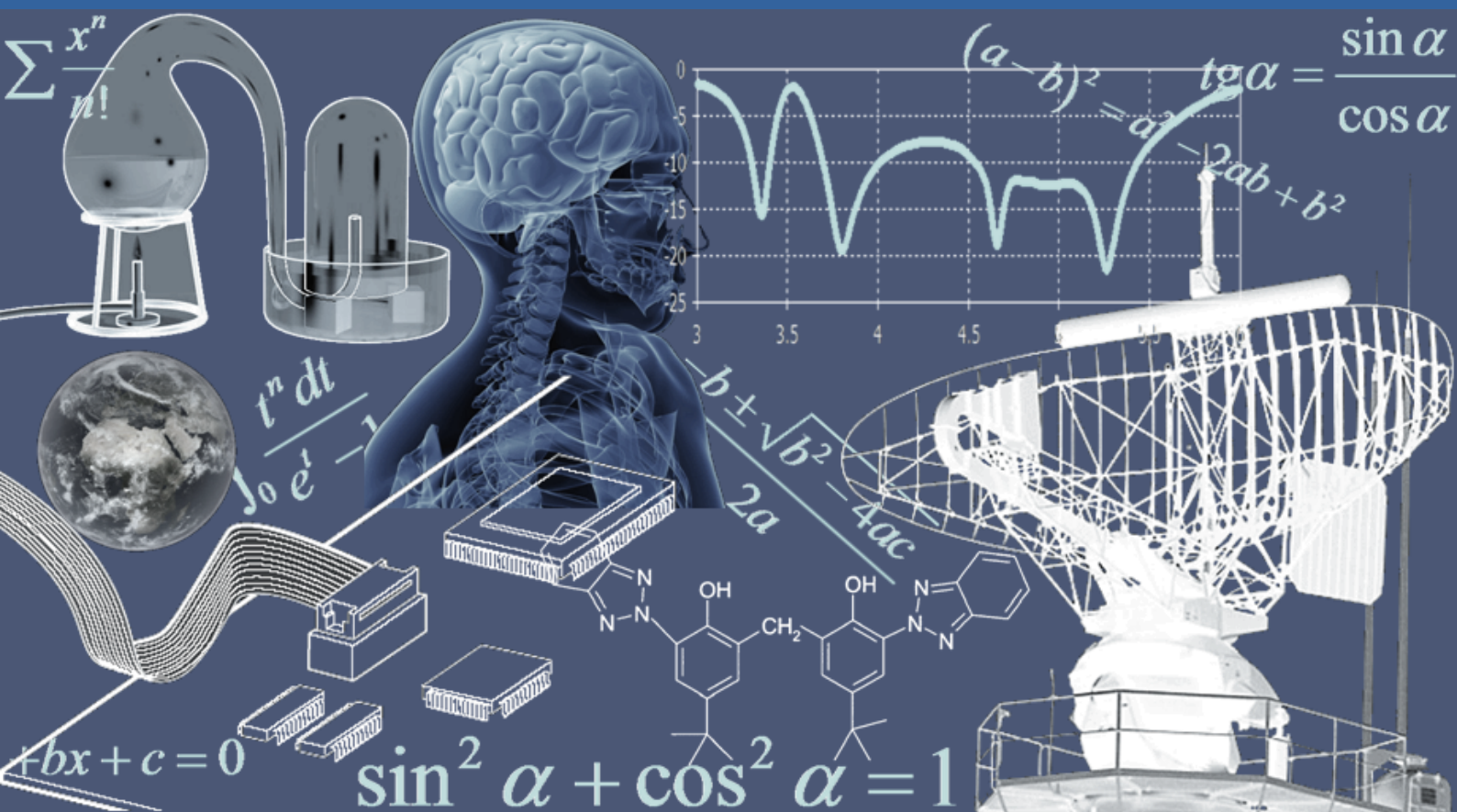


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 10 N. 4 March 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

International Journal of Innovation and Applied Studies (ISSN: 2028-9324) is a peer reviewed multidisciplinary international journal publishing original and high-quality articles covering a wide range of topics in engineering, science and technology. IJIAS is an open access journal that publishes papers submitted in English, French and Spanish. The journal aims to give its contribution for enhancement of research studies and be a recognized forum attracting authors and audiences from both the academic and industrial communities interested in state-of-the art research activities in innovation and applied science areas, which cover topics including (but not limited to):

Agricultural and Biological Sciences, Arts and Humanities, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Business, Management and Accounting, Chemical Engineering, Chemistry, Computer Science, Decision Sciences, Dentistry, Earth and Planetary Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Environmental Science, Health Professions, Immunology and Microbiology, Materials Science, Mathematics, Medicine, Neuroscience, Nursing, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceuticals, Physics and Astronomy, Psychology, Social Sciences, Veterinary.

IJIAS hopes that Researchers, Graduate students, Developers, Professionals and others would make use of this journal publication for the development of innovation and scientific research. Contributions should not have been previously published nor be currently under consideration for publication elsewhere. All research articles, review articles, short communications and technical notes are pre-reviewed by the editor, and if appropriate, sent for blind peer review.

Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Table of Contents

Co-operative Society: A Potential Source of Unemployment Reduction in Delta State, Nigeria	1046-1051
FOOD CONSUMPTION AND EXPENDITURE PATTERN OF PUBLIC SERVANTS IN DELTA STATE: A CASE STUDY OF DELTA STATE POLYTECHNIC OZORO, NIGERIA	1052-1057
CHARACTERIZATION OF A FIBRE REINFORCED PLASTIC CONCENTRATING SOLAR COOKER	1058-1064
Gender Mainstreaming at the Zimbabwe Open University (ZOU): Opportunities and Challenges	1065-1072
Molecular characterization of Mycovirus in the dermatophyte and non-dermatophyte fungi	1073-1075
Effect of Some Water Plant Extracts(Euphorbia helioscobia and leaves of Eucalyptus globules and Myrtus comminus on The Entamoeba histolytica Parasites That Grown in Beef Liver Infusion Medium	1076-1085
Dynamique des savoirs naturalistes des Pygmées Batwa de la région du Lac Tumba face au changement de leur mode de subsistance	1086-1102
Inventaire des champignons comestibles du Maroc	1103-1119
Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of <i>Nypa fruticans</i> Harvested from Oporo River in the Niger Delta Region of Nigeria	1120-1124
Evaluation du risque de contamination de la chaine Alimentaire en éléments traces métalliques de trois espèces maraichères cultivées au bord de la rivière Lubumbashi (KATANGA/RD CONGO)	1125-1133
Caractéristiques de l'agriculture familiale dans quelques villages de Kipushi: Enjeux et perspectives pour la sécurité alimentaire	1134-1143
Insécurité alimentaire dans les ménages agricoles de Kipushi (R.D. Congo): Une appréhension en termes de dépenses monétaires	1144-1149
Effets de doses croissantes de NaCl sur le comportement du bananier et la morpho diversité de champignons du sol	1150-1155
L'EGALITE DE TRAITEMENT DES USAGERS DES SERVICES PUBLICS : CAS DES ABONNES DE LA SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE « SNEL » DANS LE CENTRE COMMERCIAL DE KAVUMU	1156-1164
PROBLEMATIQUE DE LA GESTION FONCIERE DANS LE GROUPEMENT DE BUGORHE, SUD-KIVU, REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO	1165-1172
Impact de l'utilisation d'eaux usées traitées par lagunage à macrophyte à des fins d'irrigation sur la qualité du sol : Cas du traitement avec le vétiver (<i>Vetiveria zizanioides</i>) dans le périmètre maraîcher de M'pozo, à Matadi, en République Démocratique du Congo	1173-1185
STRATEGIES D'AUTOREGULATION, PRISE DE CONSCIENCE ET PERFORMANCES INTELLECTUELLES	1186-1194
Geometric abstraction in the Nubian painting and creating designs for printing upholstery fabrics	1195-1212
THE FIRST VIEW ON STRESS DROP OF SMALL EARTHQUAKES IN THE KIVU REGION, WESTERN BRANCH OF EAST AFRICAN RIFTS SYSTEM	1213-1224
Performance Evaluation of Fixed dome and Floating type Biogas Digesters for Tubewell Operation with Dual Fuel Approach in Pakistan	1225-1232
An Evaluative study of Emergency Obstetric Care Services in Southern Punjab	1233-1237
Effect of Loan Repayment on Financial Performance of Deposit Taking SACCOs in Mount Kenya Region	1238-1244
Chemical Composition and Antimicrobial Analysis of the Pods and Seeds of <i>Cola</i> ^{rostrata} and <i>Cola</i> ^{nitida}	1245-1250
Cartographie de la vulnérabilité multifactorielle à l'envasement des lacs collinaires de la Tunisie centrale	1251-1266
Quantification des apports liquides et solides dans le lac collinaire d'El Hnach en Tunisie	1267-1276
Application du modèle de Muskingum pour la prévision des crues de la Medjerda en Tunisie	1277-1285
Bénéfices non contraceptifs de la contraception orale	1286-1290
Prevention of the quality of cement from chemical and mineralogical parameters of the clinker	1291-1298
Passage aux normes IFRS au Maroc : fondements théoriques, intérêt et enjeux	1299-1311
Data Mining in Healthcare for Heart Diseases	1312-1322
Pratiquer la gestion des connaissances dans les petites organisations	1323-1334

Corrosion protection of Stainless Steel Used in Orthopedic Implants by Chemical and Physical Treatment	1335-1349
Les Systèmes Nationaux d'Information d'Eau dans la région sud-ouest de la mer Noire	1350-1360
Sharing Student Degree in content of Biology Book for second secondary class in Republic of Iraq, and Science book for Eighth class in Unit Arabic states (comparative, analytic study)	1361-1370

Co-operative Society: A Potential Source of Unemployment Reduction in Delta State, Nigeria

K. N. Tibi and C. N. Atoma

Department of Agricultural Extension and Management Delta State Polytechnic Ozoro Delta State, Nigeria

Copyright © 2015 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 assess the impact of cooperative society in reducing unemployment in Delta State, Nigeria. The list of all registered Cooperative Societies was obtained from the Ministry of Commerce and Industry. Twenty eight 28 cooperatives societies were randomly selected. The next stage was the random selection of ten respondents from each of the 28 cooperative societies comprising of 280 respondents. Both secondary and primary sources of data collection were used for the study. The primary data involved the use of structured questionnaire. Secondary data include journals, magazines and textbooks. Data was analyzed with Chi-Square. The result showed that males constitute 56 percent of the population, while the remaining 44 percent were females. On age of the respondents majority (77%) belong to the age bracket of 25-50 years. The rest were either above 50 years (19%) or below 25 years (4%). The marital status of the respondents showed that about 68 percent of them were married, 14 percent of them were single and 18 percent were either divorced or widowed. The survey of the farm income revealed that about 24 percent had less than N 100,000.00 as annual farm income, 38 percent had between N 150,000.00 and N200, 000.00, 38 percent had above N200, 000.00 annual farm incomes. The study further revealed that 71 percent of the respondents had been in cooperative business for less than 11 years, 23 percent had been member of cooperative societies for the past 11 to 20 years and the remaining 6 percent had cooperative experience of above 20 years. The average years of cooperative experience for the area was 9 year. The findings also showed that cooperative society was formed in the state with the objective of solving problems in order to meet the needs and aspiration of members through capital formation and mobilization. The result further revealed that a total of N 43,343,920.00 was generated by all the members of the 28 agricultural cooperative societies involved in the study, that is about 88 percent of the fund came from sixteen cooperative societies that make up farmers multipurpose and thrift and credit societies. The remaining 12 percent of the fund were contributed by the other twelve societies. A critical analysis of the result showed that average capital per member involve in the study was estimated to be N 61,047.77. The chi-square analysis on the impact of cooperative societies on employment generation showed that there is a significant impact (chi-square value = 51.8). Therefore, the young and agile graduates in Delta state can take advantage and reap of the substantial benefits of cooperative society in job creation especially as the unemployment situation in Delta State and Nigeria is worsening.

KEYWORDS: Cooperative, Societies, Capital, Mobilization, Unemployment.

INTRODUCTION

Unemployment is a major challenge in Delta State, Nigeria. Unemployment exist among professionals and non-professionals alike, among young school graduates, experienced professionals, tradesmen, and non-skilled workers. The consequences of unemployment are grave and may lead to increase in crime rates, loss of potential output, poverty, and loss of potential government revenue, professional studentship and family instability (Alam et al., 2009). Unemployment in Delta State has greatly affected households negatively by leading to family disintegration, the rising trends of female headed households and early and premature death.

One major source of unemployment reduction in Delta State is the formation of cooperative societies. Abia (2009) stressed that rural cooperatives played an important role in mobilizing and distributing credit to the farmers. He further stressed that cooperative provide members with a wide range of services such as credit, health, recreational and housing facilities. Agricultural cooperatives are also useful in the dissemination of information about modern practice in agriculture.

Cooperative society as a micro finance agency is a direct source of employment for members and those engaged in its management. It has been established that about 70 percent of Nigeria population is engaged in Agriculture (Nweze, 2002) while 90 percent of Nigeria total food production comes from small farms and 60 percent of the country population earn their living from these small farms (Tombola, 2009). Cooperative societies play significant role in the provision of services that enhance agricultural development. Onouha (2002), described Cooperatives as a medium through which services like provision of farm input, farm implements, farm mechanization, agricultural loans, agricultural extension, members education, marketing of members farm produce and other economic activities and services rendered to members. Regular and optimal performance of these roles will transform agriculture and rural economic development thereby generating and accelerating employment.

STATEMENT OF PROBLEM

Poverty, resulting from under development and unemployment is almost a recurring decimal in our national economy. One major source of unemployment in Nigeria is the lack of capital for investments. However, cooperative society is a veritable tool for capital mobilization and employment generation. This study intends to answer the following questions:

- i. What are the types of cooperative society in Delta State?
- ii. How can prospective investors overcome the deficiency of capital formation and mobilization in Delta State?
- iii. How can the menace of unemployment be eradicated or reduced in Delta State?

RESEARCH OBJECTIVE

The major objective of the study is to identify how cooperative society can help in reducing the problems of unemployment in the Delta State. Specifically, the study

- 1) identify the types of cooperative society in Delta State
- 2) examined how co-operative societies stimulate capital formation and mobilization
- 3) describe how cooperative society would help to create job and reduce unemployment.

RESEARCH METHODOLOGY

The study was conducted in Delta State. Nigeria, Delta State is located between latitude 7° 32'N to 8° 40'N and longitude 10° 25'E to 11° 15'E. It has twenty five local government areas and shares common boundaries with Anambra, Rivers, Bayelsa and Edo States. The estimated population figure for Delta State is 3,278,487 people which comprised of 1,691,736 males and 1,586,750 females (NPC, 2006). It is estimated that about 70% of the population lived in rural areas (Delta ADP, 2003). This population is made up of various ethnic groups, which includes; Urhobos, Ijaws, Ika's, Ishekiris' Isokos', Ukwanis' and the Aniochas'. The climatic cover of Delta State is tropical, which is divisible into two major seasons; dry season and wet season. The wet season begin towards the end of March and ends towards the end of October. In every wet season rainfall starts as late as April in some parts of the State. Dry season begins in November and lasts until late February. The harmattan wind is experienced during the dry season for about two months (December and January). The annual season daily mean temperature is 28° C, while in the hot season, the average temperature is about 35°C. High humidity is also common (Ibitoye, 2006). Important crops cultivated in the area include groundnut, maize, yam, cassava, corn, melon oil palm etc. Most of the farmers cultivate small plots of land. Farming activities usually starts around March with clearing of lands. The soils in the area consist of rich sandy loam soil. Farming activities are usually carried out through family and hired labour.

The list of all registered Cooperative Societies was obtained from the Ministry of Commerce and Industry from which twenty eight 28 cooperatives societies were randomly selected. The next stage was the randomly selection of ten respondents from each of the 28 cooperative societies comprising of 280 respondents. Both secondary and primary sources of data collection were used for the study. The primary data collected involved the use of structured questionnaire.

Secondary data used for the study include journals, magazines, news bulletin and the records of the selected cooperative societies in the state.

Data was analyzed with Chi-Square;

$$\chi^2 = (F_o - F_e)^2 / F_e$$

Where χ^2 = Chi-Square; F_o = observed frequency; F_e = Expected frequency

RESULTS AND DISCUSSION

Table I: Socio-Economic Variables of Respondents

Variables	Frequency (No)	Percentage
A. Sex		
Male	157	56
Female	123	44
Total	280	100
B. Age (years)		
Less than 25	11	4
25-50	216	77
Above 50	53	19
Total	280	100
C. Marital status		
Single	39	14
Married	190	68
Divorced/ widow	51	18
Total	280	100
D. Family Size (No.)		
Less than 5	160	57
5-10	106	38
Above 10	14	5
Total	280	100
E. Educational Status		
Illiterates	73	26
Primary	106	38
Secondary & above	101	36
Total	280	100
F. Farm Income (N)		
Less than 100,000	68	24
150,000 – 200,000	106	38
Above 200,000	106	38
Total	280	100
H. Years of Membership		
1-10	199	71
11- 20	64	23
Above 20	17	6
Total	280	100
I. Primary Occupation		
Farming	118	42
Civil servant	53	19
<u>Field Survey 2013</u>		

The socio-economic characteristic of respondents is presented in Table I. The socio-economic variables considered for the study include; sex, age, marital status, family size, educational status, farm income and years of membership. The males constitute about 56 percent of the population, while the remaining 44 percent are females. The high percentage of female members may be due to the fact that cooperative membership is free from gender, political and religious considerations.

Age of the respondents showed that majority of the cooperative members (77%) belong to the age bracket of 25-50 years. The rest are either above 50 years (19%) or below 25 years (4%). Even though there is no age limit in the membership of agricultural cooperative societies, agricultural activities are generally strenuous. Both young and old people may not be fit enough to carry out the operations of land cultivation. This implies that majority of the cooperative farmers in the State can engage in productive activities of the societies. The marital status of the respondents showed that about 68 percent of them were married. About 14 percent of them were single and the remaining 18 percent were either divorced or widowed.

The survey on farm income of respondents in table 2 above showed that about 24 percent had less than N 100,000.00 as annual farm income. About 38 percent had between N 150,000.00 and N200, 000.00 as annual farm income. The remaining 38 percent had above N200, 000.00 as annual farm income. Judging by the small farm size of the respondents coupled with the general low levels of farm income, it implies that cooperative farmers in the study area are still operating at the subsistence level. This is in agreement with the opinion of Kurimoto (2002) that over 90 percent of food supply in Nigeria comes from the agricultural population who are smallholder farmers.

The result of the study revealed that about 71 percent of the respondents had been in cooperative business for less than 11 years. About 23 percent others had been member of cooperative societies for the past 11 to 20 years and the remaining 6 percent had cooperative experience of above 20 years. The mean years of cooperative experience for the areas was 9 years. The large number of membership within the recent time may be due to government decision to provide loan and incentive to farmers through the cooperative societies. The study further revealed that only 42 percent of them are full time farmers while the remaining 58 percent of them took farming as secondary occupation.

THE TYPES OF COOPERATIVE SOCIETIES IN DELTA STATE

The study further revealed that cooperative society is formed in the state with the objective of solving problems in order to meet the needs and aspiration of members through capital formation and mobilization. The report of the study also showed that there are different cooperative societies in the state, namely;

- i. Multipurpose co-operative societies
- ii. Marketing co-operative societies
- iii. Consumers co-operative societies
- iv. Processing co-operative societies
- v. Industrial co-operative societies
- vi. Supply/purchasing co-operative societies
- vii. Credits and thrift co-operative societies

These co-operative societies operate at three levels: the primary, secondary and tertiary. The primary societies operate at the level of a community, the secondary society operate at the level of the local government area, while the tertiary or apex co-operative societies operates across the local government areas but within the state.

Table 2: Capital formation and mobilization by Cooperative Societies

In Delta State		
Variables	Amount (N)	Percentage (%)
A. Capital Accumulated		
Group farming	8,113,000	3
Farmers Multipurpose	9,465,000	44
Thrift and credit	9,480,000	44
Produce – marketing	8,164,920	5
Consumer	8,121,000	4
Total	43,343,920	100
B. Loan Disbursement		
Group farming	8, 100,000	3
Farmers multipurpose	9,450,000	44
Thrift and credit	9,475,000	45
Produce – marketing	8, 160,000	5
Consumer	8,105,000	3
Total	43,290,000	100
Field Surveu 2013		

Table 2 above showed that a total of N 43,343,920.00 was generated by all the members of the 28 agricultural cooperative societies including those not involved in the study were 710. The table revealed that about 88 percent of the fund came from 16 cooperative societies that make up farmers multipurpose and thrift and credit societies. The remaining 12 percent of the fund were contributed by the remaining 12 societies. A critical analysis of the table showed that average capital per member was N 61,047.77. This amount generally will make a meaningful contribution to poverty alleviation and employment generation in the state.

Table 3. Impact of co-operative societies on employment generation.

Response	Frequency				
	Fo	Fe	Fo-Fe	(Fo-Fe) ²	(Fo-Fe) ² /Fe
To a large extent	84	70	14	28	2.84
To an extent	112	70	42	252	25.2
To a little extent	49	70	-21	63	6.3
Not at all	35	70	-35	175	17.5
Total	280	280			51.8

Source: Field survey 2013

Table 3 represents the responses of respondents' and chi-square analysis on the impact of cooperative societies on employment generation. The result showed that there is a significant impact of cooperative on employment generation (chi-square value = 51.8).

Cooperative societies are organizational framework for effectively mobilizing the economic fortunes of people, especially people with low earning. As a socio-economic organization, co-operatives have enhanced the optimum utilization of resources, this is because problems and weaknesses of individuals are solved through the group effort of the co-operatives. Since resources are pulled together and the economics of such group effort are redistributed. It is a major source of capital formation for small and medium size firms which is available for the benefit of individual members. A cooperative society has employment creating impact thereby reducing unemployment rate. Therefore, the young and agile graduates in Delta state can take advantage and reap of the substantial benefits of cooperative society in job creation especially as the unemployment situation in Delta State and Nigeria is worsen.

REFERENCES

- [1] Alam, G.M. Khalifa, M.T.B. Shahjamal, M.M. (2009). Return from educational system in Bangladesh: an investigation on comparative flashback scenario. *Afr. J. Bus. Management*. 3(10): P 567-575
- [2] Alam, G.M. (2009). The role of science and technology education at network age population for sustainable development of Bangladesh through human resource advancement, *Sci. Res. Essays*, 4(11):1260-1270
- [3] Abia, O. (2009). 'Rural Co-operatives Societies and the Transformation of the Lower Cross River Region' *Kiabara*, 6: 1.
- [4] Agwu, G. (2006). *Problems of Microfinance in Nigeria*. Ita Press, Enugu. Bryce L (1996) *A History of the Western World*, Rand McNaley, Chicago.
- [5] Chuku, C. (2010). *The Impact of Microfinance Banks on Poverty Alleviation in Nigeria*. Unpublished Seminar Paper, Department of Economics University of Port Harcourt.
- [6] Ewubare, D.B. Aiie H.A. Akekere, A. (2008). *Financial Institution and Market*. Pearl Publishers, Port Harcourt.
- [7] Gibson, R. (2005). *The role of Cooperatives in Community Economic Development*, RID Working Paper # 2005-3.
- [8] Nweze, N. J. (2002). *Rural Development in Nigeria: Past approaches, emerging issues and strategies for the future*. *Nigerian Journal of Cooperative Studies*. 2 (1), 73-89.
- [9] Onje, S. O. (2003). *Introduction to Cooperative Studies*. Lokoja: Howard Publishers. Pp 68
- [10] Onouha, E (2002). A critique of the drafts of cooperative policy for Nigeria. *Nigeria Journal of Cooperative Studies*, 2 (1): 10-17.
- [11] Tombola M.O. (2009). Credit Delivery and Sustainability of Microcredit Schemes in Nigeria'. *People and places in the Global Economy. J. Enterprise Comm.*, 3: 1
- [12] Ukpere WI (2010). Demise of a single orthodoxy and the possibility of a co-operative economy. *Int. J. Soc. Econ.*, 37(3):239-253.

FOOD CONSUMPTION AND EXPENDITURE PATTERN OF PUBLIC SERVANTS IN DELTA STATE: A CASE STUDY OF DELTA STATE POLYTECHNIC OZORO, NIGERIA

K.N. TIBI and A. OYEM

Department Of Agricultural Extension And Management,
School Of Agriculture, Delta State Polytechnic, P.M.B.5, Ozoro., Nigeria

Copyright © 2015 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 was conducted in Delta State to examine the consumption and expenditure patterns of public servants in Delta State. One hundred and twenty (120) respondents were randomly selected from Delta State Polytechnic Ozoro, sixty (60) each for junior and senior staff respectively. Structured questionnaires were administered to a cross section of the respondents. The data obtained were analyzed using the ordinary least squares method of multiple regression analysis, T-test statistic, deriving marginal propensity to consume coefficients from simple regression model. The study revealed that female, (55%) constitute the majority of the employees in the study area. Most of the workers are young and energetic and represented the active labour force. Majority (69.17%) of the workers are married which indicated that a substantial part of their income was devoted to family upkeep. The empirical results further showed that there was a significant relationship between food consumption and expenditure on savings, investment, education, transportation and house rent at ($p < 0.05$). It was further observed that workers spend more money on food and other things as they receive their salary. However, the marginal propensity to consume (MPC) of low income workers was 0.786 while those of high income workers was 0.965 showing that both groups set aside a large proportion of their income on consumption. It can be concluded that most public servants in Delta State spend more of their income on food, transportation, rent, among others than save or invest. Recommendations are therefore made to encourage workers to save and invest through periodic wage reviews, staff motivation and education, checking the rate of inflation and provision of adequate food at affordable prices.

KEYWORDS: Food Consumption, Expenditure Pattern, Public Servants, Delta State, Nigeria.

INTRODUCTION

Usually the difficulty faced by public servants is not lack of food but lack of purchasing power on the part of households, individuals and in some nations (Gittinger et al 2012). Low income groups in less developed countries suffer from lack of "food security" mainly caused by lack of purchasing power.

The problem is that virtually all the wages earned are spent on consumption by the public servants. This malady is responsible for hunger, malnutrition, disease and the perpetuation of the vicious cycle of poverty.

However, this study is set to examine the consumption and expenditure pattern of public servants in Delta State, Nigeria. The specific objectives of the research include

- i. Identify socio – economic characteristics influencing the public servants in the area.
- ii. To compare the marginal propensity to consume (mpc) between low and high income groups of the public service.
- iii. determine the relationship between income and food consumption, saving, investments, education, clothing, health, transportation and house rent.

RESEARCH METHODOLOGY

This study was conducted in Isoko North and South Local Government Area of Delta State. The state is located between latitudes $5^{\circ}20'N$ and $5^{\circ}51'N$ of the equator and between longitude $5^{\circ}05'E$ and $5^{\circ}47'E$ of the Greenwich Meridian. The study area is about 610,868, square kilometers (ministry of land and survey) in size with a population of (National Population Commission, 1991). The topology of the area can be described according to Usoeje (2011) as water logged and the soil is allomorphic. The vegetation of the area is rainforest zone.

A sample frame of all governmental establishments in the two Local Government Areas was obtained. The primary data were obtained using well structured set of questionnaire. A total of one hundred and twenty (120) civil servants were selected randomly and interviewed among the Towns and Villages in Isoko North and South Local Government Areas, thereby giving each civil servant an equal chance of being selected. Sixty (60) civil servants were sampled from junior and sixty (60) from the senior cadres respectively.

The tools of analysis used for this study are (i) Simple descriptive statistics (ii) t-Test (iii) Regression coefficient. Simple descriptive statistics were employed to have a summary description of the data collected. This involved the use of central tendency such as percentages, means and frequency distribution. Multiple regression analysis was used to estimate both low income and high income groups of civil servants. For the t-Test was used to compare food consumption at old and new wage rate. The best regression fit was determined by a combination of criteria of the higher adjusted coefficient of multiple determine (R^2); the level of significance of the overall equation. The model in its general form is:-

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_8x_8 + e_i$$

Where:

Y = Income

b_0 = Constant term

b = Unknown coefficient to be estimated

e_i = Unobservable error

x_1 = Food consumption

x_2 = Savings

x_3 = Investment

x_4 = Education

x_5 = Clothing

x_6 = Health

x_7 = Transportation

x_8 = House Rent

T-Test specification for hypothesis testing was conducted to confirm the null hypothesis – civil servants minimum wage in Isoko North and South Government Area is not profitable. The formula for the t-Test is given by Spiegel, (1992).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}}$$

Where

$\bar{x}_1$ and $\bar{x}_2$ represent food consumption at the old and new wage respectively.

N_1 and N_2 represent sample sizes associated with civil servants of junior and senior cadres.

Marginal propensity to consume coefficients from simple regression model for both low income and high income groups of civil servants.

$$Y = a_0 + bc + e_i$$

Where:

Y = Income

a_0 = Constant term

b = Coefficient to be estimated which represent elasticity of consumption.

c = Consumption

e_i = Unobservable error

The elasticity of consumption (E_c); the elasticity of dependent variable Y (Gross Income) with respect to independent variable C is

$$E_c = dy/dc + c/y$$

But marginal propensity to consume (mpc) = dy/dc

Therefore, $E_c, \bar{Y} / \bar{C} = mpc$

Where: $\bar{Y}$ and $\bar{C}$ represent arithmetic means.

RESULTS AND DISCUSSION

Since socio-economic characteristics are known to influence the new minimum wage on food consumption and expenditure of civil servants the variables analysed in this study include: Age, sex, level of education, marital status, household size and years of working experience. Table 1 show that 46.67% of the sampled public servants were between the age brackets of 31-40 years. This shows that majority of the sampled civil servants were middle – age. It implies that they are active and effective proportion of the labour force working for government. Among this category are those shouldering family responsibilities. Those in the age bracket of 51-60 were the least with only 14-17%. In this group are those that have reached or about reaching retirement age.

The significant relationship between sex and the civil servant's minimum wage could be interpreted to mean that sex plays a very significant role in civil servants sector. The results showed that males constitute only 45% respondents. This could suggest that most males in the study area are self-employed. Obviously, men are the bread winners hence bear the responsibility for the family's upkeep. Majority of government employees surveyed in the study area were females (55%) government job affords them a dependable source of income with which they are able to render assistance to their husbands for the family's upkeep.

Table 2 also shows that the level of education of the respondents had close association with civil servants income. This study revealed that all respondents appeared to have one form of education or the other as there was no recorded illiterate. This could mean that some level of literacy is required to be able to function effectively as a civil servant. Graduates were in the majority constituting about 33.33% while first school leaving certificate holders were the lowest with a mere 18.33%.

Further analysis shows that only an insignificant number of civil servants were unmarried making up just 30.83%. The majority (69.17%) were married. This means that most civil servants are well established in families. Married ones expend more of their incomes for family use than unmarried ones. The household sizes are large, majority of them have between 6 to 10 members (65.83%) which explains why their food consumption and expenditure patterns are very high.

Most of the respondents, 56.67% have been in civil servant for between 11-20 years. This means that they must have acquired good promotions for higher income to meet their expenditure.

Table 2 represent the comparison of food consumption at old and new minimum wage rate. The result revealed that there is a significant ($p < 0.05$) difference between consumption at the old and new wage rates. This result shows that as income rises, people demand for more and better food consumption increases.

The result revealed that the marginal propensity to consume for low income groups of civil servants was 0.98 (table 3). This could be attributed to fact that low income groups devote 98.6% of their income for consumption. Similarly, the mpc for high income groups was 0.7967, indicating that out of their income they spend about 79.67% for consumption. The result revealed that there is a significant ($p < 0.05$) difference between the $mpcs$ of low and high income groups. This finding suggests that labour is still grossly under-remunerated as a larger percentage of workers incomes are devoted to consumption, thus leaving little or nothing for savings and investment. This phenomenon cannot allow for economic development. Any measure that can reduce food prices will greatly improve the real incomes of workers.

The relationship between income levels, saving and expenditure pattern is represented in table 4. The result showed that all the independent variables devote 88% of the variation in the dependent variable. All the estimated coefficients except for clothing (x_5) have a negative sign. This indicates that as income increase, food consumption, savings, and investment, expenses on education, health, transportation and house rent increases. This could be attributed to the fact that an increase in workers incomes are usually accompanied by general increase in the cost of living. Workers therefore resort to

prioritization of their expenditure. This may have induced reduction in their expenditure on clothing even while their income increased.

The regression coefficients of food consumption, savings, investment, education, transportation and house rent were statistically significant ($P < 0.05$). This implies that they are the most important items upon which income is spent. The reason for the insignificant effect of income on health expenses could be accounted for by the fact that as people begin to eat better food with rising income they become healthier and hence do not need to spend much on drugs. Similarly the f-value of the equation was statistically ($P < 0.05$) significant and tends to suggest that the joint influence of all the variables on new minimum wage is strong.

CONCLUSION

There was a significant relationship between income and food consumption, savings, investment, educational expenses, transportation and house rent at ($p < 0.05$). Workers consumed more food at the new wages the marginal propensity to consume (MPC) of low income workers was 986 while those of high income workers was 7967 showing that both groups set aside a large proportion of their income on consumption.

RECOMMENDATION

Wage increases in Nigeria are normally known to set off an inflationary spiral occasioning a general rise in the cost of living. Workers welfare will greatly receive a boost if they are appropriately remunerated and the necessary mechanism put in place to curtail inflation. This will consequently go a long way in raising the productivity of workers as well as checking corruption.

In order to boost increased welfare of workers the following feasible reform measures are recommended.

- Wage should be upwardly reviewed from time to time, to reflect the present economic realities.
- Wage increases should not be followed by increases in the price of petroleum products as this is capable raising the rate of inflation thereby mitigating the effect of wage increases.
- To improve the real incomes of workers, government should pursue a vigorous food production programmes that will ensure access to food for all people at all times and at affordable prices.

Table 1: Summary of Demographic Characteristics of Respondents.

Items	Variables	Number of Respondents	Distribution (%)
Age in Years Class	20-30	26	21.67
	31-40	56	46.67
	41-50	21	17.50
	51-60	17	14.16
	Total	120	100
Sex	Male	54	45
	Female	66	55
	Total	120	100
Educational Level	FSLC	22	18.33
	WAEC, SSCE,	26	21.67
	GCE or Equivalent	32	26.67
	NCE,OND, B.Sc,HND & above	40	33.33
	Total	120	100
Marital Status	Single	37	30.83
	Married	83	69.17
	Total	120	100
Household Size	1-5	35	29.17
	6-10	79	65.83
	11-15	06	5.00
	Total	120	100
Years of Working Experience	1-10	28	23.33
	11-20	68	56.67
	21-30	14	11.67
	41-50	06	5.00
	51-60	04	3.33
	Total	120	100

Source: Field Survey, 2013

Table 2: Estimated T-Value

Items	Mean Value	Variance	Sample Size	T- Value
Old Wage Rate	5298	19212	120	3.021
New Wage Rate	5333	3794	120	

Significant at 5% level of probability

Source: Field Survey, 2013.

Table 3: Marginal Propensity of Low Income and High Income Groups in Civil Servants.

Items	Range	Variable	Elasticity of consumption	MPC	MPS
Low-income groups	0.1-0.6	7472.982	.500	0.986	0.014
High income groups	0.7 and above	993.825	.204	.7967	0.2033

Source: Field Survey, 2013.

Table 4: Relationship between Income Levels Savings and Expenditure Habits in Civil Servants.

Variables	Regression Coefficient	T – Value
Food consumption (X ₁)	.616 *	3.58
Savings (X ₂)	.705 *	5.41
Investment (X ₃)	1.237 *	4.34
Education (X ₄)	1.229*	3.91
Clothing (X ₅)	- .234 NS	-.62
Health (X ₆)	.176 NS	.32
Transportation (X ₇)	2.074 *	3.49
House rent (X ₈)	4.339 *	87.90

Source: Field Survey, 2013.

$R^2 = 88\%$

F – ratio = 101.963

NS = Not significant at 1 and 5% level of probability. * = Significant at 1% level of probability

REFERENCES

- [1] **Anonymous, (2000).** “Promise Fulfilled” In Newswatch Magazine Edition of 15th May, 2000. Pp 15 – 20.
- [2] **Gittinger, J.P, Leslie, J. and Hoisington, C. (2012).** Food Policy: Integrating Supply, Distribution and Consumption. ED 1 Series in Economic Development. John Hophkins University Press, Maryland U.S.A.
- [3] **Usoeje, N.P (2011)** A New Geography of West African, London: Longman. Pp 21-50
- [4] **National Population Commission (1991).** National Census Result, Delta State Population Statistics, Asaba, Nigeria.
- [5] **Spiegel, M.R 2005).** Macroeconomic Theory, 10th Edition. Schaums Outline Series, McGraw Hills Book Company London.
- [6] **Timmer, C.P; Falcon, W.P; and Pearson, S.R. (2008).** Food Policy Analysis, John Hophkins University Press, Maryland U.S.A.

CHARACTERIZATION OF A FIBRE REINFORCED PLASTIC CONCENTRATING SOLAR COOKER

W. I. Okonkwo, E. A. Echiegu, N. J. Ogbuisi, and J. T. Liberty

Department of Agricultural and Bioresources Engineering,
University of Nigeria, Nsukka, Nigeria

Copyright © 2015 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: Materials remain the most vital input in engineering construction. Many materials exist for solar cooker fabrication. But much is not known of fibre reinforced plastic (FRP) material in solar cooker fabrication more especially in Nigeria. A concentrating solar energy cooker was designed, constructed and characterized at the National Centre for Energy Research and Development, University of Nigeria, Nsukka, lat 6.8°N and long. 7.29°E Nigeria. The study involved construction of mold and a scraper for the construction of the parabolic concentrating solar cooker. The solar cooker has an aperture area of 1.56 m² and a focal length of 0.5m with a stand support. The cooker has a manually adjustable thistle for pot positioning and tracking of the sun over the sky. The characterization of the cooker involved both temperature measurements and performance evaluation of the solar cooker using local food stuff. Performance results of the cooker was compared with three other solar cookers - a Japanese made concentrating solar cooker, an NCERD made concentrating solar cooker and a box type solar cooker simultaneously. Indication showed that the fibre reinforced plastic solar cooker was able to maintain maximum and minimum temperature range of 270 and 60°C, and 80 and 33°C under clear sky and cloudy weather while the imported Japanese, NCERD and box type solar cookers maintained temperature range of 350 and 40°C, 250 and 33°C, and 78°C respectively. The cooking test showed that the fibre reinforced plastic concentrating solar cooker performed better than the NCERD and the box type solar cookers, but performed lower when compared to the Japanese solar cooker. Observation showed that the concentrating solar cookers performed poorly under very poor weather showing that the solar concentrator cookers could only be a supplement to other cooking systems rather than being a substitute. The choice of fibre reinforced plastic was basically on the ease of molding, the non-corrosive and longer life expectancy, high strength to weight ratio and high flexural strength which makes it very attractive as a light weight material.

KEYWORDS: characterization, fibre, plastic, solar, cooker.

1 INTRODUCTION

Cooking is an act of preparation of food through the application of heat energy. It is a worldwide phenomenon, which cut across the globe irrespective of race or religion. According to Okonkwo et al (1999) cooking could be achieved by the application of heat through the use of conventional cooking fuels identified as wood fuel, kerosene, liquidified petroleum gas (LPG) and electricity or the use of solar energy for domestic and commercial purposes.

Energy for cooking accounts for about 90 percent of all household energy consumption in the developing countries (GTZ, 2002 and Burgos, 2008). Fuel wood alone accounts for over 50% of the overall energy consumption in Nigeria (Iwu, 1998). About 80% of this is consumed as firewood mainly in the rural areas. The average daily consumption is between 0.5 – 1.0kg of dry wood person. According to Sambo (1994) this is equivalent to 10 to 20MJ per day. A survey of heating technologies by United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) in 2005 at Okposi and Uburu communities, Ebonyi State, Nigeria revealed that about 26,000 tons of fuel woods costing about US\$1.5 million are used in the communities for salt extraction. The current rate of fuel wood consumption in Nigeria far exceeds the replenishing rate. This results to deforestation, soil erosion, desertification and air pollution with the attendant global warming.

In order to eliminate the drudgery involved in cooking and improvement on the current technologies of food preparation systems, material selection becomes imperatives. At present, different designs of solar cooking systems ranging from box to concentrating solar types exist in Nigeria. Major considerations have been on the mode of energy collection little or no attention given to materials of construction as an important factor.

Material selection as it is known is one of the most considered factors in engineering practice. Many types of materials have been used in solar cooker construction. These materials range from low cost materials such as mud and paper boards to high cost materials such as steels, mirrors (Seire, 2006) and concrete. Fabricating solar reflectors out of steel is time consuming and expensive and also subject to optical distortion due to fabrication stresses (Warren, 1991). The use of mud and concrete materials are considered to be cumbersome and a burden to carry in most cases. But one material that have not been really given fair consideration in Nigeria for solar cooker construction is fiber reinforced plastic (FRP). FRP is a composite, made up of polyester resins and glass fibers. It is widely used in engineering design because of its high strength, weight, flexibility and ease of fabrication. FRP can withstand large stresses and is considered cheaper than steel and concreted materials.

Construction of concentrating solar cooker requires maximum collector efficiency, which in all respect requires high tolerance construction techniques. In this report the design, development and characterization of a fibre reinforced plastic concentration solar cooker is presented. Light weight and high flexibility to form informed the choice of FRP over other materials in this study.

2 DESCRIPTION OF FIBRE REINFORCED PLASTIC CONCENTRATING SOLAR COOKER

2.1 COMPONENTS DESCRIPTION

The pictorial and diagrams of the fibre reinforced plastic (FRP) concentration solar cooker are shown in Fig. 1. The FRP concentrating solar cooker consists of three essential parts namely the concentrator, the support and the pot trestle. The concentrator is an elliptical shaped structure with 160cm and 124cm as major and minor diameters formed on a mould with circular diameter of 220cm constructed on a platform above the ground surface using block and concrete materials Fig 2. The solar cooker was molded and constructed with fiber reinforced plastic material using a scraper to form the shape. This was left for two days to harden. FRP material is considered suitable because it is easy to mold to size and shape. It is light in weight to be transported and a non corrosive material, an advantage over using mud or concrete materials or steel. The concentrator inside surface is covered with reflective surface for radiation reflection. The concentrator receives solar radiation, reflects and concentrates the same at the focal spot of the cooker. The focal point is 50cm away from the centre of the concentrator. The FRP concentrating solar cooker is mounted on a support, which allows manual rotation of the concentrator to track the sun across the sky. The support is made constructed with mild steel. The trestle holds or carries the pot at a fixed position where it receives concentrated solar radiation at the focal point. The trestle has a rotational rod and horizontal adjustable mechanism that ensures that pots are placed at the focal point during time of cooking. The trestle has a circular diameter of 20cm.

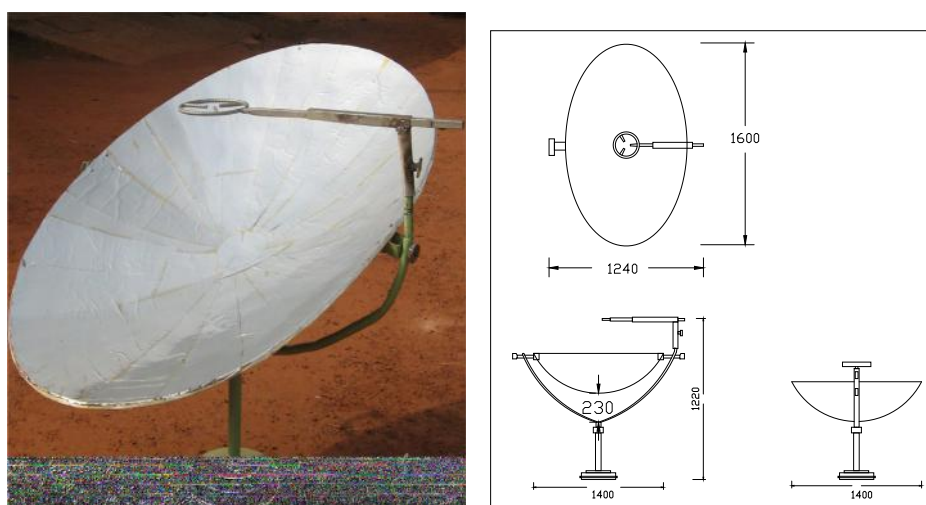


Fig 1: Fibre reinforced plastic solar energy cooker



Fig 2: A mould with FRP materials to form the concentrator and a scraper.

The scraper was developed with Fig.3 generated using equation 1

$$x^2 = 4fy \quad (1)$$

Where,

Y = values on the y-coordinate (depth of reflector)

x = values on the x-coordinate (diameter of reflector)

After plotting the above values on a cardboard paper, it was placed on a metal sheet and cut to shape to form the scraper

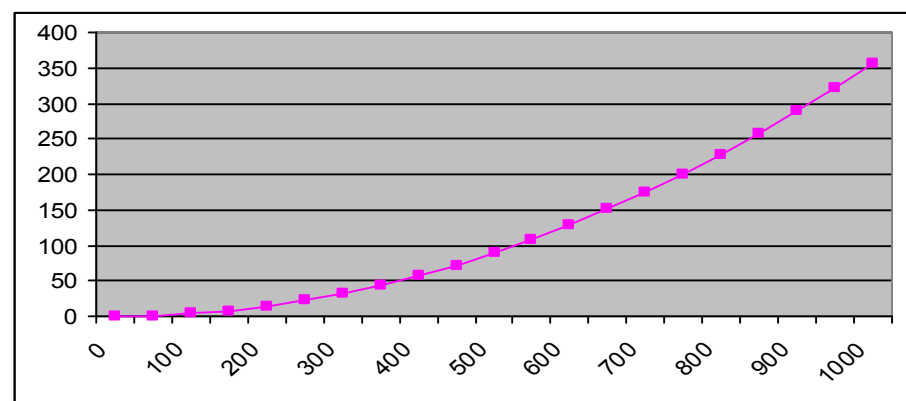


Fig 3: Graph of parabolic scraper

3 THEORETICAL CONSIDERATIONS

3.1 DESIGN CONSIDERATION

Portability, malleability, resistance to environmental conditions and ability to withstand thermal and mechanical stress for a long time are major considerations in this design. The cooker could cook local food stuff under normal circumstances of clear sky sunny day with ease for five persons.

Heat requirement to complete a cooking operation is estimated by

$$q_u = C_p \frac{\partial T}{\partial t} \quad (2)$$

Concentrating solar collectors make use of direct radiation only. The direct radiation incident on the solar cooker is estimated by ASHRAE (1986) as

$$H_{BN} = A \ell \frac{B}{\sin \beta} \quad (3)$$

A and B in the above equation were obtained using Hsieh (1986) with month of February as a reference. The latitude angle was determined by

$$\theta = \text{Arc sin}[\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cosh] \quad (4)$$

h = hour angle, degrees

= $\frac{1}{4}$ (number of minutes from local solar noon)

n = the nth day of the year.

The area of solar collector was determined based on the amount of heat required to accomplish cooking operation. This is given by

$$A_{sc} = \frac{q_u}{\eta_c H_B} \quad (5)$$

$$H_B = H_{BN} x \sin \theta \quad (6)$$

The diameter of the solar concentrator was calculated using

$$D = \frac{\sqrt{4A_{sc}}}{\Pi} \quad (7)$$

The area of point of placement of cooking pot was determined by

$$A_r = \frac{\Pi D_r^2}{4} \quad (8)$$

The concentration ratio, Cr, was determined by Duffie and Beckman (1980) as

$$Cr = \frac{A_{sc}}{A_r} \quad (9)$$

4 CHARACTERIZATION OF FRP CONCENTRATING SOLAR COOKER

A comparative performance evaluation of the fibre reinforced plastic (FRP) concentrating solar cooker and three others - a Japanese made concentrating solar cooker, an NCERD concentrating solar cooker and a box type solar cooker was conducted at the National Centre for Energy Research and Development, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria, lat. 6.8°N and long. 7.29°E. Equal samples of local food stuff to include yam, rice, beans, eggs and water were cooked and boiled using the solar cookers respectively and simultaneously in an open air. Rise in temperature of the cooking samples, the receiver and ambient condition were monitored with thermocouple wires connected to a common switch system and mercury-in bulb thermometers. Measurements were taken at ten minutes intervals. Solar radiation data for the period of the test experiment were collected from the Meteorological Unit of the National Centre for Energy Research and Development, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

4.1 RESULTS AND DISCUSSION

The results of cooking tests are tabulated in Tables 2 and 3. The results consist of data collected under clear sky and cloudy days respectively. The performance test showed that the FRP concentrating solar cooker maintained maximum and minimum temperatures of 270°C and 60°C, and 80°C and 33°C under clear and cloudy weather conditions. Under the same

conditions the Japanese, NCERD made solar cookers, and the box type solar cookers maintained temperature range of 350°C and 80°C, 85°C and 40°C, 250°C and 33°C, and 67°C and 29°C, while the box solar cooker maintained a temperature range of 78°C and 45°C respectively.

