average experience in cashew nuts marketing is about 10 years and more than half of the respondents of cashew nuts marketing actors are male (53 %). 95% of the research units are married and 31% are in contact with advisory structure on marketing of agricultural products, through which they receive oriented training. Considering the invested capital; retailers, collectors, semi-wholesalers and wholesalers used respectively on average capital of 142,000fcfa, 136,648.35fcfa, 1,193,548.387 fcfa and 9,161,538.462 fcfa. The commercial labor is estimated to on average value of 100.50 fcfa/kg. The descriptive statistics of these variables are summarized in Table 3.

Table 3.descriptive statistics of variables introduced in the model

Qualitative variables	Frequency	Percentage
Marital status	----	----
Married	152	95
Contact with marketing services	50	31.25
Education	96	60
Quantitatives Variables	Mean	Standard Deviation
Experience in marketing	10.29	6.71
Cost of commercial labor (fcfa/kg)	100.50	175.631
Invested Capital (fcfa/kg)	1075531.250	6441098.987

Source: Author's computations

3.2 CASHEW NUT MARKETING CHAIN

Depending on the purchase and sale strategies adopted by cashews nuts marketing actors, three types of cashew nuts marketing circuits or channels are represented (Figure 2):

- Short channel of direct sale involving the producer and semi-wholesalers or wholesalers of whom the purpose is the export. However, some producers sell directly to cashew nuts processors at local level,
- Long sales channels including collectors, retailers, wholesalers and semi-wholesalers of whom the purpose is export,
- The intermediate sales channels involving collectors, middlemen and retailers of whom the purpose is export and/or processing locally.

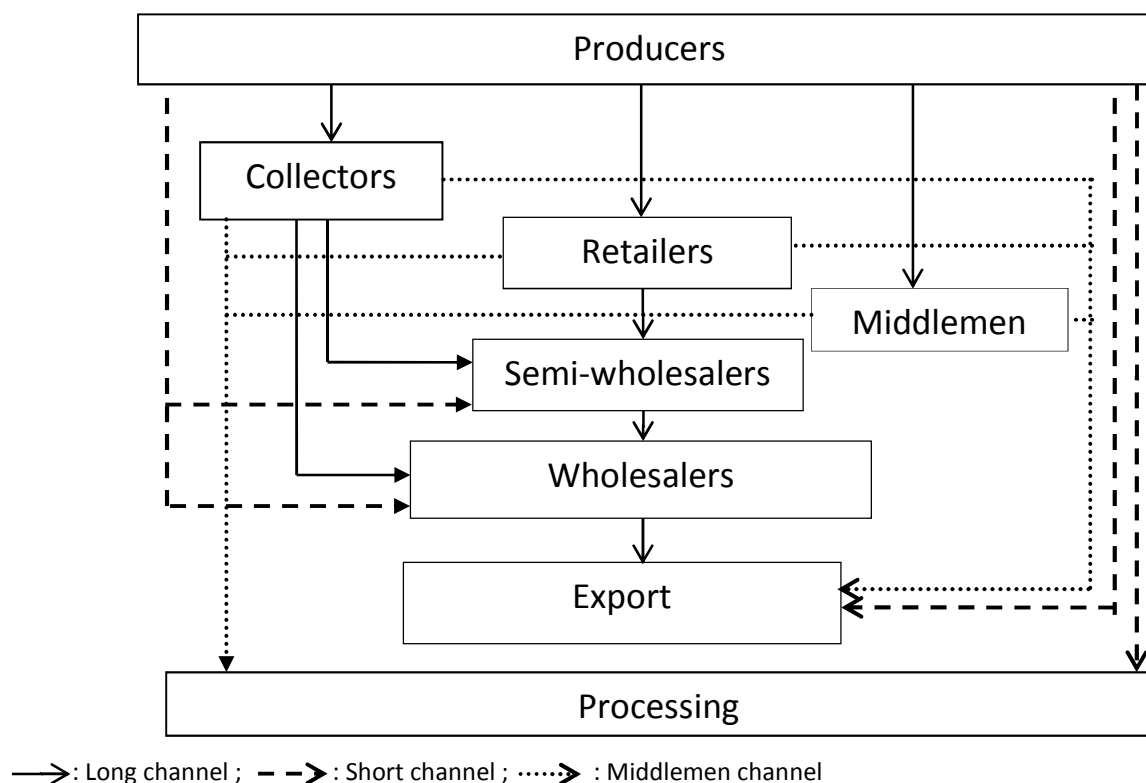


Fig. 2. Cashew nuts marketing channels in the municipality of Tchaourou

Source: Author's Achievement

3.3 ECONOMIC PROFITABILITY OF CASHEW NUTS MARKETING

The net margin obtained for each commercial actor (Table 4) is greater than 0, which implies that the marketing of cashew nuts is economically profitable in North-Eastern Benin.