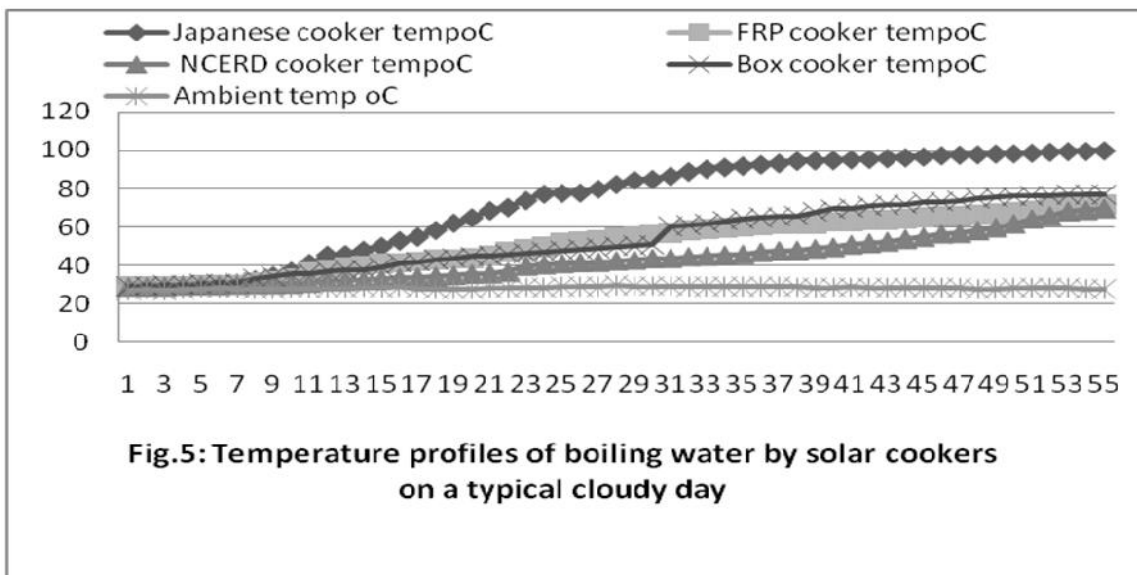
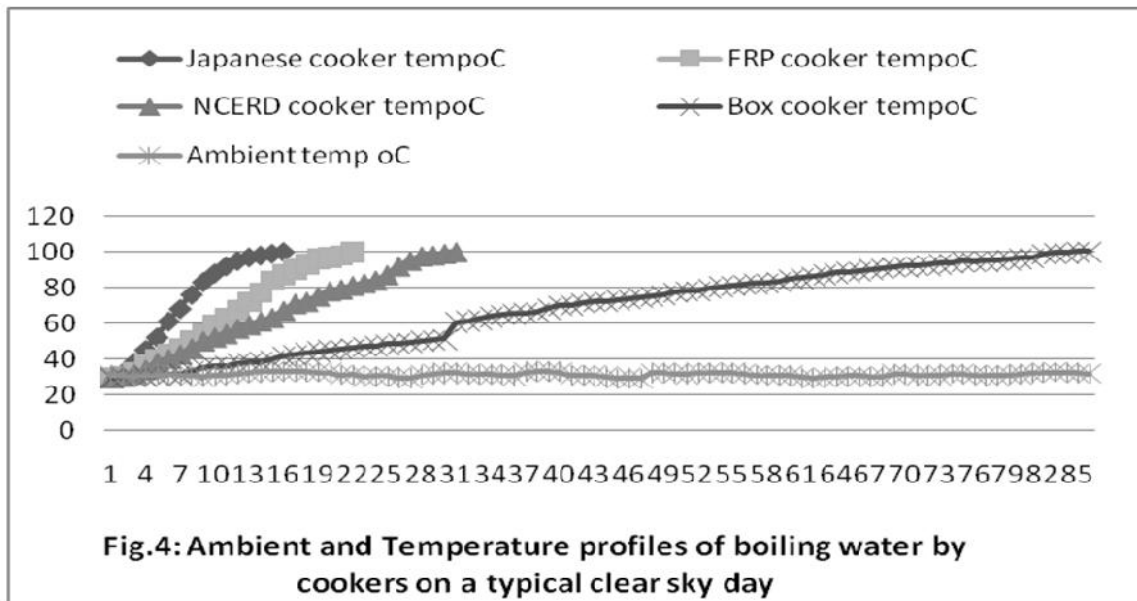
Results showed that the FRP concentrating solar cooker was able to cook food under Nsukka climate. The cooking test by FRP solar collector was considered better than the NCERD concentrating solar cooker and the box type solar cooker, however the performance was observed to be lower than the Japanese concentrating solar cooker on both the days of operation (Table 1 and 2). While it took the FRP solar cooker 56, 67, 115, 34 and 23 minutes to cook and boil water, the Japanese made solar cooker took 48, 53, 96, 23 and 17 minutes respectively to cook and boil the same quantity of sampled food stuff under the same weather conditions on a clear sky day. While the Japanese solar cooker showed better performance, the FRP concentrating solar cooker performed better than the other two, the NCERD and box type solar cookers (Tables 1 and 2). The better cooking performance of the FRP solar cooker over the NCERD and the box solar cooker could be attributed to the ability of the FRP cooker to concentrate and converge the incident and reflected rays from the concentrator at the domain of the focal point of the cooker. The contribution of the material of construction may have some contributory effects. The Japanese solar cooker performed better than all others because of design precision and quality of materials used in construction. The cooker is made of a reflective shining surface of stainless metal sheet while the FRP and NCERD solar cookers were made of aluminum foil, which must have affected their low performance. The solar radiation intensity during the period of the performance test was between 754W/m² and 176W/m² maximum and minimum respectively. It was observed that the solar cookers performed better on clear sky days than the cloudy days. The indication is that the performance of solar cooker is a function of solar radiation intensity. On cloudy weather, the performances of solar cookers were poor. This further suggests that solar cooking can only be a supplement to other cooking fuel system such as kerosene stoves and fuel wood rather than be a substitute (Okonkwo et al 1999). Figs 4 and 5 show the temperature variations of boiling water with the solar cookers.

Table 2: Cooking test performance of solar cookers on typical clear sky day

Samples	Quantity	Japanese Cooker time (mins)	FRP cooker time(mins)	NCERD cooker time (mins)	Box type cooker time(mins)
Yam	800g	48	56	68	94
Rice	5cups	53	67	83	102
Beans	3cups	96	115	125	152
Eggs	5	23	34	45	87
Water	1400g	17	23	32	116

Table 3: Cooking test performance of solar cookers on typical cloudy day

Samples	Quantity	Japanese Cooker time (mins)	FRP cooker time (mins)	NCERD cooker time (mins)	Box type cooker time(mins)
Yam	800g	118	146	158	123
Rice	5cups	130	165	169	187
Beans	3cups	187	193	225	194
Eggs	5	43	65	68	125
Water	1400g	56	75	79	158



5 CONCLUSION

The design, construction and characterization of a fibre reinforced plastic (FRP) concentrating solar cooker have been presented. Comparative result analysis showed that FRP solar cooker performed better than an NCERD and box type solar cookers but was however lower in performance operation when compared with a Japanese made concentrating solar cooker. It was observed that solar cookers performed best under clear sky climate. This therefore makes solar cooking weather dependent. Solar cooking could only be supplement rather than a substitute to other cooking systems. The use of fibre reinforced plastic material for solar cooker has advantages of non corrosiveness, ease to form and less weight over other materials.

NOMENCLATURE

q_u	useful heat required for cooking operation, W
M	mass of food, kg
C_p	specific heat capacity of water, kJ/kg $^{\circ}$ C
T	Temperature, $^{\circ}$ C
t	time required for cooking operation, mins
H_{BN}	beam radiation at normal incidence on the cooker, W/m 2
A	apparent solar radiation at air mass, W/m 2
B	atmospheric extinction coefficient, dimensionless
α	solar altitude angle
F	latitude angle, degrees
d	solar declination, dimensionless
A_{sc}	area of of solar cooker, m 2
h	efficiency, %
D_r	diameter of receiver, m

REFERENCES

- [1] GTZ, (2002). "Household Energy Programme". Paper Presented at *African Solar Energy Development Summit*, Kenya www.gtz.de.
- [2] M. F. Burgos, Wanck S.T, Schmidt J., Hasting H., and Gorham E. (2008). "Solar Cooker Earth Analog and Comparison of Design Efficacy, *Global Climate change EES Pg. 359*.
- [3] G. O. Iwu (1998). Energy Options in the Industrialization and Development Process of the Nation: What role for coal. *Bullion publication*, Vol.22 No. 4, Oct/Nov. pp.30 – 38.
- [4] A. S. Sambo (1994). Overview of Renewable Energy in Nigeria: Resources and Applications. *Workshop proceedings, National Workshop on Solar Photovoltaic Application*, pp. 4 p – 9.
- [5] A. Seire (2006). Solar Cookers, *Sunseed Desert Technology*, Apdo.9, 04270, Sorbas, Almeria, Spain. www.sunseed.org.uk
- [6] Warren, W.G (1991). Parabolic solar Collector Body and Method. US Patent. <http://www.patentstorm.us/patents/5069540.html>
- [7] ASHRAE (1981). Handbook of Fundamentals: American Society of Heating. Refrigeration and Air-conditioning Engineers Inc. New York.
- [8] W.I. Okonkwo, C. O. Akubuo and P. Mageswaran (1999). Development and Evaluation of a Concentrating Solar Cooker Under Nsukka Climate, *J. Agric. Engineering and Technology*, pp. 29 – 35.

Gender Mainstreaming at the Zimbabwe Open University (ZOU): Opportunities and Challenges

Vincent Itai Tanyanyiwa

Department of Geography and Environmental Studies, Zimbabwe Open University,
P.O. Box MP 1119, Mt. Pleasant, Harare, Zimbabwe

Copyright © 2015 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: Gender Mainstreaming is imperative in contemporary development planning. It is a globally accepted strategy for promoting gender equality especially in institutions of higher education. Universities are crucial centres for change and gender mainstreaming their curriculum, enrolments, and general operation is crucial as it will enable them to fulfil this mandate. Enhancing quality education by women and men, and removing gender stereotyping in the curriculum, career choices and the professions is the *sine qua non* for sustainable development. In this respect, obstacles to women's participation in higher education need to be minimised or eradicated completely. Therefore, recruitment, enrolments, promotions and organisational structures need to be gender mainstreamed. This research involved extensive documentary reviews. Interviews with key selected stakeholders, representative of students, academic and administrative staff and top-decision makers and implementers were also conducted. The paper suggests that the application of a gender mainstreaming strategy is possible, though complex. The case study institution analysed shows some progress but there are still many challenges relating to structural issues, sustainability, policy formulation, the commitment of actors involved, and the whole aspect of attitudinal change both at individual level and collectively for the university.

KEYWORDS: Gender, Gender Auditing, Gender Budgeting, Gender Mainstreaming, Gender Planning.

1 BACKGROUND

Gender disparities in various societal organisations have been a subject of ongoing research initiatives. Gender mainstreaming is imperative in contemporary development planning. Gender Mainstreaming is a globally accepted strategy for promoting gender equality [1] Mainstreaming is not an end in itself but a strategy or an approach, a means to achieve the goal of gender equality. Mainstreaming involves ensuring that gender perspectives and attention to the goal of gender equality are central to all activities - policy development, research, advocacy / dialogue, legislation, resource allocation, and planning, implementation and monitoring of programmes and projects. Universities are crucial centres for change in terms of research and manpower development and gender mainstreaming their curriculum, enrolments, and general operation is crucial as it will enable them to fulfil this mandate. Enhancing quality education by women and men, and removing gender stereotyping in the curriculum, career choices and the professions is the *sine qua non* for sustainable development [1]. In this respect, obstacles to women's participation in higher education need to be eradicated. Therefore, recruitment, enrolments, promotions and organizational structures need to be gender mainstreamed. The underlying argument of the paper is that the higher education sector in Zimbabwe and more specifically at the Zimbabwe Open University (ZOU) is not "sufficiently" gender mainstreamed. This is so in spite of the fact that as early as 1992, the University of Zimbabwe, the oldest university in the country and the one that gave birth to ZOU adopted affirmative action policy. Gender is the socially determined division of roles and responsibilities and power between men and women. These socially constructed roles are usually unequal in terms of power and decision making. These inequalities are also manifest in control over assets and events, freedom of action and ownership of resources, among others [2] Furthermore, gender roles and responsibilities are culturally specific and can change over time, sometimes being rapidly influenced by socio- economic and technological change. The ZOU has its

own gender culture that is relationships between women and men, e.g. in whose hands are the most powerful positions, who has access to more resources, and who has stronger networks which they can appropriate to their own ends.

2 GENDER IN UNIVERSITIES

University education is one of the most key institutions responsible for re-thinking and re-defining reality thus a key to change. Gender is one of the changes that need to be addressed. Research and development are major sources of knowledge, and universities are responsible for creating new knowledge, new values and attitudes. Universities play a critical role in mapping out feasible potential directions that Zimbabwe can take, whilst taking into consideration the historical context. The impact of gender disparities is a negation of the fundamental principles underpinning the existence of universities. [3] asserts that: "In order for universities to be leaders and role models for democracy they must themselves practice the politics of inclusion and forge democratic principles." Gender is one of the tenets of development therefore mainstreaming gender in universities is fundamental to matters that require to be addressed urgently, as it goes beyond the effecting of social justice and equity. Gender mainstreaming processes are contested; the contestation is evidenced by the reluctance to discard sectional or special projects for women and to make space for them in everyday operations, positions and situations where policies, priorities and executive decisions are made. The gender debate in universities cannot be isolated from the broader political, social, cultural and economic context. Locating the gender debate in universities within this context helps to move towards a more systematic approach and broader understanding of the dynamics at play in historical space and time. In line with this view, it is important to locate this gender debate as embedded, in the first instance, to pre and post independent Zimbabwe whilst concurrently considering the influence of socio-economic and political variables.

A university is culturally defined, and reflects and replicates the values of those who set it up (in the case of ZOU, the Government of Zimbabwe). Universities are by tradition gendered. Every institution normally has four components; strategy, structure, systems and culture () as explained below;

- Strategy includes an organization's vision, mission, goals and how it intends to achieve them.
- Structure refers to its divisions, allocation of tasks, and positions of authority and responsibilities, and the relationships between its members.
- Systems constitute the rules, regulations, policies that govern the operations of the institution.
- Culture is the shared values, opinions and norms of its members as determined by the conventions and unwritten rules of the organization, its norms of cooperation and conflict, mores and its channels for exerting influence. Gender mainstreaming would imply engendering each of these organizational aspects and levels.

3 TRENDS IN UNIVERSITY LEADERSHIP IN ZIMBABWE

A random selection of Zimbabwean universities reveals the following trends in top management structures;

- ❖ The Chancellor of all State Universities, the President of Zimbabwe is male
- ❖ Zimbabwe Council of Higher Education (ZIMCHE), the regulatory body of Higher Education in Zimbabwe is headed by a male
- ❖ University of Zimbabwe (UZ), the oldest university in the country, the Vice Chancellor (VC) is male, one female Pro Vice-Chancellor (PVC), the other PVC is male
- ❖ At Midlands State University (MSU) the Vice-Chancellor is male; the same applies to his two PVCs.
- ❖ At National University of Science and Technology (NUST) the VC is male; the same applies to his PVC.
- ❖ At Chinhoyi University of Technology (CUT) VC is male and PVC is male
- ❖ The executive management of Zimbabwe Open University (ZOU) has one woman out of seven, though the VC is female
- ❖ Women's University in Zimbabwe (WUA) is headed by a female VC though the PVC is male

In most universities Zimbabwe, women are concentrated at the lower end of the institutional hierarchy. In 2014 at ZOU there are no women full professors but only two associate professors. This picture points to the poor ratio of women to men in management and operations of the universities in Zimbabwe and the same scenario is evident especially in science and technology where very few women are represented. It becomes essential to ask questions; what could have contributed to this scenario? Don't we have enough highly educated women who can assume leadership positions? Are universities justified

in criticising structures that perpetuate oppression when they are themselves promoting the same inequalities? Is gender equality less important than other forms of equality? How can universities offer contemporary solutions through research when their structures are still antediluvian? Regardless of the existence of enabling well crafted policies gender disparities persist in most universities in Zimbabwe and beyond. The situation is a clear manifestation of the gap that exists between policy formulation and implementation. This scenario shows that women are not entering postgraduate programmes at the same rate that they enter undergraduate programmes in Zimbabwe. For that reason it will be a canard to expect women to be comparatively represented on university teaching, research programmes and management structures. The ratio of women in management is very small compared to that of men.

4 THEORETICAL FRAMEWORK

The analysis of gender mainstreaming is premised through an analysis the Moser Framework

4.1 MOSER FRAMEWORK

The Moser Framework is based on concepts of gender roles and gender needs as well as policy approaches to gender and development planning [5]. The framework aims to set up gender planning in its own right. Gender planning aims to emancipate women from their subordination, leading to their achievement of equality, equity and empowerment. However, this varies with context, and is dependent on the degree to which women are subordinated in status to men [6]. The framework questions assumptions that gender planning is a purely technical task and views it as distinct from traditional planning methods. Instead, it views gender planning as both political and technical in nature, assumes conflict in planning process, involves transformatory processes and characterizes planning as debate [6]. The Moser Framework has 4 categories of analysis. These are the Triple Role Framework, Practical and Strategic gender needs, Disaggregation of control of resources and decision making within the household and distinguishing between Women in Development (WID) / Gender and Development (GAD) policy approaches. The framework makes work visible and valuable through the concept of triple roles and categorises policy approaches. Furthermore, the framework moves beyond technical elements of planning to recognize socio-economic and political dimensions in gender mainstreaming. The Moser framework assumes conflict of interest in the planning process and recognizes the transformative potential of gender planning. The framework conceptualizes planning as aiming to challenge unequal gender relations and support women's empowerment [6]. However, the idea of gender roles obscures the notion of gender relationships and can give false impressions of natural order and equality. The Moser Framework however ignores factors such as class, race and ethnicity in its approach. Moreover, the framework is static; it does not examine change over time as a variable. Potentially, policy approaches which could seem to be mutually exclusive may overlap in practice. The shift in focus from WID to GAD is clearly articulated in the feminist political ecology theory. This theory carries with it assumptions that gender differentiation can be traced to societal division of labour, property rights and power relations, whether these are gendered, physical, racial, class-based, or cultural [7]. The feminist political approach can be used to analyse power dynamics that influence decision making processes at the Zimbabwe Open University. This is the conceptual approach that underpinned this study.

5 MATERIALS AND METHODS

The qualitative research methodology formed the basis of this study, although a quantitative research design was also employed. The two approaches are complementary, providing different perspectives and answering different specific questions within any one broad area [8]. In addition, qualitative research is inherently multi-method in design [9] and [10] and this enabled use of triangulation to validate data gathered through extensive documentary reviews, interviews with key selected stakeholders, representative of students, academic and administrative staff and top-decision makers and implementers were also conducted. In the same respect, [8] state that qualitative research may help to understand the findings of quantitative research. In this way, the researcher endeavoured to offset the potential biases associated with quantitative research, mainly, such as being subject to researcher bias [8]. Fundamental to this study is the use of a case study. Detailed empirical research is needed in a specific geographical context to understand the dynamics of gender mainstreaming. The approach is an efficient way of capturing context specific details. A case study is "an empirical enquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context" and is particularly suitable for answering the 'how' and 'why' questions [11] for instance; How does Gender Mainstreaming contribute to development? A case study is also defined as an empirical inquiry that investigates a phenomenon within its real-life context and relies on multiple sources of data [12].

6 GENDER MAINSTREAMING POLICY AT ZOU AND EXISTING ACTIVITIES TO INITIATE AND STRENGTHEN IT

Gender mainstreaming is the process of assessing the implications for men and women of any planned action, including legislation, policies or programmes in all areas at all levels [1]. It is a strategy for making women's and men's concerns and experiences an integral dimension of the design, implementation and monitoring and evaluation of policies and programmes in all economic and societal spheres so that women and men benefit equally and inequality is reduced. The rationale for gender mainstreaming and gender equality policy perspective at the ZOU is twofold; a human rights perspective to ensure that women and men have equal access and control over recognising the different interests, roles and responsibilities and needs of women and men in order to meet and support these, with the aim to achieve an effective and sustainable development [13].

Most stakeholders (80%) at the ZOU seem aware of the need for gender equity and equality but reality on the ground proves otherwise. Women are grossly under-represented as students, lecturers and administrators. Less than forty per cent of the university enrolment of about 5 000 students is female as at June 2014. The University does not have a clear-cut gender-mainstreaming policy. It has affirmative action policies; but these appear to be mere policy frameworks which do not have any significant bearing in reality, for example students are recruited on the strength of their qualifications rather than anything else. There are no gender equity policies with reference to staff recruitment, retention and promotion, as well as staff development policies. Of course, many ZOU adverts for staff recruitment end with the familiar phrases; Women candidates are especially encouraged to apply or ZOU is an equal opportunity employer. Such implied gender sensitivity does not tally with specific goals within the university itself.

Deliberate long-term efforts should be enacted to empower women in the academe. However, universities at times face the invidious position of not having an ample base from which they can select competent women as either staff or students. The lower education system still has a gender related bottleneck system, whereby women's representation shrinks as the education hierarchy proceeds especially in the developing world, so much so that, by the time of entry into universities women will be grossly underrepresented. Out of 16 universities in Zimbabwe, only the Zimbabwe Open University and the Women's University in Africa (WUA) have female vice chancellors, this is inconsistent with the gender policy advocated for by both the Ministries of Gender and that of Higher Education, science and technological development. At the ZOU less than half the executive posts are occupied by women, for example of the five executive dean posts only one is occupied by a female. Of these 5 three are professors and two are PhD holders (including the female Dean). Of the six state universities in the country ZOU is the only one that has a female vice- chancellor.

The positions of Manager, Academic Registry and Director, Academic, Registry are all occupied by females. The Director Works Department is also headed by a female. In a University set up these are very influential posts. Positions below the level of the Dean are predominantly occupied by men, in 2011 out of a staff complement of 851, 39% were female and females made up 46% of the total enrolment. The 2009 graduating cohort saw 36% females graduating out of 1311. The regional centres found in each of the country's ten geo-political provinces are mainly managed by men (80%). This is so despite the fact that the majority of these Regional Directors are holders of Master of Education Degrees Programmes and they came from the education sector where there are a significant number of women as teachers. This explains that the education sector in Zimbabwe is mainly controlled by men. Of the three departments under the Faculty of Science and Technology, which is headed by a male dean, two chairpersons position are occupied by males. This may imply that a few women specialised in the sciences both at high school and university and hence the need for gender mainstreaming at all levels of education at ZOU and Zimbabwe in general. There is therefore the need to bring in science bridging courses to cater for both female and male students who fail to register for first time so that they prepare for science education at University. In the same vein the ZOU can expand its staff development programmes so that those Lecturers with a Masters Degree are encouraged to pursue PhD Studies with financial assistance from the university. The institutionalisation of gender mainstreaming policies and strategies has to be done at different levels in the ZOU that include the following:

- Council
- Senate
- Academic Bodies
- Administrative Bodies
- Faculties
- Departments
- Teaching ,Curriculum and Textbooks
- Research and Development
- Internships

- Alumni
- Student Bodies
- Classroom Facilities.

7 GENDER BUDGETING

An institutions commitment to social justice is seen by its allocation of budgetary resources for women. Often governments and institutions are very quick to tick on the checklist that they have signed and ratified international instruments and put policies and laws in place that promote social justice for women, but they seldom match this with the necessary budgetary allocations that actually translate the signature into the transformation of women's lives. This transcends from the Government to the ZOU. This is the reason why women's rights activists have over the years spent significant amounts of energy advocating for gender budgeting, as a model and tool that ensures effective and responsive public policies for women. The overall goal of gender budgeting is to reduce gender inequalities and to promote gender-sensitive development policies for poverty reduction and improvement of the welfare of women and men, boys and girls through the national budget – to achieve gender-sensitive budget that address the needs of all people equitably, while taking into consideration the special needs of people with disabilities, the youth and the elderly [1].

Mainstreaming gender into the university curriculum and the creation of the Gender Mainstreaming Department within the Zimbabwe Open University set up will help towards the realisation of a fully gender mainstreamed university. Changing the organisational culture which is still male dominated and Gender budgeting need to be taken into serious consideration towards the realisation of this endeavour. There is also the need to identify areas requiring more data to highlight important gender disparities. The university system should take gender issues as an integral part of all its dialogue, discussions, programming and planning process in all quarterly and annual reviews. An ongoing process of dialogue and consultation on gender issues integration should be established with all relevant stakeholders that include other Universities in the country and abroad, Government and civil society.

8 LACK OF GENDER DISAGGREGATED DATA

Enrolment figures are fairly covered in most universities including ZOU however the following areas need more attention: Gender imbalance at admissions i.e. enrolments by year and discipline, availability of data will make it easier to make appropriate interventions e.g. affirmative policy whereby because of inherent women disadvantages those with lower qualifications may be admitted. All ZOU statistics should be disaggregated by sex (gender disaggregated data) and should fully capture the following to be more comprehensive and illustrative;

- Information on place of origin , ethnicity etc
- Indicators of absenteeism failure to do assignments etc
- Achievement level both men and women
- Completion rates
- Repetition rates
- Leadership role in student affairs
- Marital status
- Financial situation
- Dropout rates and reasons for dropping e.g. marital problems , there is very little or no data for this
- Sexual harassments reports this data needs collation

9 GENDER AUDITING IN ZOU

Gender auditing is a process to understand the situations of women relative to those of men in a given institution; areas of focus may include on the gender gaps in enrolment, retention and achievement by men and women [1]. A gender audit will enable ZOU to decide and secure commitment of top management to change towards greater gender equality so as provide gender training to human resources practitioners and staff. This done so that policies enacted are sensitive and fair to women and men's needs at work. The human resources department needs to sponsor training for and hire more women at higher levels of academic management and administrative grades in ZOU. In addition there is need to produce guidelines on gender-sensitive interviewing and assessment of applicants. Equal weighting should be given to different areas of academic excellence (research, teaching and community service) so that both men and women can excel in areas of their choice or in areas where they are very good at. Currently more emphasis is put on research. Provision of child care and

recreational facilities to keep staff motivated and focussed helps in developing collegial networks necessary for career advancement. ZOU does not have its own facilities, rentals could be paid to identified institutions so that its staff will utilise these facilities. At present these are not there, this include basic facilities such as staff canteen.

10 ROLE OF HUMAN RESOURCES IN GENDER-SENSITIVE DEVELOPMENT

Human resource development plays a key role in ensuring gender-sensitive development in the ZOU in terms of management. The male dominated management systems are self – perpetuating, there is need for ZOU to bring in gender balance in recruitment and promotions; in the same vein there is need to ensure that there is gender balance in the membership of the promotions committee. Planning and implementation of its staff development programme should be gender-sensitive through provision of equal opportunities for staff development for men and women; the current system is silent on this issue. In ZOU men easily go on contact and sabbatical leave because men may be able to go for longer periods without family responsibilities: proper policies and adjustments that take into account the varying gendered responsibilities for families and households could be taken on board so that women find it easy to take the aforementioned leaves. An effective Human Resources department should take the following into consideration when designing their policies. There is need for human resources to provide a variety of staff development opportunities which take into account gendered responsibilities for families and households’, this can be done through sensitised funding and training partners to the differing needs of men and women in higher education so that they too, can develop and fund appropriate programmes that can be exploited by women and men. In the same vein set targets for reaching gender parity in staff and students at various levels should be set. There is need for complete revamp of the hr through alteration of recruitment criteria and procedures. All departments in ZOU need restructuring to mainstream gender.

11 ISSUES THAT GENDER-SENSITIVE HUMAN RESOURCES POLICIES AND PRACTICES SHOULD COVER

-  Job access, employment to academic and support posts and staff development.
-  Terms and conditions of service for men and women in the same jobs.
-  Maternity and paternity benefits
-  Parental, duty, ordinary, sick and compassionate leave for men and women.
-  Medical aid benefits for men, women and their dependents.
-  Child-care on and off campus and the responsibilities of men and women.
-  Contact and sabbatical leave for men and women.
-  Pensions and terminal benefits.
-  Ordinary duties in all grades and their demands on men and women.
-  Grading and promotion for men and women.

Source: [14]

With a properly constituted human resources department that is gender sensitive and with some kind of related training, as well as commitment by senior management ZOU has more strengths and opportunities in gender mainstreaming as compared to weaknesses and threats as detailed in the table below.

12 (STRENGTH, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES AND THREATS) SWOT ANALYSIS FOR GENDER MAINSTREAMING AT THE ZIMBABWE OPEN UNIVERSITY

STRENGTHS	WEAKNESSES
High rate of women's enrolment.-decentralised university education Good participation by other stakeholders (e.g. Ministry of Gender & Ministry of Higher Education.) Female VC who can be a role model to all employees Existence of centre for research Technical expertise in gender mainstreaming is available /can be hired Experience in module writing , that of gender mainstreaming can easily be written The university admits the most vulnerable and marginalized men and women Equal opportunity for women and men to access university education. High literacy level in the country Infrastructure is available to serve all	Insufficient budgetary allocation Lack of training on gender issues Cultural values: women tend to have limited educational opportunities Lack of Gender Mainstreaming Office /Department Limited financial resources Curricula which is not gender sensitive Irrelevant curricula Weak partnership with the private sector
OPPORTUNITIES	THREATS
Further educational opportunities Strengthen the linkage with the gender mainstreaming efforts coordinated by the Ministry of Women Affairs, Gender and Community Development and that of Higher and Tertiary Education, Science and Technology Development Support the development of cost-saving technologies Enhanced employment opportunities Self actualisation of the marginalised Existence of ZOU in Zimbabwe's 10 geo -political regions. An educated workforce willing to learn	The problem of the sustainability of women's empowerment, given the relatively short period of time the university has existed Lack of training Programme affected by HIV/AIDS and other diseases Enrolment affected by the displacement of people due to brain drain and land reform Old habits that are difficult to shelve

13 CONCLUSION

The study findings seems to confirm the Moser Frame work, there are some posts within the University set up that are appointed taking into consideration the political orientation of an individual, this mainly include the post of VC and those of PVCs and other senior management such as the registrar, bursar, librarian and IT Director . This is very pertinent especially if one takes into consideration the fact that the President is the Chancellor of all State Universities of which ZOU is one. In order to achieve gender mainstreaming at the ZOU there are quite a number of requirements that have to be met and these include adequate expertise on gender issues in the management, coordination, implementation, monitoring and evaluation system. The university has an inadequate cohort of female science students to draw on from secondary students to achieve the university's target of 50/50 female/ male student ratio. ZOU can copy from two different university scenarios. WUA has a gender policy premised on goals, principles, gender analysis, gender equality, strategies, and performance assessment ratified by senior management and council. Gender issues are directly under the faculty of social sciences and gender. WUA has a quota of 80% women students as guided by its vision and mission.

Elsewhere, in 2002, Makerere University, Uganda decided to expand the gender mainstreaming programme to all faculties and departments through the creation of the Gender Mainstreaming Division under the Registrar's Office [16]. The aim of the department, initially established in 1991 is to coordinate gender mainstreaming throughout the university and to; promote a gender-friendly, inclusive and secure environment , ensure that gender balance in student enrolment and

performance is improved, advocate for increased recruitment, promotion and retention of female staff, work for the engendering of the University curriculum, make provision for the training of a critical mass of staff in gender analysis skills promote and advocate for the integration of gender in research, promote the integration of gender perspectives in the university outreach programme, advocate and promote increased participation of women in decision-making, ensure that university policy on women's access to benefits, allowances and other entitlements is streamlined, regularized and wholly implemented and to promote the use of gender sensitive language in all forms of communication.

REFERENCES

- [1] C. March, I. Smith and M. Mukhopadhyay .1999. A Guide to Gender Analysis Frameworks, Oxfam, Oxford.
- [2] F. Ellis. 2000. Rural livelihoods and diversity in developing countries. Oxford: Oxford University Press
- [3] L. Portnoi "Implications of the Employment Equity Act for the higher education sector". *South African Journal of Higher Education*. 17(2) 2003
- [4] FAWE, 2002. The ABC of Gender Responsive Education Policies, FAWE, Nairobi, Kenya
- [5] Rees, T .2000.*Gender Mainstreaming: Misappropriated and Misunderstood?* Paper presented to the Department of Sociology University of Sweden
- [6] C. Moser. 1993. Gender Planning and Development: Theory, Practice and Training, Routledge, London.
- [7] N. Nematundwe. 2000. Institutional collaboration and shared learning for forest management in Chivi District, *Zimbabwe IES working paper*; 16, IES working paper (Harare, Zimbabwe) no. 16
- [8] RDSU, 2003. [Online] Available: <http://www.ex.ac.uk/pgms/rdsu> (August 24, 2014)
- [9] N. K., Denzin, Y. S. Lincoln .2000. Handbook of Qualitative Research. London: Sage Publications.
- [10] U. Flick .1998. An Introduction to Qualitative Research. Sage Publication
- [11] R. K. Yin .2003. Case study research: Design and methods (3rd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- [12] K.W. Alexander, J.A.Goodman, S. Ghetti, R.S. Edelste in Redlich A.D and Jones D.P.H. Traumatic impact predicts long-term memory for documented child sexual abuse. *Psychological Science*. 2005; 16:33–40
- [13] ZOU Strategic Plan 2001-2005. Zimbabwe Open University, Harare, Zimbabwe.
- [14] R. B. Gaidzanwa, "Academic Women at the University of Zimbabwe: Still a Long Way to Go", 2005, mimeographed document.
- [15] A. Rao, M. B. Anderson, and Catherine Overholt 1991 Gender Analysis in Development Planning: A Case Book. West Hartford, CT: Kumarian Press.
- [16] A Tool Kit for Mainstreaming Gender in Higher Education in Africa, 2006.The Coordinator Working Group on Higher Education (WGHE), Association of African Universities, Accra, Ghana [Online] Available: <http://www.aau.org>. (August 19, 2014)

Molecular characterization of Mycovirus in the dermatophyte and non-dermatophyte fungi

Ghanim A. Almola, Zainab Hashim Al-Zubaidi, and Zaidan K. Imran

Biology Department, All women college of Science, Babylon University, Babylon province, Hilla, Iraq

Copyright © 2015 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: Mycoviruses are widespread in all major fungal groups and most of these cause little or no obvious symptoms in their fungal hosts. Mycoviruses particles were recorded since 1970s period. Many fungi like filamentous fungi like *Fusarium* spp. and mushroom *Lentinula edodes* infected by many types of viral particles but they were not regarded as causal agents for mushroom diseases. In this study, the dsRNA genome of a mycovirus recently found in dermatophyte and non-dermatophyte fungi and their molecular structure was characterized. Genomic DNA of 180 isolates of *Candida albicans* and *Trichophyton rubrum* was extracted and electrophoresis through agarose gel. The results showed that many types of viral genomic DNA were detected, The Partitiviridae and Reoviridae genome of were obtained. In conclusion we observed that many filamentous fungi carried viral particles in their culture without any plaques as a lysogenic form of mycophage.

KEYWORDS: Mycovirus, Dermatophyte, Non-dermatophytes, *Candida albicans*.

INTRODUCTION

Since 1970s periods many types of mycoviruses were isolated and recorded ,some of these viral particles infect the cultivated mushrooms such as *Lentinula edodes* were extensively studied in Japan (Ushiyama et al., 1973; Ushiyama et al., 1977 ; Mori et al., 1978). more one of tools were used for mycovirus detection like electron microscopy (Mori et al., 1978). some of these mycovirus was associated with healthy fruiting bodies (Mori et al., 1978; Fletcher et al., 2008). In the USA, dsRNAs have also been observed in shiitake strains, but these appeared to be latent (Pearson et al., 2009; Martin et al., 2011). However, abnormal symptoms are occasionally observed in plate cultures, such as plaque appearance on cultures texture and the growth of white or fluffy mycelia on the surface of substrate, inadequate or imperfect substrate browning (Ohta et al., 2008). Furthermore, a novel bipartite dsRNA mycovirus phylogenetically distantly related to Totiviruses and Chrysovirus was reported from the white root rot fungus *Rosellinia necatrix* (Magae and Sunagawa 2010). More recently, several monopartite dsRNA viruses with evolutionary links between Totiviruses and partitiviruses were isolated from plants (Rytter et al., 1991; Ohta et al., 2008 ; Wu et al., 2012). dsRNA was found in two isolates; one showed imperfect browning and the other was asymptomatic. Agarose gel analysis showed that the isolate with imperfect browning contained several dsRNAs, but the asymptomatic isolate contained only a single dsRNA. As far as we know, no previous studies were performed in Iraq and neighboring regional countries which deal with mycoviruses.

MATERIAL AND METHODS

FUNGAL STRAIN AND CULTURE CONDITIONS

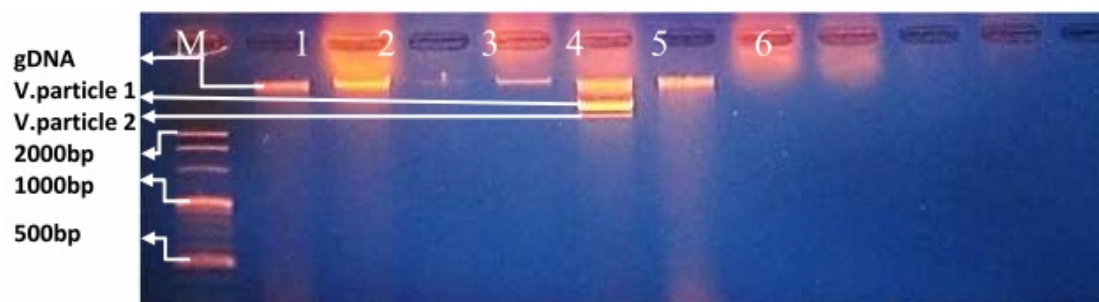
A total of 150 Clinical samples were obtained from out patients in Babylon province, middle of Iraq. Isolates were routinely cultured on SDA at 30- 35°C and stored at 4°C in SDA tube slants as subcultures.

EXTRACTION OF GENOMIC DNA

A total of 180 fungal isolates were subjected to DNA extraction DNA of *Candida* isolates were extracted by pickup loop full of single colony, and tiny portions of mycelia of filamentous fungi were harvested from grown fungi on SDA at 30°C for 2-10 day, and then the mycelium was suspended into 300 µL of lysis buffer (10mM Tris, 1mM EDTA (pH8), 1%SDS, 100mM NaCl) and heated at 85°C for ten min. mixed with 300 µL phenol-chloroform (1:1) shaken for 5 min. and centrifuged at 5000 rpm, the supernatant transferred to new tube and added equal volume of chloroform, mixed, centrifuged and the supernatant was transferred to new tube, 500 µL of isopropanol was mixed with supernatant and centrifuged at 12000 rpm for 7 min. the DNA pellet washed with 500 µL of ethanol alcohol and centrifuged at 7000 rpm for 3 min, dry DNA pellet was re-suspended in 75 µL of TE buffer and stored at – 20°C until use (Ramage et al., 2001). were fractionated on 1.0% agarose gel and stained with ethidium bromide.

RESULTS AND DISCUSSION

All 180 clinical isolates were screened for the presence of putative dsRNA viruses, which were detectable as bright and distinct dsRNA bands with gel electrophoresis. two different dsRNA patterns were detected ranging from 1.0–2.2 kb. (Figure 1) Since genomes of Partitiviridae and Reoviridae were obtained have been observed in many fungal species and can be divided in 2 – 4 segments, our result coincidence with the results that obtained by Sabanadzovic et al., 2009; Spear et al., 2010. The phenotypic differences between infected and non-infected *T.rubrum* isolates were not observed.



Figure(1): Profile gDNA and nucleic acid of viruses, lanes M=Molecular marker 100bp for each step, lane 4 =2 bands of viral particles (large and medium viral bands).

The figure (1) displayed in gel plate two bands of viral like particle (large and medium bands of VLP) from dermatophytes in lane 4 =2 viral like particles isolated from *Trichophyton* dermatophytes fungi. Our result exhibited that most of *T.rubrum* as pathogenic dermatophyte, was the most common fungi associated with viral particles, the cultures of fungi not revealed any distractive symptom in culture plates. Agarose gel electrophoresis of dsRNA isolated from mycelial extracts of strains *T. rubrum*. In our search it has been observed that largest L-dsRNA was generally migrated slightly slower than the M-dsRNA (Kozlakidis et al., 2009). The molecular weight of viral particles ranged from 1-2 kp in length our coincidence with Preisig et al., 1998 (Figure 1). Unfortunately no previous literature review available in Iraq and neighboring countries to compared and discussed this results with them. Our conclusion conducted that mycovirus to be correlated with human pathogenic fungi like *T. rubrum*.

REFERENCES

- [1] Fletcher J.T, R.H.Gaze, 2008: La France disease. In In Mushroom Pest and Disease Control. Edited by: Fletcher JT, Gaze RH. London: Manson Publishing Ltd 114-118.
- [2] Icho T, R.B.Wickner, 1989: The double-stranded RNA genome of yeast virus L-A encodes its own putative RNA polymerase by fusing two open reading frames. J Biol Chem, 264,6716-6723.
- [3] Kozlakidis Z., C.V. Hacker, D.Bradley, A. Jamal, X.Phoon, J.Webber, Brasier C.M., K.W.Buck, R.H. Coutts 2009: Molecular characterisation of two novel doublestranded RNA elements from *Phlebiopsis gigantea*. Virus Genes, 39,132-136.

- [4] Magae Y, M.Sunagawa, 2010: Characterization of a mycovirus associated with the brown discoloration of edible mushroom, *Flammulina velutipes*. *Virol J.* 7,342.
- [5] Martin R.R., J.Zhou, I.E. Tzanetakis, 2011: Blueberry latent virus: an amalgam of the Partitiviridae and Totiviridae. *Virus Res* 155(1).175–180.
- [6] Mori K, K.Kuida, D.Hosokawa, M.Takehara, 1978: Virus-like particle in several mushrooms. *Mushroom Sci: Proceedings of the Tenth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, 10:773-787.
- [7] Ohta C., T.Taguchi, S.Takahashi, K.Ohtsuka, K.Eda, S.Ayusawa, Y.Magae, 2008: Detection of double stranded RNA elements in cultivated *Lentinula edodes* (in Japanese). *Mushroom Sci Biotechnol* 16,155-158.
- [8] Pearson M.N., R.E.Beever, B.Boine, K.Arthur 2009: Mycoviruses of filamentous fungi and their relevance to plant pathology. *Mol Plant Pathol* 10(1),115–128.
- [9] Preisig O, B.D.Wingfield, M.J. Wingfield, 1998: Coinfection of a fungal pathogen by two distinct double-stranded RNA viruses. *Virology* 252,399-406.
- [10] Ramage G , B.L.Wickes , J.L. Lopez-Ribot, 2001: Biofilms of *Candida albicans* and their associated resistance to antifungal agents. *Am Clin Lab* 20, 42–44.
- [11] Rytter J.L., Royse D.J., C.P.Romaine, 1991: Incidence and diversity of doublestranded RNA in *Lentinula edodes*. *Mycologia* 83 ,506-510.
- [12] Sabanadzovic S., R.A.Valverde, J.K.Brown, R.R.Martin, I.E. Tzanetakis, 2009: Southern tomato virus: the link between the families Totiviridae and Partitiviridae. *Virus Res* 140(1–2):130–137.
- [13] Spear A, M.S. Sisterson, R.Yokomi, D.C. Stenger. 2010: Plant-feeding insects harbor double-stranded RNA viruses encoding a novel proline-alanine rich protein and a polymerase distantly related to that of fungal viruses.*Virology* 404(2),304–311.
- [14] Kozlakidis Z, C.V. Hacker, D .Bradley, A. Jamal, X. Phoon, J. Webber, C.M. Brasier, K.W.Buck, R.H.Coutts,2009: Molecular characterisation of two novel doublestranded RNA elements from *Phlebiopsis gigantea*. *Virus Genes* 39(1),132–136.
- [15] Spear A, M.S. Sisterson, R. Yokomi, D.C. Stenger, 2010: Plant-feeding insects harbor double-stranded RNA viruses encoding a novel proline-alanine rich protein and a polymerase distantly related to that of fungal viruses.*Virology* 404(2),304–311.
- [16] Ushiyama R, Y. Hashioka,1973: Viruses associated with Hymenomycetes IFilamentous virus-like particles in the cells of a fruit body of shiitake,*Lentinus edode* (Berk) SING. *Rept Tottori Mycol Inst*, 10,797-805.
- [17] Ushiyama N, Y. Nakai, M. Ikegami,1977: Evidence for double-stranded RNA from polyhedral virus-like particles in *Lentinus edodes* (BERK) Sing. *Virology*, 77:880-883.
- [18] Wu M, F. Jin, J .Zhang, L. Yang, D. Jiang, G. Li,2012: Characterization of a novel bipartite double-stranded RNA mycovirus conferring hypovirulence in the phytopathogenic fungus *Botrytis porri*. *J Virol*, 86(12),6605–6619.

تأثير بعض المستخلصات المائية (نبات خناق الدجاج *Euphorbia helioscobia* واوراق نبات اليوكالبتوس *Eucalyptus globules* واوراق نبات الآس *Myrtus comminus*) على طفيلي الأميبا الحالة للنسيج *Entamoeba histolytica* المنمى في الوسط الزراعي خلاصة كبد الابقار

[Effect of Some Water Plant Extracts (*Euphorbia helioscobia* and leaves of *Eucalyptus globules* and *Myrtus comminus*) on The *Entamoeba histolytica* Parasites That Grown in Beef Liver Infusion Medium]

Sahar Abass Hussien, Hadi Mezeal Khudhair, and Ahmed Khudhair AL-Hamairi

Biology,
Babylon/Science College for Women,
Al-Hilla, Babylon Province, Iraq

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study has been conducted in Babylon/Science College for Women to detect the efficiency of three plant extracts (*Euphorbia helioscobia*, *Eucalyptus globules* and *Myrtus comminus* on the *Entamoeba histolytica* Parasites that grown in beef liver infusion medium at 37 centigreat temperature. Concentration of cooled and boiled plant extracts its(2.5 , 5 , 10) % of the three plants as well as control group(distelled water). The results revealed that the boiled plant extracts of three plants were the efficient from cooled plant extracts in killing the trophozoites of the *Entamoeba histolytica* . The *E. helioscobia* boiled plant extracts was the efficient to killing the trophozoites in the second day from the begining of the experimnet with 10 mg\ml. And the next its boiled plant extracts of *Eucalyptus globules* and *Myrtus comminus* in the third day from the begining of the experimnet with 5 mg\ml for each one .and all the three plant extracts inhibited the viability of *E. histolytica* that grown in beef liver infusion medium comparison with control group.as well as the metronidazole drug in one microliter\ml. finished the viability of trophozoites at the third day, and showed from the present study successfully grown *E. histolytica* in beef liver infusion medium.

KEYWORDS: Amebiasis, Metronidazole, grown *Entamoeba histolytica* in media culture, plant extracts.

ملخص: أجريت الدراسة الحالية في مختبرات كلية العلوم للبنات / جامعة بابل للكشف عن تأثير المستخلصات المائية لنبات خناق الدجاج واوراق نباتات اليوكالبتوس والآس في النسبة المئوية لحيوية الأطوار الخضرية لطفيلي أميبا الحالة للنسيج والمنمى في الوسط الزراعي Beef liver infusion medium عند درجة حرارة 37 °م , تم الاستخلاص بالماء البارد والمغلي وحُضرت التراكيز (2.5 , 5 , 10) % لكل من النباتات الثلاثة كلا على حده بالإضافة الى معامل السيطرة (الماء المقطر) . أظهرت النتائج ان تأثير المستخلص المائي المغلي لنباتات الثلاثة كان الأكثر تأثيراً في قتل الأطوار الخضرية لطفيلي الأميبا الحالة للنسيج من المستخلص الماء البارد , وبالنسبة للمستخلصات المائية المغلية , فقد كان مستخلص نبات خناق الدجاج الأكثر كفاءة في قتل الأطوار الخضرية في اليوم الثاني من بدء التجربة بتركيز 10 ملغم / مليلتر وجاء بعده مستخلص اليوكالبتوس للماء المغلي والآس للماء المغلي في اليوم الثالث بتركيز 5 ملغم/ مليلتر لكل منهما, وان جميع تراكيز المستخلصات المائية لنباتات قيد الدراسة تثبط النسبة المئوية لحيوية الأطوار الخضرية لطفيلي الأميبا الحالة للنسيج بالمقارنة مع معامل السيطرة . وعقار الميترونيدازول كان له تأثير أيضا في القضاء على الطفيلي في اليوم الثالث بتركيز 1 مكغم / مليلتر, وتبين من الدراسة الحالية نجاح الوسط الزراعي في تنمية الأميبا الحالة للنسيج لبضعة أيام فقط وانتهت حيويتها في اليوم السادس من التجربة .

كلمات دلالية: داء الاميبات , عقار الميترونيدازول , نمو الاميبا الحالة للنسيج في الوسط الزراعي , مستخلصات نباتية.

المقدمة

تسبب الطفيليات المعوية أمراضاً عديدة للإنسان ، تحد من نشاطه وقد تؤدي به أحياناً الى الموت (Kummaret al.,2003). ويعد طفيلي الأميبا الحالة للنسيج *E.histolytica* من الطفيليات الوحيدة الخلية والتي تصيب أمعاء الإنسان وتسبب له داء المتحولات الأميبية Amebiasis ، إذ تصيب الأمعاء الغليظة والمنطقة المتعرجة ، ومن أهم الأعراض المرضية Symptomatic amebiasis التي تنتج عن الإصابة بها الإسهال الدموي المتقيح ، المغص المعوي ، صداع وحمى وينتج عنها داء المتحولات الأميبية الحاد Acute amebiasis أو داء المتحولات المزمن Chronic amebiasis ، أو قد لا ينجم عن الإصابة أعراض مرضية Asymptomatic amebiasis ويسمى حاملو الطفيلي في هذه الحالة بـ Asymptomatic carriers (Mehrotra & Sumbali, 2009) يمر الطفيلي خلال دورة حياته بطورين أساسيين هما الطور الخضري Trophozoite والطور المتكيس Cyst، ويعد الطور المتكيس هو الطور المعدي Infective stage وتتم الإصابة بالطفيلي عن طريق تناول الطعام والشراب الملوث بذلك الطور (Linford et al., 2009). هنالك عدة طرق للتشخيص ، ولكن طريقة الفحص المجهرى للبراز تعد من أهم وافضل الطرائق المعتمدة لتشخيص هذا الطفيلي (DiMiceli , 2004) .

نظراً للتوجه العالمي في الوقت الحاضر الى التوجه باستعمال الأعشاب والنباتات الطبية كعلاج ، نظراً لما يحويه بعضها من مركبات تساعد في القضاء على القرح المعوية وشفاءها بالإضافة الى كونها أقل ضرراً وأقل سمية من العقاقير الكيميائية (Fontaine, 2005). والدراسة الحالية أجريت للكشف عن تأثير ثلاثة من المستخلصات النباتية في طفيلي *E.histolytica* خارج الجسم الحي *In vitro* وهم المستخلص المائي لخناق الدجاج *Euphorbia helioscobia* والمستخلص المائي لأوراق نبات اليوكالبتوس *Eucalyptus globules* والمستخلص المائي لأوراق نبات الآس *Myrtus comminus* ومقارنتها مع عقار الميترونيدازول .

المواد وطرائق العمل

أولاً : المواد

1- المحلول الملحي الفسيولوجي solution Physiological Normal Saline

حضر بإذابة 0.85غم من مادة كلوريد الصوديوم في 100 مليلتر ماء مقطر في قنينة زجاجية نظيفة بحيث أصبح التركيز 0.85 % (جايك ، 2013) .

2 -محلول داريء الفوسفات الملحي(Phosphate buffer saline (PBS

حُضر حسب طريقة Hudson and Hay (1980) وذلك بإذابة المواد وهي 0.144غم من فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين (KH_2PO_4) ثم 0.795غم من فوسفات الهيدروجين ثنائية الصوديوم (Na_2HPO_4) ثم 9غم من كلوريد الصوديوم NaCl في لتر واحد من الماء المقطر، بعدها عقم المحلول بالموصدة في 121م⁵ وتحت ضغط جوي 15 باوند/انج لمدة 15 دقيقة.

3 -صبغة اليود اللوكالي Lugol's Iodine

حُضر بإذابة 10غم من يوديد البوتاسيوم KI في 100مليلتر من الماء المقطر، ومن ثم أضيفت بلورات اليود تدريجياً مع التحريك المستمر حتى ذابت البلورات، ثم رشح المحلول الناتج وحفظه المحلول في قناني معقمة محكمة الغلق (Zeibig, 1997) .

4 - صبغة الأيوسين (0.1% Eosin Stain

تم بإذابة غرام واحد من مسحوق الأيوسين في 100مليلتر ماء مقطر (Zeibig, 1997) .

5- مصل الدم

تم الحصول على مصل الدم Blood serum من مختبرات مستشفى المسيب العام ، ووضعت في جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة /دقيقة لمدة خمس دقائق، بعدها تم سحب مصل الدم المتواجد في الجزء الأعلى من الأنابيب باستعمال ماصة دقيقة Micropipette وتم جمع المصل في قنينة زجاجية ، ثم عقم بالترشيح كما أورده Yang (1989) . بعدها وضع في حمام مائي Water bath بدرجة حرارة 56م لمدة 30دقيقة لغرض ابطال فعالية المتمم Complements (Harinsuta & Harinsuta, 1955) inhibition (مقبول للنشر) .

طرائق العمل :

1- الوسط الزرعي

يتكون من طورين ، الطور الصلب Solid phase والمتكون من 30 غرام نقيع كبد الأبقار مع الأكار Beef liver infusion agar ، 3 غرام فوسفات ثنائية الصوديوم الهيدروجينية Na_2HPO_4 و 100مليلتر ماء مقطر، أُذيت المواد في دورق زجاجي سعة لتر واحد وكمل الحجم الى لتر واحد وسخنت مع التحريك لحين ذوبانها ثم وزعت في أنابيب زجاجية سعة 5-10 مليلتر احكم غلقها بسداد قطني مع سلوفين ثم عقت بجهاز الموصدة Autoclave بدرجة حرارة 121م⁵ وتحت ضغط 15 باوند لمدة 20 دقيقة ثم برد المزيج ووضعت الأنابيب بعد التعقيم بشكل مائل ، وللتأكد من خلو الوسط الزرعي من البكتريا وضعت الأنابيب في الحاضنة بدرجة 37 م⁵ لمدة

24 ساعة ، أما الطور السائل والذي وضع فوق الجزء الصلب والمتمثل بالمحلول الملحي الفسلجي والذي يتكون من 0.3 غرام فوسفات ثنائية الصوديوم الهيدروجين Na_2HPO_4 0.5 غرام فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين KH_2PO_4 0.42 غرام محلول فسلجي (ملح طعام) NaCl (التكريتي وآخرون، 2008) . بعدها ثبت الرقم الهيدروجيني 7.2 ، عمق المزيج بالموصدة بدرجة حرارة 121م وتحت ضغط 15 باوند لمدة 20 دقيقة ثم برد المزيج ، وتمت إضافة الدارئ الفوسفات الملحي مع مصلى الإنسان المعقم بنسبة واحد مليلتر مصلى مع ستة مليلتر من دارئ الفوسفات الملحي ثم أضيف بعد ذلك المضاد الحيوي الكلورامفينيكول *Chloramphenicol* مع إجراء بعض التعديلات بإضافة المضادات الحيوية والمتمثلة بالنستاتينوالستريبتومايسين والبنسلين لمنع التلوث بالفطريات ، ثم أضيف سبعة مليلتر من المزيج إلى كل أنبوبة اختبار حاوية على الوسط الصلب المحضر مسبقاً ، بحيث كان مستوى المحلول المضاف أعلى من مستوى الوسط الصلب مع قليل بمقدار ملئ عروة Loop full من نشأ الرز المحضر بإذابة غرام من نشأ الرز في (50 مليلتر ماء مقطر معقم (العبادي، 2005) .

2- جمع العينات

جمعت عينات البراز من المرضى المصابين بحالات الإسهال الحادة (الزحار الأميبي) والمراجعين إلى مختبرات مستشفى بابل للأطفال ومستشفى ابن سيف للأطفال والمركز الصحي الحسين في ناحية ابي غرق والمركز الصحي لقضاء المسيب في محافظة بابل ولمدة من شهر تشرين الأول 2013 ولغاية تموز 2014 ، جمعت العينات في قناني بلاستيكية معقمة ومزودة بسداد محكم للحفاظ على رطوبة العينة ومنع جفافها ونقلت مباشرة إلى مختبر الطفيليات المتقدم في كلية العلوم للنبات/ جامعة بابل لغرض فحصها مباشرة و زراعتها على الوسط الزرع الخاص بأميبا الحالة للنسيج لغرض تنميتها وكذلك معاملتها بالمستخلصات النباتية قيد الدراسة.

3- فحص العينات

فحصت عينات الغائط عياناً قبل فحصها مجهرياً، إذ ان قوام البراز يزود الشخص الفاحص بمعلومات مهمة فالإسهال المتسبب عن الأميبا الحالة للنسيج يكون ذو رائحة كريهة ويحتوي على مواد برازية كثيرة ، وكذلك يجب الإنتباه عند أخذ العينة إلى وجود الدم Blood والمخاط Mucous في العينة للإستدلال على وجود الأميبا الحالة للنسيج (المعموري 2000) . بعدها تم فحص عينة البراز مجهرياً بطريقة المسحة المباشرة Direct smear method بوضع قطرة من المحلول الملحي الفسيولوجي Normal saline (0.85%) على شريحة زجاجية ثم أخذ جزء من البراز بواسطة عود خشبي Wooden stick من أماكن مختلفة من العينة خصوصاً الأماكن التي تحتوي على دم او مخاط ومزجه مع المحلول الملحي الفسيولوجي جيداً ليظهر بشكل متجانس وبعدها يتم وضع غطاء الشريحة الزجاجية وفحصها تحت المجهر لرؤية الأطوار الخضرية للطفيلي إذ يتميز بوجود نواة واحدة وأحتواءها على كريات الدم الحمر وكذلك ملاحظة الأطوار المتكيسة الناضجة والتميز بأحتواءها على أربعة أنوية، وتم استعمال صبغة Iodine Lugol لتتميز نواة الطور الخضري إذ لا نستطيع تمييزها بطريقة المسحة المباشرة باستعمال المحلول الفسيولوجي ، وتتم من خلال وضع قطرة من محلول اليود على شريحة زجاجية وأخذ جزء من البراز بواسطة عود خشبي ومزجه مع محلول اليود ليظهر بشكل متجانس عند تغطيته بغطاء الشريحة الزجاجية دون وجود فقاعات هوائية وبعدها يفحص بالمجهر لرؤية الأطوار الخضرية تحت قوة تكبير 400x ، 1000x ، إذ تصطبغ النواة الحاوية على الحبيبات الكروماتينية Chromatins granules والكارايوسوم Karyosome بلون بني غامق والساييتوبلازم بلون أصفر أو بني فاتح ويستعمل محلول اليود لتتضح الأوكياس والأطوار الخضرية للطفيلي (Tanyuksel & Petri, 2003). وللتأكد من حيوية الطفيلي تم استعمال صبغة الإيوسين إذ يصطبغ الطور الخضري والطور المتكيس الميت باللون الأحمر ولا تصطبغ الطوار الحية باللون الأحمر وأما تظهر بشكل أجسام بيضاء اللون أو شبه شفافة (Zeibig, 1997) .

4- تنمية الطفيلي في الوسط الزرع

تم بأخذ 0.5 غم من البراز الحاوي على الطفيلي بواسطة Loop معقم ومن المناطق الحاوية على الدم والمخاط ، ووضع في الأنبوبة الحاوية على الوسط الزرع المحضر مسبقاً ووضع في الحاضنة بدرجة 37م⁵ ، إذ تمت مراقبة نمو الطفيلي ، وذلك بأخذ قطرة من الراسب الموجود بين الوسطين السائل والصلب باستعمال ماصة دقيقة Micropipette ، إذ وضعت هذه القطرة على الشريحة وفحصت تحت المجهر ، والتأكد من وجود الطفيلي دلالة على نجاح الوسط الزرع (العياشي، 2012) .

5 - طريقة تحضير المستخلص المائي

حُضِرَ المستخلص الماء البارد لأوراق نباتات الأسواليوكالبتوس ونبات خناق الدجاج كلاً على حده حسب طريقة المنصور (1995) بعد إجراء بعض التحويرات عليها من قبل الباحث بزيادة فترة الإستخلاص إلى 24 ساعة، إذ أخذ 10 غرام من مسحوق النبات الجاف لكل نبات على حدة ووضعت في دورق زجاجي سعة 500 مليلتر وأضيف إليه 200 مل ماء مقطر بارد ، ثم رج المزيج بقوة لمدة خمس دقائق وبعدها ترك المزيج لمدة 24 ساعة للحصول على أفضل إستخلاص وكمية وفيرة من المادة الفعالة وبعد إحكام غلق الدوارق لمنع التعفن ، ثم بعد ذلك رشح المزيج بثلاث طبقات من قماش الشاش لفصل العوالق الكبيرة ومن ثم فصل الراشح بجهاز الطرد المركزي Centrifuge بسرعة 3000 دورة /دقيقة ولمدة عشر دقائق ، وأخذ الراشح ووضع في فرن حراري بدرجة حرارة (45-50) درجة مئوية لغرض

تجفيف المستخلص والحصول على الثمالة الجافة للعينات المستخلصة . وكررت العملية نفسها بالنسبة لتحضير المستخلص الماء المغلي بأستبدال الماء المقطر البارد بماء مقطر مغلي . ولغرض تقدير الفعالية الحيوية للمستخلصات قيد الدراسة كلاً على حدة . أخذ 5 غرام من الثمالة الجافة لكل مستخلص على حدة وأذيت 50 مل ماء مقطر فأصبح تركيز المحلول الأساسي Stock solution (10%) ومنه تم تحضير التراكيز (2.5, 5, 10) % إضافة الى معامل السيطرة فكانت بالماء المقطر فقط .

التحليل الإحصائي

حللت نتائج الدراسة وفق نموذج التجارب العاملية و بتصميم تام العشوائية (C.R.D Completely Randomized Design) (وتم استعمال اختبار اقل فرق معنوي (Least Significant Differences (L.S.D) عند مستوى ($P < 0.05$) لبيان معنوية النتائج (الراوي وخلف الله , 2000).

النتائج والمناقشة

يبين الشكل (1) تأثير عامل نوع المستخلص (مغلي , بارد) في حيوية الأميبا الحالة للنسيج خارج الجسم الحي إذ كان مستخلص الماء المغلي أكثر تأثيراً في خفض حيوية الأميبا الحالة للنسيج من مستخلص الماء البارد , إذ بلغ تنسبت الحيوية 39.72 في مستخلص الماء المغلي بالمقارنة مع 49.52 في مستخلص الماء البارد , دلت نتائج التحليل الإحصائي معنوية الفروقات الموجودة في النتائج التي تم الحصول عليها .

يبين الشكل (2) ان مستخلص نبات خناق الدجاج كان أكثر تأثيراً والأكفأ في خفض حيوية الطفيلي بالمقارنة مع مستخلص اليوكالبتوس والآس , إذ بلغت النسبة المئوية للحيوية في نبات خناق الدجاج 35.56 بالمقارنة مع 48.87 و 49.48 % على التوالي في مستخلصي نباتي اليوكالبتوس والآس . دلت نتائج التحليل الإحصائي معنوية الفروقات الموجودة في النتائج التي تم الحصول عليها .

يبين الشكل (3) تأثير عامل المدة الزمنية في حيوية أميبا الحالة للنسيج خارج الجسم الحي , إذ وجدة ان المدة الزمنية 72 ساعة كان الأكثر تأثيراً في خفض الحيوية , إذ بلغت نسبة الحيوية 9.077 بالمقارنة مع 71.77 بعد مرور ساعة واحدة , ودلت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في النتائج التي تم الحصول عليها .

يبين الشكل (4) تأثير عامل تراكيز المستخلص في حيوية الطفيلي إذ ظهر ان تركيز 10% أكثر تأثيراً في خفض حيوية أميبا الحالة للنسيج من بقية التراكيز الأخرى وبفروق معنوية واضحة , إذ بلغت نسبة الحيوية 27.82% بالمقارنة مع 44.59 و 70.31% معامل السيطرة .

يبين الشكل (5) تأثير عامل تركيز عقار الميترونيدازول في حيوية الأطوار الخضرية للأميبا الحالة للنسيج , إذ بلغت النسبة المئوية للحيوية 0.5 % في أعلى تركيز للعقار والمتمثل ب 2 مايكروغرام / مليلتر بالمقارنة مع 70.27 % لمعامل السيطرة . ودلت نتائج التحليل الإحصائي معنوية الفروقات الموجودة في النتائج التي تم الحصول عليها .

يبين الشكل (6) تأثير عامل المدة الزمنية لعقار الميترونيدازول في حيوية الأطوار الخضرية للأميبا الحالة للنسيج , إذ بلغت النسبة المئوية للحيوية 29.47 % في مدة ساعة واحدة بالمقارنة مع 8.1 % في مدة 72 ساعة , ودلت نتائج التحليل الإحصائي معنوية الفروقات الموجودة .

ومن خلال جدول (1) نلاحظ نمو الأميبا الحالة للنسيج في الوسط الزرع , إذ تم تحضير الوسط الزرع ولقح بالطفيلي بدرجة حرارة 37 م° وتم حساب عدد الطفيليات يومياً بإستخدام شريحة عد كريات الدم Haemocytometer وتم الحساب لخمس مكررات وتم استخراج المتوسط الحسابي وقيمة ال S.D. لكل مكرر .

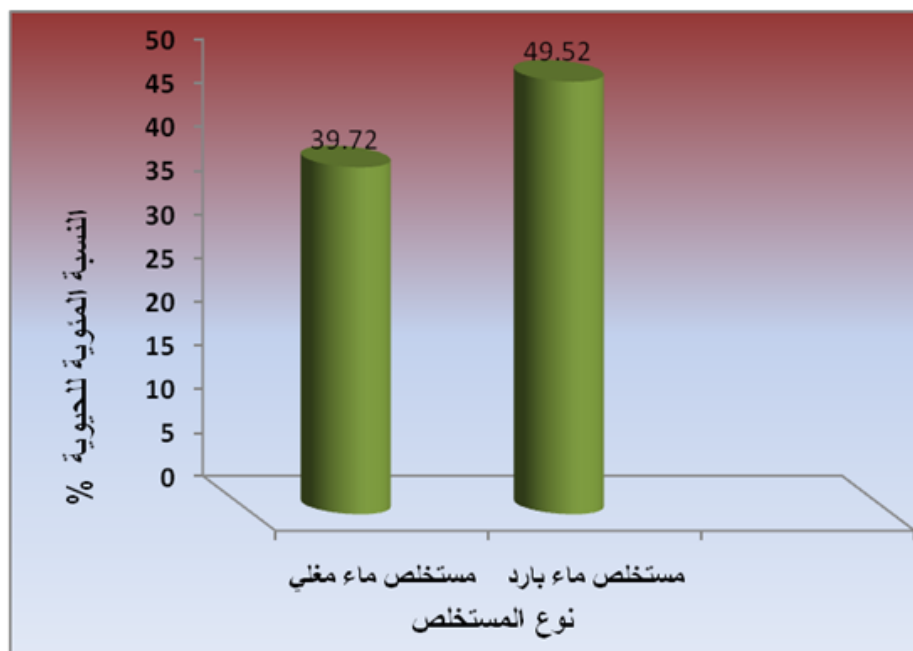
أستعمل الماء كمذيب في عملية الإستخلاص لكونه سائلاً متعادلاً ولا يؤثر على فعالية المركبات المستخلصة من النباتات , نتيجة عدم تداخله مع المركبات المستخلصة (Al-Hilli, 2000). بالإضافة الى ذلك وجود العديد من الدراسات التي تثبت إحتواء المستخلص المائي النباتي على مركبات فعالة ذات تأثير تثبيطي في الأحياء المجهرية (Al-Tmimy, 2001). أظهر التحليل الإحصائي ان المستخلص المائي المغلي للنباتات الثلاثة المستعملة في الدراسة الحالية كان لها أثر واضح في إنهاء حيوية الطور الخضرية للأميبا الحالة للنسيج بالمقارنة مع المستخلص المائي البارد لتلك النباتات وبفروق معنوية واضحة وهذا يتفق مع ما أشار اليه الكبيسي (2007) والعياشي (2012) في ان استعمال المستخلص المائي المغلي لنباتات الرمان كان له أثر في قتل الطفيلي أكثر من أستعمال المستخلص المائي البارد ربما يعزى ذلك الى أن في الماء المغلي سوف تظهر مركبات ممكن أستخلاصها بأستعمال الماء المغلي وهذه الدراسة لا تتفق مع دراسات كثيرة ربما يعزى ذلك الى إختلاف نوع النبات سوف يؤثر على أختلاف نوع المستخلص النباتي ومن هذه الدراسات , دراسة باقر (1997) إذ سجل في دراسته أن مستخلص ماء البارد لقشور الرمان أكثر فعالية ضد الأحياء المجهرية من المستخلص المائي المغلي.

وكذلك دراسة المسعودي (2001) و الطائي (2013) من أن المستخلص المائي البارد لنبات الرمان هو أكثر تأثيراً أو سمية من المستخلص المائي المغلي والكحولي. يتضح من النتائج في الشكل (2) أن نبات خناق الدجاج هو أفضل النباتات المستعملة في إنهاء حيوية الأميبا الحالة للنسيج وهذا يؤكد فعالية نبات خناق

الدجاج ضد الطفيليات أو الأحياء المجهرية الممرضة وهذا يتفق مع ما توصل اليه الدوسري (2005) والشريفي (2010) الذين وجدوا التأثير الفعال والمؤثر لنبات خناق الدجاج على الأحياء المجهرية الممرضة وقد يعود السبب الى احتواء نبات خناق الدجاج على المركبات التريينية والتي لها فعالية ضد الأحياء المجهرية بصورة عامة وعلى طفيلي أميبا الحالة للنسيج بصورة خاصة أو يعزى السبب الى إحتواء هذه المستخلصات على مركبات فعالة إما طاردة أو مانعة للتغذية (Kleeberg&Hummal,2001). أو ربما يعزى الى احتواء سيقان نبات خناق الدجاج على المادة اللبنية والذي يكون لها مفعولا ساما وربما تؤدي سمية هذه المواد الى قتل الأميبا الحالة للنسيج , نستنتج من هذه النتائج أن نبات خناق الدجاج هو أفضل هذه النباتات المستعملة في القضاء على الطور الخضري لأميبا الحالة للنسيج . ويتضح من الشكل (3) إن زيادة المدة الزمنية لها تأثير كبير في حيوية أميبا الحالة للنسيج وهذا يتفق مع نتائج محمد (2009) و العياشي (2012) والذين وجدوا أن التأثير على حيوية أميبا الحالة للنسيج يزداد بزيادة المدة الزمنية . وقد يعود السبب في ذلك الى أن زيادة المدة الزمنية تؤدي الى زيادة أختراق المواد الفعالة من التريينات في أختراقها لأغشية الطفيلي ثم تحطيمها أو يؤدي إلى أضعاف الطفيلي . أثبتت النتائج في الشكل (4) أن تركيز المستخلصات النباتية العالية له تأثير كبير في خفض حيوية أميبا الحالة للنسيج مقارنة بالتراكيز الأخرى وهذا يتفق مع ما وجدته محمد (2009) الذي وجد أن التركيز واحد ملغم / مليلتر من الثوم أدى الى القضاء أو إزالة 92.7 % من الأطوار الخضرية لأميبا الحالة للنسيج خارج الجسم الحي وتتفق هذه النتائج مع دراسة الجبوري (2005) من إن أدنى تركيز قاتل للأطوار الخضرية لأميبا الحالة للنسيج هو 125 مايكروغرام / مليلتر . ربما يعزى ذلك الى أن التركيز العالي يوفر مجال أكثر للتأثير على الطفيلي مقارنة بالتركيز القليل .

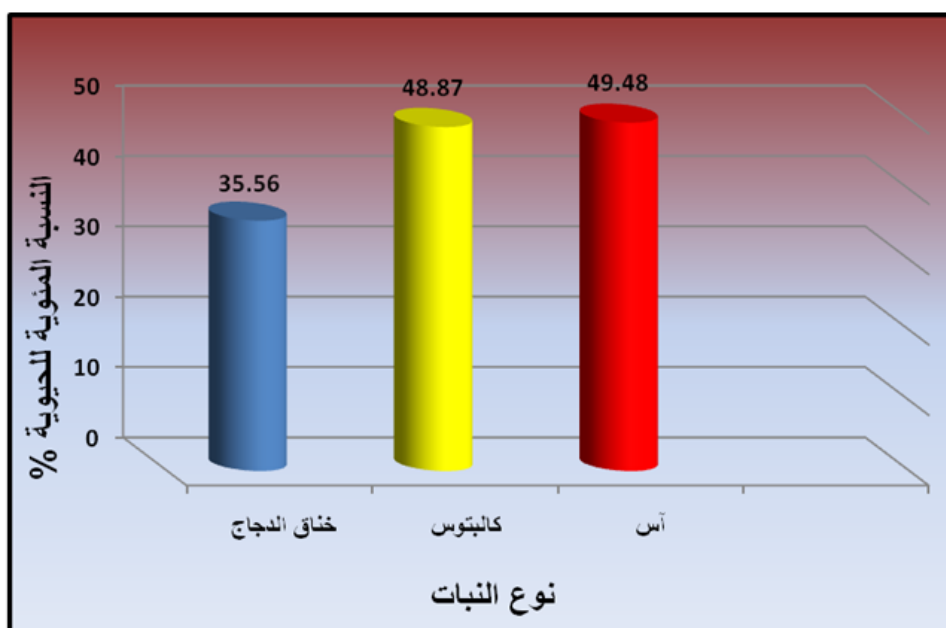
ومن خلال نتائج الدراسة الحالية في شكل (5) نلاحظ أن عقار الميترونيدازول أدى الى خفض الحيوية وكفاءة عالية في التركيز 2مكغم / مل الى الصفر بعد مرور 72 ساعة من المعاملة خارج الجسم الحي وهذا يدل على كفاءة العقار في إنهاء الحيوية الى الصفر وهذه توافق نتيجة (Behniaet al.(2008 والذي قام بأستعمال كميات معينة من العقار ضد الأطوار الخضرية لأميبا الحالة للنسيج خارج الجسم الحي والتي أدى بالنهاية الى تخر وموت الأطوار الخضرية لأميبا الحالة للنسيج . وأيضا توافق نتيجة (Lau et al.(1992 والذي قام بأستعمال الميترونيدازول بجرعة عالية 400 ملغم/كغم في ذكور الجرذان ولمدة 4-2 أسابيع إلى انخفاض الكفاءة التناسلية ثمال عقم بسبب تثبيط عملية تكوين النطف Spermatogenesis ولوحظ ايضا انخفاض في حجم ووزن البربخ Epididymis والخصيتين Testes ولوحظ انخفاض في عددالنطف فضلا عن وجود الكثير من الإشكال المشوهة منها، وقد لوحظ بالفحص المجهرى وجود تنكس حاد في ظاهرة النيبات المنوية Semifrous tubules .

ومن خلال جدول (1) تم ملاحظة أن عدد الأميبا الحالة للنسيج تبقى حية لمدة 1-4أيام من الزرع ولكن النمو يبدأ بالانخفاض تدريجيا بعد هذه الفترة إذ ينخفض النمو بصورة ملحوظة في اليوم الرابع وينعدم في اليوم الخامس من الزرع وربما يعزى سبب عدم إمكانية حفظ الطفيلي لفترات طويلة الى كثرة المواد الأفرزية الأبرازية للطفيلي وخاصة الأنزيمات الحالة للنسيج والتي تؤثر على حيوية ونشاط الطفيلي نفسه خارج الجسم الحي وكذلك حساسية الطفيلي لبعض الظروف البيئية المحيطة كالضوء وأستمرار نقص المكونات الرئيسية اللازمة لنموه وتكاثره كالمعادن والنشأ والمواد العضوية واللاعضوية الأخرى نتيجة لإستهلاكها من قبل الطفيلي وربما يتأثر الطفيلي أثناء نقله من الوسط الأولي الى الوسط الثانوي بتعرضه للأوكسجين فيهلك أو ينكيس ، أو وجود أحياء مجهرية ثانوية مقاومة للمضادات الحيوية والتي يمكن ان تسهم في التغلب على الطفيلي نظرا لما تحدثه من نواتج أفضية سمية للوسط وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الكبيسي (2002) والذي أستطاع تنمية الطفيلي لمدة عشرة أيام بأستعمال مصل العجل في تحطير وسط Semi solid medium for parasiticAmoeba ودراسة التكريتي وآخرون (2008) ودراسة الكبيسي (2007) والذي أستخدم مصل دم الحصان في تحضير نفس الوسط المستعمل وبينما أستعمل في الدراسة الحالية مصل دم الإنسان , وكذلك بين العبادي (2005) و العياشي (2012) إمكانية تنمية أميبا الحالة للنسيج لمدة عشرة أيام في هذا الوسط وهذا لايتفق مع مسجله (Tanyuksel& William (2003 إذ أشار الى إمكانية إبقاء الطفيلي حيا لمدة غير محددة شريطة تزويد الوسط بالمغذيات بصورة مستمرة .



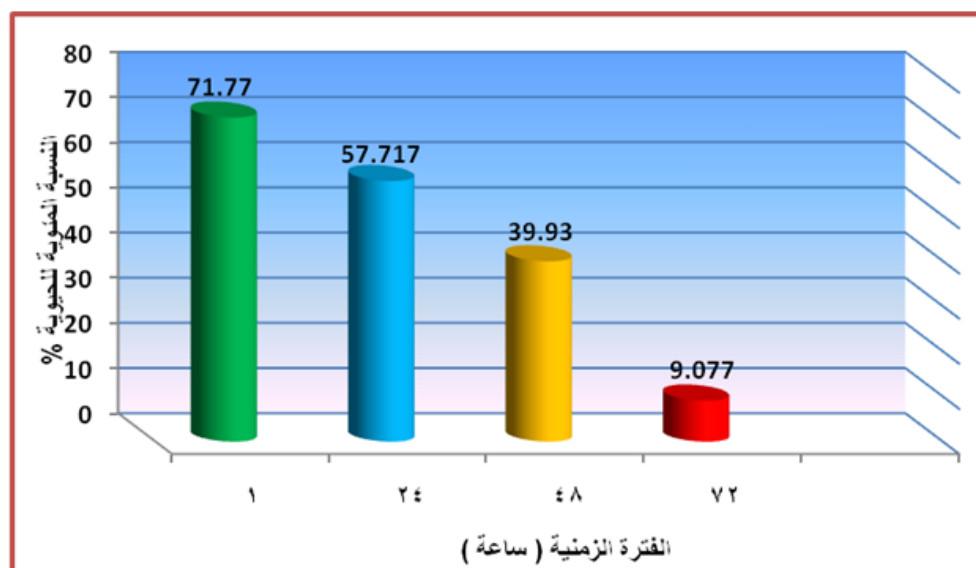
قيمة L.S.D تحت مستوى 2.024=0.05

شكل (1) : تأثير عامل نوع المستخلص في النسبة المئوية للأطوار الخضرية لحيوية الأميبا الحالة للنسيج *E. histolytica*



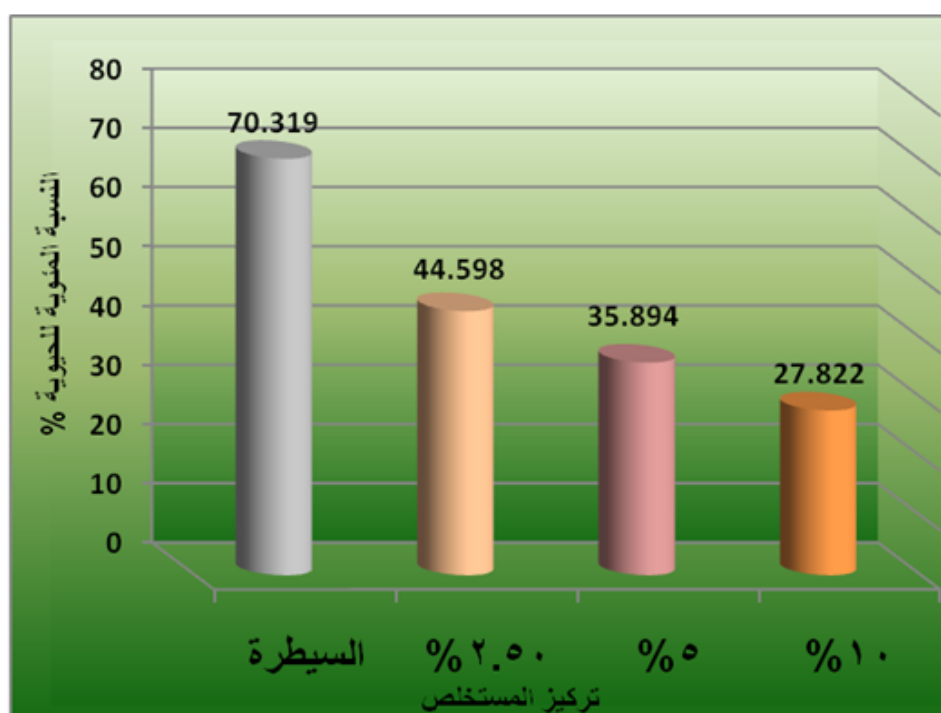
قيمة L.S.D تحت مستوى 3.42=0.05

شكل (2) : تأثير عامل نوع النبات في النسبة المئوية لحيوية الأطوار الخضرية للأميبا الحالة للنسيج *E. histolytica*



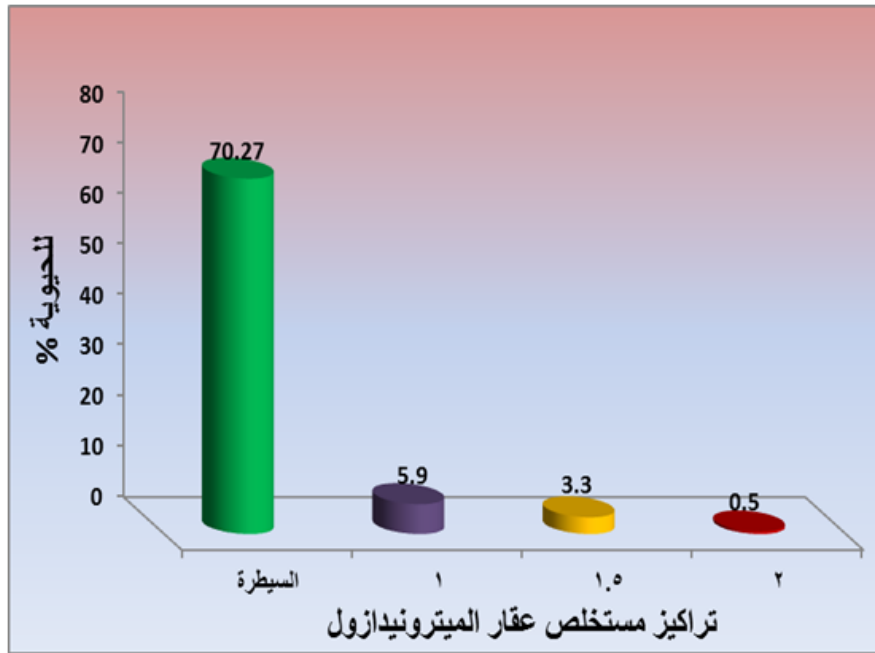
قيمة L.S.D. لعامل المدة الزمنية عند مستوى احتمال $0.05 = 9.201$

شكل (3) : تأثير عامل المدة الزمنية في حيوية الأطوار الخضرية للأميبا الحالة للنسيج *E. histolytica*



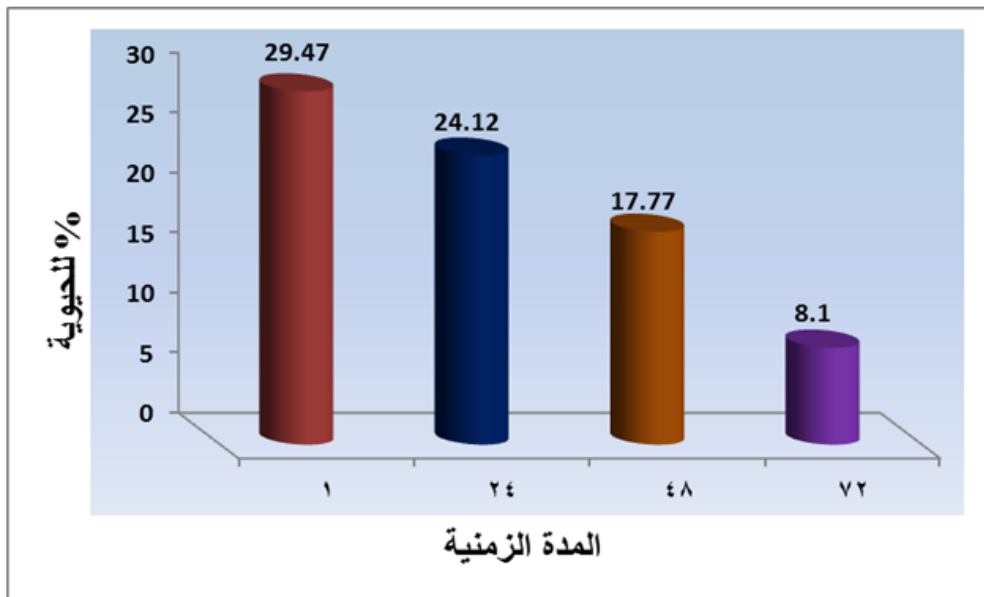
قيمة L.S.D. لعامل تراكيز المستخلص عند مستوى احتمال $0.05 = 6.501$

شكل (4) : تأثير عامل تراكيز المستخلص في حيوية الأطوار الخضرية للأميبا الحالة للنسيج *E. histolytica*



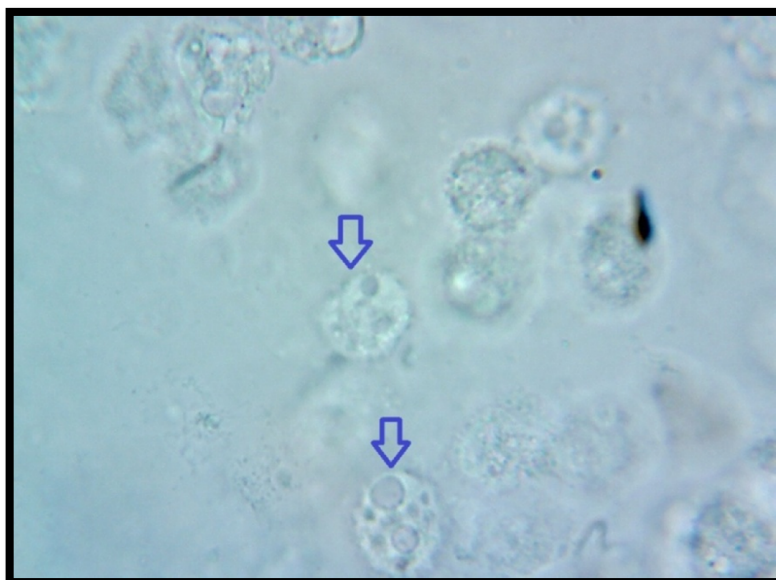
قيمة L.S.D. لعامل تراكيز مستخلص العقار عند مستوى احتمال $0.05 = 0.918$

شكل (5) : تأثير عامل تراكيز مستخلص عقار الميترونيدازول في حيوية الأطوار الخضرية للأميبيا الحالة للنسيج *E. histolytica*



قيمة L.S.D. لعامل المدة الزمنية للعقار عند مستوى احتمال $0.05 = 4.42$

شكل (6) : تأثير عامل المدة الزمنية لعقار الميترونيدازول في حيوية الأطوار الخضرية للأميبيا الحالة للنسيج *E. Histolytica*



لوحة (1) : الطور الخضري في الوسط الزراعي تحت قوة تكبير (1000 x) بدون معاملة بالمستخلصات بإضافة المحلول الملحي الفسيولوجي فقط 0.85 % (الطور الخضري) ↓

شكر وتوثيق :

نتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الكبير الى قسم علوم الحياة / كلية العلوم للبنات ، جامعة بابل والمختبرات التابعة لهم باجراء البحث وتقديم التسهيلات اللازمة.

المراجع العربية

- التكريتي، الهام عائد اسعد والجوري، عبد الخالق علوان والتكريتي، علي حسين الطيف (مقبول للنشر). انتشار طفيلي الزحار الأميبي *Entamoeba histolytica* في بيبي وضواحيها وتأثير مستخلص قشور الرمان *Punica granatum* في نمو الطفيلي بالوسط الزراعي. مجلة علوم الحياة، كلية التربية، جامعة تكريت (مقبول للنشر).
- الدوسري، ناصر حميد (2005). تأثير استخدام المستخلص الهكساني لنبات خناق الدجاج في بعض المظاهر الحياتية لحلمة الغبار *Oligonychus afrasiaticus*. مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر، المجلد: 4، العدد (1-2)، 11-23 صفحة.
- الراوي، خاشع محمود وخلف الله، عبد العزيز محمد (2000). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الشرافي، ازدهار عباس علوان (2010). تأثير مستخلص المركبات التربينية والفينولية والقلوانية الخام لنبات خناق الدجاج *Euphorbia helioscopia* في بعض جوانب الأداء الحياتي للذبابة المنزلية *Musca domestica*. رسالة ماجستير، كلية العلوم للبنات / جامعة بابل. 78 صفحة.
- الطائي، آلاء حمادي عبيد (2013). تأثير فعالية مستخلصات نباتات الرمان *Punica granatum* والشاي *Artemisia herba-alba* والثوم *Allium sativum* في نمو وتطور الاكياس العدرية للمشوكة الحبيبية *Echinococcus granulosus* خارج وداخل الجسم الحي. رسالة ماجستير كلية العلوم للبنات / جامعة بابل. 127 صفحة.
- العبادي، أريج عطية حسين (2005). دراسة طفيلية ومناعية للأوالي المعوية *Giardia lamblia* و *Entamoeba histolytica* في بغداد. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد.
- العايشي، مروة محسن حسين (2012). دراسة التأثير المضاد لبعض المستخلصات النباتية على طفيلي الزحار الأميبي *Entamoeba histolytica* في الفئران المصابة مختبرياً. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة المثنى، 131 صفحة.
- الكبيسي، عبد الوهاب بديوي حسين (2002). دراسة مناعية وبائية للمرضى المصابين بالأميبا الحالة للنسيج. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الجامعة المستنصرية: 125 صفحة.
- الكبيسي، علي حسين مكي (2007). بعض التغيرات الناجمة عن الإصابة بالاحياء المجهرية المسببة للإسهال في أطفال محافظة كربلاء ومعالجتها مختبرياً بالمستخلصات النباتية. أطروحة دكتوراه. كلية التربية ابن الهيثم. جامعة بغداد.
- المسعودي، هيا مخلص (2001). استخدام مستخلصات الثوم وقشور ثمار الرمان في معالجة الفئران البيض المصابة بالمشعرات الفأرية *Trichomonas muris*. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بابل.

- المعموري , أحمد خضير (2000) . وبائية الطفيليات المعوية وقمل الرأس لدى تلامذة بعض المدارس الابتدائية في قضاء المحاول , محافظة بابل . رسالة ماجستير , كلية العلوم , جامعة بابل , 122 صفحة .
- المنصور, ناصر عبد علي (1995). تأثير مستخلص التربينات لأوراق قرن الغزال *Inbicevaiutea* في الأداء الحيائي لذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*. مجلة جامعة بابل , العلوم الصرفية والتطبيقية 2(3) : 226-232.
- باقر, ميعاد غالب (1997). تأثير قشور الرمان وبعض النباتات الطبية المضادة للجراثيم والفطريات المرضية. رسالة ماجستير. كلية التربية. جامعة البصرة.
- جايك , هالة عبد الهادي عبدالغني (2013) . دراسة بعض التغيرات النسيجية والوظيفية لذكور الجرذان المصابة تجريبيا بالأميبا الحالة للنسيج *Entamoeba histolytica* . رسالة ماجستير. كلية العلوم للبنات، جامعة بابل , 130 صفحة .
- محمد , بان جاسم . (2009) . تأثير المستخلصات المائية للثوم *Allium sativum* و الفلفل الحار *Capsicum sp.* على طفيلي أميبا الحالة للنسيج *E.histolytica* خارج الجسم الحي *In vitro* , مجلة بغداد للعلوم , 7 (1) : 241-245: صفحة .

REFERENCES

- [1] AL-Hilli,F.A., 2000 Study of Antimicrobial effect of leaves extract from *Callistemoncitrinus* on *Pseudomonas aeruginosa* isolated from patients. M.Sc. Thesis , Coll.Sci., Univ.AL-Mustansiriya.
- [2] AL-Tmimy,A.A.,2001. Efficiency of *N.sativa* extracts against experimental infection with *E.coli* in white mice .M.Sc. Thesis, Coll. Edu., Uni. Baghdad . 20- AL-Rubhie ,S.S. ,1999. Effect of some plant extracts in attenuation protoscolices of *E.granulosis* (*in vitro*) and (*in vivo*) in white mouse. M.Sc. Thesis, Coll. Sci., Univ. Baghdad.
- [3] Behnia, M., Haghighi, A., Komeylizadeh, H., Tabaei, S.S. and Abadi , A . (2008) . Inhibitory Effects of Iranian Thymus vulgaris Extracts on *in vitro* Growth of *Entamoeba histolytica* . Korean J. Parasitol., 46 (3) : 153–156.
- [4] DiMiceli, L. .(2004). Distinguishing between pathogenic and non-pathogenic species of *Entamoeba*. Lab. Med. , 35 (10): 613-616 .
- [5] Fontaine, K.L. (2005). Complementary and alternative therapies for nursing practice.2th edn. . Pearson Prentice Hall. University of Michigan .USA.
- [6] Harinasuta, C. & Harinasuta, T. (1955). Studies on the growth *in vitro* of strains of *Entamoeba histolytica*. Ann. Trop. Med. Parasitol. , 49: 331-332.
- [7] Hudson, L. & Hay, F. C. (1980). Practical immunology (2nd ed.) Blackwell scient. Public.
- [8] Kleeberg ,H. and Hummael , E.(2001). Experience with neemazal T/ S. in 1994-2000. Trifolio- Mgmbh , sonnenstr. 22. Lahn Germany .
- [9] Kumar, V.; Cotran, R.S.& Robbins, S.L.(2003) . Basic pathology . 7thedn . ,W.B. Saunders . Co.,Philadelphia.
- [10] Lau, A.H., Lam, N.P., Piscitelli, S.C., Wilkes, L. and Danziger, L.H. .(1992). Clinical pharmacokinetics of metronidazole and other nitroimidazole anti-infective. Clin. Pharmacokinetic,23(5):328-364.
- [11] Linford , A.S. ;Heriberto , M. ;Kafelyn R.G. ; Hanbang , Z. ;Singh , V. ; Willian , A. and Petri , JR. ,2009. Short hairpin RNA.
- [12] Mehrotra, R.S and Sumbali, G. (2009).Principles of Microbiology. First ed. .Tata McGraw-Hill Education. India. : 924pp.
- [13] Tanyuksel , M and petri , W.A. (2003). Laboratory Diagnosis of Amebiasis . Clinical microbiology Reviews . , 16(4) : 713-729.
- [14] Yang, S. (1989). Detection of *Entamoeba histolytica* trophozoites in liver pus by the indirect fluorescent antibody test for the aetiological diagnosis of amoebic liver abscess. Ann. Trop. Med. Parasitol., 83(3):253-255.
- [15] Zeibig, E.A. (1997) . Clinical parasitology. a practical approach. W.B. Saunders Company. Philadelphia., 9-13 .

Dynamique des savoirs naturalistes des Pygmées Batwa de la région du Lac Tumba face au changement de leur mode de subsistance

[Dynamic in traditional knowledge and know-how in Batwa communities of Tumba Lac landscape, Democratic Republic of Congo, due to livelihood changes]

Benjamin L. Mandjo¹, Jacques Paulus², and Dieudonné E. Musibono³

¹Assistant, Unité d'Écodéveloppement, Ethnobiologie et Savoirs endogènes,
Département de l'Environnement, Faculté des sciences, Université de Kinshasa (UNIKIN),
RD Congo

²Professeur émérite, Unité d'Écodéveloppement, Ethnobiologie et Savoirs endogènes,
Département de l'Environnement, Faculté des sciences, Université de Kinshasa (UNIKIN),
RD Congo

³Professeur ordinaire & Directeur du groupe ERGS,
Département de l'Environnement, Faculté des sciences, Université de Kinshasa (UNIKIN),
RD Congo

Copyright © 2015 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 reports on changes in traditional knowledge and know-how in Batwa communities due to livelihood changes especially due to cassava cultivation ownership. We compare Batwa (pygmies) and Ntomba (bantou) communities living in the two villages (Iyanda and Sekri) in Congolese jungle. Results revealed that Batwa communities have lost significant knowledge packages after they adopted bantou livelihood behavior. This situation should be well managed to avoid the complete loss of Batwa traditional knowledges and know-how.

KEYWORDS: Batwa, Ntomba, Tumba, collection, dioscorea, knowledges, gender, age.

RESUME: On a examiné les répercussions que le changement de mode de subsistance des Batwa a eu sur le corpus de savoir ethnobiologique. Cela, en se focalisant sur les plantes utilisées lors d'une activité traditionnelle, la collecte, et sur la principale culture vivrière, le manioc. Pour ce faire, on a mené une étude comparative et synchronique parmi les Batwa d'Iyanda et de Sekri. On a analysé de quelle manière les savoirs ethnobiologiques variaient selon l'âge et le sexe parmi les Batwa et des non-pygmées Ntomba des deux villages, permettant ainsi de les comparer et de voir si les uns et les autres se différencient. Des résultats obtenus, il apparaît que les Batwa et les Ntomba partagent les mêmes pratiques agricoles et les mêmes connaissances concernant le manioc. Par contre, il existe des savoirs différenciés concernant les plantes de collecte. Les Batwa étant globalement plus connaisseurs que les Ntomba, avec des distinctions plus notables en ce qui concerne la médecine traditionnelle et les arbres employés pour la fabrication d'objets utilitaires.

MOTS-CLEFS: Batwa, Ntomba, Lac Tumba, dioscorea, dynamique des savoirs, âge, sexe.