Subsequently the test of ANOVA indicates that the difference in average of net margin from one actor to another is significant at statistical threshold of 1% level. That indicates that each actor makes a profit according to the rank he occupies in the marketing channel.

Table 4. Result of net margins per types of actors

Types of actors	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
Collectors	9.0787	7.84977	-22.60	25.53
Retailers	13.1186	7.35457	0.50	26.51
Semi-wholesalers	10.5647	5.87211	-13.58	17.48
Wholesalers	21.1579	7.68455	8.31	37.52
Total	10.9576	8.11362	-22.60	37.52
Signification	F= (3 ; 112) = 10.562 P=0.000			

Source: Author's computations

3.4 SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF ECONOMIC PROFITABILITY OF CASHEW NUTS MARKETING

The results of the regression model are summarized in Table 5. The estimated model is globally significant at the statistical threshold of 1% (Probability <0.01). In addition, 42.4% of the variations observed in the net margin value can be explained by the explicative variables introduced in the model. As a result, marital status, experience in cashew nuts

marketing, capital invested and the category of commercial actors are positively and significantly correlated with net margin of cashew nuts marketing. The cost of commercial labor used is negatively and significantly correlated with net margin of commercial actor. The two other variables such as access to education and the contact with marketing services although positively correlated with net margin of marketing are not significant.

Table 5. Determinants of level of economic profitability of cashew nuts marketing

Variables	Net Margin of Marketing			
	Coefficient	Standard Deviation	T	P > (T).
Socio-economic and demographic characteristics				
Marital status	3.386*	1.875	1.806	0.073
Education	1.004	0.652	1.539	0.126
Contact with marketing services	1.065	0.994	1.072	0.286
Experience in marketing	0.132**	0.065	2.041	0.043
Capital				
Invested capital	2.069E007**	0.000	3.042	0.003
Cost of Commercial labor	-5.273***	0.993	-5.308	0.000
Commercial actors				
Wholesalers	1.744***	0.299	5.840	0.000
Semi-wholesalers	0.450*	0.243	1.850	0.066
Retailers	1.486***	0.291	5.109	0.000
Model summary				
(Constante)	9.365***	1.961	4.775	0.000
Observations	120			
R² = 0,424				
F (14, 145) = 10,96*** Prob > F = 0,000	Durbin-Waston=1,650			

*, **, ***: respectively significant at 10%, 5% and 1%

Source: Author's computations

4 DISCUSSION

The analysis of socio-economic characteristics of the commercial actors shows that they are similar to those obtained by [12] and [6] who found that the actors were less educated. Most was married and engaged a commercial labor for their marketing activities. Also as obtained by [6], [7], wholesalers, semi-wholesalers, collectors and retailers were important actors in the cashew nuts marketing system in Benin. In addition the various marketing channels identified are identical to those of [8] in their studies on the analysis of marketing systems of *corchorus olitorius* produced in south-western Benin. According to [12], [6], [7], the marketing of cashew nuts is an economically profitable business for those involved in. Indeed, as pointed out by these authors, the wholesalers carry out the highest net margin in the marketing chain and the collectors have the smallest one because the former have the monopoly of trade, are the owners of capital, have a perfect knowledge about the market price and circumstances and employ most of the other actors. In contrary, the collectors are paid by the actors who use their services for the collection of cashew nuts. As for the semi-wholesalers or local wholesalers, the brokers of the wholesalers are also present locally and buy directly cashew nuts from producers or others actors at competitive prices, what is a drag to the profit maximization of the semi-wholesalers or local wholesalers who still sell back the majority of their products to the wholesalers. [8] had already pointed out the importance of retail trade with an average net margin of the retailers of *corchorus olitorius* in land trays in south-western Benin (1,48fcfa / kg) slightly higher than that of wholesalers (0,98fcfa / kg). However, as indicated by [13] marital status and invested capital determine positively the net margin of the maize producers in Northern Benin. Although both activities are different, the production and marketing of agricultural products involve the use of labor and adequate capital. With Gbetibouo (2009) [14], [13]; experience in agriculture is a key factor to farmers' adaptation to climate change, thus the experience in any business, marketing of cashew nuts for instance is of great importance to maximize the revenue. The effect of education does not feel because most market transactions are conducted in local language and the involved actors mastered very well the market change and price.