1 INTRODUCTION

Les articles 8j2 et 10c de la Convention sur la diversité biologique signée au « Sommet de la Terre » à Rio en 1992 redéfinissent et confèrent aux savoirs naturalistes locaux et aux pratiques, ainsi qu'aux communautés autochtones et locales qui les détiennent, des rôles clés dans la gestion des ressources naturelles et de la conservation de la biodiversité. Ceci, soulèvent ainsi de nombreuses interrogations quant à la légitimité que l'on peut leur attribuer tant les contextes sociaux, écologiques et politiques sont variés : « Si on admet que l'on peut tirer des enseignements des savoirs populaires pour parvenir à une gestion raisonnée de la nature, il est nécessaire de comprendre comment ces savoirs se construisent et s'organisent, comment ils rendent compte de la façon dont la réalité est perçue, conçue et vécue dans chaque société » [1].

Les savoirs naturalistes locaux sont devenus, depuis la signature de ladite convention, un enjeu stratégique des politiques de développement durable : « Ces savoirs ont été investis d'un rôle décisif dans la protection de la biodiversité et dans l'instauration d'un marché des ressources génétiques. Ils ont été pour cela requalifiés comme patrimoine culturel à respecter, information à protéger ou encore marchandise à valoriser pour une nouvelle économie de la connaissance » [2].

Ce que l'on nomme savoirs naturalistes locaux ne sont autres que les savoirs et savoir-faire populaires appliqués au développement : « L'expression savoirs naturalistes locaux paraît la moins mauvaise pour désigner ces connaissances, innovations et pratiques que les anglophones nomment souvent par *traditional ecological knowledge* (TEK) » [3].

Les études en ethnoécologie s'attachent à étudier et à comprendre les interactions entre les connaissances et les pratiques relatives à l'environnement au sein des contextes sociaux, environnementaux, économiques et symboliques à l'intérieur desquels ils agissent et interagissent [4]. Elles appréhendent la dynamique des savoirs et savoir-faire naturalistes locaux en ne considérant pas ces corpus de savoirs comme des entités figées, mais qui s'alimentent d'apports extérieurs redéfinis dans le cadre de la communauté en empruntant des mécanismes de refus ou d'acceptation, selon que ce qu'il apporte est accepté ou non par la communauté elle-même en mouvement. Mais aussi, dans le milieu dans lequel cette dernière vit, lui-même étant également sujet à des changements. Largement fondés sur l'expérience personnelle, ces savoirs sont souvent agglutinatifs et flexibles [5]. Ainsi, il est important d'appréhender les savoirs et les pratiques qu'elles qui en sont liées comme en perpétuelle évolution et en recomposition. Ces savoirs se nourrissent d'emprunts et suivent les évolutions sociales des sociétés [6].

De nombreux chercheurs ont plutôt pointé la globalisation économique et culturelle comme étant les principales raisons de la disparition des savoirs naturalistes locaux. Il se fait aussi que, les facteurs déterminants précis, d'origine locale, régionale, nationale voire internationale, et leurs interactions complexes ne sont pas encore bien compris, principalement à cause du manque d'études empiriques sur leur changement [7]. Les populations locales s'adaptent aux changements intervenus dans leur environnement et au sein de leur société en absorbant et en assimilant des idées, des savoirs et des pratiques d'origines diverses. Les différents types de savoirs ne sont pas distribués de la même manière entre différentes communautés partageant parfois le même espace ni au sein d'une communauté. L'accès aux savoirs, les objectifs, les intérêts et les comportements variant selon les individus. Outre les avoir inventoriés, on a peu questionné le changement des, ou dans, les savoirs naturalistes locaux. Pour cela, des approches comparatives interculturelles mais aussi intraculturelles sont nécessaires pour avoir une meilleure compréhension des relations dynamiques qui existent entre les hommes et leur environnement, or, elles ont rarement été réalisées. Dernièrement, la thèse de Beatriz Soengas sur les pygmées Bakoya du Gabon a porté sur cette question.

C'est dans ce contexte que prend place cette étude. Elle est une étude de cas dont l'objectif est d'étudier la dynamique des savoirs ethnoécologiques et des pratiques du groupe pygmée Batwa, de la Région du Lac Tumba, au Sud-est de la Province de l'Équateur, en République Démocratique du Congo au regard du changement de leur mode de subsistance, à savoir, le passage d'un mode de vie basé sur la chasse-cueillette-paraculture de l'igname à celui d'une combinaison d'activités où l'agriculture prédomine.

On a considéré la pratique de l'agriculture par les Batwa comme un événement qui permettra de questionner la dynamique des savoirs : de quelle façon ces derniers se distribuent et se transmettent. Comme la démontre Beatriz Soengas, la situation de changement de mode de subsistance devrait jouer un rôle de révélateur pour saisir les effets induits par les changements de pratiques de subsistance sur les savoirs qui leur sont associés dans un contexte écologique et socio-culturel particulier, lui-même en perpétuel changement.

La pratique de l'agriculture par les Batwa, à l'origine chasseurs-cueilleurs, a supposé l'acquisition d'un savoir et de pratiques auprès de leurs voisins agriculteurs non pygmées (les *Ntomba*). Elle est susceptible, par ailleurs, d'impliquer une diminution de l'usage des plantes sauvages liées à la collecte. Y a-t-il gain d'une pratique et d'un savoir agricole au détriment d'une perte de savoir et de techniques liés aux plantes de collecte ? Les connaissances liées au manioc sont-elles aujourd'hui

différentes entre les Batwa et les ethnies non-pygmées avec qui ils cohabitent? Les Batwa sont-ils toujours plus connaisseurs de la forêt que leurs voisins non-pygmées comme ces derniers le prétendent, et inversement ces derniers sont-ils plus connaisseurs du monde agricole?

On se demande également si les savoirs et savoir-faire se transmettent aux plus jeunes et s'ils maîtrisent les connaissances liées aux plantes sauvages alors qu'ils sont scolarisés.

Ainsi, on examinera s'il y a des différences dans les savoirs liés aux plantes sauvages (plantes de collecte) et le manioc (plante cultivée) selon le groupe d'appartenance, Batwa et non-Pygmées, en fonction de l'âge, du sexe et du lieu de résidence. La démarche est de questionner le corpus de savoirs ethnobotaniques lié aux plantes de collecte et au manioc à travers ces catégories, de les mettre en correspondance et voir de quelles façons elles interagissent. Elles seront analysées séparément et en relation les unes avec les autres à travers différentes échelles de comparaison :

- au sein des Batwa de Sekri et d'Iyanda, puis entre les deux ;
- au sein des non-Pygmées de Sekri et d'Iyanda, puis entre les deux, et
- entre les Batwa et les non-Pygmées de chaque village.

Cette étude sur la dynamique des savoirs naturalistes locaux, au-delà des considérations théoriques et des nouvelles pistes de recherche, a un triple intérêt :

- contribuer à formuler de nouvelles lignes directrices et pratiques pour la mise en œuvre de politiques de gestion environnementale et de projets de développement mieux adaptés aux contextes sociaux et naturels pour lesquels ils sont destinés ;
- permettre une meilleure articulation entre ces savoirs et les savoirs scientifiques en les rendant opérationnels, une meilleure prise en compte des acteurs locaux dans les processus participatifs ;
- et favoriser un partage juste et équitable des droits et bénéfices économiques issus de la protection, de valorisation ou de l'exploitation des ressources naturelles.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 LA RÉGION DU LAC TUMBA

La Région du Lac Tumba se définit comme le paysage situé au centre de la cuvette centrale et centré sur le Lac Tumba. Elle est la partie orientale du grand Paysage appelé Télé-Tumba et elle est comprise entre : 2°35'2"N – 2°24'27"S ; 16°16'15"E – 20°19'35". Elle couvre une superficie de 72 439 km².

La végétation appartient au domaine de la forêt ombrophile guinéo-congolaise, avec des végétations de type inondé ou inondable [8], [9]. Le climat est de type continental chaud et humide, de type Afi, selon Köppen. La pluviosité moyenne annuelle s'élève à 2 000 mm, avec une courte saison sèche de juin à août. La température moyenne annuelle mesurée à Bikoro est de 24,5°C, les moyennes annuelles variant de 20°C la nuit, à 32°C le jour [10], [11], [12].

2.2 LES GROUPES ETHNOLINGUISTIQUES DE LA RÉGION ÉTUDIÉE

La région est habitée par deux groupes vivant selon un système de caste dans les mêmes villages, les Ntomba (Bantou), agriculteurs-pêcheurs appartenant au groupe ethnolinguistique Mongo et les Pygmées Batwa descendants de chasseurs-cueilleurs [13].

A la différence de leurs voisins agriculteurs, les Batwa possèdent des techniques et une économie hautement adaptées à la chasse et à la collecte dans la forêt équatoriale. Ils sont devenus généralement sédentaires et vivent dans des villages composés de huttes (principalement situés aux deux extrémités de village bantou) mais aussi dans les campements plus ou moins permanents situés dans les forêts environnantes des localités des Ntomba dont ils dépendent. Néanmoins, les Batwa pratiquent de plus en plus l'agriculture de subsistance. Ces deux sociétés entretiennent des relations étroites qui peuvent être décrites comme une forme de vasselisme (ou mieux un clientélisme) [14], [15].

2.3 MÉTHODES UTILISÉES

Concernant le savoir lié aux plantes de collecte, cette question a été traitée par l'entrée des catégories d'usage en m'inspirant de divers auteurs. Elles sont couramment utilisées dans les articles en ethnobotanique quantitative (entre autres

[8], [16], [17], [18], [19], [20]). Toutefois, les études comparatives entre communautés qui évaluent la distribution du savoir sont rares. Les études comme de [21], [22], et [23] en sont des exemples. Dans ces articles, les catégories d'usage sont définies à posteriori, c'est-à-dire que les auteurs ont demandé à leurs informateurs de donner les usages connus des espèces qui leur étaient présentées, soit *in situ* dans une parcelle, soit en tant qu'échantillon d'herbier.

Pour ce faire, le nombre de citations de plantes pour chaque catégorie d'usage est considéré comme une mesure du savoir ethnobotanique. On postule que le nombre de plantes reconnues comme utiles est un critère pour mesurer le savoir et qu'il est une indication de la variation des savoirs et savoir-faire à travers les individus et les communautés.

Cet exercice a eu lieu hors situation, au village, et a permis de dresser des listes libres de noms de plantes qui seront analysées par divers traitements. Chaque individu a été interrogé individuellement, à son domicile ou à un lieu neutre qui servait de site d'enquête lors des missions de terrain entre 2009 et 2013. L'énoncé des requêtes était le suivant en français et l'interview se tenait en lingala (parfois en traduisant les certains mots en lotomba) : « Donne-moi les noms des fruits/ignames que toi-même tu vas chercher en brousse pour manger, les bois ou autres matériaux que tu connais pour faire la maison, fabriquer le mortier, la sagaie, les différentes variétés de manioc que tu connais ou/et que tu as déjà plantée, etc.), ou les plantes que tu utilises pour préparer des médicaments ».

La démarche a donc été d'utiliser l'entrée « usage/pratique » en relation notamment avec la division sexuelle du travail. C'est pour cela que le choix des catégories d'usage et de leurs subdivisions résulte des observations sur le terrain, et de l'hypothèse suivante : l'informateur/trice donnera un plus grand nombre de noms dans la catégorie d'usage qui correspond à ses principales activités. Par exemple, la construction des cases incombe aux hommes, on est dès lors à même de penser qu'ils nommeront plus d'arbres pour réaliser la structure de la maison que les femmes. De même que l'on peut penser que les femmes nommeront plus de variétés de manioc que les hommes puisque « ce sont les femmes qui plantent ».

On peut également supposer que les Batwa seront à même de citer plus de plantes pour les médicaments, les ignames et des fruits que les Ntomba car, étant à l'origine des chasseurs-cueilleurs, il semblerait qu'ils aient plus de connaissances sur les plantes de collecte.

Par ailleurs, concernant l'âge, on suppose que les enfants citeront un nombre moins important pour des items spécialisés tels que la « construction » ou les médicaments », par rapport aux fruits et aux ignames qu'ils collectent souvent.

Les items « filet de chasse » et « corbeille », bien qu'ils soient associés aux hommes (le filet de chasse) ou aux femmes (corbeille), ont également été choisis pour tester les connaissances des plus jeunes à leur sujet car ils sont aujourd'hui tombés en désuétude.

D'une part, les statistiques descriptives et la mise en place d'histogrammes ont reposés sur l'aspect quantitatif des données récoltées, à savoir le nombre de plantes citées. D'autre part, nous analyserons l'aspect qualitatif, en regardant quelles sont les plantes citées et leurs caractéristiques.

2.3.1 LES CATEGORIES D'USAGE ET ITEMS

- La catégorie « alimentation » a été divisée en trois items : « fruits » (y compris les noix, graines), « ignames » et « variétés de manioc ».
- La catégorie « utilitaire » est divisée en cinq items : « corbeille » et « hotte de portage » (fait uniquement référence aux matériaux nécessaires au tressage, ne comprend pas la bande frontale et les anses) pour la vannerie ; la « sagaie » (la hampe), et le « filet de chasse », pour les instruments de chasse et de pêche ; et le « mortier » (associé au pilon) pour les ustensiles de cuisine.
- La catégorie « pharmacopée » fait référence aux plantes utilisées dans la médecine traditionnelle.
- La catégorie « construction » fait référence aux matériaux de construction nécessaires pour la construction des maisons au village (charpente, poteaux, toiture et ligatures).
- La catégorie « bois de feu » fait référence aux bois collectés pour préparer la nourriture mais également pour se chauffer.

2.3.2 CHOIX DES PYGMEES BATWA ET DE DEUX VILLAGES

Ce contexte des Batwa semble être un cas particulier pertinent et intéressant pour analyser les modalités de la dynamique des savoirs naturalistes locaux. Peu étudiées, les Batwa de la Région du Lac Tumba de la République Démocratique du Congo ne sont, pour ainsi dire, pas typiques. Ils ne correspondent pas à l'image classique que l'on a des Pygmées, selon laquelle, en caricaturant, ces derniers sont des chasseurs-cueilleurs semi-nomades, de petites tailles, vivant

en petits groupes en forêt dans des huttes en feuilles. Leur sédentarisation sur la route est ancienne d'environ quatre-vingt-cinq ans. Ils pratiquent une agriculture comparable à celle de leurs voisins non-pygmées avec qui ils partagent le même espace villageois. Leurs huttes sont souvent aux périphéries des villages non-pygmées. Puis à des degrés divers, ils présentent selon les villages des différences socioéconomiques notables, notamment en ce qui concerne leurs activités de subsistance et les relations qu'ils entretiennent avec leurs voisins non-pygmées.

Deux villages du territoire de Bikoro où l'on trouve des communautés importantes des pygmées Batwa, à savoir : Sekri, situé à 20 km de Mbandaka, chef-lieu de Province de l'Equateur et Lyanda, situé à 159 km de Mbandaka et éloigné de 8 km de la route principale ont été choisis pour cette étude. Le contraste observé entre Sekri et Lyanda reposait d'une part sur les activités de subsistance : les Batwa vivant à Lyanda semblaient être moins portés sur l'agriculture pour soi contrairement aux Batwa de Sekri. Aussi, ils travaillent plus volontiers dans les champs de leurs voisins non-pygmées que dans les leurs, en échange de nourriture ou d'argent. On note également que l'activité de chasse semblait plus importante à Lyanda qu'à Sekri.

D'autre part, les relations entre les Batwa et les villageois non-pygmées semblaient plus distendues à Sekri qu'à Lyanda.

La comparaison entre Sekri et Lyanda permet de mettre en lumière d'une part, l'influence que peut avoir une ville sur les villages alentours et d'autre part, la problématique de la route, en opposant un village à partir duquel on peut aisément se rendre en ville à pied (Sekri), et un autre relativement enclavé et isolé (Lyanda). Il est aussi intéressant de voir les répercussions de la distance de ces villages par rapport à Mbandaka qui, en tant que chef-lieu de la Province, est dans la région un haut-lieu d'activités commerciales avec son marché et ses nombreux commerces.

2.3.3 ÉCHANTILLON

Au total 200 personnes ont été interrogées: 100 Batwa et 100 Ntomba. Elles sont classées, dans le tableau 1, selon le village de résidence et groupe d'appartenance. À un deuxième niveau, elles sont réparties selon le sexe puis classées selon leur classe d'âge.

Cet échantillon se décompose de la façon suivante :

- Dans la catégorie « adulte », 30 hommes et 30 femmes Batwa, les deux villages confondus, ont été interrogés, totalisant ainsi 60 adultes Batwa, ainsi que 30 hommes et 30 femmes Ntomba, totalisant 60 adultes Ntomba au total pour Sekri et Lyanda ensemble.
- La catégorie « adolescents » comprend les jeunes âgés de 12 à 15 ans, celle des « enfants » âgés de 5 à 11 ans ; 20 garçons et 20 filles Batwa et non-pygmées pour chaque catégorie (adolescents et enfants) et village ont été interrogés, totalisant ainsi 40 adolescents et enfants Batwa, ainsi que 40 adolescents et enfants non-pygmées, tous sexes et villages confondus.

Tableau 1. Échantillon des informateurs Batwa et non-pygmées Ntomba de Sekri et Lyanda pour l'exercice catégories d'usage.

Sekri											
Batwa						Non-pygmées Ntomba					
Adultes		Adolescents		Enfants		Adultes		Adolescents		Enfants	
H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F
15	15	5	5	5	5	15	15	5	5	5	5
30 Adultes Batwa		10 Adolescents Batwa		10 Enfants Batwa		30 Adultes Non-pygmées		10 Adolescents Non-pygmées		10 Enfants Non-pygmées	
Iyanda											
Batwa						Non-pygmées Ntomba					
Adultes		Adolescents		Enfants		Adultes		Adolescents		Enfants	
H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F
15	15	5	5	5	5	15	15	5	5	5	5
30 Adultes Batwa		10 Adolescents Batwa		10 Enfants Batwa		30 Adultes Non-pygmées		10 Adolescents Non-pygmées		10 Enfants Non-pygmées	

Légende. H : homme ; F : femmes / fille ; G : garçon.

3 RÉSULTATS

Les listes libres produites lors de l'exercice catégories d'usage correspondent aux fruits, aux espèces d'ignames et variétés de manioc cités par chacun de ces 200 informateurs pour chaque catégorie d'usage/items présentées précédemment.

Ces listes ont fait l'objet d'analyses quantitatives et qualitatives.

3.1 ANALYSES QUANTITATIVES

Les figures qui suivent correspondant à chaque catégorie d'usage présentent le nombre moyen de plantes que les informateurs, regroupés par sexe-classe d'âge et groupe d'appartenance et village, ont citées pour chaque catégorie. Ces histogrammes donnent un premier aperçu de la distribution des savoirs dans chaque domaine selon les variables précédentes.

Les traits les plus saillants pour chaque figure sont décrits en croisant et en comparant les différentes variables (sexe, groupe d'appartenance, lieu de résidence et âge).

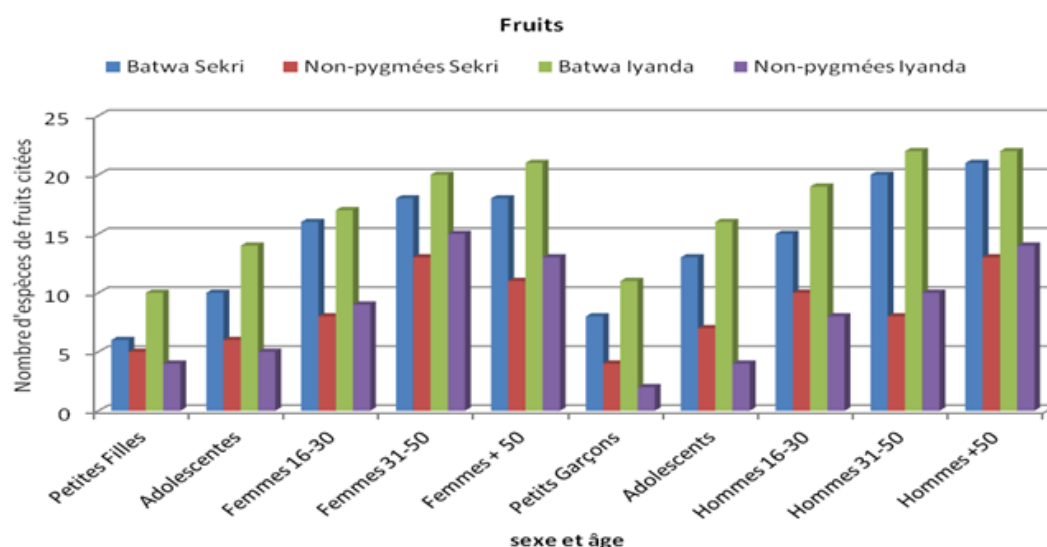


Figure 1. Nombre moyen d'espèces de fruits cités pour l'item « Fruits ».

La figure 1 présente les résultats sur le nombre moyen de fruits cités par les informateurs. En règle générale les Batwa d'Iyanda et de Sekri ont cité plus de fruits que les Ntomba. Les enfants des deux sexes connaissent déjà un certain nombre de fruits. Ces derniers les cueillent dès leur plus jeune âge lors des sorties en forêt, pour la pêche, la chasse, en accompagnant leurs parents, mais également sur le chemin des plantations, ou bien quand ils partent jouer en forêt. Les différences entre les classes d'âge sont plus ou moins nettes, il y a une progression linéaire de l'enfance à l'âge adulte dans les différents groupes. Le nombre moyen de plantes fluctue selon les classes d'âge. Il y a de différences significatives entre les sexes. Les hommes ont cité plus de fruits que les femmes.

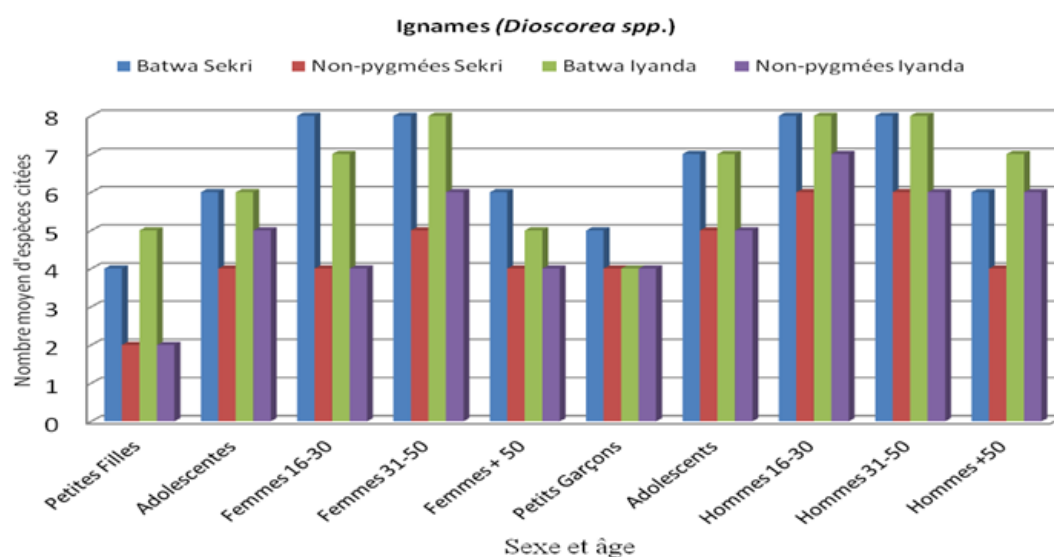


Figure 2. Nombre moyen d'espèces d'ignames citées pour l'item « Ignames, *Dioscorea* ».

La figure 2 donne le nombre moyen d'espèces de *Dioscorea* citées par les informateurs. On remarque ici que les différences entre les classes d'âge ne sont pas nettes. Il n'y a pas une progression linéaire de l'enfance à l'âge adulte dans les différents groupes. Le nombre moyen de plantes fluctue selon les classes d'âge. Il n'y a pas non plus de différence significative entre les sexes. En règle générale les Batwa de Sekri et d'Iyanda ont cité plus d'espèces de *Dioscorea* que les non-pygmees Ntomba. Comme pour les fruits, les enfants des deux sexes en connaissent déjà un certain nombre.

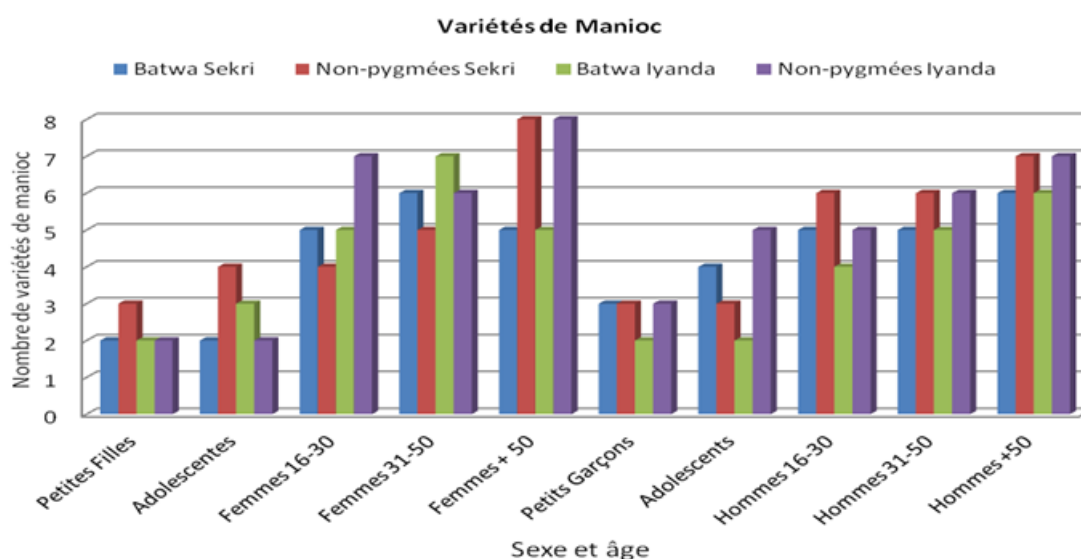


Figure 3. Nombre moyen de variétés de manioc citées pour l'item « Variétés de manioc ».

La figure 3 porte sur le nombre moyen des variétés de manioc citées par les interviewés. En général, les non-pygmees Ntomba ont cité plus de variétés que les Batwa. On remarque également que les différences entre les classes d'âge sont nettes. Il y a une progression linéaire de l'enfance à l'âge adulte dans les différents groupes. Le nombre moyen de plantes fluctue selon les classes d'âge. Il n'y a pas non plus de différence significative entre les sexes, mais cela est parfois le contraire notamment parmi les jeunes femmes Batwa où celles d'Iyanda citent un peu plus de variétés que les femmes de Sekri. Les femmes non-pygmees de plus de 50 ans sont celles qui ont cité le plus grand nombre de variétés de manioc.

Les femmes batwa d'Iyanda ont des connaissances qui croissent régulièrement avec l'âge vers un niveau élevé. Ceci est aussi observé chez les hommes batwa d'Iyanda (mis à part des connaissances élevées chez les adolescents), mais cette croissance est lente. Les femmes batwa de Sekri ont un profil qui monte très vite chez les 16-30 ans puis s'effondre par la suite au niveau des adolescentes. Les hommes batwa de Sekri suivent exactement la courbe des hommes batwa d'Iyanda. La courbe ici est parfaitement régulière, aboutissant au même niveau que les hommes Batwa d'Iyanda. Les femmes Ntomba d'Iyanda stagnent à partir de 16-30 ans, tandis que les hommes Ntomba d'Iyanda progressent très doucement avec l'âge. Les femmes non-pygmées de Sekri ont une progression très régulière (bien que partie de très bas chez les petites filles) atteignant un niveau un peu moins élevé que les femmes batwa d'Iyanda. Les hommes Ntomba de Sekri suivent la même progression que les hommes Ntomba d'Iyanda (sauf un départ rapide des petits garçons).

Une fois de plus on remarque que les petits garçons et les petites filles ont des connaissances, car accompagnant leurs parents à la plantation, ils se familiarisent avec les différentes variétés. À Iyanda les Batwa ont cité plus de variétés que les Ntomba. À Sekri le niveau de citations est plus équilibré.

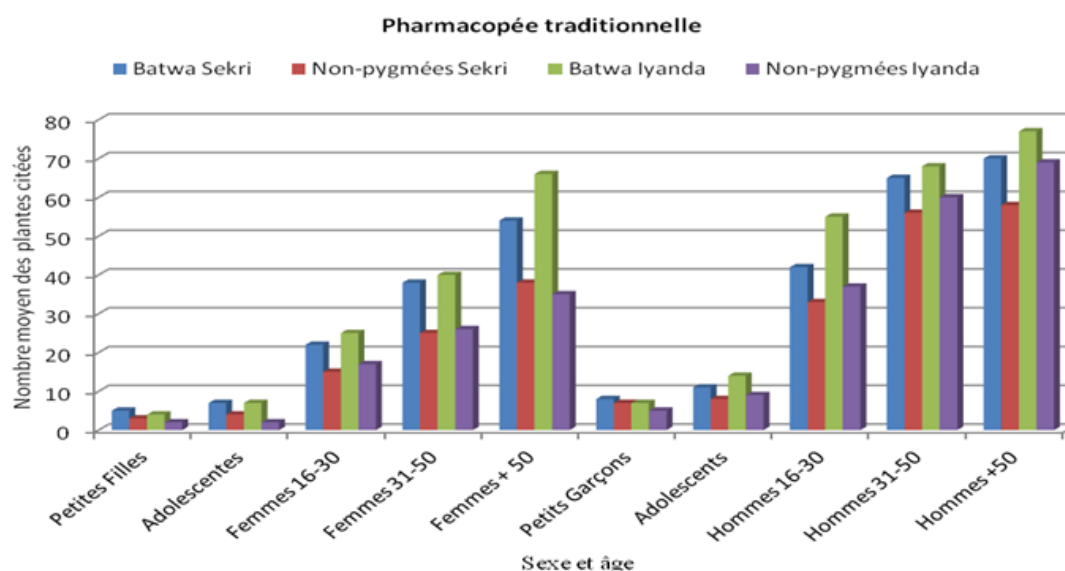


Figure 4. Nombre moyen de plantes citées pour la catégorie « Pharmacopée traditionnelle »

La figure 4 présente les résultats sur la catégorie pharmacopée traditionnelle. De manière générale, les Batwa ont cité plus de plantes employées comme remèdes que les Ntomba. En général parmi les Batwa, les hommes ont cité plus de plantes que les femmes, surtout à Iyanda. La situation parmi les non-pygmées est l'inverse. On remarque, contrairement aux figures précédentes, qu'ici les enfants en savent très peu et que le savoir croît avec l'âge, même si pour les Ntomba il décroît dans la dernière classe d'âge. Le savoir lié aux plantes utilisées comme médicaments s'acquiert avec l'âge et, l'expérience. L'expérience de la maladie vécue, les initiations, mais également l'expérience de la vie sexuelle, où nombre de médicaments sont employés pour favoriser la puissance sexuelle mais aussi comme charmes d'« amour ».

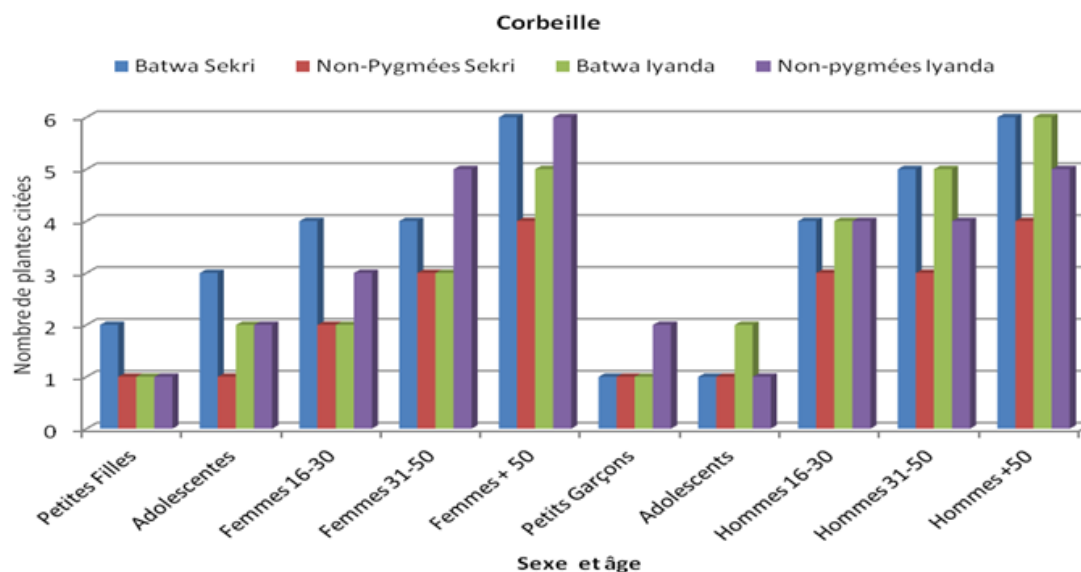


Figure 5. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « Corbeille ».

La figure 5 présente le nombre moyen d'espèces de lianes citées par les informateurs et qui servent à fabriquer les corbeilles. On remarque ici que le nombre de plantes croît de façon générale avec l'âge des informateurs. Bien que les corbeilles soient fabriquées par les femmes, on ne peut établir de différences notables entre Batwa et Ntomba, ni entre ces groupes au sein du même village. Hommes et femmes connaissent les matériaux nécessaires à sa fabrication, ils sont par ailleurs indifféremment prélevés par l'un ou l'autre sexe.

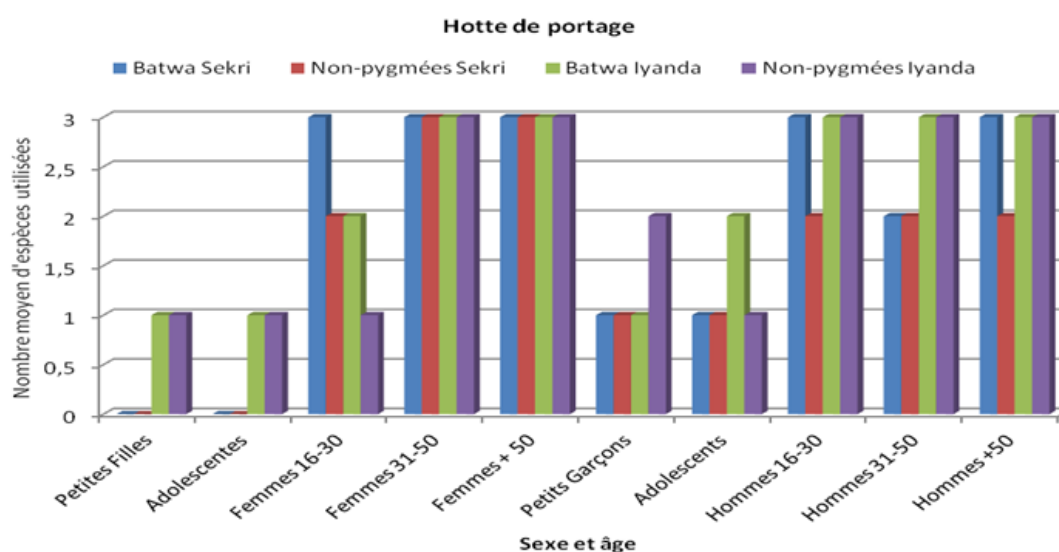


Figure 6. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « hotte de portage ».

La figure 6 donne les résultats sur la catégorie item « hotte de portage ». Ces résultats montrent que les adultes des deux groupes et des deux villages ont cité le même nombre de plantes qui servent à la fabrication de la hotte de portage. Les femmes de plus de 30 ans présentent un bloc homogène. On remarque également que les petites filles et adolescentes de deux groupes de Sekri n'ont rien répondu. On remarque qu'ici trois espèces sont citées par tous et qui sont par ailleurs les mêmes dans les deux villages. C'est un cas particulier d'une vannerie, une hotte de portage, communément fabriquée les hommes la hotte de portage et ce sont les femmes qui en font un plus grand usage, notamment pour transporter les racines de manioc, ignames ou le bois de feu.

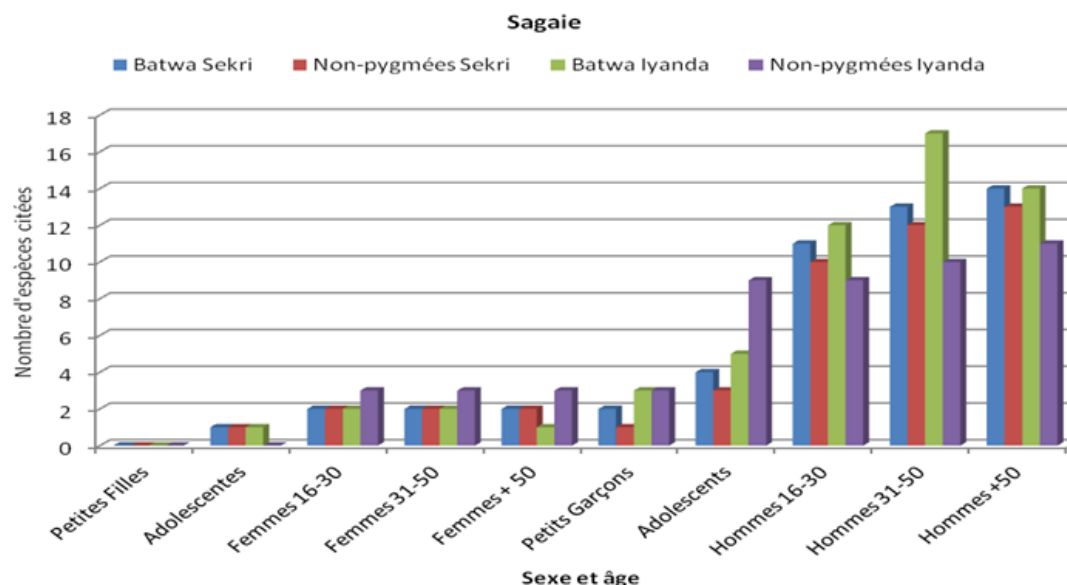


Figure 7. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « Sagaie »

La figure 7 donne le nombre moyen d'espèces de plantes citées par les informateurs comme entrant dans la fabrication de manche de sagaie. Les hommes batwa et non-pygmées Ntomba sont les meilleurs connaisseurs dans ce domaine alors que chez les enfants et adolescents cela est plus mitigé. La montée des savoirs est différentielle entre Batwa et Ntomba à Iyanda. Les femmes ont cité très peu de plantes pour la fabrication de cette arme employée et fabriquée par les hommes (batwa ou pas) pour la chasse à course ou pour visiter les pièges. Les hommes batwa d'Iyanda ont cité plus de plantes que les Ntomba du même village alors qu'à Sekri c'est le cas uniquement pour les hommes âgés de plus de 50 ans. On remarque qu'au sein des hommes batwa d'Iyanda les plus connaisseurs sont ceux appartenant à la classe d'âge entre 31 et 50, chez ceux de Sekri ce sont les plus vieux. Parmi les non-pygmées Ntomba, le nombre de plantes citées par ceux vivant à Iyanda varie peu depuis les enfants, alors qu'à Sekri les meilleurs connaisseurs appartiennent à la classe d'âge comprise entre 31 et 50.

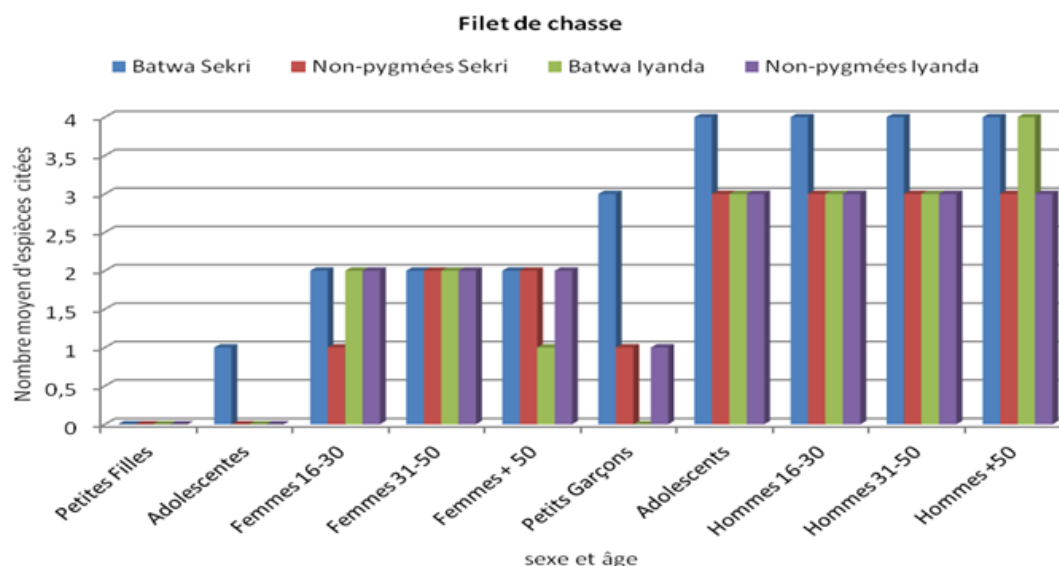


Figure 8. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « Filet de chasse ».

La figure 8 donne le nombre moyen d'espèces de lianes citées par les informateurs qui servent à la fabrication de filet de chasse. Les résultats renseignent que tous les hommes batwa de Sekri connaissent les lianes utilisées dans la fabrication du filet et ce depuis l'adolescence. À Iyanda, ce sont les adolescents batwa les premiers à le citer. Pour les femmes à Iyanda, ce

n'est qu'à partir de la classe d'âge comprise entre 16 et 30 qu'elles connaissent les lianes. Le fait que cette liane soit plus connue par les hommes et par les habitants de Sekri en général s'explique par le fait que les filets fabriqués par les hommes se trouvent encore, en nombre limité, dans ce village. Certains les ont conservés, mais depuis l'avènement du fusil et des câbles pour piéger, la chasse au filet n'est pour ainsi dire plus pratiquée. Il existe encore quelques vieux à Iyanda et à Sekri qui savent les fabriquer mais cette technique n'est plus transmise aux plus jeunes. Parmi ces derniers, ceux qui connaissent la liane pour fabriquer les filets sont ceux qui ont vu comment les anciens les fabriquaient ou à qui on a expliqué comment se faisaient ces filets.

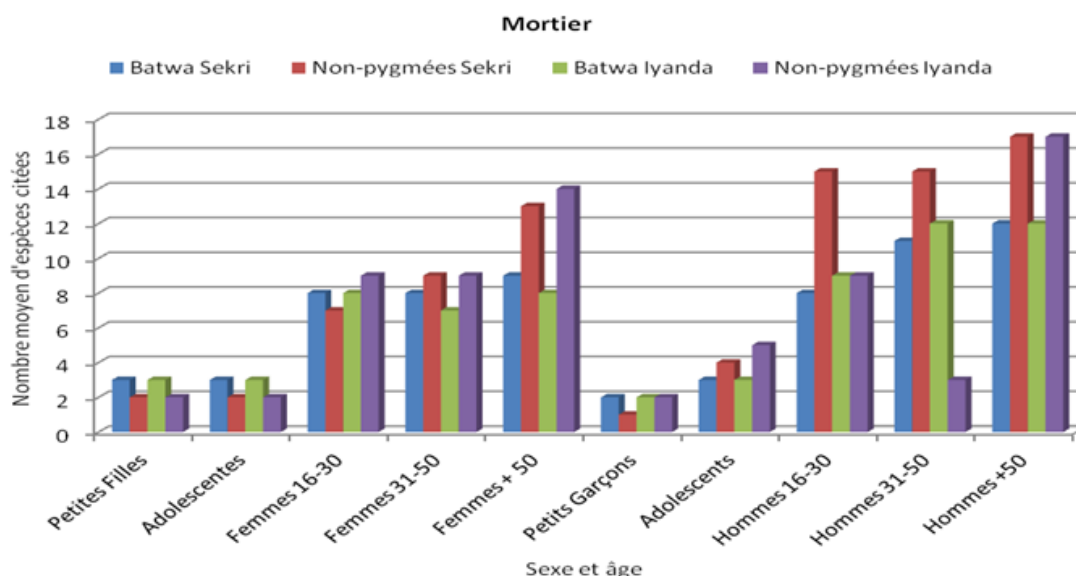


Figure 9. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « Mortier ».

La figure 9 montre les résultats sur les différentes espèces de bois utilisées pour fabriquer le mortier. De manière générale, tout le monde a une relative connaissance des bois utilisés pour la fabrication des mortiers. Le nombre d'arbres cités croît avec l'âge pour chaque sexe et pour chaque groupe. La différence parmi les Batwa et les non-pygmées est assez significative, ainsi qu'entre Batwa ou non-pygmées de chaque village. Cependant les non-pygmées de Sekri dépassent en général ceux d'Iyanda, et les hommes Ntomba des deux villages âgés de plus de 50 ans sont meilleurs connaisseurs. Les mortiers sont par ailleurs fabriqués par les hommes des deux groupes, bien qu'à l'origine leur facture soit une technique bantoue.

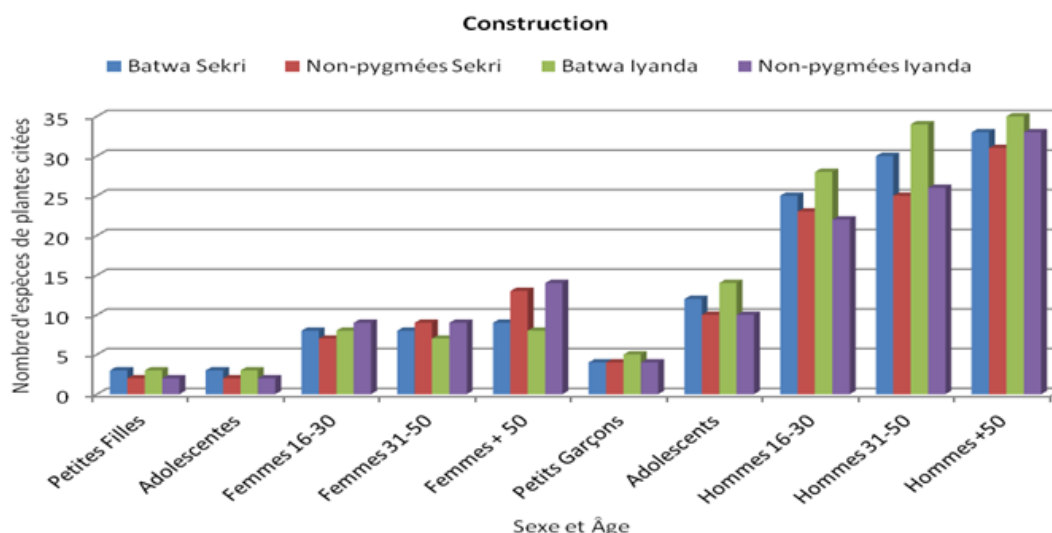


Figure 10. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « Construction ».

La figure 10 porte sur les connaissances par rapport aux plantes servant de bois pour la construction des cases. Comme on pouvait s'y attendre, la construction des cases étant un travail masculin, les hommes, surtout Batwa et dans une moindre mesure Ntomba, ont cité plus d'arbres que les femmes de leur groupe. De plus, dans les deux villages, les Batwa en ont cité plus que les non-pygmées Ntomba. Parmi les femmes, le nombre moyen de plantes citées varie peu selon les classes d'âge, de même pour les garçons Ntomba, alors que parmi les hommes Batwa ce nombre tend à augmenter avec l'âge.

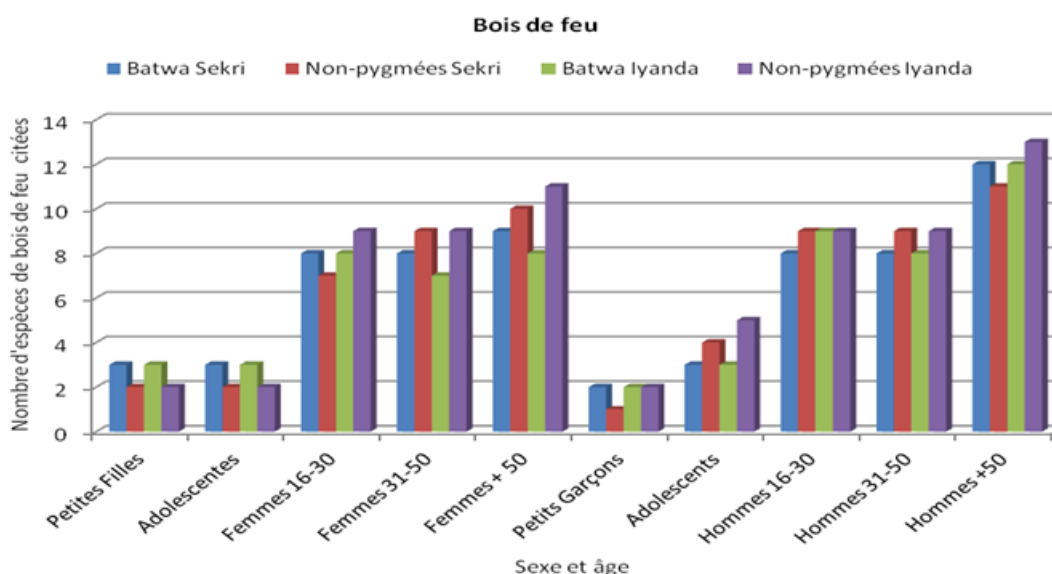


Figure 11. Nombre moyen d'espèces de plantes citées pour la catégorie « Bois de feu ».

La figure 11 donne les résultats sur le nombre moyen d'espèces de bois utilisés comme bois de feu. Globalement le nombre de bois de feu cités varie peu. Pour tous les groupes et villages confondus, il y a toujours un petit accroissement à partir de l'enfance et cela stagne avec des petites augmentations vers les classes d'âge plus élevées. Le bois de feu est collecté par tous, il n'y a pour ainsi dire pas de distinction notable entre les groupes et les villages.

D'une manière générale, on constate que le nombre de plantes citées croît selon l'âge des informateurs, de l'enfance à l'âge adulte. Pour certains items tels que ceux liés à l'alimentation (les « fruits », « les espèces d'ignames » et « les variétés de manioc ») ou le « bois de feu », les savoirs se mettent rapidement en place. Pour d'autres, comme pour la « pharmacopée traditionnelle » ou la « sagaie », la « construction », les savoirs s'acquièrent progressivement au cours de la

vie, avec l'expérience et la pratique. On remarque que les enfants et adolescents connaissent la liane pour la fabrication du filet. Malgré la progressive disparition de cet objet, les savoirs les concernant ne sont pas totalement tombés en désuétude.

Les Batwa semblent avoir plus de connaissances que les non-pygmées Ntomba en ce qui concerne les fruits, la « pharmacopée », les matériaux nécessaires pour la fabrication de filet de chasse, la construction des cases. La situation est plus équilibrée en ce qui concerne les variétés de manioc, le mortier, la sagaie, le bois de feu, la corbeille, le panier de portage pour lesquels les deux groupes ont globalement des savoirs comparables, mais qui varient en fonction du sexe et des classes d'âge. Parfois ces savoirs sont égaux selon les classes d'âge et le sexe, le cas le plus flagrant étant celui de l'item « hotte de portage ».

Comme on le supposait, les hommes citent plus de plantes que les femmes pour la fabrication de la sagaie, le filet de chasse et la construction. Pour le mortier, les variétés de manioc, la pharmacopée traditionnelle, la corbeille et le bois de feu, les résultats sont plus équilibrés et varient selon les classes d'âge, les plus élevées ayant plus de connaissances.

Cependant on remarque que, pour le manioc, les hommes Batwa de Sekri dans leur totalité citent quasiment le même nombre de variétés que les femmes Batwa du même village, alors que parmi les Batwa d'Iyanda et les non-pygmées Ntomba en général il existe un clivage entre ces deux sexes, les femmes citant plus de variétés que les hommes.

Le nombre moyen de plantes citées pour toutes ces catégories ne s'explique pas uniquement par l'âge, le sexe ou l'appartenance des individus à un groupe ethnique précis résidant dans tel ou tel village, mais également par la compétence, les aptitudes de chaque informateur qui, dépendent entre autres de son éducation et de son entourage, mais également de l'expérience acquise au cours de la vie. On peut ainsi avoir échantillonné des personnes relativement compétentes ou non. Par conséquent, le nombre de plantes qu'elles auront citées peut influencer les résultats dans un sens comme dans l'autre. Néanmoins, ces histogrammes sont un moyen d'avoir une première vue d'ensemble de l'analyse des données.

3.2 ANALYSES QUALITATIVES

Les résultats présentés jusqu'à présent sont basés sur la quantité, c'est-à-dire le nombre de plantes citées. Un autre niveau d'analyse est de prendre en compte la qualité de l'information donnée par les listes libres. On ne se base pas uniquement sur le nombre de plantes mais sur la nature, le type des plantes citées par les différents informateurs pour les différentes catégories d'usage et items. Cela peut mettre en avant celles qui sont communément utilisées et à contrario celles qui ne le sont que par quelques-uns, ce qui pourrait mettre au jour des savoirs différenciés.

Par ailleurs, l'exercice catégories d'usage a permis de dresser l'inventaire des plantes de collecte les plus utilisées, ou du moins les plus courantes dans les catégories et items demandés. On peut considérer par extrapolation que les plantes citées par le plus grand nombre sont celles qui sont les plus utilisées et/ou privilégiées, voire les plus importantes.

Un certain nombre de fruits cités sont consommés pour leurs graines et non pas uniquement pour leur pulpe. Certains informateurs, des Batwa de Sekri ainsi que des non-Pygmées d'Iyanda ont ainsi cité des ignames, *Dioscorea* ssp. (bi.hoole) pour l'item « fruits ». De nombreux Batwa ont également cité le palmier à huile (mbila) qui est à mi-chemin entre le sauvage et le cultivé.

Mais encore, alors qu'il était demandé de citer les fruits de brousse un certain nombre de plantes cultivées comme le piment (ibenga ou pilipili), le solo (aubergines) ou les bananes douces, ont été citées par des enfants Ntomba et Batwa ainsi que par des adultes Batwa des deux villages. Ont également été cités des fruits provenant d'arbres fruitiers plantés se trouvant derrière les maisons au village, comme le cocotier (koko), dans les anciennes plantations comme les avocatiers (sapuka) mais aussi le cacao (ancienne culture de rente) dont les graines sont sucées. Ce sont en général les enfants et les adolescents (Batwa et Ntomba de deux villages) qui les citent le plus fréquemment. On croirait que les jeunes qui n'ont pas vu ces plantes être cultivées peuvent penser qu'elles ont toujours été là. On note également, la tendance des plus jeunes à faire des regroupements lorsque les noms précis sont inconnus, comme par exemple, dire « les fruits rouges » ou « les fruits jaunes ».

Un autre élément que cet exercice a pu mettre en valeur est la part des plantes herbacées dans la catégorie pharmacopée telles que le lombolombo (en lontomba, *Lantana camara* Leamann., qui pousse au village et aux abords des maisons. Elles sont le plus souvent citées par les femmes Batwa et Ntomba des deux villages. Des arbres se trouvant également au village comme le manguié ou l'avocatier sont cités par les hommes pour la fabrication du mortier.

Par ailleurs, toutes les plantes citées sont communes aux deux villages. Peut-être sont-elles connues sous un autre nom à Sekri ? C'est le cas du *Ricinodendron heudelotii* Heckel (Euphorbiaceae) nommé mungongu à lyanda et lipekepeke à sekri. Cela est peut-être le résultat d'un phénomène d'emprunt. Ici, munungu n'est pas apparemment en lotomba.

Pour chaque usage, parmi la diversité des plantes citées, certaines ne l'ont été que par un nombre limité de personnes montrant ainsi un savoir spécialisé de la part d'une certaine catégorie d'informateurs par rapport aux autres comme les analyses ci-dessus l'ont montré. Il apparaît toutefois qu'il existe un pool de savoir commun entre les Batwa et les non-pygmées Ntomba des deux sexes et des deux villages. Si l'on s'attarde sur les noms, on remarque que les informateurs Batwa et Ntomba citent à peu près les mêmes plantes pour les usages demandés. Ainsi en général, les femmes citeront pour les items dits masculins, comme la sagaie par exemple, les mêmes plantes que les hommes bien qu'elles en citent moins (les hommes citent plus de noms car ils ont une meilleure connaissance des matériaux nécessaires à leur fabrication). Les Ntomba citent moins de plantes médicinales que les Batwa, mais les plantes qu'ils citent correspondent à celles données par ces derniers. De même pour les enfants, à quelques très rares exceptions près, les plantes qu'ils citent correspondent à celles citées par les adultes.

4 DISCUSSIONS GÉNÉRALES

Les résultats fournis par les analyses quantitatives et qualitatives offrent différentes conclusions quant aux conséquences des changements socioéconomiques dues à l'adoption de l'agriculture sur les savoirs naturalistes locaux, comme le résumant Reyes-García et al. : « Some studies suggest that socioeconomic changes do not decrease traditional ecological knowledge, other suggest that only certain socioeconomic changes decrease traditional ecological knowledge, and still others suggest that integration into the market economy through activities based on the natural environment could accelerate the acquisition of ecological knowledge » [23]. Dans le cadre de cette étude, le processus de changement de mode de subsistance des Batwa devait permettre de mettre au jour les effets induits par ces changements de pratiques sur les savoirs qui leurs sont associés.

Selon la tradition orale, après environ 80 ans de sédentarisation et de cohabitation avec les ethnies non-pygmées Ntomba, et presque 50 ans de pratique de l'agriculture, voire plus selon les discours, les Batwa de la région du Lac Tumba ont des pratiques et des savoirs agricoles analogues à ceux de leurs voisins non-pygmées. Aujourd'hui l'agriculture est à différents degrés, l'activité de subsistance prédominante que les Batwa pratiquent. Son adoption a eu pour conséquence un gain de savoir et de savoir-faire qui est venu enrichir leur pool de connaissances, sans pour autant nécessairement supplanter les savoirs antérieurs concernant les plantes de collecte. L'acquisition des savoirs semblent être davantage de nature cumulative, ainsi il n'y a pas forcément d'antinomie entre le fait de gagner un savoir au détriment de la perte d'un autre pan de savoir. On peut penser que le savoir de base nécessaire à la subsistance ne fait que s'enrichir des apports extérieurs. L'étude étant synchronique et avec peu de référents antérieurs, si ce n'est la comparaison entre le savoir des anciens et celui des plus jeunes, il est malaisé de déterminer s'il y a eu une réelle perte des connaissances liées aux plantes spontanées. Toutefois, le changement dans le mode de subsistance a eu des répercussions sur les techniques de production des Batwa.

Alors qu'à première vue la pratique de l'agriculture est susceptible d'impliquer une diminution de l'usage des plantes sauvages collectées, on constate que ces plantes tiennent encore aujourd'hui une place importante dans la vie quotidienne des Batwa, mais aussi dans celle de leurs voisins Ntomba, notamment pour l'alimentation. Les fruits sont des compléments de nourriture non négligeables, qui permettent un régime alimentaire plus varié selon les saisons ; les graines oléagineuses sont très valorisées et appréciées pour les sauces qu'elles permettent de préparer. Les plantes tiennent également une place importante pour subvenir aux conditions matérielles d'existence : le bois pour la construction des cases, pour préparer les aliments et se chauffer, pour fabriquer les outils nécessaires aux préparations culinaires et à la chasse, pour transporter (vannerie).

Dans le domaine thérapeutique l'efficacité des plantes permet de pallier au recours aux médicaments modernes qui sont difficilement accessibles par manque de moyens financiers. La modification des techniques d'acquisition des ressources n'est pas tant liée à l'agriculture qu'à d'autres facteurs. L'introduction du fusil et des câbles métalliques pour le piégeage a eu pour conséquence l'abandon progressif des chasses collectives. Le manque de moyens implique en général de ne pas pratiquer l'activité plutôt qu'avoir recours aux techniques traditionnelles jugées désuètes : par exemple, si un individu ne peut acheter câbles métalliques, ce n'est pas pour autant qu'il fabriquera des pièges avec des cordes qu'il aura préalablement tressées, comme cela se faisait auparavant. C'est un mélange de facteurs, plus de commodité : les nouveaux outils sont considérés comme plus efficaces et probablement aussi les techniques anciennes seraient mal maîtrisées.

Bien que certaines techniques tombent en désuétude ou sont moins pratiquées, les savoirs concernant les matériaux pour la fabrication des outils nécessaires à leur pratique sont toujours vivaces. Les matériaux pour la fabrication de la sagaie

sont toujours connus. La sagaie n'est plus utilisée pour la chasse collective aux potamochères, mais elle continue à être employée pour visiter les pièges ou pour la chasse à courre.. Les savoirs relatifs aux matériaux nécessaires pour la fabrication du filet de chasse sont toujours connus par les adultes bien qu'ils ne soient plus employés. Si l'on constate que les savoirs sont encore détenus par les jeunes adultes et par certains enfants, notamment en ce qui concerne le filet dont quelques exemplaires existent encore à Iyanda, il n'est pas dit que, plus tard, ce savoir sera encore transmis si ces objets ne sont plus utilisés et quand auront disparu les plus anciens, qui savent tresser la liane pour faire le filet mais ne le font plus. Ne plus pratiquer ne suppose pas forcément ne pas savoir, mais ces savoirs devraient se transmettre.

Les savoirs de tradition orale se cristallisent dans les pratiques, les techniques, et les objets (outils et armes de chasse) en sont les vecteurs de transmission. Ils pourront perdurer selon l'initiative de certains qui auront décidé de montrer comment les fabriquer et selon l'intérêt que les jeunes générations leur porteront, un intérêt qui peut être utilitaire, mais aussi affectif. Cela dépend aussi de l'esprit d'initiative des parents qui emmènent leurs enfants en forêt et qui leur montrent les matériaux et les techniques. Les savoir et savoir-faire sont principalement transmis par les parents (père et mère biologique dans la sphère domestique), mais également par les autres membres de la famille, grands-parents, frères et sœurs aînés notamment. Les autres habitants du village, qu'ils appartiennent au même groupe ou non, constituent d'autres sphères de transmission. Cela, par la participation aux activités communautaires au sein du village, mais aussi dans les campements en forêt qui sont par ailleurs un lieu privilégié d'entraide et de participation de tous (enfants et adultes) aux activités.

L'apprentissage des activités de subsistance est intimement lié à l'espace. Le fait d'être dans des villages en bordure de route avec la forêt environnante a pour conséquence un accès facilité pour les enfants qui leur permet de se familiariser avec les différentes ressources naturelles, mais aussi celles cultivées dans les champs, soit en accompagnant des adultes dans leurs activités, soit pour y jouer. Certaines techniques sont apprises au village suite au prélèvement des ressources en forêt : la vannerie ou la confection des toits en raphia, par exemple. Un élément important pour la pérennisation des savoirs et savoir-faire ethnobiologiques est de ne pas être séparé de son environnement. Dans ce sens, l'école élémentaire ne semble pas entrer en concurrence avec les processus d'apprentissage de la forêt. Il y a certes moins de fréquentation de la forêt, mais étant donné que l'école est installée au sein du village, cela ne déconnecte les enfants ni du milieu, ni de leurs parents.

Les savoirs liés au genre font référence aux savoirs des hommes et des femmes liés aux domaines spécifiques attribués à l'un et à l'autre sexe [24].

Les différences de savoirs et savoir-faire entre les hommes et les femmes ont été la plupart du temps expliqués comme étant une conséquence de la division sexuelle du travail dans les sociétés traditionnelles [25]. Ces savoirs sont souvent présentés comme un modèle binaire opposant les savoirs masculins aux savoirs féminins. Ainsi, une partie des études concluent que les femmes ont une meilleure connaissance des plantes de cueillette que les hommes car c'est leur principale activité [26], [17], alors que d'autres n'ont trouvé aucune différence entre les sexes concernant le savoir lié aux plantes [21], [23], [27].

Les seuls domaines de savoir propres aux femmes et aux hommes sont ceux liés aux pratiques médicinales agissant comme charmes pour séduire le sexe opposé ou pour garantir la puissance sexuelle, et ceux qui concernent la naissance et les initiations, telles que par exemple la circoncision pour les hommes ou encore l'initiation Isemboya des femmes. Il y a les « plantes pour les hommes » et les « plantes pour les femmes ».

Mais encore une fois, cela est à relativiser. Certaines femmes, par exemple, connaissent les plantes que les hommes emploient comme charme d'amour mais, et là est toute la nuance, elles ne les manipulent pas car le médicament perdrait de son efficacité. Les femmes et les hommes ont des savoirs partagés sur des ressources prélevées par les uns et les autres, telles que les plantes alimentaires ou le bois de feu. Ils ont également des savoirs différenciés concernant des usages spécifiques liés à l'un ou l'autre sexe (bois de construction et bois pour la fabrication des armes de chasse pour les hommes).

Bien que ces savoirs soient liés à des usages particuliers à l'un ou l'autre sexe, hommes et femmes ne sont pas dépourvus de savoirs les concernant. Cependant, bien que connaissant dans une certaine mesure les arbres nécessaires à la fabrication du mortier, les femmes ne le fabriqueront pas ; de même pour les hommes qui connaissent les matériaux nécessaires pour la fabrication de la corbeille (e.nkolo) mais ne la tresse pas. Toutefois, une femme peut faire ce qu'un homme fait et vice versa, si elle/il le souhaite et si toutefois elle/il a accès aux savoirs et savoir-faire nécessaires pour mener l'activité.

5 CONCLUSION

Les interactions plus importantes entre les Batwa (hommes et femmes et enfants), plus fréquentes (intenses), que parmi les non-pygénées Ntomba auraient pour conséquence des savoirs plus partagés au sein de ce groupe. Par ailleurs, la pratique

de l'agriculture marque l'estompement progressif de la spécialisation tranchée dans l'organisation des activités de production entre les Batwa et les non-pygmées. La distinction entre les deux groupes se basant sur les activités de subsistance perd ici de sa validité. La distinction économique tend également à s'estomper depuis que certains Batwa produisent leurs propres cultures vivrières et les vendent.

Bien que les pratiques entre les deux groupes soient moins différenciées et que l'on constate une homogénéisation des savoirs dans le domaine agricole, un certain clivage perdure entre les deux groupes, sans qu'il y ait pour autant des savoirs exclusifs à un groupe. On observe alors l'existence d'un pool de savoir commun aux Batwa et aux non-pygmées qui concerne les fruits, les espèces d'ignames, les variétés de manioc (autrement dit les plantes alimentaires), le bois de feu et la vannerie. Les Batwa sont en général meilleurs connaisseurs des plantes de collecte. Certains domaines, dont le plus saillant est la pharmacopée traditionnelle, sont plus maîtrisés par les Batwa à qui des non-pygmées n'hésitent pas à demander des remèdes. Par ailleurs, ils sont toujours réputés comme ayant d'importantes connaissances concernant les remèdes propitiatoires pour la chasse et la pêche, bien que ces derniers tendent à disparaître avec l'avènement des églises du réveil qui voient dans ces pratiques un appel aux « idoles » ou des pratiques « démoniaques ».

On ne peut avancer qu'il existe des savoirs spécifiques au sein d'un réseau de relations privilégiées entre Batwa et non-pygmées. Les savoirs entre ces groupes circulent lorsqu'ils pratiquent ensemble une activité. De nombreux non-pygmées disent que les Batwa ont perdu leur « authenticité » : ils habitent au village, ils cultivent, ils ont perdu des savoirs liés à la chasse, aux plantes. Ainsi, aux yeux des autres l'« authenticité » Batwa, mais aussi plus largement l'authenticité Pygmée est intimement liée au mode de subsistance basé sur la chasse, la paraculture d'igname et la cueillette. Cependant, les Batwa sont aujourd'hui à différents degrés des agriculteurs à part entière. Au moment où les savoirs naturalistes locaux concernant la gestion de l'environnement sont de plus en plus sollicités et considérés comme des outils de gestion, il est important de comprendre comment ils s'élaborent, et il est surtout fondamental de battre en brèche l'idée d'une immuabilité des populations locales et « autochtones » et de reconnaître le caractère dynamique et évolutif des savoirs locaux. Considérer les savoirs naturalistes locaux comme des outils de gestion nécessite d'une part de porter une attention aux particularités locales et aux systèmes sociaux parfois complexes dans leur mouvement, et d'autre part, de démystifier ces savoirs perçus le plus souvent comme des savoirs ancestraux et monolithiques. À ces conditions, les communautés forestières deviennent de vrais acteurs du développement durable de leur environnement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Commission Universitaire pour le Développement (CUD) et l'Activité KIN 06 de l'Université de Kinshasa d'avoir rendu possible la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à remercier Monsieur Alain Vanderpoorten et le Professeur Lombino de l'Institut Botanique de l'Université de Liège de nous avoir aidé à identifier les différentes espèces des plantes collectées sur le terrain dans leur laboratoire de Biologie de conservation.

Nous disons également merci à Monsieur Jean-Lambert Mandjo d'avoir bien voulu lire les épreuves de cet article.

Enfin, que tous les paysans Batwa et Ntomba des villages Sekri et Iyanda, territoire de Bikoro, qui nous ont soutenus dans cette étude, trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et l'intérêt que nous accordons à leur situation. Tous, nous sommes concernés par l'avenir de la forêt de la région du Lac Tumba.

REFERENCES

- [1] C. Friedberg, "Les méthodes d'enquête en ethnobotanique, Comment mettre en évidence les taxonomies indigènes ? ", *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, volume 15, Paris, pp. 297-324, 1996.
- [2] Pinton, F., and Grenand, P., Savoirs traditionnels, populations locales et ressources globalisées, In : C. Aubertin, F. Pinton, and V. Boisvert (Eds.), *Les marchés de la biodiversité*, Paris : IRD, pp. 165-263, 2007.
- [3] L. Bérard, M. Cegarra, M. Djama, S. Louafi, Ph. Marchenay, B. Roussel, and F. Verdeaux, Savoirs et savoir-faire naturalistes locaux : l'originalité française, *VertigO*, vol. 6, no 1, pp. 1-12, 2005.
- [4] Lévesque, C., Présentation. La nature culturelle. Trajectoires de l'anthropologie écologique contemporaine, *Anthropologie & Sociétés*, vol. 20, no. 3, 1996. [Online] Available : <http://www.ant.ulaval.ca/anthropologieetsocietes/cms/index.php?menu=332&fil=true&temps=1175095926986> (July 20, 2012)
- [5] Olivier De Sardan, *Anthropologie et développement. Essai en socio-anthropologie du changement social*, Karthala, Paris, 1995.

- [6] E. Chouvin, S. Louafi, and B. Roussel, Prendre en compte les savoirs et savoir-faire locaux sur la nature. Les expériences françaises, Idées pour le débat, IDDRI, Paris, 2004.
- [7] Zent S., Acculturation and ethnobotanical knowledge loss among the Piaroa of Venezuela, In: L. Maffi (eds), On biocultural diversity : linking language, knowledge and the environment, Whansington et Londres: Mithsonian Institute Press, pp. 190-211, 2001.
- [8] J. Trochain, "Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire francophones d'après la trilogie : climat, flore et végétation", C.R. Somm. Séanc. SOC. Biogéogr., vol. 45, no.46, pp. 139-157, 2001.
- [9] F. White, La végétation de l'Afrique, Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique, Unesco, Paris, 1986.
- [10] M.M. Dhetchuvi., "Biologie et usage de quelques espèces de Marantaceae au Zaïre", Belg. J. Bot., 126 (2), pp. 209-216, 1993.
- [11] Dhetchuvi, M. M., and Lejoly, J., Les plantes alimentaires de la forêt dense du Zaïre, au nord-est du Parc National de la Salonga, In : C. M. HLADIK, & al. (Eds), L'alimentation en forêt tropicale. Interactions bioculturelles et perspectives de développement, vol. I, Paris : Unesco, pp. 301- 314, 1996.
- [12] C. Doumenge, La conservation des écosystèmes forestiers du Zaïre, UICN-CEE, 1990.
- [13] Pagezy, H., The food system of Ntomba of Lake Tumba, Zaïre, In: Pottier (Eds), Food systems in Central and Southern Africa, London: SOAS, pp. 61-79, 1985.
- [14] M. Mamet, La langue Ntomba telle qu'elle est parlée au Lac TUMBA et dans la région avoisinante (Afrique centrale), Tervuren, 1955.
- [15] D. Nkoy, Situation des « autochtones » Pygmées (Batwa) en République Démocratique du Congo: enjeux de droits humains, Chaire UNESCO, 2005.
- [16] A. Begossi, N. Hanazaki, and J.Tamashiro, "Medicinal plants in the Atlantic forest (Bra zil): knowledge, use, and conservation", Human Ecology , vol. 3, no. 3, pp. 281-299, 2002.
- [17] A. Camou-Guerrero, V. Reyes-García, M. Martinez Ramos, A. Casas, "Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: a gender perspective for conservation", Human Ecology, vol. 2, no. 36, pp. 259-272, 2008.
- [18] I. Caniago, S.F. Siebert, "Medicinal plant ecology, knowledge and conservation in Kalimantan, Indonesia", Economic Botany, vol. 3, no. 52, pp. 229-250, 1998.
- [19] T.W. McDade, V. Reyes-García, P. Blackinton, S. Tanner, T. Huanca and Leonard W.R., "Ethnobotanical knowledge is associated with indices of child health in the Bolivian Amazon", Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 15, no. 104, pp. 6134-6139, 2007.
- [20] M. Lozada, A. Ladio, M. Weigandt, "Cultural transmission of ethnobotanical knowledge in a rural community of northwestern Patagonia, Argentina", Economic Botany, vol. 4, no. 60, pp. 374-385, 2006.
- [21] A. Byg, and H. Balslev, "Traditional knowledge of *Dyopsis fibrosa* (Arecaceae) in eastern Madagascar", Economic Botany, vol. 2, no. 55, pp. 263-275, 2001.
- [22] J.M. Monteiro, U. Paulino De Albuquerque, E. Machado De Freitas Lins-Neto, E. Lima de Araujo, and E. L. Cavalcanti De Amorim, "Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region", Journal of Ethnopharmacology, no. 105, pp. 173-186, 2006.
- [23] V. Reyes-García, V. Vádez, and T. Huanca, W. R. Leonard and D. Wilkie, "Knowledge and consumption of wild plants: a comparative study in two Tsimane' villages in the Bolivian Amazon", Ethnobotany Research & Applications, vol. 3, pp. 201-207, 2005.
- [24] J.M. Pfeiffer, and R. Butz, "Assessing cultural and ecological variation in ethnobiological research: the importance of gender, Journal of Ethnobiology", vol. 2, no. 25, pp. 240-278, 2005.
- [25] C. Setalaphruk, and L. L. Price, Children's traditional ecological knowledge of wild food resources: a case study in a rural village in Northeast Thailand, Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, vol.3, pp. 33-44, 2007.
- [26] L. C. Garro, "Intracultural variation in folk medical knowledge: a comparison between curer and noncurers, American Anthropologist", vol. 2, no. 88, pp. 351-370, 1986.
- [27] G.M. Figueiredo, H. F. Leitão-FILHO, A. Begossi, "Ethnobotany of Atlantic Forest Coastal Communities: II. Diversity of Plant Uses at Sepetiba Bay (SE Brazil) ", Human Ecology, vol. 2, no. 25, pp. 353-360, 1997.

Inventaire des champignons comestibles du Maroc

[Inventory of edible mushrooms in Morocco]

Mohamed Ajana, Ali Outcoumit, Saifeddine El Kholfy, Amina Ouazzani Touhami, Rachid Benkirane, and Allal Douira

Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, B.P. 133, Kenitra, Maroc

Copyright © 2015 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: Objective: The aim of this study is to draw up a bibliographic inventory of the edible Macromycetes fungi basing on the literature.

Methodology and results: Data on mushrooms collected from different published works, allowed us to realize a first inventory concerning the species of the edible Macromycetes mushrooms reported in different regions of Morocco. It includes 105 species divided into 23 families. The Basidiomycetes are the most represented with 87 species (83%) and the Ascomycetes are represented with 18 species (13%). The excellent edible mushrooms are encountered with a high level. Indeed, they represent more than 34% of the study species. The most important families in terms of the species number are Agaricaceae (20 species), Amanitaceae (10), the Boletaceae (7) and Pezizaceae (7).

Conclusion and application of the research: The results are part of the contribution to the determination of the fungal diversity in Morocco remains incomplete till the present.

KEYWORDS: Morocco, mushrooms, edible, inventory.

RESUME: Objectif : Le présent travail a pour but de dresser, à partir de la bibliographie, l'inventaire des champignons Macromycètes comestibles du Maroc.

Méthodologie et résultats : Les données sur les champignons, recueillies à partir de différents travaux publiés, nous ont permis de réaliser un premier catalogue concernant les espèces de Macromycètes comestibles signalées dans les différentes régions du Maroc. Il comprend 105 espèces réparties en 23 familles. Les Basidiomycètes sont les plus représentés avec 87 espèces soit (83 %) et les Ascomycètes sont représentés par 18 espèces (13 %). Des excellents comestibles se rencontrent avec un taux élevé. En effet, ils représentent plus de 34 % des espèces étudiées. Les familles les mieux représentées en termes du nombre d'espèces sont les Agaricaceae (20 espèces), les Amanitaceae (10), les Boletaceae (7) et les Pezizaceae (7).

Conclusion et application de la recherche : Les résultats obtenus s'intègrent dans la contribution à la détermination de la diversité fongique du Maroc qui demeure jusqu'à présent incomplète.

MOTS-CLEFS: Maroc, champignons, comestibles, inventaire.

1 INTRODUCTION

La diversité des écosystèmes marocains, particulièrement celle des écosystèmes forestiers, est due au climat du Maroc qui est de type méditerranéen et qui apparaît conditionné à la fois par la latitude assez basse du pays, sa position intermédiaire entre l'océan et le Sahara et également par ses massifs montagneux [6]; [13]. La nature du couvert végétal forestier qui comporte une gamme de feuillus et de conifères [22], à laquelle s'ajoutent des périodes de sécheresse et de températures assez élevées, est à l'origine d'une diversité fongique assez particulière [39]. De point de vue quantitatif, la détermination de la flore fongique marocaine avait été entamée vers le début du siècle dernier par des chercheurs comme

[34]; [35] et surtout [39] [40]. Après une interruption qui a caractérisée les études mycologiques des Hyménomycètes, quelques tentatives ont été observées vers l'an 2000; nous citons notamment, les travaux de [2]. Sur les espèces mycorrhiziennes et de [29] sur les truffes. Cependant, la relance des études mycologiques n'a pu réellement être restructurée qu'à partir de 2005 avec les travaux de [4] sur la diversité des champignons du Rif, [19],[21], sur la flore fongique de la Mamora, [30], sur les champignons du moyen Atlas, [24], sur ceux du Plateau central et [34] sur les diversité fongique de plusieurs régions du Maroc dont le Tangérois, le Rif occidental, le Moyen Atlas, le Plateau d'Oulmès et la région du Gharb. A partir de ces travaux, et dans l'objectif de mieux caractériser la diversité des champignons du Maroc, des catalogues ont été établis dont l'inventaire des spécimens fongiques de l'herbier national de l'Institut Scientifique de Rabat [17], les champignons du Rif [14], du Moyen Atlas [31] de la Mamora [19], et du Tangérois [45]. Jusque-là, les études requièrent plutôt un caractère quantitatif. A partir de 2013, le caractère qualitatif des mycètes du Maroc commence à voir le jour avec le catalogue des champignons coprophiles du Maroc [41] et l'inventaire des champignons ectomycorhiziens [42].

Ainsi, l'établissement d'un catalogue sur les Macromycètes comestibles s'impose, non seulement pour la détermination de la diversité de cette catégorie de champignons dans le Maroc. Mais, surtout, que ce groupe de champignons compte parmi les produits forestiers non ligneux (PFNL). Selon, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les PFNL sont considérés comme «des biens obtenus des forêts qui sont des objets tangibles et physiques d'origine biologique autres que le bois, dérivés des forêts, d'autres terres boisées et des arbres hors forêts» [49]. Ils sont exploités dans le monde dans environs quatre milliards d'hectares de forêts. Leur valeur économique est estimée, toujours selon la FAO, à 4,7 milliards de dollars [10].

Les champignons comestibles sauvages, en tant que PFNL, présentent ainsi une importance socio-économique considérable [33]. L'objectif de ce travail est de mettre à la disposition des intéressés une référence regroupant les champignons comestibles sauvages du Maroc et de mettre à la disposition des décideurs une base de données quant à l'état des connaissances actuelles sur ce groupe de champignon au Maroc.

Dans ce travail, la nomenclature adoptée est celle utilisée par Maire et Werner (1937), [39] [40], [7], [9] [48], [2], [28], [17], [16], [20], [50]; [24], [30]; [31]; [5], [45] [15]. Cette nomenclature a été actualisée d'après la 9th edition of the Dictionary of the fungi (2004, 2005). Dans chaque famille, les espèces sont rangées par ordre alphabétique. La comestibilité des espèces, ainsi que celle de leurs variétés et de leurs formes, a été vérifiée à partir de la bibliographie, notamment celle de [39]; [40] [47] et [12].

RÉSULTATS

Dans ce travail, 107 espèces appartenant à 23 familles ont été présentées. Ces espèces ont été tirées à partir des travaux ultérieurs se rapportant aux Macromycètes du Maroc.

CATALOGUE DES CHAMPIGNONS COMESTIBLES RECENSÉS AU MAROC

CATALOGUE DES ESPÈCES COMESTIBLES

Subdivision: Ascomycotina

Classe: Ascomycetes

Dothideomycetes

Incertae sedis

Ordre: Mytilinidiales

Famille : Gloniaceae

**Cenococcum graniforme* (Sowerby) Ferd. & Winge (1925) ; champignon ectomycorhizien de *Quercus suber*, dans la forêt de la Mamora (Maroc occidental) [1]. EC.

Ordre : Pezizales

Famille : Helvellaceae

**Acetabula leucomelas* (Pers.) Sacc. (1889) (= *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf, 1941); dans le Forêt de la Mamora et à Tanger [44]; [26]. C.

* *Picoa juniperi* Vittad. (1831); récoltée avec *Terfezia claveryi* sous *Helianthemum lipii* dès la fin du mois de février dans la région de sahel (plaine de Abda). C'est une espèce très rare [28] [29]; [3]. C.

Famille Morchellaceae

**Morchella conica* Pers. 1818, au-dessus d'Azrou ; dans la cédraie de l'Ich Ouharrokau Moyen Atlas [32]; [38].C.

**Morchella elata* Fr. 1822 ; sous *Cedrus* au Moyen Atlas (sur la route du val d'Ifrane et à Azrou [32], [39].C.

**Morchella vulgaris* (Pers.) Boud. 1897 ; sous *Quercus rotundifolia* au Moyen Atlas [32] ; [36]. C.

Incertae sedis

**Delastria rosea* Tul. & C. Tul. (1843) = terfass amère de taïga ; sous *Pinus pinaster* var. *atlantica*, dans la forêt de la Mamora et dans la ceinture verte de Temara (région de Rabat). Aux mêmes endroits que *Tuber oligospermum*, [28] [29]; [3]. C.

Famille : Pezizaceae

**Terfezia arenaria* (Moris) Trappe (1971) (= *Tuber arenarium* 1829) (= *Terfezia leonis* (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul. 1851) ; Associée à *Helianthemum gattatum* dans les clairières de la

forêt de Mamora [28],[29]C.

**Terfezia boudieri* Chatin (1892); se rencontre dans la région du sahel (plaine de Abda), en relation avec *Helianthemum* sp. [48]; [28] ;[29] ; [11] ; [3]. EC.

**Terfezia claveryi* Chatin (1892) ; dans les hauts plateaux de l'oriental associée à *Helianthemum lipii* [28];[29];[11] ; [3]. EC.

**Terfezia leonis* (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul. (1851) (= *Terfezia arenaria* (Moris) Trappe (1971); dans les pâturages sablonneux et les forêts claires de la Meseta marocaine, entre Rabat et Tanger. Espèce collectée dans la forêt de la Mamora et vendue au bord des routes et sur les marchés de Kénitra et de Rabat [27]; [18]. EC.

**Terfezia leptoderma* Tul. (1851) (= *Terfezia olbiensis* Tul. 1851) ; associée à *Helianthemum gattatum* dans les clairières de la forêt de Mamora. [28] ; [29]. EC.

**Tirmania africana* Chatin (1892) (= *Tirmania nivea* (Desf.) Trappe 1971); localement connu sous le nom de « Terfass blanc de Tafilalet » ou « Zoubaidi ». Elle est très abondante dans le Sud-Est, sous climat aride et sub-saharien, notamment dans les régions de Aïn Beni Methar, Tandrara, Bouaarfa, Arfoud, Figuig, Rissani ; on le récolte sous *Helianthemum hirtum* dès la deuxième semaine du mois de décembre et jusqu'à la fin du mois de mars. [28] ; [11]. C.

**Tirmania pinoyi* (Maire) Malençon (1973); dans les hauts plateaux de l'oriental [28] ; [29] ;[11] ; [3]. C.

**Tirmania nivea* (Desf.) Trappe (1971); dans les hauts plateaux de l'oriental [48]; [28] ; [29];[11] ; [3]. C.

**Tirmania ovalispora* (Pat.) Pat. (1894) (= *Tirmania nivea* (Desf.) Trappe 1971); en troupes, presque entièrement épigée, dans la Hamada de la Daoura, au N-E de l'oued Drâa. [28] C.

Ordre : Tuberales

Famille : Tuberaceae

**Tuber asa* Tul. & C. Tul. (1851) (= *Tuber oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe 1979); dans le sol acide de la forêt de la Mamora, se rencontre de la fin février jusqu'à avril en même temps que *Terfezia leptoderma*. Elle précède l'arrivée des « vrais » Terfass de la région : *Terfezia arenaria* [28] ; [29]. C.

**Tuber oligospermum* (Tul. & C. Tul.) Trappe (1979) (= *Delastreopsis oligosperma* (Tul. & C. Tul.) Mattir. 1905); se rencontre sous *Pinus pinaster* var. *atlantica* à la Mamora [2]. [3] ; [28] ; [29]. C.

Subdivision: Basidiomycotina

Classe: Basidiomycètes

Ordre: Agaricales

Famille: Agaricaceae

**Agaricus arvensis* Schaeff. (1774) (= *Psalliota arvensis* Gillet 1878), sensu Cooke (1885) (= *Agaricus osecanus* Pilát 1951); espèce croissant en troupes dans les clairières et pâturages de la forêt de la Mamora et d'Azrou [50]; [25]; [14]; [31]EC.

**Agaricus augustus* Fr. (1838) (= *Psalliota augusta* (Fr.) Quél. 1872); sous *Acacia*, *Eucalyptus* et *Pinus* dans le Rif, les Jardins exotiques de Bouknadel et à Rabat, [4] ; [25]. EC.

**Agaricus benesii* (Pilát) Pilát (1951) (= *Psalliota benesii* Pilát 1925); espèce humicole, croissant en solitaire en zone humide ; sous *Acacia cyanophylla* et dans le sous bois de *Quercus suber* dans la Mamora (Sidi Taibi) et à Tanger (Cherf-el-Akab) [18] ; [45]. C.

**Agaricus bernardii* Quél (1878) (= *Psalliota bernardii* (Quél.) Quél. (1879); dans les friches arborées à Sidi Bettache, sous le chêne vert à Sidi Aissa au Moyen Atlas, dans les clairières herbeuses près de la mer ou au moins dans la région côtière à Tanger (Cherf-el Akab, Ziatene) [24]; [31]; [45]. C.

**Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach (1946); champignon solitaire croissant en automne sous *Acacia* sur sol sableux de la forêt de la Mamora [18]; [25]. EC.

**Agaricus campestris* L. (1753) Scop. (1772) Schwein. (1822) sensu Cooke (1885) (= *Psalliota campestris* (L.) Quél. (1872) (= *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach (1946); dans les clairières, pâturages et jardins à Benslimane, Ouljete Soltane, Oulmès, Rabat, forêts des Zaers, embouchure Oued Korifla, Sidi Bettache et dans la forêt de la Mamora [23]; [14]; [16]. EC.

* *Agaricus comtulus* Fr. (1838) (= *Psalliota comtula* (Fr.) Quél. (1872)); dans les bois et les clairières herbeuses à *Q. suber*, dans la Mamora et dans la région côtière entre Rabat et Tanger [26]; [45]. C.

**Agaricus semotus* Fr. (1863); pousse en touffes, sous *Acacia* dans la Mamora ; Lalla Mimouna, Larache, Tanger (Cherf el Akab, Jbel Kbir, Perdicaris et Tanger) et sous *Q. faginea*, *Q. ilex*, *Q. suber*, *Pinus* et *Cedrus* à Azrou [34] ; [20]; [45]. C.

**Agaricus silvaticus* Schaeff. (1833) (= *Psalliota sylvatica* (Schaeff.) P. Kumm. 1871); espèce croissant en solitaire dans les clairières de *Quercus Suber* de Sidi Taibi (Forêt de la Mamora) [37]; [16], [20]; [23]. EC.

**Agaricus silvicolae-similis* Bohus & Locsmándi. (1994); sous *Pinus* et *Quercus* dans la forêt de la Mamora [20]. C.

**Bovista plumbea* Pers. (1795); dans les pâturages des montagnes, dans la forêt de la Mamora, à Rabat et à Azrou [37]; [19]; [31]. C.

**Calvatia cyathiformis* (Bosc) Morgan, (1890); à Azrou. [35]; [31]. C.

**Calvatia fragilis* (Vittad) Morgan (1890) ; Sns à Tanger, dans le plateau du Seheb d'Azrou. Comestible lorsque la gleba est encore ferme et blanche [45]. C.

**Calvatia lilacina* (Mont. & Berk.) Henn. (1904) ; sns à Larache, Tanger, dans les clairières herbeuses des forêts de cèdres au-dessus d'Azrou [37]; [45]. C.

**Coprinus comatus* (O.F.Müll.) Pers. (1797); espèce croissant dans les clairières d'*Acacia* et de *Quercus suber* de la Mamora (Sidi Taibi et Sidi Allal El Behraoui) et dans les clairières de pins à Oued Cherrat ; également, dans les jardins, les pâturages et les forêts claires du Moyen Atlas [23]; [18]; [31]. Excellent Comestible à l'état jeune. EC.

**Lepiota mastoidea* (Fr.) P. Kumm. (1871) (= *Macrolepiota mastoidea* (Fr.) Singer, 1951); espèce humicole, très commune en automne sous *Acacia* et dans les clairières de *Quercus suber* de la forêt de la Mamora. Elle se rencontre également sous les chênes et les eucalyptus à Rabat et Oulmès, entre décembre et février et dans les forêts de chênes et dans les cédraies au Moyen Atlas [23]; [18]; [30]. EC.

**Lepiota procera* (Scop.) Gray (1821) (= *Macrolepiota procera* var. *procera* (Scop.) Singer 1948); espèce humicole qui pousse en solitaire mais parfois en touffes sous *Acacia* et *Quercus Suber* dans la Mamora, de l'automne jusqu'au début de l'hiver. Dans les pâturages, les forêts de *Quercus*, *Cedrus*, *Pinus* au Moyen Atlas ([16], [20]; [23]; [30]. Excellent comestible quand elle est jeune. EC.

**Lepiota rachodes* (Vittad.) Quél. (1872) (= *Chlorophyllum rachodes* Vellinga 2002); sous chênes, pins, eucalyptus dans les pâturages sablonneux de la région de Kénitra ; également, sous les chênes et les pins dans les régions d'Azrou, Ifrane et Rabat [23]; [16], [20]; [30]. EC.

**Lepiota excoriata* (Schaeff.) P. Kumm. (1871) (= *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser 1978); espèce terricole poussant en solitaire sous *Acacia*, très rencontrée dans les clairières de la Mâmora en hiver, dans les pâturages, les broussailles dans les forêts de *Quercus* et de *Cedrus* au Moyen Atlas [16], [20]; [23]; [30]. EC.

Famille : Amanitaceae

**Amanita caesarea* (Scop.) Pers. (1801); abondant en automne, sous *Quercus suber* aux environs de Larache (Khemis-de-Sahel et Larache) et de Tanger (Cherf al Akab, Cuesta Colorada) ; commune dans la région de Tanger sous les chênes ou les Pins mêlés de *Quercus coccifera*. Assez rare, mais présent, dans le rif sous *Quercus suber* à Chaouene et Dardara puis sous *Quercus pyrenaica* à Bab-Tariouentz. Existe également dans le massif du Tazekka (Forêt de Bab-Azhar) [39]; [45]. C.

**Amanita citrina* (Schaeff.) Pers. (1797), sensu Stevenson (= *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link (1833)); sous *Quercus suber* et parmi les Cistes dans la forêt de Khmis-es-Sahel et dans la Mamora [39]; [2]. ; [44]. C.

**Amanita codinae* (Maire) Bertault (1955); dans les friches et les forêts claires de la Mamora, dans les friches et bois (*Quercus*, *Eucalyptus*) et dans les sols lourds légèrement humides à Tanger (Cherf-el-Akab) [18]; [45]. C.

**Amanita crocea* (Qué.) Singer (1951); sous *Quercus faginea* dans la forêt de Jaaba, dans le site de Lalla Mimouna, Sous *Q. suber* dans le plateau côtier et à Tanger [39] ; [19] ; [5] ; [45]. C.

**Amanita curtipes* E.J. Gilbert (1941); sous *Quercus suber* dans la forêt de la Mamora, dans les forêts des feuillues de la Meseta Litorrale, Larache et Tanger [18]; [45]. C.

**Amanita inaurata* Secr (1833) Secr. ex Gillet (1874) (= *Amanita ceciliae* (Berk. & Broome) Bas 1984); sous *Quercus rotundifolia* et *Q. suber* à Azrou et Tanger (Jbel Kbir) et dans le gommage boisé et chêne clair à *Q. ilex*, *Q. pyrenaica* et *Q. suber* (Tangérois et Cuesta Colorada, entre Tanger et Asila) [39]; [45]. C.

**Amanita mairei* Foley (1949), sensu auct. mult (= *Amanita argentea* Huijsman 1959); sous *Quercus suber* près de Rabat, Sidi Bettache, Ben Slimane, dans les forêts, maquis et broussailles de la Meseta et sous *Pinus pinea* à Tanger (Jbel Kébir, Perdicaris) [26] ; [45]. Bon comestible cuit, toxique à l'état cru. C.

**Amanita rubescens* Pers. (1797); solitaire, mais parfois en touffes sous *Quercus suber* (Sidi Allal El Bahraoui et Sidi Taïbi) et dans la subéraie de Mkhenza pendant l'automne ; sous les chênes et les conifères dans le plateau côtier et sous *Q. suber* à Lalla Mimouna, Larache (Khemis-de-Sahel) et Tanger (Akba Hamra, Jbel Kbir, Cherf la Akab) [20] ; [45]. Comestible après cuisson. C.

**Amanita vaginata* (Bull.) Lam. (1783), sensu Stevenson (= *Amanita pekeoides* G.S. Ridl. 1991) (= *Amanita nehuta* G.S. Ridl. 1991); sous chênes et pins dans le site Dardara, sous *Quercus* dans la Marmora et dans la forêt d'Al-Harcha ; sous *Pinus* dans le plateau côtier et sous *Q. suber* à Tanger et Larache (Khemis-de-Sahel) [39]; [26]; [45]. C.

**Amanita vaginata* var. *grisea* (DC.) Qué. & Bataille (1902); parmi les Cistes à Khemis-es-Sahel (Région de Larache), [5]; [44]. C.

**Amanita vittadinii* (Moretti) Sacc. (1877); en bord inférieur de *Quercetum ilicis* à Azrou, dans les friches et labours à Rabat et Kénitra, dans la vallée de l'Oued Korifla et dans les jachères et labour en sol lourd légèrement humide à Tanger (Daya Daïdate) [26] ; [45]. C.

Famille : Auriculariaceae

**Auricularia auricula-judae* (Bull.) Qué. (1886), sensu Cranwell (= *Auricularia cornea* Ehrenb. 1820); sur *Platanus acerifolia*, sur *Quercus suber* dans la forêt de Mamora sur *Q. suber* à Lalla Mimouna et sns à Tanger. [34]; [18]; [50]; [45]. C.

Famille : Cortinariaceae

**Cortinarius variicolor* (Pers.) Fr. (1838); en cédraie mêlée de Ras el Ma à Azrou et dans les clairières, pâturages et jardins à Benslimane, Ouljete Soltane, Oulmès, Rabat, forêts des zaers, embouchure de l'Oued Korifla et Sidi Bettache [35]; [25]. EC.

Famille : Entolomataceae

**Rhodophyllus clypeatus* (L.) Quel. (1886) (= *Entoloma clypeatum* (L.) P. Kumm. 1871); dans les broussailles et forêt de *Quercus* en plaine et montagne près de Tanger [45]. C.

Famille : Hydnangiaceae

**Laccaria laccata* (Scop.) Cooke (1884), sensu Stevenson (= *Laccaria proxima* (Boud.) Pat. 1887) (= *Laccaria ohiiensis* (Mont.) Singer 1947); sous *Quercus* à Tanger (Cherf el Akab, Cuesta Colorada, Jbel Kébir, Perdicaris et Tanger), Larache (Khemiss-de-Sahel et Larache) et sns à Lalla Mimouna (Lalla Mimouna, forêt de Ferjana) ; sous *Quercus* dans la Mamora [26]; [45]. C.

**Laccaria laccata* var. *laccata* (Scop.) Cooke (1884); dans le chênaies du plateau côtier et dans les montagnes [45]. C.

Famille : Hygrophoraceae

**Hygrophorus chrysodon* (Blatch) Fr. (1838); fréquent en montagnes sous les *cèdres* et les *chênes verts* (*Quercus rotundifolia*), ou en plaines sous les *chênes lièges* (*Quercus suber*). Au Moyen Atlas (Azrou, Forêt de Khénifra, Ifrane, Jbel Hebri), dans le Tazekka, dans le Rif (Akarrate, Chaouène, Dardara, Jbel Dahdoh). Dans les subéraies des environs d'Asilah, la forêt de la Mamora entre Kénitra et Rabat, le Plateau central (Ben-Slimane, El-Harcha et El-Khatouate); sous *Quercus* à Asilah et à Larache (Khemiss-de-Sahel et Larache), en novembre et décembre, [40]; [18]; [45]. C.

**Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres. (1893); isolé, en troupes ou en lignes au printemps, au niveau de la fonte des neiges ou peu après leur disparition (Avril). Uniquement connu jusqu'ici des cédraies du Rif (Jbel Dahdoh, Ktama) et du Tazekka, avec une récolte douteuse dans le Moyen Atlas (Ifrane) [40]. C.

**Hygrophorus arbustivus* Fr. (1836); épars sous *Quercus rotundifolia* et *Q. lusitanica*, ou dans les cédraies mêlées du Moyen Atlas : Ifrane, Azrou (Tioumliline, Ràs-es-Seheb), en novembre. Sous *Quercus suber* près de Larache (El-Arich) et de Tanger (Malabata) en hiver [40]; [45]. C.

Famille: Lyophyllaceae

**Lyophyllum semitale* (Fr.) Kühner (1938); sous les *pins* et les *cèdres* et se rencontre aussi dans les friches incendiées (Cisteraies). Espèce d'automne (novembre) pouvant réapparaître parfois au printemps (mars). Sous *Pinus* à Tanger (Jbel Kbir); dans des friches brûlées dans le Rif, (Bab-Taza); sous les *Cèdres* pures, ou mêlés de *Quercus rotundifolia* au Moyen Atlas (Azrou, Ifrane) et sous *Pinus* et *Cedrus* (Issaguènes, Ktama) [40]; [31]; [45]. C.

Famille : Marasmiaceae

**Marasmius oreades* (Bolton) Fr. (1836); pousse en troupes, en arcs de cercle ou en cercle nommés ronds de sorcière dans les parcs, les jardins, les lieux herbeux, les pâturages et clairières de El Jadida à Tanger; sns au Moyen Atlas. [39]; [18]; [31]; [45]. EC.

Famille : Omphalotaceae

**Collybia butyracea* (Bull.) P. Kumm (1871) (= *Rhodocollybia butyracea* (Bull.) Lennox 1979); sous les *chênes* et *Pins* à Tanger (Cherf el Akab, Cuesta Colorada, Donabo, Jbel Kbir et Tanger); Larache (Khemiss-de-Sahel et Larache) et sns à Lalla Mimouna (Lalla Mimouna, forêt de Ferjana) et Tanger). Sous les *cèdres* à Ifrane [31]; [45]. C.

Famille : Phallaceae

**Phallus impudicus* L. (1753); sous *Q. suber* à Lalla Mimouna (Lalla Mimouna et forêt de Ferjana) et sns à Larache et Tanger (Tanger et Cherf-el-Akab) [45]. C.

Famille : Pleurotaceae

**Pleurotus dryinus* (Pers.) P. Kumm. (1871); sur le platane et le *chêne liège* vivants à Kénitra; sur les troncs vivants de *Q. suber* à Tanger (Cherf-el-Akab et Tanger); sur *Quercus rotundifolia* à Azrou [50]; [31]; [45]. C.

**Pleurotus opuntiae* (Durieu et Lév.) Sacc. (1887); sur *Agava americana*, *Ficus carica*, *Morus alba* et sur les débris de *Opuntia ficus-indica* à Rabat et Tanger (Ziatene) [26]; [45]. C.

**Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (1871), sensu Stevenson (= *Pleurotus purpureo-olivaceus* (G. Stev.) Segedin P.K. Buchanan & J.P. Wilkie 1995) (= *Pleurotus australis* Sacc. 1891), sensu Cooke (= *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Rolland 1910); espèce récoltée en hiver sur troncs déperissants de *Quercus suber* à Ain Sferjla et dans la subéraie de la Mamora. Dans une fourche de branches maitresses d'un gros *Ficus rubiginosa* à Rabat [40]; [18]. EC.

**Pleurotus ostreatus* f. *suberis* Malençon et Bertault (1975); champignon commun sur les vieux troncs du *chêne liège* sur lesquels il pousse en touffes, dans la Mamora et à Lalla Mimouna (Ferjana) [18]; [45]. C.

Famille : Pluteaceae

**Pluteus patricius* (Schulzer) Boud. (1904) (= *Pluteus petasatus* (Fr.) Gillet 1876); sur *Q. suber* à Rabat. Sur starins de *Q. suber* dans les forêts de la région côtière du nord Maroc à Tanger, Larache et près de Lalla Mimouna [26]; [45]. C.

**Volvaria bombycina* (Pers.) P. Kumm. (1871) (= *Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer 1951); fréquemment observé sur les souches et sur les troncs creux et pourris des arbres âgés de *Q. suber* de la forêt de la Mamora occidentale et dans les arbres d'alignement de la ville de Kénitra, à Tanger (Cherf-el-Akab) et près de Larache [39]; [50]; [18]; [45]. C.

**Volvaria speciosa* (Fr.) P. Kumm. (1871) (= *Volvopluteus gloiocephalus* (DC.) Justo 2011); dans les jardins, les fossés des routes et les cultures de Tanger à El Jadida et sns à Tanger (Cherf el Akab). Comestible moyen, parfois médiocre, selon le biotope où on le recueille [45]. C.

Famille: Strophariaceae

**Agrocybe aegerita* (V.Brìg.) Singer (1951) (= *Agrocybe cylindracea* (DC.) Maire 1938); sur les arbres morts et vivants de la subéraie de la Mamora, sur arbres dépérissants, morts ou vivants mais présentant des creux (*Celtis australis*, *Quercus suber*) dans les environs de Rabat, Tanger, Larache et Asilah et sur les arbres dépérissants du Moyen Atlas [50]; [18]; [24]; [45]. EC.

**Agrocybe dura* (Bolton) Singer (1936), sensu NCL (1960) auct. mult. (= *Agrocybe molesta* (Lasch) Singer 1978); dans les pelouses, les pâturages, les jardins et les cultures à Rabat [40]; [26]. C.

Famille: Tricholomataceae

**Clitocybe geotropa* (Bull.) Quél. (1872) (= *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Harmaja 2003); sous *Pinus pinaster* dans la région de Chefchaouen en automne, sous *Quercus rotundifolia* à Azrou et sous *Pinus pinea* à Tanger (Jbel Kbir) [2]. ; [31]; [45]. EC.

**Clitocybe odora* (Bull.) P. Kumm. (1871); sous les chênes à Tanger (Cherf-el-Akab, Perdicaris) et Larache (Khemiss-de-Sahel), sous *Pinus pinaster* au Moyen Atlas (Tamrabt) et sns dans le site de Dardara [5]; [31]; [45]. C.

**Lepista glaucocana* (Bres.) Singer (1951); dans les broussailles et forêts de feuillus et de conifères à Lalla Mimouna et Tanger (Cherf-el-Akab) [26]; [45]. EC.

**Lepista luscina* (Fr.) Singer (1951), sensu auct (= *Lepista panaeolus* (Fr.) P. Karst 1879); dans les clairières, pâturages et forêts à *Quercus*, *Cedrus* et *Pinus* à Tanger (Cherf-el-Akab, Perdicaris), Lalla Mimouna et dans la forêt de la Mamora [18]; [45]. C.

**Lepista nuda* (Bull.) Cooke (1871); dans les maquis et forêts de *Quercus suber* et *Pinus* dans le plateau côtier d'Essaouira à Tanger ; Sns à Lalla Mimouna (Ferjana); sous *Quercus*, *Pinus Cedrus* au Moyen Atlas [31]; [45]. EC.

**Lepista saeva* (Fr.) P.D. Orton (1960) (= *Lepista personata* (Fr.) Cooke 1871); très rare, une récolte en décembre 1947 dans la forêt d'Azrou et une autre en 1965 à Trik Adjir au Moyen Atlas [40]. C.

**Lepista sordida* (Schumacher) Singer (1951); dans les pâturages et les forêts défrichées de Rabat à Tanger et de Azrou et Ifrane [31]; [45]. EC.

**Melanoleuca arcuata* (Bull.) Singer (1935), sensu Singer (1935) Phillips (1981) (= *Melanoleuca polioleuca* (Fr.) Kühner & Maire 1934) ; sous *Abies pinsapo* et *Cedrus* dans le Rif (Bab-er-Rouida, Ktama, Talassentane) et sous *Cedrus* seul dans le Tazekka et le Moyen Atlas (Azrou, Bou-Ighitten et Ifrane) [40] [31]. C.

**Melanoleuca brevipes* (Bull.) Pat. (1900) sensu NCL (1960) (= *Melanoleuca langei* (Boekhout) Bon 1990); éparé en assez grand nombre à proximité des cèdres dans la pierraille du lit desséché d'un torrent temporaire dans la région de Midelt, alt. 1800 m au Haut Atlas près de Midkane [40]. C.

**Melanoleuca cognata* (Fr.) Konrad & Maubl. (1927) ; sous *Cedrus* dans le Rif (Ktama), le Tazekka et le Moyen Atlas (Azrou, Bou-Ighittene, Ifrane, Seheb) ; sous *Pinus* à Tanger (Jbel Kbir) [40]; [45].C.

**Melanoleuca excissa* (Fr.) Singer (1935); dans les pelouses bordant les cédraies du Moyen Atlas, au-dessus d'Azrou, vers 1700-1800 m d'altitude ; sous *Pinus halepensis* et *Quercus suber* sur le littoral dans la région de Tanger (Cherf-el-Akab) [40]; [45].C.

**Melanoleuca grammopodia* (Bull.) Murrill (1914) ; dans les pâturages, les broussailles et clairières à Tanger (Cherf-el-Akab, Jbel Kbir) ; au Plateau central (El-Khatouate) et à Azrou au Moyen Atlas [40]; [31]. C.

**Melanoleuca melaleuca* (Pers.) Murrill (1911), sensu NCL (1960), auct. mult. (= *Melanoleuca polioleuca* (Fr.) Kühner & Maire 1934) ; dans les pâturages et forêts de feuillus (*Quercus*) ou de conifères (*Pinus*, *Cedrus*), fréquent aussi en plaines qu'en montagnes ; dans la zone littorale de Casablanca à Tanger, le Rif et le Moyen Atlas [40]. C.

**Melanoleuca polioleuca* f. *langei* Boekhout (1988) (= *Melanoleuca langei* (Boekhout) Bon 1990); se rencontre parmi les plantes herbacées au bord de la route à Khmis-es-Sahel (Nord de Larache) [45]. C.

**Tricholoma atrosquamosum* (Chev.) Sacc. (1887), sensu Lange; particulièrement commune en montagne ; commune dans le Moyen Atlas (Azrou, Ifrane, Kissarite, Mermel, Moudmem et Taililoute) sous *Quercus faginea* et en cédraies pures ou mêlées de *Quercus rotundifolia* dans le Rif (Akarrat) et le Tazekka (Bab-bou-Idir) ; sous les chênes près de Tanger (Cherf-el-Akab, Perdicaris, Akba-Hamara), à Larache (Khemiss-de-Sahel) et dans le plateau central (Oulmès) [40]; [45]; [31]. C.

**Tricholoma caligatum* (Viv.) Rick. (1915) ; assez commune en montagne, répandue dans le Rif sous *Cedrus* (Bab-Bessene, Ktama) et sous *Pinus halepensis* (Bni-Dercul) ; également sous les cèdres au Tazekka et dans le Moyen Atlas (Azrou, Bou-Jihirte, Ifrane, Ich-Ouharrok, Moudmem, Seheb et Taililoute) [40]. Comestible très apprécié. EC.

**Tricholoma cingulatum* (Almfelt) Jacobashch (1890); dans la pinède de Tamrabta (*Pinus pinaster*) près d'Imouzzere-du-Kannadar dans le Moyen Atlas [40] C.

* *Tricholoma flavovirens* S. Lundell (1942) (= *Tricholoma equestre* (L.) P. Kumm. 1871); fréquent sous les pins et les cèdres en novembre et décembre, depuis la plaine jusqu'à près de 2000 m d'altitude, sous *Pinus pinea* à Tanger (Jbel Kbir) et Larache (El-Araich), sous *Pinus halepensis* et *P. pinaster* dans le Rif (Ktama), sous *Pinus pinaster* et *Cedrus* au Moyen Atlas (Azrou, Ifrane, Bou-Jihirte, Kissarite, Mermel, Sidi-M-Guid) [40]; [45]; [31]. C.

**Tricholoma focale* (Fr.) Ricken (1914), sensu Riva p.p. (1998) Galli (1999) (= *Tricholoma robustum* (Alb. & Schwein.) Ricken 1915); peu commun et jusqu'ici limité au Moyen Atlas. Dans la pinède calcaire (*Pinus pinsater*) de Tamrabta entre Dayete Aoua et Dayete Hachlaf [40]. C.

**Tricholoma orirubens* Quél. (1872); sous *Quercus rotundifolia* dans la forêt de Bab-Bou-Idir dans le massif du Tazekka [40]. C.

**Tricholoma portentosum* (Fr.) Quél. (1973); en forêt mêlée au Moyen Atlas, altitude 1700 m environ (près de Moudmem au-dessus d'Azrou) ; sns dans le Rif sns et à Tanger (Jbel Kbir) [40]. EC.

**Tricholoma sculpturatum* (Fr.) Quél. (1872) ; à l'automne, sous *Quercus suber* aux environs de Tanger (Cherf-el-Akab), de Larache (Khemiss-de-Sahel), de Lalla Mimouna (Ferjana) et de Rabat (Forêt des Zaer, Ben-Slimane) ; sous *Quercus rotundifolia* dans le Tazekka (Bab-bou-Idir) au Moyen Atlas (Azrou, Ifrane, Taililoute, Tanout-ou-Fillal, Tarmharite) et dans le Haut Atlas (Sidi-Fares) [40]. Bon comestible. C.

**Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm. (1971); sous les chênes à Oulmès, Casablanca, Tanger et Larache ; sous *Cedrus*, *Pinus Pinaster* et *Quercus Rotundifolia* à Azrou, Jbel Hebri, Ifrane, Kissarite et Taarabt [31]; [26]; [45]. EC.

Ordre : Boletales

Famille : Boletaceae

**Boletus aereus* Secr. Bull. (1789) (= *Boletus edulis* f. *aereus* (Bull.) Vassilkov 1966); sous *Quercus Suber* dans la Mamora, sur les sites de Tanakoube. Cette espèce est très commune pendant les bonnes années de Tanger à Ben Slimane, dans le Rif, dans le Haut Atlas et en chênaie dans la régions d'Azrou [7]; [18]; [43]; [30]; [5]. EC.

**Boletus aestivalis* (Paulet) Fr. (1838) (= *Boletus reticulatus* Schaeff. 1774); sous *Quercus suber* et *Pinus* dans la Mamora, signalée dans le Rif, à Tanger et sous *Quercus rotundifolia* et jusqu'en cédraie à Azrou dans le Moyen Atlas [16], [20]; [45]. EC.

**Boletus erythropus* Krombh. (1846) Pers. (1796), sensu auct. mult. (= *Boletus luridiformis* var. *luridiformis* Rostk. 1844), sensu Persoon (= *Boletus queletii* Schulzer 1885); sous *Quercus suber* à Larache (Khemiss-de-Sahel), dans la subéraie et maquis de la Meseta littorale (El Khatouat) et à Ifrane [34]; [35]; [18] ; [45]. C.

**Boletus fragrans* Vittad. (1835); sous *Q. suber* à Tanger (Jbel Kébir et Charaf-el-Akab) et Larache (Khemiss-de-Sahel) ; sous *Quercus rotundifolia* à Azrou ; rencontré aussi sur les sites de Tanakoube [30]; [5]; [45]. EC.

**Boletus impolitus* Fr. (1838) ; sous le bois de *Quercus rotundifolia* à Ifrane et Melcaïd ; dans les forêts de chênes à Tanger (Cherf-el-Akab, Jbel Kbir) et Larache (Khemisset-de-Sahel) [30]; [45]. C.

**Boletus mamorensis* Redeuilh (1978); ce bolet endémique de la Mamora se rencontre sous *Quercus suber* dans la Mamora [7] ; [18]; [45]. EC.

Famille : Gyroporaceae

**Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél. (1886); se rencontre en solitaire sous *Quercus rotundifolia* et dans les clairières des chênes au Moyen Atlas (Boujirhirh , Azrou et Ifrane) [31]. C.

Ordre: Cantharellales

Famille : Cantharellaceae

**Cantharellus cibarius* Fr. (1821); très répandu dans les chênaies, aussi bien en plaine qu'en montagne. Sous *Quercus Suber* et *Pinus insignis* dans le Rif, à Tanger (Akbaa hamra, Cuesta Colorada, Dar Chaoui, Jbel Kbir, Perdicaris et Tanger), à Larache (Khemiss-de-Sahel-Sahel et Larache), Lalla Mimouna, dans la forêt de la Mamora, à Rabat, Ben-Slimane et sous *Quercus*

rotundifolia au Moyen Atlas. De juin à novembre en altitude et de décembre à mai dans la plaine [40] ; [2]; [18]; [30]; [45]. EC.

**Cantharellus cornucopioides* (L.) Fr. (1821) (= *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers. 1825); dans les bois très dégradés de *Quercus suber* dans la Mamora, la forêt de Lalla Mimouna, Larache (Khemiss-de- Sahel et Larache) et Tanger ; sous *Pinus insignis* à Tanger (Perdicaris, Akbaa hamra, Cuesta Colorada, Jbel Kbir, Perdicaris et Tanger) [40]; [18]; [45]. C.

**Cantharellus tubaeformis* Fr. (1821) (= *Craterellus tubaeformis* (Fr.) Quél. 1888); sous *Eucalyptus* à Tanger (Jbel Kbir) [45]. EC.

**Cantharellus lutescens* Fr. (1821) (= *Craterellus lutescens* (Fr.) Fr. 1838); sous *Pinus insignis* et *P. pinea* et sous à Tanger (Jbel Kbir, Perdicaris et Donabo) [45]. C.

Ordre : Russulales

Famille : Russulaceae

**Lactarius deliciosus* (L.) Gray (1821); sous *Pinus halepensis* et *Pinus pinea* dans la Mamora ; dans les clairières de la forêt d'Ain Sferjla ; à Larache et Tanger (Cherf el Akab, Jbel Kbir, Perdicaris et Tanger) [18]; [30] [45]. EC.

**Lactarius fuliginosus* (Fr.) Fr. (1838), sensu Cooke (= *Lactarius romagnesii* Bon (1979), sensu auct. (= *Lactarius azonites* (Bull.) Fr. 1838); sous *Quercus suber* à Larache et Tanger et sous *Quercus* à Azrou ([31]; [45]. C.

**Russula virescens* (Schaeff.) Fr. (1836); sous *Eucalyptus*, *Pinus* et *Quercus suber* dans la subéraie de la Mamora, Larache (Khemiss-de-Sahel), Tanger (Cherf-El-Akab, Jbel Kbir) Rabat et Oulmès [18]; [25]. EC.



Figure 1. *Agrocybe praecox*, photo A. Outcoumit.



Figure 2. *Agaricus langeii*, photo A. Outcoumit.



Figure 3. *Agroclybe aegeita*, photo A. Outcoumit.



Figure 4. Boletus mamorensis, photo A. Outcoumit.



Figure 4. Boletus aereus, Photo A. Outcoumit.



Figure 4. Boletus aestivalis, Photo A. Outcoumit.



Figure 6. Xerocomus badius, Photo A. Outcoumit.



Figure 7. Cantharellus cibarius, Photo A. Outcoumit.



Figure 8. Suillus collinitus, photo A. Outcoumit.



Figure 9. Agaricus arvensis, photo El Kholfy.

CONCLUSION

Au Maroc, les inventaires sur les champignons n'ont été publiés que depuis uniquement quelques années. Mais aucun inventaire complet sur les champignons sauvages comestibles n'a été établi. Ce travail qui pourrait être non exhaustif est le premier du genre.

Ainsi, 107 espèces appartenant à 23 familles de Macromycètes ont été répertoriées. Parmi elles figurent une trentaine (36) d'espèces considérées comme d'excellents comestibles, soit environ 34%. Parmi ces dernières, on cite, notamment, des cèpes comme *Boletus aereus*, *Boletus aestivalis*, *Boletus Mamorensis* et *Boletus fragrans*. D'autres espèces, également hautement appréciées, ont été citées; parmi elles, des truffes (*Terfezia arenaria*, *Terfezia claveryi*, *T. leonis* et *T. leptoderma*), des chanterelles (*Cantharellus cibarius*), des tricholomes (*Tricholoma caligatum*) et des morilles. Ces excellents comestibles peuvent engendrer une activité économique non négligeable à condition que leur exploitation soit raisonnée et structurée.

L'établissement de ce premier catalogue des champignons comestibles cités et connus au Maroc pourrait constituer une assise de base pour la valorisation de ces produits forestiers non ligneux. Il pourrait également contribuer dans le renforcement des stratégies et actions de développement local. Outre, leurs autres rôles biologiques indispensables pour le maintien et la gestion des écosystèmes, la valorisation et l'exploitation des champignons comestibles sauvages jouera probablement un rôle dynamique dans la promotion de l'activité économique et sociale des populations des régions où ces espèces se rencontrent.

RÉFÉRENCES

- [1] Abourouh M., 1987. *Cenococcum graniforme* (Sow) Ferde. et Winge. Champignon ectomycorhizien de *Quercus suber* dans la forêt de la Mamora (Maroc occidental). In : Les arbres fixateurs d'azote, l'amélioration biologique de la fertilité du sol. Paris, ORSTOM : 256-261.
- [2] Abourouh M., 2000. Mycorhize et mycorhization des principales essences forestières du Maroc. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences. Université Mohamed V, Faculté des Sciences de Rabat, Maroc, 175p.
- [3] Abourouh M., 2011. Truffes du désert du Maroc: diversité et modes d'exploitation. 6^{ème} Rencontre de Micosylva, Mértola (ADPM), Portugal, 15-18 Mars 2011.
- [4] Ait Aguil F., 2005. Contribution à l'étude de la biodiversité de la flore fongique des forêts marocaines : cas des Basidiomycètes du Rif Oriental et du Rif Occidental et des Gastéromycètes de la Mamora. Thèse de Doctorat. Université Ibn Tofail Kénitra. 154p.
- [5] Bakkali Yakhliel S., Kerdouh B., Mousain D., Ducoussou M., Duponnois R. et Abourouh M., 2009. Phylogenetic diversity of Moroccan cork oak woodlands fungi. Base, Belgique, volume 13, N°4, p : 1-14.
- [6] Benabid A., 2000. Flore et écosystèmes du Maroc : Evaluation et préservation de la biodiversité. Editions Ibis Press, 359p.
- [7] Bertault R., 1978. Russules du Maroc. Bull. Soc. Myc. Fr., 94: 5-31.
- [8] Bertault R., 1979. Bolets du Maroc, Bulletins de la société de Mycologie de France, 95 (3) : 297 – 297.
- [9] Bertault R., 1980. Amanites du Maroc (troisième contribution). Bull. Soc. Myc. Fr., 96 (3): 271-287.
- [10] Boa E., 2006. Produits forestiers non ligneux 17. Champignons comestibles sauvages, vue d'ensemble sur leurs utilisations et leur importance pour les populations. FAO, Rome Italie, 170 p.
- [11] Bouziani N., 2009. Contribution à l'étude et à la mise en valeur du potentiel truffier de la région orientale du Maroc. Thèse de Doctorat, Université Mohammed Premier, Faculté des
- [12] Courtecuisse R. et Duhem B., 2007. - Guide des champignons de France et d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, 476 p.
- [13] Driouech F. 2010. - Distribution des précipitations hivernales sur le Maroc dans le cadre d'un changement climatique : descente d'échelle et incertitudes. Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse, France, 164 p.
- [14] El Kholfy S., Ait Aguil F Ouazzani Touhami A., Rachid Benkirane R. et Allal Douira A., 2011. Bibliographic inventory of Moroccan Rif's fungi: Catalog of rifain fungal flora. Journal of Animal & Plant Sciences, 2011. Vol. 12, Issue 1: 1493-1526.
- [15] El Kholfy S., El-Assfoury A., Belahbib N., Ouazzani Touhami A., Benkirane R. et Douira A., 2012. Etude de huit espèces du genre *Agaricus* dont trois nouvelles pour le Maroc : *Agaricus bresadolanus*, *A. campestris* var. *pilatianus* et *A. praeclaresquamus*. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, N° 33, p. 47-52.
- [16] El-Assfoury A., Ouazzani Touhami A. et Douira A., 2005. Etude de quelques lactaires de la forêt de la Mamora. Bulletin de la Société Mycologique des Hautes-Vosges, N°10, France, p : 14-18.

- [17] El-Assfoury A., Ouazzani Touhami A., Zidane L., M. Fennane et A. Douira, 2003. Inventaire des spécimens fongiques de l'Herbier national de l'Institut Scientifique de Rabat. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Science de la vie, n°25, 1-23.
- [18] El-Assfoury A., Ouazzani-Touhami A. et Douira A., 2006. Inventaire des champignons comestibles de la forêt de la Mamora (Maroc), Association Entrevalaise de Mycologie et de Botanique appliquée, n°46, p. 5-9.
- [19] El-Assfoury A., 2006. Biodiversité fongique du Maroc : Inventaires et étude des Basidiomycètes de la forêt de la Mamora. Thèse de Doctorat, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc, 294p.
- [20] EL-Assfoury A., Ouazzani Touhami A. and Douira A., 2005. Etude de quelques espèces d'Agaricus de la forêt de la Mamora (Maroc), Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Vie, n°26-27, p : 1-5.
- [21] El-Assfoury, Ouabbou A., Ouazzani Touhami A., Benkirane R. et Douira A. 2011. Etude de quelques Basidiomycètes lignicoles associés au chêne-liège de la forêt de la Mamora. Revue Marocaines de Protection des Plantes. Rabat, N°2, p. 55-68.
- [22] Franchimont J. et Saadaoui EL M., 1998. Etude nationale sur la biodiversité, rapport de synthèse. Programme des Nations Unis pour l'environnement, Royaume du Maroc, ministère de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de de l'environnement. Observatoire National de l'Environnement du Maroc, réédité en 2001 : 156 p.
- [23] Haimed M., Ouazzani Touhami A. et Douira A., 2005. Les lépiotes du Maroc: étude de quelques espèces collectées dans la Mamora, Ben Slimane et Rif. Bulletin de l'Institut Scientifique, section Science de la vie, N° 26-27: 13-18.
- [24] Haimed M., 2007. Biodiversité fongique du Maroc : Etude des champignons Basidiomycètes du Plateau Central et des Jardins Exotiques. Thèse de Doctorat, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc, 278p.
- [25] Haimed M., Ouazzani Touhami A. et Douira A., 2007. Etudes de quelques champignons des Jardins Exotiques (MAROC) (2), Bulletin des Mycologues du Luxembourg Belge, n°1, p. 19-29.
- [26] Haimed M., Nmichi A., Ouazzani Touhami A., Benkirane R. et Douira A., 2013. Bibliographic inventory of Moroccan Central Plateau fungi. Journal of Animal & Plant Sciences. Vol.18, (2): 2723-2749.
- [27] Khabar L. 1992. L'asque de *Terfezia leonis* Tull. (Discomycètes, tubérales). Cryptogamie, Mycol., 15 (3) : 187-206.
- [28] Khabar L, Najim L., Janex-Favre MC. et Parguey-Leduc A., 2001. Contribution à l'étude de la flore mycologique du Maroc, les truffes marocaines (Discomycètes). Bull. Soc. Mycol. Fr. 117 (3) : 213-229.
- [29] Khabar L., 2002. – Etudes pluridisciplinaires des Truffes du Maroc et perspectives pour l'amélioration de production des "Terfess" de la forêt de la Mamora. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Mohammed V, Rabat, Maroc, 167 p.
- [30] Larouz B., 2007. Biodiversité fongique du Maroc : Etude des champignons supérieur du Moyen Atlas. Thèse de Doctorat, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc.
- [31] Larouz B., El Kholfy S., Ouazzani Touhami A., Benkirane R. et Douira A., 2012. Bibliographic inventory of middle atlas fungi: Catalogue of Middle Atlas fungal flora. Journal of Animal & Plant Sciences, 14 (3): 2035-2073.
- [32] Le Gal 1951. Les morilles et les helvelles du Maroc. Comptes rendus de la Société des Sciences Naturelles et Physiques Du Maroc, Tome 17, Rabat, pp 54-56.
- [33] Loubelo E., 2012. Impact des produits forestiers non ligneux (PFNL) sur l'économie des ménages et la sécurité alimentaire : cas de la République du Congo. Economies et Finances. Thèse de Doctorat, Université Rennes 2, France, 261 p.
- [34] Maire R. et Werner R. G., 1937. Catalogue raisonné des champignons connus jusqu'ici au Maroc. Mém. Soc. Sc. Nat., Maroc, 45 : 1-148.
- [35] Malençon G., 1937. Observations mycologiques. C.R. Soc. Sci. Nat. Phy. Maroc 4 : 26-27.
- [36] Malençon G. et Bertault R., 1958. Champignons du Moyen Atlas. 1^{ère} liste. C. R. Soc. Nat. et Phy., Maroc, 8: 188-191.
- [37] Malençon G., 1960. Champignons du Moyen Atlas. 4^{ème} liste. C. R. Soc. Nat. et Phy. Maroc, 8: 140-142.
- [38] Malençon G. et Bertault R., 1967. Champignons du Moyen Atlas. 5^{ème} liste. C. R. Soc. Nat. et Phy. Maroc, 47: 259-270.
- [39] Malençon G. et Bertault R., 1970. Flore des champignons supérieurs du Maroc, Tome 1. Faculté des Sciences de Rabat, 601p.
- [40] Malençon G. et Bertault R., 1975. Flore des champignons supérieurs du Maroc. Tome II. Faculté des Sciences de Rabat, 539 p.
- [41] N'Douba A.P., Ouazzani Touhami A., Benkirane R., Zidane L. et Douira A., 2013. Inventaire des champignons coprophiles du Maroc. Journal of Animal & Plant Sciences, Vol.16 (3): 2374-2387.
- [42] Nounsi A., Outcoumit A., Selmaoui K. Ouazzani Touhami A., Benkirane R. Douira A., 2014. Inventaire des champignons ectomycorhiziens du Maroc. Journal of Applied Biosciences, 79: 6826 – 6854.
- [43] Outcoumit A, Yamni K., Ouazzani Touhami A., Badoc A. et Douira A., 2006. *Boletus mamorensis*, le Cèpe de la Mamora (Maroc). Bull. Soc. Linn. Bordeaux 141, (N.S.) n°34, p. 169-174.

- [44] Outcoumit A., 2011. Contribution à l'étude de la diversité fongique du Maroc et mise en évidence de quelques espèces fongicoles et de l'importance des espèces sécotides dans la systématique des Basidiomycètes. Thèse de Doctorat, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc, 497p.
- [45] Outcoumit A., El Kholfy S., Ouazzani Touhami A. et Douira A., 2014. Bibliographic Inventory of Tangier fungi: Catalogue of the Basidiomycetes fungal flora. IJPAES, Vol.4(1): 205 – 256.
- [46] Outcoumit A., Ouazzani Touhami A. et Douira A., 2010. Une nouvelle espèce de Basidiomycètes pour la diversité fongique du Maroc : *Melanoleuca polioleuca* f. *langei* (Fr.) Moreno G. (1934), Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2010, 32 (2) : 51-55.
- [47] Romagnesi H., 1995. – Atlas des champignons d'Europe. Ed. Bordas, Nature, 1178 p.
- [48] Tahiri. A., 1997. Relation mycorhiziennes entre *Helianthemum ledifolium* (L) Mill. et les espèces de Terfez du Maroc. Mémoire de Troisième cycle en Agronomie. Ecole nationale d'agriculture de Meknès, 80p.
- [49] Wilkie M. L., 2010. Le programme d'évaluations des ressources forestières mondiales, termes et définitions. Département des forêts, FAO, Rome, 30 p.
- [50] Yamni K., Outcoumit A., Dohou N., Ouazzani Touhami N. Et Douira A., 2005. Etude de quelques Basidiomycètes comestibles du platane de la ville de Kénitra (Maroc) Bulletin de l'Institut Scientifique, section Sciences de la Vie, n°26-27, p. 19-23.

Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of *Nypa fruticans* Harvested from Oporo River in the Niger Delta Region of Nigeria

R.U.B. Ebana¹, C. A. Etok², and U. O. Edet¹

¹Microbiology and Biotechnology Department, Obong University, Obong Ntak, Etim Ekpo, Akwa Ibom State, Nigeria

²Microbiology Department, University of Uyo, Uyo, Akwa Ibom State, Nigeria

Copyright © 2015 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: First introduced to check coastal erosion, *Nypa fruticans* has proven to be much more useful. Given the variety of potentials it possess, we decided to analyse the leaves, husks and midveins of this plant for phytochemical bases and also test the antimicrobial property of various extracts against *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa*. Phytochemical screening revealed the presence of alkaloids and polyphenols, and absence of tannins and anthraquinones. Aqueous and ethanolic extracts of the midveins, leaves and husks showed good antimicrobial against all the test organisms. Varying concentrations of the ethanolic extract of the leaves revealed that at concentration of 5% and above gave absolute inhibition of *E. coli*. There is need to reconsider the re-utilization of Nypa Palm in Nigeria.

KEYWORDS: Nypa Palm, Polyphenols, Tannins, phytochemicals, Oporo River, Niger Delta.

INTRODUCTION

Nypa palm (Nypa fruticans) is a prostrate-stemmed gregarious palm growing in estuarine conditions akin to mangroves and is sometimes referred to as a mangrove plant as it flourishes in mangrove environment ranging from Queensland to India. It also colonises the upper tidal reaches of rivers. Its habitat is unique in that it does not compete with food crop and its growth is sustainable. It was first introduced from Singapore Botanic Gardens to Calabar in 1908, Oron in 1912 and eventually the rest of the Niger Delta from 1946 to help check coastal erosion [1], [2], [3], [4], [5]. This important and abundant tree which is largely underutilized in Nigeria has been exploited in different parts of the world in different areas. It provides oil, starch and sugar. Its large amount of sap and potential for large amount of sugar production has given it the name sugar alternative with minerals and low glycaemia index. It has potentials for the production of more biofuels such as ethanol and butanol than sugarcane per hectare per year [2]. It has also been used to produce local sweet alcoholic drink called tuba and converts to vinegar on storage. Other regions use the leaflet when burnt as salt and the leaf's epidermis as cigarette paper. Here in the tropics, its leaves is used as roofing material. Despite the numerous potential uses it can be put into, *Nypa palm* has been tagged an invasive plant following environmental impact assessment conducted recently for oil companies in Nigeria. Its rapid and invasive growth where there is little or no vegetation has seen it almost completely remove the mangroves. Proximate analysis conducted recently on Nigeria's *Nypa Palm* indicates that the plant is very rich in ash, lignin, cellulose, hemicelluloses, moisture and nitrogen [2], [6]. Another study also established that the fronds and petiole usually treated as waste can be exploited for commercial and industrial uses [1], [2]. A recent study has shown that it is rich in phytochemicals such as phenolics and flavonoids, and even antioxidant properties [7]. However, there is a shortage of information on the antimicrobial properties of this plant. Hence we decided to screen the husks, leaves and midveins of this wonderful mangrove plant for phytochemicals bases and also check the effect of the its extracts on some microorganisms.

MATERIALS AND METHODS

SOURCE OF SAMPLES

The test organisms were obtained from the University of Calabar Teaching Hospital and University of Calabar Medical Centre. The organisms collected are *Escherichia coli*, *Klebsiella Pneumonia* *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis*. These organisms were cultured and preserved on appropriate media as previously described [8]. The study plant was obtained from Oporo Rivers bank in Akwa Ibom State and identified at the University of Calabar Botanical Garden.

PREPARATION OF AQUEOUS AND ETHANOLIC EXTRACTS

The leaves, husk and tissues of *Nypa fruticians* were dried in the hot air oven at 50°C and ground into powder in a small mortar. The leaves, husk and tissues were cut into tiny bits before drying. 200g of the powder plant part was weighed into 500ml of distilled water in Erlenmeyer flask and allowed to stand for a day. It was filtered through a glass funnel plugged with cotton wool into a sterile reagent bottles and kept in the freezer until ready for use.

About 80g of the dried well ground plant parts was weighed into 200ml of 97% ethanol in a sterile reagent bottles and allowed to stand for two weeks. Aluminium foil was wrapped around each reagent bottle to prevent light and microbial degradation. It was filtered and evaporation of the ethanol carried out using a glass beaker in a water bath leaving behind an oily remnant.

TEST FOR PHYTOCHEMICAL COMPONENTS

Phytochemical screening of the plants extracts was carried out using methods previously reported [9],[10], [11], [12].. These are briefly described below.

ALKALOIDS AND CARDIAC GLYCOSIDE

About 0.5g of each extract was stirred with 5ml of 1% aqueous hydrochloric acid on a steam bath; 1ml of the filtrate was treated with a few drops of Mayer's reagent and second 1ml portion was treated similarly with Dragendorff's reagent. Turbidity or precipitation with either of these reagents was taken as evidence for the presence of Alkaloids. About 0.5g of the extract was dissolved in 2ml of chloroform. After which H₂SO₄ was carefully added to form a lower layer. A reddish brown colour at the inter-phase indicated the presence of steroidal ring which is the aglycone portion of the cardiac glycosides.

ANTHRAQUINONES AND PHLOBATANNINS

5g of each plant extract was shaken with 10ml benzene, filtered and 5ml of 10% ammonia solution was added to the filtrate. The mixture was shaken and the presence of a pink, red or violet colour in the ammonia cal (lower) phase indicated the presence of free anthraquinones. For phlobatannis, an aqueous extract of the plant part was boiled with 1% aqueous hydrochloric acid. Deposition of a red precipitate was taken as evidence for the presence of phlobatannis.

ANTHRANOIDS AND POLYPHENOLS

Exactly 2g of grounded pant material was boiled with 5ml of potassium hydroxide. The solution was filtered through glass tube. The filtrate was treated with acetic acid and the resulting solution was mixed Toluene. The upper layer was transferred to another test tube and potassium hydroxide added. The presence of red colour indicates the presence of anthranoids. For polyphenols, 2g of well-grounded plant material was heated with 10ml of distilled water for 30 minutes. Then a mixture of 10% ferric chloride 1ml and 1% potassium ferricyanide 1ml was added to the solution. This was then filtered; the formation of a green blue colour indicates the presence of polyphenols.

TANNINS, SAPONINS AND FLAVONOIDS

About 5g of each portion of plant extract was shared with 10ml of distilled water and filtered. Ferric chloride reagent was added to the filtrate. A blue-black green or blue green precipitate was taken as evidence for the presence of tannins. For saponins, about 0.5g of each plant extract was shaken with water in a test tube. Frothing which persists on warming was

taken as evidence for the presence of saponins. About 2mls of the alcoholic extract of the plant part was added to a few pieces of magnesium metal followed by the addition of a few drops of concentrated hydrochloric acid. The formation of orange, red, crimson or magenta was taken as an evidence for the presence of flavonoid.

ANTIMICROBIAL TEST OF EXTRACTS

Briefly, a cork borer was used in cutting filter papers into 9mm in diameter. The filter papers were wrapped with aluminium foil and sterilized in the hot air oven. A colony of each test organisms was sub-cultured on nutrient broth and incubated at 37°C for 6 hours, to ensure that the bacteria were in logarithmic phase of growth. They were then inoculated on Mueller-Hinton agar plates that have solidified. The sterilized filter paper disc were soaked in the respective test extracts (aqueous and ethanolic) and placed on the agar plates using sterile forceps. The plates were incubated at 37°C for 24 hours. After incubation the zones of inhibition were observed. The diameter of the zones of inhibition was measured in quadruplicates and the mean was determined.

MINIMUM INHIBITORY CONCENTRATION (MIC) OF ETHANOLIC EXTRACT OF *NYPA FRUTICANS* LEAVE ON *E. COLI*

The largest zone of inhibition observed in this experiment was given by the ethanolic extracts *Nypa fruticans* leaves on *E. coli*. The test was performed by soaking 200g of well ground dried leaves of *Nypa fruticans* in 500ml of 97% ethanol in a sterile reagent bottle and allowed to stand for two weeks. It was then filtered and ethanol was evaporated in a beaker on a water bath leaving an oily remnant. The percentage by volume (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%) of the oily remnant was prepared by dissolving 0.1g, 0.2g, 0.3g, 0.4g, 0.5g, 1g, 1.5g, 2g, 2.5g and 3g in 10ml of distilled water respectively. This was incorporated into sterile nutrient agar aseptically poured into sterilized petridishes appropriately labelled, swirled to mix and allowed to solidify. A culture of *Escherichia coli* grown for 6 hours was then streaked on the nutrient agar plates and observed for growth after incubation at 37°C for 24 hours.

OPTICAL DENSITY OF *ESCHERICHIA COLI* AT DIFFERENT CONCENTRATIONS OF ETHANOLIC EXTRACTS OF *NYPA FRUTICANS* LEAVES

Precisely 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% of the oily remnant of *Nypa fruticans* leaves was incorporated into sterile nutrient broth culture medium in test tubes. The test tubes were appropriately labelled and then one drop of a culture of *Escherichia coli* grown for 6 hours was then added to each of the labelled test tubes. The test tubes were then incubated at 37°C for 24 hours. They were observed for growth as shown by turbidity of the medium. After incubation, the optical density (O.D) of the contents of the test tubes was measured using the colorimeter with a wave length of 540nm. A graph of optical density against percentage concentration of extract was plotted.

RESULTS

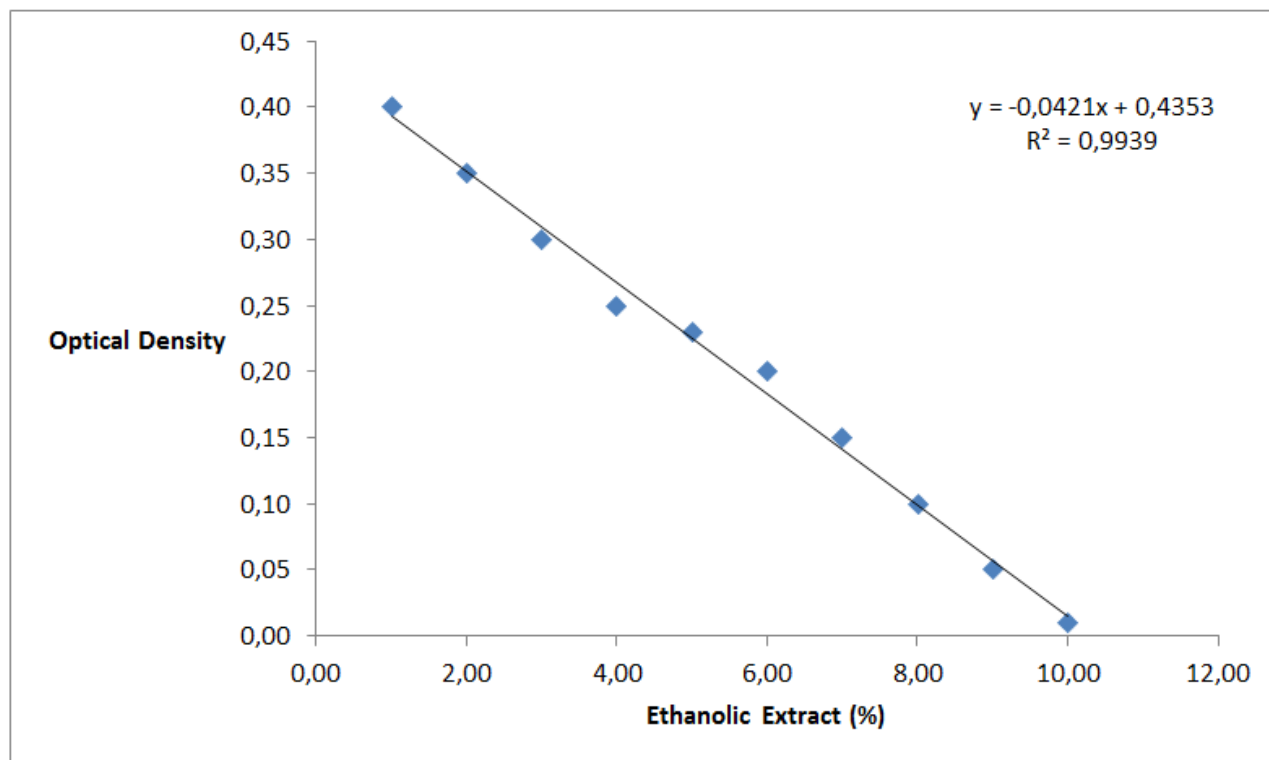
The results of the study are as presented in the tables and figure below. Table 1 indicates the phytochemical bases that we screened for in the samples. Polyphenol and alkaloids were present in the leaves, husk and mid-vein tissues of the plant. However, anthraquinones and tannins were not detected in all three samples. As shown in table two, the extracts from the *Nypa* plant showed excellent antimicrobial activity against the tested organisms. None of the tested organisms showed resistance.

Table 1: Phytochemical Screening of *Nypa fruticans* Parts

Phytochemical Bases	Leaves	Husk	Tissues
Alkaloids	+	+	+
Cardiac glycosides	+	-	-
Anthraquinones	-	-	-
Phlobotannins	-	+	-
Anthranoids	+	+	-
Polyphenols	+	+	+
Tannins	-	-	-
Saponins	-	+	+
Flavonoid	+	-	+

Table 2: Antimicrobial Activity (mm) of the Aqueous and Ethanolic Extracts of the Leaves, Midvein Tissues and Husk of *Nypa fruticans* on Selected Microorganisms

Test Bacteria	Leaves		Husk		Midvein Tissues	
	Ethanolic	Aqueous	Ethanolic	Aqueous	Ethanolic	Aqueous
<i>Staphylococcus aureus</i>	25.00±0.15	26.00±0.18	25.40±1.00	24.10±0.31	24.00±0.37	24.20±0.30
<i>Escherichia coli</i>	33.00±1.16	28.50±0.58	25.10±0.42	22.40±0.62	25.20±0.42	22.00±0.15
<i>Klebsiella pneumonia</i>	20.00±0.00	23.30±0.32	25.30±0.31	15.00±0.00	23.60±0.18	25.10±0.13
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	26.00±0.19	24.00±0.37	20.00±0.37	16.00±0.10	25.10±0.32	26.20±0.32
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24.20±0.32	25.20±0.31	24.00±0.12	23.20±0.33	15.00±0.10	14.00±0.10

**Figure 1: Growth rate of *E. coli*. at different concentrations of ethanolic extract of *Nypa fruticans* leaves. The graph shown above shows the decreasing optical density of oily remnant of the ethanolic extract on *E. coli*. The higher the concentration, the lower the optical density or the lesser the growth observed. The high R^2 value shows a strong correlation between the variables.**

DISCUSSION

Nigeria abounds with a wide variety of plants which are both medicinal and nutritional in value [13]. One of such plant is the *Nypa fruticans*. As already mentioned, these plants have good potential for the production of sugar, ethanol (biofuels), pulp for paper making and vinegar production in addition to its use as housing material [2],[6]. The nutritional properties of these mangrove invasive plants and its possible microbial properties is only beginning to emerge [14], [15], [16], 17, [18]. Our study has shown that *Nypa fruticans* is a rich source of various phytochemical bases such as alkaloids, cardiac glycosides, polyphenols, phlobotannins, saponins and anthranoids. The presence of polyphenol in the husk of *Nypa fruticans* was also confirmed in another study and even in larger quantity. The same study also showed the presence of moisture, crude protein, fat, ash, fibre, carbohydrate and even toxicants. The seeds and Husk have also been shown to contain important nutrients such as sodium potassium and Iron [15]. The excellent antimicrobial activity exhibited by our extracts can be attributed to the presence of polyphenols. Both aqueous and ethanolic extract of the plants showed good antimicrobial properties on routine microorganisms such as *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Klebsiella pneumonia*. Studies showed that the plant had excellent anti-bacteria activity against *Vibrio* species [14] and also on *Fusarium oxysporum* [16]. The aqueous and ethanolic extract of the leaves did show

good inhibition on *E. coli* and its MIC was seen at 5% of the ethanolic extract. The growth survival curve of the ethanolic extract on *E. coli*, shows that the higher the concentration, the lower the optical density or growth of *E. coli*. Generally, at 5% and above, very scanty or no growth was observed.

CONCLUSION

Although, *Nypa* palm has become very invasive in its growth in the mangroves of the Niger Delta region, there is need to rediscover the plant altogether. Studies have shown that it can be put to a variety of uses such as biofuels, as livestock feed and paper manufacturing in addition to its other conventional uses. Our study have also been able to confirm that the plant is indeed rich in important phytochemical bases. However, there is need to establish the main bioactive agent and also rethink the applications of this wonderful palm away from checking coastal erosion.