5 CONCLUSION

Based on the sales strategies developed in the municipality of Tchaourou, the marketing system of the cashew nuts is conducted by several actors namely wholesalers, semi-wholesalers, retailers and collectors in three types of commercial chain such as long chain, short and intermediate chain. The analysis of economic profitability of cashew nuts marketing system shows that the commercial actors realized important net margin in North-Eastern Benin depending on the category of actors. The determinants of such economic profitability are marital status, experience in marketing, invested capital and the cost of commercial labor. In addition, wholesalers and retailers got a higher economic profitability. From this research, policymakers should support the marketing of cashews nuts through targeted actions on these determinants including access to capital.

REFERENCES

- [1] DSCRCP, "Document de Stratégies de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (DSCRCP)"; Cotonou, Bénin, pp. 117, 2007.
- [2] F. Doligez, "Le financement de l'agriculture dans un contexte de libéralisation : Quelle contribution de la microfinance ? Le cas du BENIN", pp. 47, 2001.
[Online] Available : http://afm.cirad.fr/documents/4_Services/microfinance/FR/12_pays_Benin.pdf
- [3] SOFRECO, "Diagnostic stratégique de filières agro-industrielles", rapport Bénin. UE/CEDEAO. Clichy, France, pp. 21, 2002.
- [4] INSAE, "Dynamique des filières d'exportation de 1999 à 2000. Cas de quatre produits (anacarde, ananas, tabac, canne à sucre)", pp. 56, 2009.
- [5] A. G. Singbo, D. A. Savi, E. Sodjinou, "Etude du système de commercialisation des noix d'anacarde dans le département des collines au Bénin", Programme d'Analyse de la Politique Agricole (PAPA), Rapport technique final, pp. 61, 2004.
- [6] P. Y. Adegbola ; A. S. Adekambi ; C. O. Ahouandjinou, "Analyse de la performance des chaines de valeurs de la filière anacarde au Benin", Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Rapport technique, pp. 79, 2011.
[Online] Available : http://www.insae-bj.org/etudes-commerce-exterieur.html?file=files/publications/commerce-ext/Dynamique_4_Filieres_Export.pdf
- [7] C. Komlan ; P. Y. Adegbola ; A. Adegbi ; S. Adetonah ; G. A. Mensah, "Analyse des systèmes de commercialisation de la corète potagère (*Corchorusolitorius* L.) produite à Agbédranfo au Sud-Ouest du Bénin Département du Couffo)", Invited paper presented at the 4th International Conference of the African Association of Agricultural Economists, September 22-25, 2013, Hammamet, Tunisia; pp. 27, 2013.
- [8] E. M. Koffi-Tessio ; K. Tossou ; E. Homevoh, "Les marges de commercialisation et l'équité du commerce des produits alimentaires au Togo", AAAE Conference Proceedings, 2007.
[Online] Available : <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/52125/2/Koffi-Tessio.pdf>.
- [9] N. J. L. Mastaki, "Le rôle des goulots d'étranglement de la commercialisation dans l'adoption des innovations agricoles chez les producteurs vivriers du Sud-Kivu (Est de la R.D.Congo)", Dissertation originale présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Filière Economie et Développement Rural, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Communauté française de Belgique, académie universitaire Wallonie-Europe, pp. 267, 2006.
- [10] R. L. Clodius and W. F. Mueller, "Market Structure analysis, an orientation for research in agricultural", 1961.
- [11] A. J. Yabi, and L. Idrissou, "Contribution à l'amélioration du système de commercialisation des noix d'anacarde (*Anacardium occidentale* L.) : analyse de la rentabilité économique de commercialisation", Acte du 2^{ème} séminaire sur la recherche à l'université de Parakou, les 15, 16 et 17 Octobre 2008 à Parakou au Bénin, 2008.
- [12] R. N. Yegbemey ; J. A. Yabi ; D. G. B. Aïhounton ; S. E. H. Kokoye, "Economic valuation of maize farming profitability under climate change adaptation in Benin, West Africa", *Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology*, Vol.10, No.3, pp. 269–280, 2014.
- [13] R. N. Yegbemey ; J. A. Yabi ; D. G. B. Aïhounton ; A. Paraïso, "Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest)", *CahAgric*23:177-87.doi:10.1684/agr.2014.0697, 2014.
- [14] G. A. Gbetibouo, "Understanding farmers' perceptions and adaptations to climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa", Environment and Production Technology Division, IFPRI Discussion Paper 00849, Washington (DC), IFPRI, 2009. [Online] Available : www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp00849.pdf

Application of an Acellular Dermal Matrix Allograft (AlloDerm) for Treatment of Localized Gingival Recession Defect: A Case Report with One-year Follow-up

Moksha Mehta¹, Meenu Dhiman², and Shilpi Gupta³

¹Department of Periodontics and Implantology, Government Dental College, Amritsar, Punjab, India

²Department of Conservative Dentistry & Endodontics, Post Graduate Institute of Dental Sciences, Rohtak, Haryana, India

³Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Post Graduate Institute of Dental Sciences, Rohtak, Haryana, India

Copyright © 2016 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: Generalized or localized gingival recession can be caused by periodontal disease, improper flossing, aggressive tooth brushing, incorrect occlusal relationships, and dominant roots. Gingival recession remains one of the main esthetic concern for the patient. Various procedures have been employed for the management of gingival recessions. The present case report employs the use of an Acellular Dermal Matrix Allograft (Alloderm®) to increase the width of attached gingival.

KEYWORDS: AlloDerm, Acellular dermal graft, Gingival recession, Mucogingival, Tooth root.

1 INTRODUCTION

The presence of a thick keratinized gingival covering forms the basis for a healthy gingival function and serves as an effective barrier that is resistant to damage by various types of insults [1]. There are certain situations in which an adequate width of attached gingiva is important. A narrow zone of keratinized tissue favors gingival recession and inflammation in patients with subgingival restorations, impedes proper impression taking in prosthodontics, and results in an unstable attachment level after orthodontic treatment [2-4]. A band of keratinized tissue around the neck of implants is desirable from a clinical standpoint because it facilitates surgery, prosthodontics, cosmetics, and maintenance [5]. An adequate amount of attached gingiva makes plaque control more effective, decreases susceptibility to infection, and possibly prevents further recession.

Complete coverage of recession defects with the appearance similar to surrounding tissue and minimal pocket depth is the ideal result of root coverage procedures [2]. Numerous therapeutic approaches have been applied for root coverage in patients with gingival recession (e.g. laterally positioned flap, coronally positioned flap [CPF], subepithelial connective tissue graft [SCTG] also known as *Autograft*, CPF with matrix grafts, enamel matrix derivatives, and guided tissue regeneration [GTR]) [1], [2]. According to previous meta-analysis study, using SCTG, matrix grafts, and enamel matrix derivatives would be superior to the application of CPF alone in achieving complete root coverage [4].

The use of autografts has been considered the most predictable procedure for keratinized tissue augmentation and vestibular deepening. When compared to autografts, however, Alloderm®, an acellular dermal matrix allograft eliminates the need for a second surgical site, thus decreasing postoperative morbidity. It is easy and less time-consuming to use, and esthetically blends well with the adjacent tissue; and multiple sites can be treated in a single visit [6], [7], [8].

The present case was undertaken to clinically evaluate the use of an Acellular Dermal Matrix Allograft (Alloderm®) to increase the width of attached gingiva and to evaluate stability of the gained attached gingival tissue.

2 CASE REPORT

A 43-year old male patient reported with chief complaint of unesthetic right upper front region. Patient had no systemic problems and was non-smoker. There was a localized recession defect in the area of 13 (Figure1a). The affected tooth was without cervical caries or restoration. After taking informed consent, scaling, root planing, and polishing were performed and a non-traumatizing tooth brushing technique (roll method) with a soft toothbrush was instructed to the patient.