REFERENCES

- [1] A. E. Akpakpan, U. D. Akpabio and, I. B. Obot, Evaluation of physicochemical properties and soda pulping of *Nypa fruticans* frond and petiole, *Elixir Applied Chemistry*, 45:7664-7668, 2012.
- [2] K. Tsuji, M. N. F. Ghazalli, Z. Ariffin, M. S. Nordin, M. I. Khaidizar, M. E. Dulloo & I. S. Sebastian, Biological and Ethnobotanical Characteristics of Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb.): A Review, *Sains Malaysiana*, 40(12): 1407–1412, 2011.
- [3] C. Zeven, The introduction of the Nipa palm to West Africa, *J. Inst. Oil palm Res.* 5 (18):5-36, 1977.
- [4] C. T. Gee, 2001. The mangrove palm. *Nypa* in the geologic past of the New World, *Wet. Ecol. and Manag*, 9(3):181–203, 2001.
- [5] T. C. H. Sunderland and T. Morakinyo, *Nypa fruticans*, a weed in West Africa. *Palms*, 46(3):154-155, 2002.
- [6] U. E. Ekpunobi and T. U. Onuegbu, THERMAL DEGRADATION EFFECT ON THE PROXIMATE ANALYSIS OF NIPA PALM FIBRE, *International Journal of Chemistry Research*, 3(1): 1-2, 2012.
- [7] N. Prasad, B. Yang, K. W. Kong, H. E. Khoo, A. A. Sun, A. Ismail and Z. B. Romli, Phytochemicals and Antioxidant Capacity from *Nypa fruticans* Wurmb. Fruit, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2013, Article ID 154606, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/154606>.
- [8] R. Cruickshank, J. P. Duguid, B. P. Marnum and R. A. Surian, *Medical Microbiology*, 12th Edition, London Churchill-Livingstone, pp181-188, 1977.
- [9] J. B. Harborne, *Phytochemical Methods. A Guide to Modern techniques of Plant Analysis*, Chapman and Hall, London, 1973.
- [10] M. Gundidza, Phytochemical screening of Zimbabwean medicinal plants, *The central African Journal of Medicine*, 31:328-330, 1985.
- [11] E. E. Sofowora, *Phytochemical Screening of Medicinal and traditional Medicine in African*, John Wiley and Sons Inc. New York, pp 35-50, 1984.
- [12] G. E. Trease, and W. C. Evans, *A textbook of Pharmacognosy*, 11th Edition Baillere Tindall, London, 1978.
- [13] R. U. B. Ebana, B. E. Madunagu, E. D. Ekpe, and I. N. Otung, Microbiological Exploitation of Cardiac Glycosides and Alkaloids from *Garcinia kola*, *Borreria ocymoides*, *Kola nitida* and *citrus aurantifolia*, *Journal of Applied Bacteriology*, 71:398-410, 1991.
- [14] A.A. Shamsuddin, M. Najiah, A. Suvik, M.N. Azariyah, B.Y. Kamaruzzaman, A.W. Effendy and B. Akbar John, Antibacterial Properties of Selected Mangrove Plants Against *Vibrio* Species and its Cytotoxicity Against *Artemia salina*, *World Applied Sciences Journal*, 25(2): 333-340, 2013.
- [15] V. N. Osabor, G.E. Egbung and P.C. Okafor, Chemical Profile of *Nypa fruticans* from Cross River Estuary, South Eastern Nigeria, *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(1): 146-150, 2008.
- [16] P. Chaudhuri and S. Guha, Potentiality of Mangrove Plant Extracts for Biocontrol of a Pathogenic Fungi- *Fusarium oxysporum*, *Sci. & Cult*, 76 (7–8) 271-274, 2010.
- [17] J. Prabhakaran and D. Kavitha, Ethnomedicinal Importance of mangrove Species of Pitchavaram, *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 3(2): 611-614, 2012.
- [18] M. Bakshi and P. Chaudhuri, ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF LEAF EXTRACTS OF TEN MANGROVE SPECIES FROM INDIAN SUNDARBAN, *Int J. Pharm Bio Sci*, 5(1): 294-304, 2014.

Evaluation du risque de contamination de la chaîne Alimentaire en éléments traces métalliques de trois espèces maraichères cultivées au bord de la rivière Lubumbashi (KATANGA/RD CONGO)

[Risk assessment of the chain Food of contamination in metal trace elements of three garden crops species cultivated along the Lubumbashi's River (Katanga / DR. CONGO)]

S. Kashimbo Kalala¹, E. Mbikayi², M. Ngoy Shutcha¹, and L. Lukens¹

¹Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques,
Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD. Congo

²Département de Chimie, Université de Lubumbashi (2004),
Faculté des Sciences, technicien de Laboratoire, BP 1825, RD. Congo

Copyright © 2015 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 Katanga, the diversity of metallurgical processes has led to contamination of the environment by trace metals (TM). An essay was set for the purpose of determining the level of TM contents in the water of the river Lubumbashi, the ground on which families make crops and plants produced on it to assess the risk of contamination of the food chain. Soil samples were collected at the study site, sieved, homogenized and made of a composite left in the pots. The 2x3 factorial designs with 6 repetitions, 36 treatments were installed. The "soil" factor 2 variants: **T₀**, **T₁**, and "plant species" factor has 3 levels (cabbage, spinach, and amaranth).

The results showed very high levels, Cu [1200], Co [1600], Mn [1200] ppm in soils of the Lubumbashi's river, they are superior to the standard NFU 44-041 in force France. These high levels of TM ground **T₁** have led a deleterious effect on plant growth involving their dead. The irrigation water provided an additional TM soil of about **0.00063 mg/L Cu, 0.000225 Co, Fe 796.5, 504 Mn, Cd and 0.513 0 36 Pb**, which is important inputs.

Contamination of the food chain through the consumption of vegetables grown on this soil is evident and real. The use of effective technologies bioremediation of contaminated soils is important to reduce the risk of food poisoning in humans.

KEYWORDS: Mining Waste, Effluents, River Lubumbashi, ETM, Contamination, Noxious effect.

RESUME: Au Katanga, la diversité des procédés métallurgiques a entraîné une contamination de l'environnement en éléments traces métalliques (ETM). Un essai a été installé dans le but de déterminer le niveau des teneurs en ETM dans l'eau de la rivière Lubumbashi, le sol sur lequel les familles font des cultures ainsi que des plantes produites sur celui-ci afin d'évaluer le risque de contamination de la chaîne alimentaire.

Des échantillons de sols ont été récoltés sur le site d'étude, tamisés, homogénéisés et constitués en un composite reparti dans les pots. Le dispositif factoriel **2x3** dont **6** répétitions, 36 traitements a été installé. Le facteur "**sol**" ayant 2 variantes: **T₀**, **T₁**, et le facteur "**espèce végétale**" a 3 niveaux (chou, épinard, amarante).

Les résultats obtenus ont montré des teneurs très élevées, en **Cu (1200), Co (1600), Mn (1200) ppm** pour les sols du bord de la rivière Lubumbashi, celles-ci sont supérieures à la norme **NFU 44-041** en vigueur en France. Ces fortes teneurs en ETM du sol **T₁** ont entraîné un effet délétère sur la croissance des plantes impliquant leurs morts. L'eau d'arrosage a apporté un supplément d'ETM aux sols de l'ordre de **0,00063 mg/L de Cu, 0,000225 de Co, 796,5 de Fe, 504 de Mn, 0,513 de Cd et 0,36 de Pb**, ce qui constitue des apports importants. La contamination de la chaîne alimentaire par la consommation des légumes

cultivés sur ce sol est évidente et réelle. Le recours aux techniques efficaces de bioremédiation des sols contaminés est important pour réduire les risques d'intoxication alimentaire chez l'homme.

MOTS-CLEFS: Déchets miniers, Effluents, Rivière Lubumbashi, ETM, Contamination, Effet délétère

1 INTRODUCTION

L'exposition humaine aux ETM constitue potentiellement un danger pour la population de la ville de Lubumbashi où l'exploitation minière s'est intensifiée dans toutes les parties de la province du Katanga [1]. Le danger avec ces ETM, ce qu'ils sont toxiques même à des faibles concentrations. Ils sont d'autant plus dangereux qu'ils sont non biodégradables et ne se dégradent ni lors de la transformation des produits alimentaires, ni dans le corps, quand bien même il existe quelques moyens d'élimination [2]. Ils contaminent de plusieurs manières les aliments notamment par leurs absorptions à partir du sol (via les racines) par les plantes cultivées, ou suite de leurs présences sous forme des précipitations des poussières sur les végétaux (via les feuilles). Ainsi par le biais des animaux contaminés ou de l'eau souillée, ils sont absorbés dans l'organisme humain [3]. Les activités d'exploitation et de traitement des minerais ainsi que l'exploitation minière artisanale au Katanga sont responsables de la contamination dramatique en ETM, des eaux de surface, sédiments, eaux souterraines, de sols et peuvent également affecter négativement l'environnement local et les ressources en eau par le retrait d'eau douce et la pollution due aux décharges de l'eau des usines de traitement des minerais [4].

L'on constate de nos jours, la présence de déchets de traitement des minerais (stériles) entreposés au sol sous forme des montagnes des remblais dans la concession de l'usine de la Gécamines, sans aucune disposition de protection de sol contre le ruissellement, le lessivage et l'érosion pendant la saison des pluies. Ces trois phénomènes contribuent au transfert des ETM contenus dans les déchets vers les autres compartiments à savoir le Sol, l'Eau, et l'air [5]. Ces ETM sont déversés dans la rivière Lubumbashi et par la même occasion contaminent l'eau, le sol, les sédiments, la flore ainsi que la faune aquatiques [6]. Pendant la saison sèche, un autre phénomène se produit suite à la présence des montagnes des remblais, ce sont les envols des poussières riches en ces éléments et les émissions de SO₂ venant de la cheminée du four de l'usine d'extraction et de transformation du Cuivre[7] suivant la direction des vents dominants [8]. Les résultats d'une étude ont démontré les effets des poussières riches en ETM ainsi que les émissions de SO₂ sur les êtres vivants situés à proximité des usines de transformation et de production des métaux à Lubumbashi (Gécamines et Chemaf) [9]. Ces poussières sont en outre responsables des diverses maladies respiratoires et dermatologiques recensées sur la population vivant à proximité et autour des usines Gécamines et Chemaf comme dit ci-haut dans [9]. Une autre étude menée à Kolwezi a démontré que les effluents liquides non traités constituaient une source importante de contamination en éléments toxiques pour les environnements aquatiques incluant l'eau et le sédiment [10].

L'objectif de l'étude est de déterminer l'incidence des activités passées en rapport avec le traitement et la production du Cuivre de l'usine Gécamines sur les différents compartiments de l'environnement. D'une part, sur le diagnostic de l'état actuel des eaux de surface en occurrence les eaux de la rivière Lubumbashi suite aux nuisances majeures causées par les rejets des déchets non traités, et d'autre part, sur l'évaluation du niveau de contamination en éléments traces métalliques (ETM) toxiques dans les eaux de surface, les sédiments et les plantes cultivées (Matières sèches) en expérimentation sur les sols récoltés sur le site d'étude.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 SITE ETUDIE (BIEF DE LA RIVIERE LUBUMBASHI)

Cette étude a été menée en République Démocratique du Congo, dans la province du Katanga réputée comme celle où les activités d'exploitation minière évoluent à une vitesse exponentielle et affectent pratiquement 80% de son territoire. Le site étudié est localisé le long du boulevard Katuba, au bord de la rivière Lubumbashi, dans la commune de Katuba, ville de Lubumbashi, province du Katanga. Le site est localisé aux coordonnées géographiques suivantes: 11°41'49.3'' de Latitude Sud, et 27°28'19.9'' de Longitude Est, et à 1193 mètres d'altitude. Il est en outre situé en aval de la fonderie de l'usine de la Gécamines (UL/GCM) de laquelle il reçoit les eaux usées issues de traitement et d'enrichissement des minerais par celle-ci. L'on observe le long et au bord de la rivière Lubumbashi, la présence de jardins familiaux où l'on installe différentes cultures, lesquelles sont arrosées en saison sèche avec de l'eau de cette dernière. L'image Google Earth ci-dessous indique le site

d'étude ainsi que la source probable de contamination de deux compartiments de l'écosystème qui font l'objet d'étude dans cette recherche: Eau et Sol.

L'usine de la Gécamines Lubumbashi, située en amont de la rivière Lubumbashi.



Fig. 1. Vue en photo du site d'étude

Source : Image Google Earth

2.2 MATÉRIEL

2.2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

3 espèces végétales ont été testées, il s'agit de l'amarante, l'épinard bette et le chou de chine. Pour l'amarante (*Amaranthus hybridus*), la variété Gombe a été utilisée, elle a un cycle végétatif de 3,5 semaines, un degré de germination de 100% et un degré de pureté de 100%. La variété "épinard viking" a été utilisée pour la culture de l'épinard (*Beta vulgaris*). Les plantules transplantées ont été achetées dans la vallée Tingi Tingi sur la route Kasapa, son cycle végétatif est de 60 jours. Enfin, pour le chou de chine (*Brassica chinensis*), la variété utilisée est Michihilli. Les plantules transplantées sont venues aussi de la vallée de Tingi Tingi sur la route Kasapa. Son cycle végétatif est de 60 jours avec un degré de germination de 100% et un degré de pureté de 100% [11].

2.2.2 SOL

Les sols du bord de la rivière Lubumbashi (T_1) et celui du champ expérimental de la faculté des Sciences Agronomiques (T_0) ont été utilisés comme substrat pour les trois cultures testées dans cette expérimentation. Le sol du bord de la rivière Lubumbashi est de texture sableuse tandis que celui du champ expérimental, de couleur brun-jaune est de texture argilo-sableuse [12].

2.2.3 EAU

L'eau de la rivière Lubumbashi a servi à l'arrosage des cultures sur les deux types de sols. La rivière Lubumbashi est située en aval de la fonderie de l'usine de la Gécamines Lubumbashi de laquelle elle reçoit ses eaux usées ainsi que celles des pluies

chargées en particules de diverses natures. L'usage de l'eau de la rivière Lubumbashi pour arrosage a été opté afin de permettre à l'étude de rester dans le même contexte de culture que celui des habitants vivant le long de celle-ci afin d'évaluer effectivement la situation de la contamination de la chaîne alimentaire en ETM qui prévaut dans la ville de Lubumbashi.

2.3 TRAITEMENT ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'expérimentation a été conduite en pots selon un dispositif factoriel **2x3** avec **6** répétitions pour un total de **36** traitements. Le premier facteur a été constitué par le facteur " **sol** " avec 2 variantes: le sol du champ expérimental de la faculté des Sciences Agronomiques et celui du bord de la rivière Lubumbashi. Le second facteur a été constitué par l'espèce végétale cultivée avec 3 niveaux constitués par chacune des espèces testées (chou, épinard, amarante).

2.4 OBSERVATIONS

Les mesures ont été prises sur toutes les plantes de différents blocs, aux quatorzièmes, aux trente et nièmes et aux quarante quatrièmes jours, c'est-à-dire 2 semaines après le repiquage et le semis, puis 17 jours après l'apport de la dose d'urée, enfin à 45 jours soit à la fin de l'expérimentation. Il convient de noter que seule la moyenne a été retenue pour l'analyse statistique. Les paramètres végétatifs faisant l'objet des mesures sont :

- *La hauteur de la plante* a été prise à l'aide d'une latte de 30 cm, du collet jusqu'au bout des feuilles rabattues vers le haut sans toutefois arracher les plantes ;
- *Le nombre des feuilles* : Pour compter le nombre des feuilles, l'on considère les deux feuilles cotylédonaire et une foliole, seulement les vraies feuilles ;
- *La surface foliaire* (cm²) Calculé à l'aide de la formule suivante: **Lxl x 0,83**

Avec **L** : longueur des feuilles

l : largeur des feuilles

0,83 : facteur correctif ;

- *Le poids à la récolte* : La pesée s'est effectuée à l'aide de la balance pour chaque plante de chacun des 36 pots.

2.5 CONDUITE DE L'EXPÉRIMENTATION

L'expérimentation a commencé par le prélèvement des échantillons de sols au bord de la rivière Lubumbashi et au champ expérimental de la faculté des Sciences Agronomiques. Ces échantillons de sols ont été tamisés avec un tamis de 2 mm de maille. Une quantité de sol a été prélevée, mis en sachet et acheminée au laboratoire pour l'analyse des métaux lourds bien avant le démarrage de l'expérimentation. Les échantillons d'eau ont été prélevés sur le site, dans des bouteilles plastiques et expédiés aussi au laboratoire pour analyse des métaux lourds. Enfin, 5 kg de sol ont été mis en sachets, troués à leurs bases pour faciliter l'infiltration de l'eau afin de permettre aux plantules de se développer normalement.

Avant la transplantation, les 36 sachets contenant le sol ont été imbibés d'eau, ceci pour préparer le sol à recevoir la culture, puis vient le semis pour la culture d'amarante et la transplantation pour les 2 autres cultures (chou et épinard). Après transplantation, les plantules ont accusé une bonne reprise et un bon démarrage. Des arrosages quotidiens d'une fréquence de deux fois par jour ont été effectués avec l'eau de la rivière Lubumbashi à raison de 100 ml d'eau par pot et par jour. Les 36 sachets contenant chacun 5Kg de sol ont été fertilisés à raison de 2 grammes d'urée par pot et par plant au quatorzième jour de l'expérimentation.

2.6 ANALYSE DES MÉTAUX LOURDS DANS LE SOL, L'EAU ET LA MATIÈRE SÈCHE

La teneur en métaux lourds dans le sol, l'eau comme la matière sèche a été déterminée par la méthode triacide au Spectrophotomètre d'absorption atomique au moyen d'une extraction: Acide Chlorhydrique (**HCl**) + Acide Nitrique (**HNO₃**) + Acide Perchlorique (**HClO₄**) à 4cc au Laboratoire des Sciences de l'Université (UNILU), à la Société Minière du Katanga (SOMIKA) et à la Faculté universitaire des sciences Agronomiques de Gembloux.

2.7 TRAITEMENT DES DONNÉES EXPÉRIMENTALES

L'Analyse de la variance (ANOVA) a été faite afin de ressortir les effets du facteur sol sur le facteur espèces végétales cultivées (Amarante, Chou, Epinard) en fonction du traitement appliqué, cela par l'observation des paramètres végétatifs. Il s'agit d'une ANOVA à un facteur (Sol) pour chaque culture étudiée.

Pour les teneurs en métaux lourds dans le sol, l'eau et la matière sèche, une comparaison des moyennes entre elles et par rapport à des valeurs limites internationales a été faite vu que la R.D.Congo ne dispose pas encore de son propre système de normalisation.

3 RÉSULTATS

3.1 RESULTATS D'ANALYSE DE LABORATOIRE D'ÉCHANTILLONS DE SOL ET DE L'EAU

Tableau 1: Teneur en métaux lourds (ppm) dans les deux types de sols

	pH	Cu	Co	Mn	Fe
Sol du champ experimental ¹	5.6	168	22	-	59000
Sol bord Rivière Lubumbashi ²	6.63	1200	1600	1200	28100
Valeurs Limites (Norme Française)	6.5-8.5	100	50- 140	-	-

¹: Analyse effectuée à la Faculté universitaire des sciences Agronomiques de Gembloux ;

²: Analyse effectuée à SOMIKA (Société Minière du Katanga).

Le tableau 1 illustre les résultats d'analyse de sol au laboratoire par rapport au pH et à la concentration des métaux lourds dans le sol. Les valeurs indiquent un pH acide dans les deux types de sols avec une tendance plus acide dans le sol du champ expérimental. Le cuivre et le cobalt ont des teneurs très élevées dans le sol du bord de la rivière Lubumbashi, concentration largement supérieure avec des valeurs 10 fois plus que la limite **NFU 44- 041** en vigueur en France [13]. Il en est de même du manganèse et du fer qui présentent des teneurs élevées dans le sol. Le Cu dépasse légèrement la valeur limite de 100ppm dans le sol de la faculté de Sciences Agronomiques, tandis que le Co reste dans la limite acceptable de concentration dans un sol agricole. Le Mn n'a pas été analysé, par contre le Fe présente une teneur très élevée qui dépasse largement la limite fixée dans le sol.

Tableau 2 : Teneurs en métaux lourds dans l'eau en mg/L

Elements	Eau Rivière Lubumbashi	Valeurs Limites OMS ³
Cu ¹	0,0014	2
Co ¹	0,00005	0,05
Fe ²	177	0,1
Mn ²	112	0,4
Cd ¹	0,011	0,003
Ni ²	96	0,07
Pb ²	0,008	0,01

¹: Analyse effectuée au laboratoire de la faculté des Sciences (UNILU) ;

²: Analyse effectuée au laboratoire de la Société Minière du Katanga (SOMIKA) ;

³: Valeurs limites pour les eaux de traitement utilisées en irrigation continue.

Le tableau 2 révèle la présence des métaux lourds dans l'eau de la rivière Lubumbashi, qui a servie à l'arrosage des cultures pendant la période de l'expérimentation. Les Cu, Co, ainsi que le Pb présentent des teneurs en dessous de la valeur limite fixée par l'OMS en fonction de chaque élément par contre les Fe, Ni, Cd et Mn présentent des teneurs supérieures, à la limite de l'OMS pour les eaux d'irrigation [14].

Tableau 3 : Quantités d'éléments apportés au sol par l'eau d'irrigation (100 ml)

Eléments	Quantités/Jour (mg)	Quantités/Cycle (mg)
Cu	0,000014	0,00063
Co	0,000005	0,000225
Fe	17,7	796,5
Mn	11,2	504
Cd	0,0114	0,513
Ni	9,6	432
Pb	0,008	0,36

Le tableau 3 reprend les quantités totales des métaux apportés journalièrement par l'arrosage de chaque pot avec 100 ml d'eau d'irrigation durant tout le cycle végétatif des cultures. L'arrosage a contribué à apporter un supplément des métaux lourds au sol comme on peut le voir sur le tableau ci-dessus.

3.2 TRAITEMENT DES DONNÉES EXPÉRIMENTALES

Les moyennes de résultats, en rapport avec les paramètres végétatifs de trois espèces cultivées dans cette expérimentation sont représentées dans les tableaux 4, 5, 6 aux trois dates de prélèvement à savoir le 14^{ième}, 31^{ième} ainsi que le 45^{ième} jour.

Tableau 4 : Moyennes des tailles des plantes aux trois dates de prélèvement

Sols	Cultures	14jours	31jours	44jours
Sol champ Expérimental (T_0)	Chou	8,5	16	19,5
	Epinard	12,5	15	20,4
	Amarante	12,0	18	34,3
Sol Bord rivière Lubumbashi (T_1)	Chou	5,5	-	-
	Epinard	6,5	6,0	3,5
	Amarante	-	-	-
Effet Sol		*	*	*

- : Dégénérescence des plantes

* : Effet significatif du sol du bord de la rivière Lubumbashi.

L'analyse de la variance en rapport avec la taille des plantes, le nombre des feuilles, la surface foliaire (Tableaux 4, 5, et 6), prélevés aux trois dates sur le sol témoin (T_0) ne montre pas une différence significative dans l'évolution de la taille, du nombre des feuilles et de la surface foliaire chez les trois espèces cultivées comparées entre elles. Au regard de la valeur de $P = 0.5594 > 0.05$. Ce qui signifie $T_{0Ch} = T_{0Ep} = T_{0Am}$, $P = 0.5665 > 0.05$ que l'évolution de la taille chez le chou, l'épinard et l'amarante n'a pas montré de différence sur le sol témoin.

Pour le nombre des feuilles, $P = 0.8796 > 0.05$. En comparant le $T_{0Ch} = T_{0Ep}$, $P = 0.9468 > 0.05$, $T_{0Ch} = T_{0Am}$, $P = 0.9804 > 0.05$, on conclut qu'il n'y a pas de différence significative dans l'apparition des feuilles chez le chou, l'épinard et l'amarante cultivés sur le sol témoin. Le sol témoin n'a pas exercé un effet inverse sur une de trois cultures en rapport avec l'apparition des feuilles.

Pour la surface foliaire, $P = 0.314 > 0.05$. En comparant le $T_{0Ch} = T_{0Ep}$, $P = 0.9093 > 0.05$, $T_{0Ch} = T_{0Am}$, $P = 0.3087 > 0.05$, on conclut qu'il n'y a pas de différence significative dans l'augmentation de la surface foliaire chez le chou, l'épinard et l'amarante cultivés sur le sol témoin. Ce paramètre a évolué uniformément en fonction de l'espèce testée dans l'expérimentation.

L'analyse de la variance en rapport avec la taille de l'épinard faite sur les deux types de sols permet de ressortir l'influence de T_0 et T_1 sur l'évolution de la taille des espèces cultivées. Le résultat de l'ANOVA montre que T_0 est différent de T_1 au regard de $P = 0.01346 < 0.05$, ce qui signifie que l'évolution de la taille des plantes sur le sol du champ expérimental est différente de celle des plantes sur celui du bord de la rivière Lubumbashi. $P = T_{0Ep} \neq T_{1Ep}$, avec $P = 0.014346 < 0.05$, donc le facteur T_1 a un effet significatif négatif sur l'évolution de la taille des espèces testées en expérimentation. Ce qui justifie la

dégénérescence des plantes de chou et l'absence de levée des graines d'amarante sur ce sol du bord de la rivière Lubumbashi.

Tableau 5: Moyennes du nombre des feuilles des plantes aux trois dates de prélèvement

Sols	Cultures	14jours	31jours	44jours
Sol champ Expérimental (T_0)	Chou	4	11	10
	Epinard	6,5	7	9
	Amarante	4,5	10	12
Sol Bord rivière Lubumbashi (T_1)	Chou	2,5	-	-
	Epinard	4	3	2
	Amarante	-	-	-
Effet Sol		*	*	*

- : Dégénérescence des plantes

* : Effet significatif du sol du bord de la rivière Lubumbashi

En comparant le nombre des feuilles sur les plantes d'épinard cultivées sur les deux types de sols, l'analyse de la variance montre que T_0 est différent de T_1 au regard de la valeur de $P = 0.009468 < 0.05$, $T_{0Ep} \neq T_{1Ep}$, avec $P = 0.009468 < 0.05$, donc le facteur T_1 a un effet significatif négatif sur l'apparition du nombre des feuilles de l'espèce testée en expérimentation. Ce qui justifie la réduction du nombre des feuilles de l'épinard qui est passé d'une moyenne de 3 aux trente et unièmes jours à 2 aux quarante quatrièmes jours sur le sol du bord de la rivière Lubumbashi.

Tableau 6: Moyennes de la surface foliaire sur les plantes aux trois dates de prélèvement

Sols	Cultures	14jours	31jours	44jours
Sol champ Expérimental (T_0)	Chou	65,4	132,8	134,4
	Epinard	56,02	112,05	124,5
	Amarante	24,4	48,9	104,5
Sol Bord rivière Lubumbashi (T_1)	Chou	2,3	-	-
	Epinard	2,4	4,93	2,93
	Amarante	-	-	-
Effet Sol		*	*	*

- : Dégénérescence des plantes

* : Effet significatif du sol du bord de la rivière Lubumbashi

En comparant la surface foliaire des plantes d'épinard cultivées sur les deux types de sols (Tableau 6), l'analyse de la variance montre que T_0 est différent de T_1 au regard de la valeur de $P = 0.01112 < 0.05$, $T_{0Ep} \neq T_{1Ep}$, avec $P = 0.01127 < 0.05$, donc le facteur T_1 a un effet significatif négatif sur l'augmentation de la surface foliaire de l'épinard testé en expérimentation. Ce qui justifie la réduction de la surface foliaire des feuilles de l'épinard qui est passée d'une moyenne de 4,93 aux trente et unièmes jours à 2,93 cm² aux quarante quatrièmes jours.

4 DISCUSSION

4.1 LES PARAMÈTRES VÉGÉTATIFS

D'une manière générale, les paramètres végétatifs ont montré une variation nette entre les deux types de sols étudiés (Tableaux 4, 5 et 6). La taille des plantes, le nombre des feuilles ainsi que la surface foliaire ont montré une évolution similaire de la croissance du Chou de chine, de l'Epinard et de l'Amarante sur le sol du champ expérimental (sol témoin) que sur celui du bord de la rivière Lubumbashi. L'analyse de la variance a montré une différence significative du facteur sol sur la taille, le nombre des feuilles et la surface foliaire lorsqu'on compare l'évolution des paramètres végétatifs de l'épinard aux trois dates de prélèvement, sur les deux types du sol. Il est donc à constater que dans l'ensemble, les données obtenues sur les paramètres végétatifs de ces trois espèces cultivées montrent que le sol du bord de la rivière Lubumbashi a exercé un effet délétère sur la croissance des plantes [15]. Cet effet délétère s'est caractérisé par un retard de levée des graines d'amarante ainsi que par la mort de l'amarante 4 jours après levée, de chou, 8 jours après reprise et de l'épinard 32 jours

après reprise. Il s'est donc dégagé que des trois cultures testées l'épinard serait plus tolérant parce qu'ayant résisté plus longtemps au cours de l'expérimentation [16].

4.2 TENEUR EN METAUX LOURDS DANS LE SOL ET L'EAU

Les teneurs en cuivre «normales» de beaucoup de pays du monde et selon le type de sol sont rarement supérieures à 200 ppm, avec des moyennes comprises entre 6 et 80 ppm [17]. Les résultats sur la teneur en métaux lourds dans les sols ont révélé des teneurs en **Cu**, **Co**, et **Mn** très élevées, respectivement **1200, 1600, 1200 ppm** sur le sol du bord de la rivière Lubumbashi comparativement au sol du jardin expérimental de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'UNILU, où seul le **Fe** montre une tendance inverse. Le Cu a été retrouvé à des teneurs supérieures à la limite selon la norme **NFU 44-041** en vigueur en France tandis que le Co dépasse cette norme uniquement dans le sol du bord de la rivière Lubumbashi. Pour le Cu, la teneur élevée par rapport à la limite dans les deux types de sols pourrait être le fait que les sols du Sud de la province présentent des teneurs totales élevées en Cu appuyant ainsi le fait que la fixation des valeurs seuils des métaux dans les sols devrait tenir compte des types de sol et du background de chaque région car dans le cas d'espèce, le Cu a été trouvé à des teneurs biodisponibles de 4 ppm seulement [18].

Les fortes concentrations en ces éléments dans le sol du bord de la rivière Lubumbashi seraient la cause de l'effet délétère des trois espèces étudiées, sur les deux types de sols. Cet effet délétère s'est manifesté par la mort des plantules d'amarante quelques jours après levée sur ce sol pendant que sur le sol témoin, l'espèce a survécu jusqu'au terme de l'expérimentation. Il se pourrait donc que les fractions biodisponibles de ces éléments dans le sol du bord de la rivière Lubumbashi soient assez importantes pour engendrer un effet létal sur les plantes cultivées et exigeant ainsi un apport préalable d'amendement (chaux, matière organique) [19] pour assurer des productions végétales.

La présence des fortes concentrations en métaux analysés dans le sol du bord de la rivière serait le fait du phénomène des crues et étiages de la rivière qui reçoit les effluents des eaux de traitement de l'usine GCM. En effet, lors des crues, la rivière apporterait des métaux qui s'accumuleraient ensuite sur les sols des bordures lors du dépôt des sédiments. Cette accumulation aurait probablement été renforcée, surtout dans le cas du Cu, par des apports des fumées métallifères provenant des émissions de la cheminée, le vent soufflant en sens inverse des vents dominants en saison des pluies comme dit dans [8].

L'usage de l'eau de la rivière Lubumbashi pour l'arrosage constitue un supplément en ces éléments métalliques. Les résultats de l'analyse des métaux lourds dans l'eau de la rivière servant pour l'irrigation des cultures (**Tableau 3**) ont révélé des teneurs en Fe, Mn, Ni, supérieures à la limite fixée par l'OMS pour l'eau d'irrigation, les Cu, Co, Cd, Pb ont été trouvés en quantité inférieure. Ces résultats soutiennent l'hypothèse d'un apport des métaux par l'eau et d'une accumulation, laquelle deviendrait importante au fil du temps. En effet, pour une culture de 45 jours irriguée journalièrement avec 100 ml d'eau de la rivière, les apports sont de l'ordre de (mg/L) **0,00063 de Cu, 0,000225 de Co, 796,5 de Fe, 504 de Mn, 0,513 de Cd et 0,36 de Pb**, ce qui constitue des apports importants.

5 CONCLUSION

Le présent travail avait pour objectif d'évaluer le risque de contamination de la chaîne alimentaire en éléments traces métalliques par la consommation des légumes cultivés au bord de la rivière Lubumbashi, située en aval de l'usine de la Gécamines, de laquelle elle reçoit les effluents de traitement métallurgique.

Ainsi, le chou, l'épinard, l'amarante ont été cultivés en pots sur deux sols: le sol du champ expérimental de la faculté des sciences agronomiques et celui du bord de la rivière Lubumbashi.

Les résultats obtenus ont montré que le sol du champ expérimental a eu un effet significatif positif sur la croissance des plantes au regard des paramètres de croissance pris en compte dans cette expérimentation. Les plantes cultivées sur celui-ci ont donné un bon rendement malgré l'absorption des métaux lourds tandis que celles cultivées sur le sol du bord de la rivière Lubumbashi ont dépéri avant la fin de l'expérimentation. La mort des plantes sur le sol du bord de la rivière Lubumbashi serait due à la fraction biodisponibles contenue dans celui-ci.

La teneur en éléments traces métalliques ont été supérieures pour le Cu, le Co, le Fe, le Mn dans le sol du bord de la rivière Lubumbashi tandis que seul le Cu a eu une teneur élevée par rapport à la limite **NFU 44-041** en vigueur en France sur le sol du champ expérimental de la faculté des sciences agronomiques. Les fortes teneurs en éléments traces métalliques trouvées dans les deux types de sols et dans l'eau de la rivière Lubumbashi laisse présager un risque d'intoxication évident et

réel de la chaîne alimentaire (Plantes- Hommes- Animaux) lorsque la population paysanne installerait ses cultures vivrières afin de subvenir tant soit peu à ses besoins primaires.

La taille des plantes, le nombre des feuilles ainsi que la surface foliaire ont montré une évolution similaire de la croissance du Chou de chine, de l'Épinard et de l'Amarante sur le sol du champ expérimental (sol témoin) que sur celui du bord de la rivière Lubumbashi. L'analyse de la variance a montré une différence significative du facteur sol sur la taille, le nombre des feuilles et la surface foliaire lorsqu'on compare l'évolution des paramètres végétatifs de l'épinard aux trois dates de prélèvement, sur les deux types du sol. Il est donc à constater que dans l'ensemble, les données obtenues sur les paramètres végétatifs de ces trois espèces cultivées montrent que le sol du bord de la rivière Lubumbashi a exercé un effet délétère sur la croissance des plantes. Cet effet délétère s'est caractérisé par un retard de levée des graines d'amarante ainsi que par la mort de l'amarante 4 jours après levée, de chou, 8 jours après reprise et de l'épinard 32 jours après reprise.

REFERENCES

- [1] **Assani, A. A., 1998.** L'état de l'environnement en République Démocratique du Congo à l'aube du troisième millénaire: Thème 2. La pollution des eaux, des sols et de l'air en République Démocratique du Congo. Res. 56, 15-20.
- [2] **Sanders J., 1992.** Santé publique et épidémiologie, 5^{ème} édition, Paris, France. 250p.
- [3] **Mench M. & Baize D., 2004.** Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces mesures pour réduire l'exposition. Courrier de l'environnement de l'INRA n°52, septembre 2004.
- [4] **Mees, F., Maselehdani, M.N.N., De Putter, T., D'Hollander, C., Van Biezen, E., Mujinya, B.B., Potdevin, J.L., Van Ranst, E., 2013.** Concentration and forms of heavy metals around two ore processing sites in Katanga, Democratic Republic of Congo. J. Afr. Earth Sci. 77, 22–50.
- [5] **Concas, A., Arda, C., Cristini, A., Zuddas, P., Cao, G., 2006.** Mobility of heavy metals from tailings to stream waters in a mining activity contaminated site. Chemosphere 63, 230–253
- [6] **Katemo M.B., 2009.** Évaluation de la contamination de la chaîne trophique par les métaux lourds dans le bassin de la Lufira supérieure (Katanga/ RD Congo). Mémoire de DEA, Université de Lubumbashi. 50p.
- [7] **Mbenza M., Aloni K., Muteb M., 1989.** Quelques considérations sur la pollution de l'air à Lubumbashi (Shaba, Zaire). Géo-eco-trop. 13 (1-4) : 113-125.
- [8] **Mukobo, 2007.** Evaluation et cartographie des contaminations des sols autour du site de la Gécamines, DEA UNILU, 50p.
- [9] **Banza, C.L.N., Nawrot, T.S., Haufroid, V., Decree, S., De Putter, T., Smolders, E., Kabyla, B.I., Luboya, O.N., Ilunga, A.N., Mutombo, A.M., Nemery, B., 2009.** High human exposure to cobalt and other metals in Katanga. Environ. Res. 109, 745–752.
- [10] **Atibu, K.E., Devarajan, N., Thevenon, F., Mwanamoki, P.M., Tshibanda, J.B., Mpiana, T.P., Prabakar, K., Mubedi, I.J., Wildi, W., Poté, J., 2013.** Concentration of metals in surface water and sediment of Luilu and Musonoie Rivers, Kolwezi-Katanga, Democratic Republic of Congo. Art. 26, 1-7.
- [11] **Mobambo.P., 2004.** Cultures maraîchères, cours inédit, Faculté des Sciences Agronomiques de l'UNILU, Lubumbashi:70p.
- [12] **Ngongo M.L., Van Ranst E., Baert G., Kasongo E.L., Verdoodt A., Mujinya B.B. & Mukalay J.M., 2009.** Guide des Sols en R.D.Congo, Tome I. Étude et Gestion. UGent, HoGent, UNILU. Lubumbashi, 262 p.
- [13] **AFNOR, 1996.** Qualité des sols. Recueil de normes françaises. 3^{ème} édition. Paris-La défense. 534 p.
- [14] **W.H.O. 1998.** Guideline for drinking water quality, 2nd ed., vol. 2, health criteria and other supporting information. World Health Organisation, Geneva.
- [15] **Mpundu M.M., 2010.** Contamination des sols en Éléments Traces Métalliques à Lubumbashi (Katanga/RD Congo). Évaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de rémédiation ». Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 432p.
- [16] **Tremel- Schaub A., Feix I., 2005.** Contamination des sols : transferts des ETM des sols vers les plantes. EDP Sciences/ADEME. 156 p.
- [17] **Baize D., 1997.** Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France). INRA Editions, Paris, 408 p.
- [18] **Kabata-Pendias A., Pendias H ; 2001.** Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, Fla, 413p.
- [19] **Bourrelier P.H., Berthelin J., 1998.** Contamination des sols par les éléments traces : les risques et leur gestion. Rapport n°42 Académie des sciences. 439 p.

Caractéristiques de l'agriculture familiale dans quelques villages de Kipushi: Enjeux et perspectives pour la sécurité alimentaire

[Characteristics of family farm in some villages of Kipushi: Stakes and prospects for food safety]

Mushagalusa Balasha Arsène, Momba Ndjembe Junior, Kasanda Mukendi Nathan, and Nkulu Mwine Fyama Jules

Département d'économie agricole, Faculté des sciences agronomiques,
Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, Katanga, RD Congo

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work had like objective to show the characteristics of the family farms in the current context of Kipushi in order to apprehend the stake for food safety. To arrive there, an investigation was led to 82 family farmers of Kasamba, Kashamata, Makwatsha and Mimbulu: villages of the agricultural zone of Lubumbashi from January to June 2014. This investigation revealed that for the whole of these studied villages, the average surface cultivated for all the crops is $96,5 \pm 6,3$ ares. The identified principal crops are the maize, cassava, bean, sweet potato and the groundnut. The agricultural Works are carried out manually with the machete, the hoe, axe, pickaxe and watering-can. On average, a farmer holds $3,8 \pm 1,2$ hoes and more than 73% of the farmers are satisfied only with the family labour which accounts primarily 77% of the total labour. The family agriculture of Kipushi faces several difficulties in particular the lack of inputs and farm equipments due to poverty. The specific problems to each village are of a land nature for 65% of farmers of Kashamata, miss of financial means and materials for 60 and 75% for those of Makwatsha and Kasamba whereas poor yield is blamed by 46% of farmers of Mimbulu. To dam up these challenges, the inciting, reassuring and concrete actions would be necessary to save the family agriculture of which food safety of the rural households is tributary.

KEYWORDS: family exploitation, labour, surfaces, crops, Tools, difficulties.

RESUME: Ce travail avait comme objectif de présenter les caractéristiques des exploitations agricoles familiales dans le contexte actuel de Kipushi afin d'appréhender l'enjeu pour la sécurité alimentaire. Pour y arriver, une enquête a été conduite auprès de 82 exploitants agricoles familiaux de Kasamba, Kashamata, Makwatsha et Mimbulu, des villages de la zone agricole de Lubumbashi, pour une période allant de janvier à juin 2014. Cette enquête a révélé que pour l'ensemble de ces villages, la superficie moyenne cultivée pour toutes les cultures est de $96,5 \pm 6,3$ ares. Les cultures principales identifiées sont les maïs, manioc, haricot, patate douce et l'arachide. Les travaux agricoles s'effectuent manuellement avec la machette, la houe, la hache, la pioche, la bêche et l'arrosoir. En moyenne, un exploitant détient $3,8 \pm 1,2$ houes et plus de 73% des exploitants se contentent de la main d'œuvre familiale qui représente essentiellement 77% de la main d'œuvre totale. L'agriculture familiale de Kipushi fait face à plusieurs difficultés notamment le manque d'intrants et de matériels agricoles dus surtout à la pauvreté. Les problèmes spécifiques à chaque village sont d'ordre foncier chez 65% d'exploitants de Kashamata, manque de moyens financiers et matériels pour 60 et 75% pour ceux de Makwatsha et Kasamba alors que le faible rendement est mise en cause par 46% d'exploitants de Mimbulu. Pour endiguer ces défis, des actions incitatives, sécurisantes et concrètes seraient nécessaires pour sauver l'agriculture familiale dont est tributaire la sécurité alimentaire des ménages ruraux.

MOTS-CLEFS: Exploitation familiale, main-d'œuvre, superficies, cultures, outillage, difficultés.

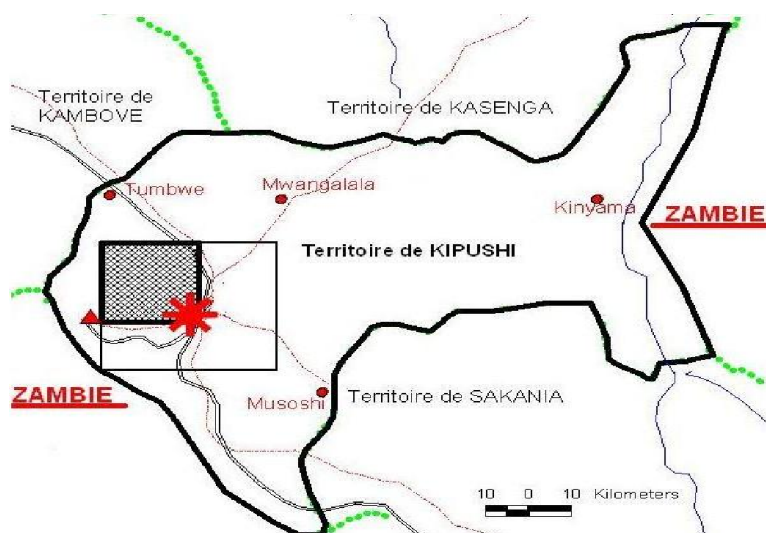
1 INTRODUCTION

L'avenir des agricultures familiales africaines reste préoccupant après plus de 50 ans d'aide au développement, les paysans continuent à se débattre face à des mutations difficiles à maîtriser [1]. Depuis des dizaines d'années le secteur agricole de la république démocratique du Congo(RDC) s'est révélé moins performant que les autres secteurs d'activité économique nationale. Il évolue dans un contexte de crise et est caractérisé par une baisse de la production vivrière aboutissant à une situation d'insécurité alimentaire [2]. Cette situation exacerbée par un taux de pauvreté de 71,3% a réduit des opportunités dans le secteur agricole entraîna une migration massive des populations vers les zones urbaines [3]. De 2006 à 2010, la province du Katanga a enregistré une baisse de -0.6% de sa production agricole [3]. Désormais pour nourrir une population en pleine croissance, la province recourt aux importations alimentaires de l'Afrique Australe pour suppléer l'offre locale. En Agriculture familiale, les producteurs agricoles correspondent à une grande variété d'exploitations agricoles, caractérisée par des différences importantes notamment en terme de superficies disponibles et de moyens techniques[4] et pourtant, dans le contexte actuel du Katanga et de Kipushi en particulier, cette agriculture surtout d'autoconsommation est pratiquée sur de petites étendues avec des outils rudimentaires, des techniques traditionnelles et caractérisée par les faibles productivités[5] et loin de satisfaire la demande alimentaire croissante. Dans le territoire de Kipushi, le système de production agricole est tenu sur de petites exploitations familiales basées sur la production vivrière obtenue en monoculture ou en culture associée. Selon [6], les principales spéculations sont le maïs, manioc, le haricot, l'arachide la patate douce et peu à peu la pomme de terre. En plus, la consommation des légumes au sein de ménages agricoles et leur demande incessante dans les grandes agglomérations comme la cité de Kipushi et la ville Lubumbashi stimulent la production maraichère comme le chou, l'aubergine, l'oseille, l'amarante, la tomate et la courge. Cependant, ces exploitations familiales font face à plusieurs défis notamment sa dépendance à la main d'œuvre familiale dont l'effectif diminue, la forte disparité de genre dans la conduite du système de production agricole [7], le manque d'intrants agricoles et les problèmes fonciers. Plusieurs études ont abondamment parlé des agricultures familiales, à l'instar de celles de [8] montrant que l'exploitation familiale agricole tire sa spécificité à travers trois dimensions essentielles notamment Socioculturelle, économique et technique. Etant donné que l'état agricole de Kasamba, Kashamata, Makwatsha et Mimbulu reste très peu connu, ce travail s'assigne l'objectif de présenter les caractéristiques des exploitations agricoles familiales dans le contexte actuel de Kipushi afin d'appréhender l'enjeu pour la sécurité alimentaire. Eu égard à ce qui précède, les objectifs spécifiques poursuivis visent à décrire le profil sociodémographique des chefs d'exploitations familiales, déterminer les caractéristiques des exploitations et enfin identifier les problèmes aux quels fait face les agriculteurs.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU D'ETUDE

Le territoire de Kipushi est localisé à 11 ° 46' Sud et 27° 23' Est de la RD Congo. C'est une entité politico administrative décentralisée d'une superficie de 12059 km² avec une population de 283786 dont 17866 ménages agricoles. Le sol de Kipushi serait pauvre en azote et nécessiterait un apport en chaux et en fertilisant pour améliorer la productivité agricole [6]. La présence de plusieurs rivières et ruisseaux constitue un facteur motivant pour la production maraichère dans les bas fonds de Kipushi. Ce territoire occupe une position stratégique étant donné que la ville de Lubumbashi (chef lieu de la province du Katanga) s'y situe entièrement [7]) et la frontière avec la Zambie est une voie importante d'échange de biens et services. Outre la cité de Kipushi, qui est essentiellement minière, le territoire s'étend sur deux chefferies et un secteur (chefferie Kaponda, Kinama et le secteur Bukanda) .Il est limite au nord par le territoire de Kasenga, au Sud par le Territoire de Sakanya et République de la Zambie, à l'Est par la république de la Zambie et à l'Ouest par Territoire de Kambove (fig 1)



Source : Rapport interne de l'inspection du territoire de Kipushi, 2011-2012.

2.2 ASPECTS SOCIOÉCONOMIQUES

Dans ces chefferies, la principale activité économique est l'agriculture du type familial. Dans un contexte de pauvreté et de la faible productivité agricole, plusieurs stratégies de survies ont été adoptées par les ménages : Les hommes et quelques femmes se sont plus tournés vers l'exploitation artisanale minière, la fabrication de briques et le charbon de bois. Beaucoup de femmes restent plus actives dans le maintien des exploitations agricoles familiales, la commercialisation de produits agricoles et le charbon de bois. Par ailleurs, on rencontre quelques fermes dans les villages Mimbulu et Kashamata qui constituent une cadre d'emploi agricole chez quelques villageois à une rémunération dérisoire. En 2009, [5] a signalé que les ménages les plus pauvres au Katanga sont des catégories où le chef travaille dans l'informel agricole (74,6%).

2.3 MATERIELS ET METHODES

Pour mener cette recherche, un questionnaire a été conçu pour recueillir les informations. Ces informations portaient sur le genre, niveau d'instruction, l'état civil, l'âge, la taille des ménages, la main d'œuvre utilisée, les cultures pratiquées, la superficie, l'outillage agricole, l'utilisation d'engrais et les problèmes relatifs à l'agriculture familiale. Une enquête appuyée sur une démarche systémique a été réalisée auprès de 82 agriculteurs familiaux choisis. Cette démarche consiste à connaître et comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles.[9] En outre l'observation a été aussi plus capitale dans la compréhension de cet environnement paysan. Quatre villages ont été choisis de manière raisonnée et les exploitants de manière aléatoire. Les villages Kashamata, Kasamba, Makwatsha et Mimbulu ont été choisis sur base de leur accessibilité et la prédominance des activités agricoles toute l'année. Les choix des agriculteurs familiaux est dû au fait qu'ils sont décideurs, producteurs et consommateurs des produits de leur exploitations agricoles. A cet effet, l'intérêt que cette étude accorde à l'agriculture familiale rejoint la pensée de [10]: l'agriculture familiale ressemble une grande partie de la population, ensuite elle est pro pauvres et contribue au développement et en fin elle rend plusieurs services à la société notamment la sécurité alimentaire. Pour traiter les données, les statistiques descriptives sont utilisées pour le calcul de moyennes et les écarts type, les effectifs en %, une régression est faite pour déterminer la corrélation entre taille de ménages et main d'œuvre familiale, l'analyse de la variance a permis de comparer les moyennes et la différenciation de villages par le test de Tukey au seuil de 5%. La grande difficulté dans cette recherche est que les champs des agriculteurs sont disséminés et par conséquent quelques exploitants oublient les superficies totales de leurs exploitations. Le fait que très peu d'exploitants dans l'échantillon global disposent moins de matériels (pioche et l'arrosoir) pourrait rendre la compréhension de chiffre inférieur à 1 ambiguë surtout que nous nous sommes réservés d'arrondir.