The junction of the attached and movable tissue was determined by rolling the alveolar mucosa coronally with the side of the probe (a roll-test). The width of the attached gingiva was measured at baseline and 3 and 6 month postoperatively using the subtracting method. The apicocoronal dimension of the graft used was measured at the time of placement onto the recipient bed. The amount of graft shrinkage was calculated by subtracting the apicocoronal dimension of the graft from the amount of gained attached gingiva. Plaque index [11], gingival index [12] and recession depth were measured at baseline and 3 and 6 month postoperatively. Presurgical and postsurgical measurements were made by one examiner. Measurements were made to the nearest 0.5 mm using a William's probe and an occlusal stent (with guiding grooves).

2.1 SURGICAL PROCEDURE

Patient underwent Phase-1 periodontal therapy that included oral hygiene instructions, supragingival and subgingival scaling, and root planning. The case was selected for surgery only when patient compliance about oral hygiene was found to be satisfactory. Patient was instructed to rinse with 0.12% chlorhexidine solution twice daily. After adequate anesthesia, a superficial horizontal incision was made just coronal to the mucogingival junction. The surgical blade (No. 15) was held perpendicular to the gingival surface. Two vertical incisions were made at either end of the horizontal incision (Figure1b, 1c). The periosteal recipient bed was then prepared by sharp dissection in an apical direction. 17% EDTA was used as a root conditioning agent. Following preparation, the required dimension of Alloderm® allograft was procured and rehydrated in a Petri dish with 50 ml of sterile saline solution for 5 minutes. After the protective backing paper had been floated, the Alloderm allograft was transferred to another dish with 50 ml of sterile saline solution for 5 min. The allograft was placed with the connective tissue surface toward the recipient beds and the basement membrane surface facing externally (Figure1e). The allograft was stabilized on the recipient bed by resorbable sutures. The mucoperiosteal flap was stabilized and sutured (Figure1f).

2.2 POSTSURGICAL CARE

The patient was given postoperative instructions and medications. Amoxicillin (500 mg 3 times a day for 5 days) and ibuprofen (3 times a day for 3 days) were prescribed. Continuous rinsing with 0.12% chlorhexidine solution twice daily for 3 weeks was also prescribed. The patient was advised to refrain from retracting the lips and cheeks and to avoid brushing or flossing in the grafted area for 6 weeks. Suture removal was done at the end of 10 days. The patient was seen at 6 weeks, 12 weeks, 24 weeks, and 36 weeks to monitor wound healing and plaque control. Localized supragingival scaling was done as and when required and oral hygiene instructions were reinforced routinely at each visit.

3 RESULTS

The site treated with Alloderm® demonstrated uneventful healing 15 days after surgery (Figure2b). Graft rejection and mobility of the newly created tissues was not found. However, at the 4th week postoperatively, a substantial amount of graft shrinkage could be seen. Excellent color blend was also noticed at this stage. Complete keratinization of the newly formed attached tissue was observed at the end of 12 weeks and was maintained for 6- months (Figure2c, 2d).

4 DISCUSSION

In this case report, an acellular dermal matrix (Alloderm®) was used to increase the width of attached gingiva at a site with <1 mm of attached gingiva. For years, free gingival autografts and connective tissue autografts have been used with great success. However, certain obvious limitations of the autografts forced clinical researchers to search for some alternative allografts that patients would find comfortable, compatible, and acceptable. Autografts require a second surgical site for the donor tissue. In the free gingival graft (FGG) technique, the donor site is healed by secondary intention and may result in postoperative pain and morbidity. The FGGs result in a tyre patch appearance of the recipient site and are unaesthetic. Furthermore, autografts cannot be used to increase width of attached gingiva on multiple teeth at the same visit because of the limited supply of donor tissue [11]. The use of Alloderm® has been shown to be effective in increasing the

width of attached gingiva [15], [16], [17] and can be used as a substitute for FGGs and connective tissue grafts. The studies in which AlloDerm® and connective tissue grafts have been used to increase the width of attached gingiva have shown similar results [15]. The main aim of using allograft was to minimize postsurgical complications and patient discomfort. Studies have shown that an acellular dermal matrix allograft provides a uniform thickness and is easily trimmed, well-adaptable material, and requires a short time (<10 minutes) to rehydrate before it can be used. On the other hand, harvesting of a connective tissue graft from the palate is time-consuming and only a limited size of the graft can be obtained. Moreover, a second surgical site and the amount of time consumed adds to patient discomfort.

Studies comparing FGG and AlloDerm® to increase the width of attached gingiva have shown that AlloDerm® is not as effective in increasing width of attached gingiva but more predictable in its esthetics and blending with the surrounding tissue as compared to FGG. The amount of attached gingiva gained with AlloDerm®, however, is clinically sufficient to prevent persistent inflammation [15]. The mechanism by which AlloDerm® results in an increased width of keratinized attached gingiva is still controversial. Though most of the studies support the fact that the AlloDerm® graft itself has little influence on epithelial differentiation, the type of epithelium that covers the allograft seems to be determined by the surrounding tissues. AlloDerm® acts as a scaffold to allow repopulation of fibroblasts, blood vessels, and epithelium from surrounding tissues, and it is eventually completely replaced by host tissues [16].



Figure1: (a) Pre-operative. (b) Incision placed. (c) Mucoperiosteal flap raised. (d) EDTA 17% applied (root conditioning agent). (e) GTR membrane (AlloDerm®) placed. (f) Sutures placed

Figure1: (a) Pre-operative. (b) Incision placed. (c) Mucoperiosteal flap raised. (d) EDTA 17% applied (root conditioning agent). (e) GTR membrane (AlloDerm®) placed. (f) Sutures placed.



Figure2: (a) Day 10 (after surgery) on suture removal. (b) Day 15 after surgery. (c) 3-months post-operative photograph. (d) 6-months post-operative photograph.

Figure2: (a) Day 10 (after surgery) on suture removal. (b) Day 15 after surgery. (c) 3-months post-operative photograph. (d) 6-months post-operative photograph.

5 CONCLUSION

It can be concluded that a lesser but adequate amount of attached gingiva can be obtained using Alloderm® that is sufficient to maintain oral hygiene and resolve persistent gingival inflammation. Viewed subjectively, the sites showed better esthetics and blended with the surrounding tissue and caused less postoperative pain. Thus, findings suggest that Alloderm® may be effectively used as an alternative to autogenous grafts for gingival augmentation procedures.

REFERENCES

- [1] Camargo PM, Melnick PR, Kenney EB. The use of free gingival grafts for aesthetic purposes. *Periodontol* 2000;27:72-96.
- [2] Haeri A, Serio FG. Mucogingival surgical procedures: A review of the literature. *Quintessence Int* 1999;30:475-83.
- [3] Maynard JG Jr, Wilson RD. Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. *J Periodontol* 1979;50:170-4.
- [4] Randall J. Consensus report. Mucogingival therapy. *Ann Periodontol* 1996;1:702-6.
- [5] Wennström JL, Bengazi F, Lekholm U. The influence of the masticatory mucosa on the peri-implant soft tissue condition. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:1-8.
- [6] Silverstein LH, Callan DP. An acellular dermal matrix allograft substitute for palatal donor tissue. *Postgrad Dent* 1996;3:14-21.
- [7] Wei PC, Laurell L, Geivelis M, Lingen MW, Maddalozzo D. Acellular dermal matrix allografts to achieve increased attached gingiva. Part 1. A clinical study. *J Periodontol* 2000;71:1297-305.
- [8] Scarano A, Barros RR, Iezzi G, Piattelli A, Novaes AB Jr. Acellular dermal matrix graft for gingival augmentation: A preliminary clinical, histologic, and ultrastructural evaluation. *J Periodontol* 2009;80:253-9.
- [9] Silness J, Loe H. Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand* 1964;22:121-35.
- [10] Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand* 1963;21:533- 51.
- [11] Cohen ES. Mucogingival surgery. In: Cohen ES, editor. *Atlas of Cosmetic and Reconstructive Periodontal Surgery*. 3rd ed. Shelton: People's Medical Publishing House; 2007. p. 45-85.
- [12] Callan DP, Silverstein LH. Use of acellular dermal matrix for increasing keratinized tissue around teeth and implants. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:731-4.
- [13] Shulman J. Clinical evaluation of an acellular dermal allograft for increasing the zone of attached gingiva. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996;8:201-8.
- [14] Harris RJ. Gingival augmentation with an acellular dermal matrix: Human histologic evaluation of a case – Placement of the graft on bone. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:69-75.
- [15] Harris RJ. Clinical evaluation of 3 techniques to augment keratinized tissue without root coverage. *J Periodontol* 2001;72:932-8.
- [16] Wei PC, Laurell L, Lingen MW, Geivelis M. Acellular dermal matrix allografts to achieve increased attached gingiva. Part 2. A histological comparative study. *J Periodontol* 2002;73:257-65.