3 RÉSULTATS

3.1 DESCRIPTION DU PROFIL SOCIODEMOGRAPHIQUE DES CHEFS DES EXPLOITATIONS EN %

Ce tableau 1 présente les caractéristiques des chefs d'exploitations agricoles familiales. Celles-ci portent le sexe, l'état civil, le niveau d'instruction et leur âge.

Tableau 1. profil sociodémographique des chefs d'exploitations en % et en années

Villages	Sexe		Etat civil				Niveau d'instruction				Age
	H	F	M	C	V	D	A	P	S	U	Années
Kasamba	55,5	44,2	83,3	5,5	11,0	0,0	17,6	52,9	29,4	0,0	54±11
Kashamata	80,0	20,0	70,0	20,0	5,0	5,0	25,0	20,0	50,0	5,0	44±11
Makwatsha	77,4	23,0	86,3	0,0	14,0	0,0	0,0	50,0	45,0	4,5	43±15
Mimbulu	68,0	32,0	95,4	0,0	0,0	4,5	22,7	50,0	22,7	4,5	55±13
$\bar{x}$ de la zone	70,2	29,8	84,0	6,2	7,4	2,4	16,0	43,3	37,0	3,7	48±13
Effectif	58	24	69	5	6	2	13	35	30	3	82

Légende

H : Homme, F : Femmes, M : Mariés, C : célibataire, V : Veufs, D : Divorcés, A : Sans niveau, P : Primaire, S : Secondaire, U : Université.
 $\bar{x}$ = moyenne.

Il ressort de ce tableau ci-dessus que 70,2% des chefs d'exploitation sont des hommes et les femmes représentant 29,8%. Agés de ± 48 ans, la plus part soit 84% de ces chefs sont mariés et 43,3% ont fréquenté l'école primaire. Très peu soit 3,7% de chefs d'exploitations ont fréquenté les études supérieures. Le profil sociodémographique montrerait de profondes disparités au niveau de villages.

3.2 CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FAMILIALES

Les différentes caractéristiques des exploitations familiales étudiées s'articulent sur la superficie, l'outillage agricole, la main d'œuvre et l'utilisation des engrais. Les ménages agricoles tiendraient les agricultures familiales en fonction de leurs habitudes alimentaires car l'objectif principal est l'autoconsommation.

Tableau 3. Variabilité de Superficies des cultures en ares par exploitant dans villages (moyenne $\pm$ écart type)

Villages	Maïs	Manioc et haricot	Arachide	Patate douce	Cultures maraichères
Kasamba	33,4 $\pm$ 21	31 $\pm$ 17	14 $\pm$ 4,0	18 $\pm$ 4,0	0,20 $\pm$ 0,1
Kashamata	62,0 $\pm$ 7,7	18 $\pm$ 15	15 $\pm$ 5,0	14 $\pm$ 4,6	0,41 $\pm$ 0,2
Makwatsha	31,2 $\pm$ 20,3	19 $\pm$ 5,0	6 $\pm$ 2,0	22 $\pm$ 3,8	0,21 $\pm$ 0,2
Mimbulu	56,7 $\pm$ 5,0	22 $\pm$ 17	6,6 $\pm$ 1,1	16 $\pm$ 4,8	0,37 $\pm$ 0,4
Moyenne de la zone	45,8 $\pm$ 13,5	22,5 $\pm$ 13,5	10,5 $\pm$ 3,0	17,5 $\pm$ 4,4	0,29 $\pm$ 0,22

Pris au sens général, les résultats de ce tableau ci-dessus révèlent qu'en moyenne, un agriculteur exploite 45,4 $\pm$ 13,5 ares de maïs, 22,5 $\pm$ 13,5 de manioc associé au haricot, 10,5 $\pm$ 3 d'arachide, 17,5 $\pm$ 4,4 ares de patate douce et 0,29 $\pm$ 0,22 ares de cultures maraichères. Toutes les cultures couvrent une superficie moyenne de 96,5 $\pm$ 6,3 ares. Toute fois, le village Kashamata se démarque pour la superficie accordée au maïs, à l'arachide et aux cultures maraichères alors que Kasamba pour le manioc associé au haricot vient en première position et Makwatsha de même pour la patate douce.

3.3 OUTILLAGE AGRICOLE UTILISÉ

Ce tableau ici -dessous présente différents matériels utilisés au sein des explantations agricoles familiales. Les résultats de l'analyse de la variance ont montré qu'il existe de différence significative entre les villages concernant le nombre de machette, houe, arrosoir possédés. Aucune différence n'a été signalée qu'à la possession de hache et pioche. Il est

remarqué que la houe est le seul matériel tenu en plus grand nombre. Très peu d'exploitants disposent des arrosoirs à Makwatsha comme il en est pour les pioches à Mimbulu.

Tableau 3 : Outils tenus par exploitant selon les villages, (moyenne $\pm$ écart type)

Villages	Machettes	Houes	Arrosoir	Haches	Pioches
Kasamba	1 $\pm$ 0,9ab	3,6 $\pm$ 1,7 b	1 $\pm$ 0,6b	1,1 $\pm$ 0,5a	0,85 $\pm$ 0,6a
Kashamata	2 $\pm$ 1a	5,0 $\pm$ 1,1 a	1,4 $\pm$ 1a	1,4 $\pm$ 1,2a	0,88 $\pm$ 1a
Mimbulu	1 $\pm$ 0,9ab	3,6 $\pm$ 1,3 b	1 $\pm$ 0,8b	1,0 $\pm$ 0,4a	0,45 $\pm$ 0,44a
Makwatsha	1 $\pm$ 0,6b	3,0 $\pm$ 1,4b	0,09 $\pm$ 0,2c	1,0 $\pm$ 0,6a	0,73 $\pm$ 0,3a
Valeur de p	0,026	0,003	0,000	0,264	0,151
Moyenne de la zone	1,2$\pm$0,8	3,8$\pm$1,2	0,87$\pm$0,5	1,1$\pm$0,6	0,7$\pm$0,5

NB : Les différentes lettres à côté des moyennes $\pm$ écart type indiquent de différence significative au seuil 5% de probabilité après le test de Tukey.

3.4 RELATION ENTRE LA TAILLE DE MENAGE ET MAIN D'ŒUVRE AGRICOLE

Plus de 73,3% des chefs d'exploitations agricoles familiales interrogés confirment se contenter seulement de la main d'œuvre familiale. La corrélation taille ménage et main d'œuvre familiale donne les résultats suivants:

$y = 0,408x + 1,016$ et $R^2 = 0,48^{***}$ où y = main-d'œuvre, x = taille du ménage et R^2 est le coefficient de détermination. Pour l'ensemble des variations observées, 48% de la main d'œuvre est déterminée par la taille des ménages.

La taille des ménages et le type de main -d'œuvre sont présentés au tableau 2.

Tableau 2 : Taille de ménages des exploitants familiaux et main d'œuvre familiale (moyenne $\pm$ écart type)

	Taille	Main d'œuvre familiale	Main d'œuvre extérieure
Kasamba	7 $\pm$ 3 a	4,1 $\pm$ 2,0a	1,3 $\pm$ 0,6a
Kashamata	9 $\pm$ 4ab	5,3 $\pm$ 2,1a	1,2 $\pm$ 0,4a
Makwatsha	5 $\pm$ 3b	2,5 $\pm$ 1,3b	1,0 $\pm$ 0,8b
Mimbulu	8 $\pm$ 3a	4,3 $\pm$ 1,9a	2,0 $\pm$ 0,6a
Valeur p	0,001	0,000	0,000
Moyenne de la zone	7,2$\pm$3,2	4,0$\pm$1,8	1,2$\pm$0,6

NB : Les différentes lettres à côté des moyennes $\pm$ écart type indiquent de différence significative au seuil 5% de probabilité après le test de Tukey.

Une différence significative a été observée entre la taille de ménages, la main d'œuvre familiale et la main-d'œuvre extérieure au niveau de villages. Les ménages de Kashamata sont plus larges avec 9 $\pm$ 4 personnes et les moins larges sont de Makwatsha avec 5 $\pm$ 3 personnes. Quant à la main d'œuvre familiale, elle semble être abondante à Kashamata avec 5,3 $\pm$ 2 personnes moins qu'elle l'est à Makwatsha avec 2,5 $\pm$ 1,3 personnes. La main d'œuvre extérieure est de 2 personnes à Mimbulu alors qu'elle ne dépasse une personne dans le reste des villages. Elle se présente sous forme d'entre aide, d'invitation et de salariat.

3.5 UTILISATION D'ENGRAIS PAR LES AGRICULTEURS FAMILIAUX

L'utilisation des engrais est courante dans la zone agricole de Lubumbashi à cause de l'infertilité du sol. Les résultats de cette étude renseignent que 62% d'exploitants recourent aux engrais minéraux pour espérer un rendement relativement bon, 24% recourent aux matières organiques. Par manque de moyen financier, 4% ont adopté la rotation et association de culture pour gérer la fertilité de leur sol alors que 10% n'appliquent rien. Quelle quantité d'engrais ces exploitants utilisent-ils ? La quantité moyenne utilisée par les exploitants interrogés oscille au tour de 33,2 $\pm$ 14,6 kg de NPK et 23,2 $\pm$ 12,3 kg d'urée. Par manque de moyen au moment favorable, l'agriculteur paye l'engrais en parties progressivement sans arriver à couvrir les besoins de ses cultures. Cette quantité d'engrais est utilisée principalement pour le maïs et les cultures maraichères.

3.6 DEFIS ACTUELS ET NATURE DE PROBLEMES AU NIVEAU DES VILLAGES

Cette figure 2 ici-dessous présente les difficultés communes et particulières à chaque village

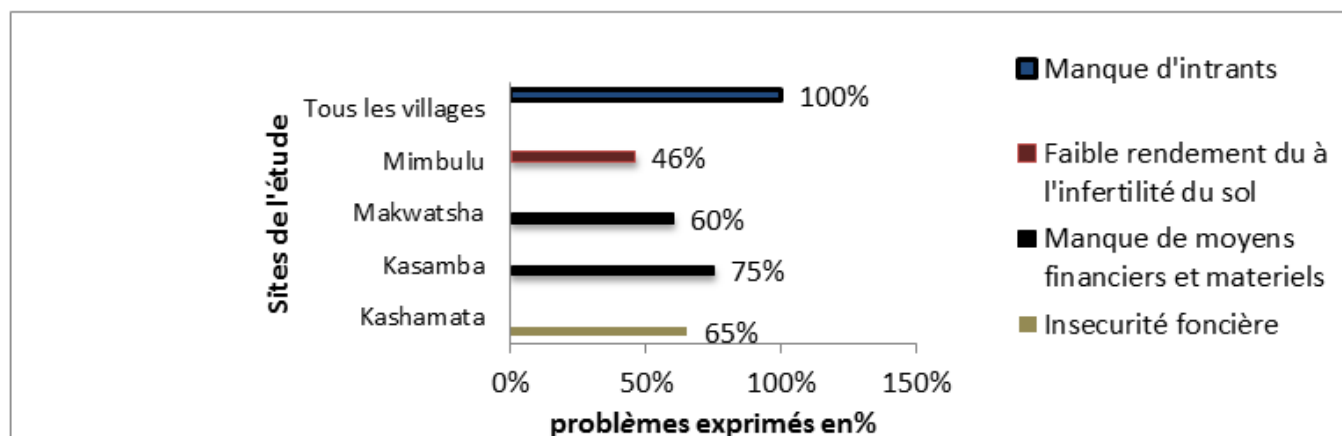


Fig2. Difficultés rencontrées par les exploitants familiaux.

Il ressort de cette figure ci-dessus que les exploitants de ces 4 villages éprouvent les problèmes d'intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires). Les problèmes spécifiques pour chaque village sont les moyens financiers et matériels pour 75 et 60% d'exploitants de Kasamba et Makwatsha alors qu'à Kashamata le problème foncier est plus préoccupant que le faible rendement à Mimbulu. Toutes ces difficultés se traduisent en défis majeurs pour l'agriculture familiale au Katanga

4 DISCUSSION

4.1 PROFIL SOCIODEMOGRAPHIQUE DES CHEFS DES EXPLOITATIONS

La majorité soit 70,2% des chefs d'exploitation sont des hommes et les femmes ne représentent que 29,8%. Ceci s'expliquerait par le fait que la majorité des exploitants sont en même temps chefs des ménages ou pères de famille. Ces résultats sont similaires à ceux [11] dans la région de Katana où 70% d'hommes sont responsables de l'élevage de porc. A Kipushi, la plus part de ménages rencontrés dans les villages sous études sont des familles. A cet effet, [12] disent qu'il est facile d'identifier l'exploitation agricole familiale car elle correspond directement à un foyer. Bien que peu de femmes soient chefs d'exploitations à Kipushi, elles restent toute fois très dynamiques dans le processus de production agricole familiale : Elles sèment, plantent, entretiennent les cultures et elles transportent, transforment et commercialisent les produits agricoles. Elles constituent une main d'œuvre incomparable et un flambeau dans les villages, au sein des exploitations et dans les ménages. La plus part soit 84% de ces chefs sont mariés et 43, 3% ont fréquenté l'école primaire. Le mariage précoce serait à la base de cette situation. Le faible niveau d'instructions presque similaire est signalé par [13] dans l'hinterland de Kindu où 48% des chefs d'exploitations agricoles ont un niveau primaire. Le faible niveau d'instruction est dû à la pauvreté en milieu rural, pourtant l'instruction et l'âge (± 48 ans) pourraient être certains des critères déterminants dans l'adoption de technologies. Pour [14], plus un agriculteur est âgé et instruit, plus la probabilité de diversification agricole est forte car il maîtrise les aspects techniques. Contrairement aux résultats trouvés au Centrafrique où 65% des riziculteurs étaient analphabète,[15], affirme que le niveau d'instruction ou formation était déterminant dans l'adoption de nouvelles variétés de riz.

4.2 CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES FAMILIALES

L'exploitation agricole familiale est comprise dans cette étude comme une exploitation agricole dans la quelle les membres de la famille de chef de l'exploitation fournissent l'essentiel de la force du travail pour la mise en œuvre du système ou unité de production. [10], [16]. L'importance de l'exploitation se situe au niveau où l'essentiel de la consommation alimentaire de la famille dépend de sa production.[16].

4.2.1 SUPERFICIES CULTIVEES PAR LES AGRICULTEURS FAMILIAUX

Aucune culture vivrière ne dépasse 62 ares. D'ailleurs, la superficie moyenne pour toutes les cultures est $96,5 \pm 6,3$ ares. Cette superficie est supérieure à celle trouvée par [17] au prés de paysans de Mudongo qui ne cultivaient que 71 ares. L'écart est grand entre les résultats de [18] au Burundi, indiquant que la surface en culture vivrière est de 56 ares. Ce même constat est fait dans beaucoup de pays asiatiques où la taille moyenne des exploitations est inférieure à un hectare [19]. Les choix de cultures seraient déterminés par les facteurs socioéconomiques. A cet effet, [10] ont estimé que lorsque les agriculteurs d'une région pratiquent telle ou autre culture c'est qu'ils la considèrent comme rentable au regard de leurs besoins. Par exemple, le maïs dont aucun exploitant ne se dépasse constitue la nourriture de base préférée par la majorité de la population au Katanga [20], malheureusement, [21] ont révélé que les variétés adaptées aux conditions climatiques du Katanga ont dégénéré et ne permettent plus de réaliser des bons rendements. Quant au manioc, il est associé au haricot dans les villages de Kipushi. Actuellement, la superficie accordée à ces cultures est réduite 22,5 ares. Ceci s'expliquerait par les échecs enregistrés dus aux maladies. Selon [22], la propagation rapide de la mosaïque du manioc a été à la base de baisses très significative de rendement du manioc partout en RD Congo. Bien que culture d'arachide se présente comme une affaire des femmes [23], elle procure de revenu aux exploitants malgré les petites superficies et constitue une source de protéines. Les intrants agricoles constituent un facteur limitant à l'expansion de toutes les cultures et surtout maraichères.

4.2.2 OUTILLAGE AGRICOLE UTILISÉ

Le caractère manuel des travaux au sein des exploitations agricoles familiales font que les exploitants recourent à un outillage rudimentaire comme la houe, machette, haches, pioche, bêche. Dans ses études, [24] a trouvé même que les paysans du Sud-Kivu utilisent ce type d'outillage qui est peu favorable à une grande productivité. Il renchérit que ces équipements utilisés sont archaïques et exigent de grands efforts pour Produire. Le niveau de possession de matériels n'est pas le même dans villages. Les résultats de l'analyse de la variance ont montré qu'il existe de différence significative entre les villages concernant le nombre de machette, houe, arrosoir possédés. Il paraît que le nombre et le type des matériels est fonction des actifs au sein des ménages agricoles et de la nature d'activités. La proximité de Kashamata de la ville de Lubumbashi serait une raison qui explique sa dotation en matériels agricoles par rapport au reste de village.

4.2.3 TAILLE DE MENAGE ET MAIN D'ŒUVRE AGRICOLE

La taille moyenne des ménages est $7,2 \pm 3,2$. Elle se rapproche à la taille des ménages agricoles de Kindu constituée en moyenne de 6 personnes [13] et celle de 5,2 personnes trouvée au Katanga par le programme de nations unies pour le développement en 2009[5]. La taille et la composition de la famille, en particulier le nombre des membres de la famille en âge de travailler, déterminent fortement le volume d'activité et par conséquent la taille de l'exploitation [25]. La main d'œuvre dépend directement du ménage dont elle est issue. Dans l'ensemble de villages concernés, plus ou moins 4 personnes soit 77% constituent la main d'œuvre familiale et $\pm 1,2$ soit 23% pour la main d'œuvre extérieure. Plus un ménage est composé des adultes actifs, plus la main d'œuvre est disponible et les superficies cultivées deviennent importantes. Une de spécificité de cette main d'œuvre au sein des exploitations est que le travail est réalisé manuellement [26] et c'est au niveau de la famille ou du ménage où on décide ce qui va être produit, pour qui et comment [9]. 73,3% des exploitants interrogée se contentent seulement de cette main d'œuvre familiale contre 26,7% qui recourent à une main d'œuvre extérieure tantôt payée. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés au Burundi et à Katana respectivement par [9], [11] montrant que 73 % des exploitations familiales et 86 % des élevages de porcs ne comptent que sur la main d'œuvre familiale. À Kipushi, cette main-d'œuvre est en pleine régression suite à l'exode rural observé surtout chez les jeunes. Cette situation serait l'un des facteurs de la faible productivité agricole et peut accentuer le déficit de l'offre alimentaire [27]. Il existe relation positive et significative entre la taille de ménage et la main d'œuvre famille. Dans les villages étudiés, la disponibilité de la main d'œuvre est expliquée par la taille de ménage à 48%. Ces variations sont expliquées premièrement au fait que dans nombreux ménages il ya plus d'enfants de bas âges jugés moins utiles aux travaux agricoles Deuxièmement, la période d'intenses activités champêtres correspond aussi à la période de scolaire allant de septembre à juin en RD Congo, ce qui empêche les enfants adultes d'aller aux champs. La même situation a été remarquée par GIZ dans les zones de son projet dans le territoire de Moba au Katanga. Les enfants de bas âges et l'occupation scolaire des enfants adultes limitent leur contribution aux travaux champêtres [28]. Troisièmement, les jeunes filles et garçon quittent tôt leurs familles pour fonder leur foyer par un lien de mariage. Dans ce cas, il s'avère envisageable de catégoriser la classe d'âge constituant la main d'œuvre familiale au sein du ménage. Le recours à une main d'œuvre extérieure salariée est fonction de tâches spécifique à exécuter plus rapidement. Par exemple, l'abattage et le dessouchage des arbres sont des tâches difficiles totalement réservés aux hommes [10], [29] moyennant un paiement. Pour certaines tâches hâtives comme le semis, récolte

exigent une combinaison de la main d'œuvre familiale et extérieure parfois non payée mais sous forme d'entraide. Au centre Afrique où la main d'œuvre extérieure représente 42%, [30] révèle que sa mobilisation a pour objectif de réaliser certains travaux en temps opportun.

4.2.4 UTILISATION D'ENGRAIS PAR LES AGRICULTEURS FAMILIAUX

L'accès aux nouvelles technologies est essentiel au maintien et à l'amélioration de la productivité agricole [31] cependant, les producteurs pauvres ne disposent pas des moyens financiers pour acquérir ces intrants au comptant [32]. Les résultats renseignent que 62% d'exploitants recourent aux engrais minéraux en les payant séquentiellement en tranche. Dans un contexte d'absence de comptabilité, ce mode d'approvisionnement ne permet pas de déterminer avec exactitude ni le coût d'acquisition ni la quantité réelle des intrants utilisés. Toute fois, la quantité moyenne estimée par les exploitants interrogés oscille au tour de $33,2 \pm 14,6$ kg de NPK et $23,2 \pm 12,3$ kg Urée. Ces quantités sont celles utilisées pour le maïs et les cultures maraichères respectivement sur une superficie moyenne de 45,8 et 0,29 ares. Pour 70% des agriculteurs, la certitude d'obtenir surtout les engrais serait une des motivations de préparer spacieusement le terrain. L'agriculteur de Kipushi éprouve ce désir d'utiliser plus de quantité mais le pouvoir d'achat demeure un facteur limitant étant donné le coût élevé des engrais. Dans ce contexte de pauvreté, la fertilisation minérale conventionnelle reste incompatible dans l'environnement paysan [33].

4.3 DEFIS ACTUELS ET NATURE DE PROBLEMES DE L'AGRICULTURE FAMILIALE DE KIPUSHI

La pauvreté monétaire, les problèmes d'intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires) et l'insécurité foncière constituent un défis majeur pour la sécurité alimentaire à Kipushi. Toutes ces difficultés freinent les initiatives des agriculteurs familiaux et accentuent leur niveau de pauvreté. Dans un contexte de réduction de la fertilité des sols et de la hausse des prix des engrais sur les marchés locaux [34], les agriculteurs familiaux ne disposent pas des moyens pour accueillir les technologies nécessaires pour améliorer le rendement de leurs exploitations et leur conditions de vie. La même situation et les conséquences y afférentes sont décrites par [32] en parlant de limite d'utilisation des intrants vivriers dans la zone cotonnière du Nord Cameroun par les producteurs pauvres dépourvus des moyens ayant pour corolaire la baisse inéluctable des rendements. En agriculture, la terre est un facteur de production de base. Dans les villages étudiés, l'accès à la terre se présente sous quatre formes : héritage, don du chef coutumier, achat et la location. Même si les problèmes de terres n'est pas encore une cause majeure de l'insécurité alimentaire au Katanga, il ya lieu de s'inquiéter de l'avenir des exploitations agricoles familiales périurbaines. L'insécurité foncière exprimée par les exploitants agricoles de Kashamata résulte de quelques facteurs dont l'expansion de la ville de Lubumbashi. Certains de ces exploitants affirment avoir été délocalisés de leurs sites de production jugés fertiles et stratégiques. A cet effet, l'insécurité foncière correspond alors à des rapports et pratiques fonciers qui ne garantissent pas la stabilité des parcelles acquises, la durabilité de l'accès à la terre et du droit d'exploitation agricole [35].

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'agriculture familiale est un socle du développement et de la sécurité alimentaire si elle est soutenue. Au niveau des villages étudiés, elle est caractérisée par des superficies très réduites n'excédant pas 62 ares par culture. La houe, hache, machette, pioche et arrosoirs constituent l'outillage pour les exploitants familiaux qui continuent à se débattre face à des mutations difficiles à maîtriser. Outre la main d'œuvre familiale qui devient régressive et l'insécurité foncière, la pauvreté à son tour limite l'accès aux technologies agricoles modernes pour améliorer le rendement de cultures. Pour que l'agriculture familiale produise d'effet sur la sécurité alimentaire et devienne compétitive dans le contexte de Kipushi, il est nécessaire d'envisager des actions incitatives et concrètes en amont (moyens financiers, prime d'encouragement aux meilleurs producteurs, suivi permanent, encadrement, sécurité foncière) et en aval une politique commerciale plus favorables à une meilleure connexion des exploitants agricoles familiaux au marché (voies d'évacuation, prix rémunérateur.).

REMERCIEMENTS

Nous remercions ici Madame l'administratrice du territoire de Kipushi pour nous avoir permis de mener nos recherches dans son entité et ses collaborateurs de l'inspection de l'agriculture pour la documentation.

REFERENCES

- [1] G Courade et J.C. Devèze, "Agricultures familiales en Afrique subsaharienne Des agricultures africaines face à de difficiles transitions", Introduction thématique du dossier Afrique contemporaine n° 217, Agence Française de Développement, pp.16, 2006.
- [2] H, Kitsali , Mode de fonctionnement des exploitations familiales pour le développement agricole et rural au Katanga, cas de la zone agricole de Sambwa, thèse de doctorat, Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences économiques, pp.340, 2013
- [3] J.Herdeschee, K.A. Kaiser et D. S Mukoko, "Rapport de synthèse", dans Johannes Herderschee, Daniel Mukoko Samba et Moïse Tshimenga Tshibangu (éditeurs), Résilience d'un Géant Africain : Accélérer la Croissance et Promouvoir l'emploi en République Démocratique du Congo, Volume I Synthèse, contexte historique et macroéconomique, MÉDIASPAUL, Kinshasa, pp. 1-91, 2012
- [4] J.F. Bélières, P .M. Bosc, G. Faure, S. Fournier, B. Losch, Quel avenir pour les agricultures familiales d'Afrique de l'Ouest dans un contexte libéralisé?, Paris, CIRAD 2002
- [5] PNUD, Pauvreté et conditions de vies de ménages, province du Katanga, RDC, pp20, 2009
- [6] Inspection de l'agriculture du territoire de Kipushi, Rapport interne des activités agricoles non publié, pp. 26, 2012
- [7] J.T Kalumbu, J. M. F. Nkulu, F. Berti, P. Lebailly, Typologie des exploitations agricoles familiales du territoire de Kipushi/RDC, Territoires périurbains : développement, enjeux et perspectives dans les pays du Sud, Colloque international-ULg-Gembloux, 2013
- [8] S.J.Zoundi et L.Hitimana , Défis de l'accès des exploitations familiales aux innovations agricoles en Afrique de l'Ouest: implications institutionnelles et politiques, OCDE, pp15, 2007 .
- [9] B. Minani, D.G. Rurema, P. Lebailly, Analyse et stratégies de l'agriculture familiale dans un pays post-conflit : cas de la province de Kirundo au Nord du Burundi, pp.11, 2013, [en ligne] disponible sur http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/162900/1/Minani_ATM-2013.pdf, consulté le 5/janvier 2015.
- [10] N. Ferraton et I. Touzard, Comprendre l'agriculture familiale : Diagnostic des systèmes de production, éd. Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, pp.135, 2009.
- [11] H. Ndahama, P. B Cishibanji J. B Mashimago, B N.Kabale, J. P. Baluku ,J. L. B. Kayeye, D. Matembera Busenga and D. B. Mushayuma, " Analyse des contraintes au développement de la production porcine dans la région de Katana, Sud Kivu, RD Congo", *International Journal of Innovation and Applied Studies* ,Vol. 7, No. 4, pp. 1384-1390, 2014.
- [12] J Degand et L cheikh, " Recherché opérationnelle, outil d'investigation dans les exploitations agricoles de Thies-Diourbel(Sénégal)", *Tropicultura*, 1, 2, pp 47-51, 1983
- [13] C. M. Kasigwa, M. Makuta, N. Ntamwira, Enquête socioéconomique dans les bassins de production agricole du PIRAM dans la Province du Maniema en RD CONGO. Décembre 2012. 2012. <hal-00871281>, pp 94, 2013.
- [14] L. TEMPLE, J.R MINKOUA NZIE et O.DAVID, Diversification des systèmes de cultures dans les exploitations cacaoyères au Cameroun et demande d'innovation technique, Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre, RD 10, 78026 Versailles Cedex, Éditions Quæ, France, pp 301-311 , 2007
- [15] E. Mbétid-Bessane, " Adoption et intensification du Nouveau Riz pour l'Afrique en Centrafrique", *Tropicultura*, 32, 1, pp.16-21, 2014.
- [16] J.F. Bélières, P. Bonnal, P.M. Bosc, B. Losch, J. Marzin, J.M. Sourisseau, Les agricultures familiales du monde Définitions, contributions et politiques publiques. Contrat n°AFD/STR/RCH/REC/2012-MCT-001 entre l'AFD et le CIRAD, 20013.
- [17] I .Bombembu, " Essai d'identification des facteurs affectant le développement agricole de Modongo(Zaire)", *Tropicultura*, 6, 4, pp.153-155, 1988.
- [18] P. Pozy, "changement technologique dans l'exploitation agricole des régions d'altitude au Burundi(Bututsi) ", *Tropicultura* 13, 1, pp.34-38, 1995.
- [19] C. Godoy, D., S. Kimura and J. Antón , Smallholder Risk Management in Developing Countries", OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 61, OECD Publishing. (2013), "<http://dx.doi.org/10.1787/5k452k28wljl-en>
- [20] L.K Nyembo , H. I Tabu, E. M. Muyambo, A. O. Ekondo, M. A.B. Lukangila, A. K. Lubobo, M. M. Mubemba, L. B. Longanza , " Influence de la fertilisation à base des déchets humains recyclés, des engrais minéraux et de leur combinaison sur le comportement de 3 variétés de maïs (*Zea mays* L.) " *Journal of Applied Biosciences*, Vol 77, pp. 6500-6508, 2014
- [21] N. L. Kimuni, M.M. Mpundu and L.L. Baboy, " Evaluation et sélection de nouvelles variétés de maïs (*Zea mays* L.) à haut potentiel de rendement dans les conditions climatiques de la région de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 6 No. 1, pp. 21-27 , 2014
- [22] Tollens, E. "Sécurité alimentaire à Kinshasa: un face à face quotidien avec l'adversité." Working Paper, n° 82, Département d'Economie Agricole et de l'Environnement, Katholieke Universiteit Leuven, 2003

- [23] Tollens, E. " Les défis : Sécurité alimentaire et cultures de rente pour l'exportation –Principales orientations et avantages comparatifs de l'agriculture en R.D. Congo." Working Paper, n° 86, Département d'Economie Agricole et de l'Environnement, Katholieke Universiteit Leuven, pp.76,2004
- [24] J L N. 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, faculté universitaire des sciences agronomiques de gembloux,pp.267,2006
- [25] M. GAFSI, E. M'BÉTID-BESSANE et K.DJONDANGO, organisation du travail et gestion des ressources humaines, Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre, RD 10, 78026, Versailles Cedex, Éditions Quæ, France, pp. 259-266,2007.
- [26] J.P. Hubert," Etude de la diversification des activités des exploitants agricoles sous la pression démographique et foncière : Cas du Burundi", *Tropicultura* 14, 1,pp. 17-23.1996.
- [27] E. R. ELAH and D. S. NGOUNA," Les Politiques Agricoles Communes et la Sécurité Alimentaire : le cas des pays de la Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale", *International Journal of Innovation and Applied Studies* Vol. 7 No. 1, pp. 25-41 ,2014.
- [28] GIZ, Etude de base du projet d'amélioration des moyens productifs et sociaux dans le territoire de Moba, PAMOPS, Rapport interne non publié, pp. 107,2013.
- [29] E. L. KASONGO, Système d'évaluation des terres à multiples échelles pour la détermination de l'impact de la gestion agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga, R.D. Congo, Thèse de doctorat, Université de Gand, Belgique, pp. 309,2009.
- [30] E.Mbétid-Bessane, "Faiblesse de la main-d'œuvre familiale et diversification des activités dans les exploitations agricoles de la zone cotonnière en Centrafrique", *Tropicultura*, 22, 2, pp. 88-92,2004.
- [31] FAO, La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, le rôle des femmes dans l'agriculture, Rome pp.174, 2011.
- [32] D. P. FOLEFACK, J.N. BAKWOWI, P. K. Cokou," La crise de la filière cotonnière et sécurité alimentaire au Nord Cameroun", *Journal of Applied Biosciences* 75, pp.6221– 6231.
- [33] F. Kaho, M. Yemefack, P. Feujio-Teguefouet et J.C. Tchantchaouang," Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun", *Tropicultura*, 29, 1, pp. 39-45,2011.
- [34] S.Y. Useni, K. M. Chukiyabo, K. J.Tshomba, E. M. Muyambo, P. K. Kapalanga, N F. Ntumba, K. P. Kasangij, K Kalilob, L. L. Baboy, L.N.Kimuni et M. M. Mpundu," Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferral sol du Sud-Est de la RD Congo", *Journal of Applied Biosciences*, 66, pp. 5070-5081,2013
- [35] A. P.Gnakou, "Aménagement agraire et insécurité foncière dans la vallée de Zio au sud du Togo", *International Journal of Innovation and Applied Studies* ,Vol. 4 No.1 , pp. 133-140,2013.

Insécurité alimentaire dans les ménages agricoles de Kipushi (R.D. Congo): Une appréhension en termes de dépenses monétaires

[Food insecurity in the agricultural households of Kipushi (D.R. Congo): An apprehension in term of monetary expenditure]

Mushagalusa Balasha Arsène¹, Tshomba Kalumbu John¹, Assani Bin Lukangila Mick², and Nkulu Mwine Fyama Jules¹

¹Département d'économie agricole, Faculté des sciences agronomiques de l'Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, BP 1825, RD Congo

²Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques de l'Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, BP 1825, RD Congo

Copyright © 2015 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 Katanga, the poverty and the deterioration of the livelihoods are at the base of the food insecurity especially in the agricultural households. The food request is an especially function of the number of people and purchasing power to them. This study had like objective to apprehend the food safety of the agricultural households of the territory of Kipushi by their food expenditure. To arrive there, an investigation was led to nearly 90 households taken in a random way in 6 villages of the territory of Kipushi over one period active of February in June 2012. The results of this study showed that the food expenditure by household was on average 3, 47\$ for the whole of all the studied villages whose average size of household was 6,3. The daily consumption per capita in monetary term varied between 0, 47 and 0, 63\$ and represents a convincing indicator of level of increased poverty (1, 25\$ per capita per day). As for food consumption, the corn, the vegetables (cassava leaves) and the palm oil are food very consumed in the villages. The food practices, accessibility, the availability, the price would be the determining factors food consumption in the villages and at the same time the price of meat products would be a factor limiting for more than one agricultural household. Next research is very necessary to study the livelihoods of these households.

KEYWORDS: Food safety, poverty, income, purchasing power, food consumption, agricultural households.

RESUME: Au Katanga, la pauvreté et la détérioration des moyens d'existences sont à la base de l'insécurité alimentaire surtout dans les ménages agricoles. La demande alimentaire est surtout fonction du nombre de personnes et de leur pouvoir d'achat. Cette étude avait comme objectif d'appréhender la sécurité alimentaire des ménages agricoles du territoire de Kipushi par leurs dépenses alimentaires. Pour y arriver, une enquête a été conduite auprès de 90 ménages pris de manière aléatoire dans 6 villages du territoire de Kipushi sur une période allant de février en juin 2012. Les résultats de cette étude ont montré que les dépenses alimentaires par ménage étaient en moyenne de 3,47\$ pour l'ensemble de tous les villages étudiés dont la taille moyenne de ménage était de 6,3. La consommation journalière par personne en terme monétaire variait entre 0,47 et 0,63\$. Le niveau de vie des ménages étudiés est deux fois inférieur au seuil de pauvreté (1,25\$ par personne par jour). Quant à la consommation alimentaire, le maïs, les légumes surtout les feuilles de manioc et l'huile de palme sont des aliments très consommés dans les villages. Les habitudes alimentaires, l'accessibilité, la disponibilité, le prix seraient des facteurs déterminants la consommation alimentaire dans les villages et en même temps ce prix pour les produits carné comme la viande serait un facteur limitant pour plus d'un ménage. Les prochaines recherches sont très nécessaires pour étudier les moyens d'existences de ces ménages.

MOTS-CLEFS: Sécurité alimentaire, pauvreté, revenu, consommation alimentaire, pouvoir d'achat.

1 INTRODUCTION

L'alimentation constitue le premier besoin de base de l'humanité et reste l'un des premiers postes de dépense des ménages, surtout chez les pauvres [1], [2], [3][4]. En Afrique, l'accès aux produits alimentaires reste un défi pour d'importantes franges de la population [5], [6]), qui est contrainte de réduire la quantité ou la qualité de leurs vivres du fait de la hausse des prix des aliments de base [4]. La République démocratique du Congo(RDC) est l'un des pays qui enregistre la plus haute prévalence de malnutrition et la sous alimentation dans le monde [7] et le taux de l'insécurité alimentaire est deux fois plus élevé en milieu rural (39%) qu'en milieu urbain (19%) [8]. Au Katanga, plusieurs causes sont susceptibles d'être à la base de l'insécurité alimentaire, notamment le taux de pauvreté élevé estimé à 69,1% [9], la détérioration des moyens d'existences, le faible pouvoir d'achat, la situation sécuritaire instable en milieu rural, et la quasi absence des voies de dessertes agricoles. Par ailleurs, l'instabilité des revenus, la précarisation des activités rendent plus aléatoires et incertaines la capacité à se nourrir de manière suffisante et équilibrée en restant dans le cadre de ses préférences alimentaires [10], pourtant les inégalités spatiales fragantes entre les milieux urbains et ruraux méritent une attention dans l'appréhension de la dynamique de la pauvreté. La demande alimentaire est surtout fonction du nombre de personnes et de leur pouvoir d'achat. C'est ce dernier facteur qui, à travers le revenu, conditionne l'accès alimentaire. Ainsi, la pauvreté généralisée de la population freine sérieusement la consommation alimentaire [11]. Plusieurs études ont été consacrées à étudier les dépenses et la consommation des ménages urbains. Par exemple, en Cote d'Ivoire, [14] a montré que la consommation alimentaire est déterminée par les revenus, les prix des aliments et les goûts. Une étude menée à Lubumbashi a révélé que les dépenses alimentaires moyennes d'un ménage se chiffraient à 0,36 \$US par jour, les extrêmes se situant à un minimum de 0,11 \$US et un maximum de 1,15 \$ US. Face aux prix des denrées alimentaires de base, cette somme d'argent correspond à des quantités de nourritures insignifiantes pour un ménage de 7,5 personnes en moyenne [12]. Les résultats d'une enquête conjointe entre le Programme Alimentaire Mondial et l'Institut de National des Statistiques au Katanga [13] montrent que l'insécurité alimentaire sévère et modérée affecterait 55% soit 2.638 966 personnes des ménages ruraux dans 20/22 territoires que compte la province. Il en ressort que le territoire de Kipushi est plus affecté (77%) après le territoire de Malemba-Nkulu 88%. L'hypothèse émise dans ce travail est que les revenus de ménages agricoles sont faibles et ceci aurait une répercutions sur la consommation individuelle (moins de 1,25 dollars par jour par personne) au sein des ménages, lesquels tendent à être large. A Kipushi, rares sont les études ayant quantifié les dépenses alimentaires des ménages agricoles dans les zones rurales. C'est dans ce cadre que cette étude s'assigne l'objectif d'appréhender l'insécurité alimentaire dans les ménages agricoles de Kipushi sur base de leurs dépenses affectées au poste d'alimentation. Il s'agit spécifiquement en tenant compte de la taille du ménage de déterminer les dépenses alimentaires journalières, identifier les aliments principalement accessibles, leur prix et leur quantité.

2 MILIEU ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

Le territoire de Kipushi est une entité politico administrative décentralisée d'une superficie de 12059 km² avec une population de 283786 dont 17866 ménages agricoles [15]. Cette étude s'est déroulée dans six villages de la collectivité de Kaponda. Ici dessous la carte administrative du territoire de Kipushi.

Le panier de la ménagère était constitué de la farine de maïs, feuilles de manioc (pondu) chinchard appelé dans le milieu Thomson et de l'huile végétale. Ces aliments ont été choisis par leur fréquence dans la consommation et le fait qu'ils sont pourvoyeurs d'énergie et des protéines dans les villages étudiés. Les données issues des enquêtes ont été saisies sur un tableur Excel et analysées ensuite par le logiciel Minitab .16 pour la comparaison des villages par l'analyse de l'variance (ANOVA) à un critère.

3 RESULTATS

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 2. Comparaison des villages selon la taille des ménages, revenu, dépenses alimentaires et consommation individuelle par l'ANOVA à un seul critère

Villages	Taille moyenne des ménages enquêtés	Revenu mensuel moyen (USD)	Dépenses alimentaires moyennes/jour en USD	Consommation individuelle : dépenses moyennes/taille moyenne(USD)
Kanyameshi	8 ±1 a	159±118,8a	4,6±3,6 a	0,55±0,44 a
Kaponda	6±1,4 c	138±,61a	3,0±0,9 ab	0,54±0,17 a
Kifukula	5±1 c	115±32 a	3,1±1,1 ab	0,60±0,22 a
Mukangamuke	3±1 d	149±56a	2,3±0,9 b	0,78±0,38 a
Mimbulu	6±3 bc	159,4±66 a	3,5±1,8 ab	0,62±0,35 a
Makwatsha	7±1 ab	205±142 a	3,4±1,7 ab	0,45±0,22 a
Valeur de p	0,000	0,139	0,05	0,133

NB : Les différentes lettres à côté des moyennes ± écart type indiquent de différence significative au seuil 5% de probabilité après le test du Tukey. 1 USD valait 900 Francs congolais pendant cette étude.

Une différence hautement significative ($p=0,000$) a été signalée concernant la taille des ménages au sein de villages. Dans les villages moins peuplés, cette situation serait expliquée principalement par l'exode rural des jeunes vers les grandes agglomérations à la recherche de meilleures conditions de vie et surtout tenter les opportunités d'emplois non agricoles. Quant aux dépenses alimentaires, une différence significative ($p=0,05$) a été remarquée en comparant les villages. Ces dépenses sont évaluées à 3,47\$ pour l'ensemble de tous les villages étudiés dont la taille moyenne de ménage est de 6,3. La consommation journalière par personne en terme monétaire varie entre 0,47 et 0,63\$ et elle est de 0,55\$ pour l'ensemble des villages. Ce chiffre représente un indicateur probant le niveau de pauvreté accrue. Le niveau de vie des ménages étudiés est deux fois inférieur au seuil de pauvreté (1,25 \$).

Tableau 3. Panier de la ménagère type considéré pour l'étude

Aliments	Quantité moyenne en Kg /jour	Prix d'achat(USD)	Fréquence de consommation/semaine
Farine de Maïs	2,38±1,10	0,99±0,51	0 9
Chinchard	0,35±0,30	1,02±1	1,2
Feuille de manioc	0,94±0,46	0,41±0,21	3,25
Huile végétale	0,12±0,04	0,45±0,18	7,25

De ce **tableau3**, on peut retenir que le maïs, chinchard, les feuilles de manioc et l'huile sont des aliments très consommés dans les villages. Cette consommation s'expliquerait d'une part par les habitudes alimentaires de la population, l'accessibilité et la disponibilité d'autre part.

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats ont montré que ces dépenses étaient trop faibles, deux fois inférieure au seuil de la pauvreté. En moyenne une personne consommait 0,55\$ par jour. Selon [18], le seuil de pauvreté a tout d'abord été fixé à 1 USD, il se situe désormais à 1.25 \$ par jour par jour [19], [20]. Ces résultats corroborent ceux du rapport des nations unies sur le développement humain attestant que 87,7% de la population vivant en RDC est en dessous du seuil de pauvreté, fixé à 1.25

dollar par jour [20]. Ils s'approchent aussi à ceux de [21] pour la ville de Kinshasa où en moyenne, 64,5 % des Kinois dépensaient moins de 0,5 dollar par jour pour se nourrir, 27,5 pour cent de ménages dépensaient entre 0,5 et 1 dollar. [22] révèle que ces très bas revenus limitent la consommation alimentaire bien en dessous des besoins minima. Malgré les dépenses alimentaires très faibles, [23] soulignent que le cout alimentaire couvre seul 67% de dépenses de ménages. Les mêmes auteurs précisent que le cout alimentaire est de 0.37 \$ par membre de ménage en milieu rural et 0,51\$ en milieu urbain. Selon [22], 200 millions de personnes en Afrique subsaharienne vivent de moins d'un dollar par jour et ne disposent pas tous les jours les 2150 à 2 400 kilocalories alimentaires nécessaires pour maintenir leur poids et pour s'activer normalement. L'enquête menée par la FAO à Lubumbashi en octobre 2002 sur la consommation des ménages (1 250 ménages répartis dans les 42 quartiers des 7 communes que compte la ville), présente les dépenses alimentaires moyennes d'un ménage à 0,36 USD par jour [12]. Le revenu moyen mensuel pour l'ensemble des ménages étudiés était de 154,1 \$. Il provient des activités agricoles et non agricoles exercées par les ménages. Ce revenu est supérieur à celui trouvé à Kinshasa auprès des familles pauvres estimé 50 \$ [24]. Plusieurs études à l'instar de celles de [25] ont démontré que la pauvreté était d'abord pécuniaire dont sa répercussion sur la consommation alimentaire des ménages ne serait pas négligeable, alors que [2] montrent que la part du revenu affectée au poste alimentaire reste importante chez le ménages plus pauvres. Cette situation serait expliquée par le niveau de pauvreté élevé, accès limité aux emplois non agricoles et la répartition faussée des revenus.[26] L'indice de Gini dévoile qu'il existe en République démocratique du Congo une petite couche de population assez aisée au détriment du reste de la population[20]. Il est vrai que l'amélioration des revenus et des conditions de vie des populations détermine pour partie leur situation nutritionnelle et la sécurité alimentaire des ménages agricoles nécessite une connaissance et l'amélioration de tous les moyens d'existence. A ce qui concerne la consommation alimentaire, au Katanga, le maïs est consommé sous forme de farine et constitue ainsi la nourriture de base préférée par la majorité de la population [27]. De tous les légumes, les feuilles de manioc sont plus consommées alors que le poisson fumés, salés ou frais sont pourvoyeurs de protéines d'origine animales [28]. Légume de feuilles fraîches de manioc (pondu) et le poisson frais ont été identifiés comme une de source de protéines dans les ménages Kinois et le maïs comme la nourriture de base des populations de la savane du sud du Kasai et du Katanga. [24]. Il a été constaté que les ménages étudiés consommaient principalement le huile de palme, fufufu de maïs, feuilles de manioc, mais de temps en temps attirés par feuilles de courge, amarante, l'oseille. La plus part de ménages tirent les légumes dans les exploitations agricoles familiales de la place. Ceci affirme les recherches de [2] selon lesquelles la part de l'autoconsommation est élevée chez les agriculteurs. Valorisée aux coûts du marché, l'autoconsommation est importante principalement pour les légumes et pour les fruits. En outre les produits d'origine animal sont les poissons (fretin, poisson salé ; chinchard) mais leur prix dans les villages constitue un enjeu majeur.

5 CONCLUSION

Le présent travail avait comme but d'apprécier la sécurité alimentaire des ménages agricoles de Kipushi par leurs dépenses monétaires allouées au poste alimentaire. Le revenu, la taille de ménage, le cout alimentaire, et le type d'aliment sont les variables étudiées. Les résultats de cette étude ont montré que nonobstant le revenu moyen mensuel qui était bas (154,1 \$), le poste alimentaire restait privilégié et les dépenses monétaires allouées à la ration alimentaire journalièrement étaient de 3,47 \$ un ménage dont la taille moyenne était de 6,3. En divisant cette allocation par la taille du ménage, il en résulte que la consommation journalière par personne en terme monétaire est 0,55 \$; deux fois inférieure au seuil de la pauvreté. L'amélioration des revenus et les conditions de vie des ménages agricoles déterminent pour partie leur situation nutritionnelle et leur sécurité alimentaire qui nécessite une connaissance et l'appui au développement de tous les moyens d'existence pour envisager une bonne politique alimentaire dans le milieu rural. D'autres études sont très nécessaires à la prochaine pour connaître comment ces ménages affectés déjà par l'insécurité alimentaire font face à d'autres besoins permanents comme la scolarisation des enfants et la santé mais surtout étudier leurs moyens d'existence.

REFERENCES

- [1] Duquesne, D. Muteba et Ph. Lebailly, Les enjeux de la sécurité alimentaire en RD Congo : approche par l'analyse de la consommation alimentaire des ménages kinois. Strasbourg, 2,3 et 4 juin, 2010
- [2] France Caillavet, Cédric Lecogne et Véronique Nichèle, La consommation alimentaire : des inégalités persistantes mais qui se réduisent, Inra-Aliss, UR 1303, 2009
- [3] J. Sijm, Food insecurity in ACP Countries: From Policy and Programmed Interventions to Vulnerable Groups. Technical Centre for Agricultural and Rural Development (CTA), Wageningen, Pays-Bas., 14p, 1999
- [4] FIDA, L'impact de la hausse et de la volatilité des prix des denrées alimentaires sur les populations rurales pauvres, 2011

- [5] N. N. Dembélé, Sécurité alimentaire en Afrique Sub-saharienne: Quelle Stratégie de Réalisation? Document du travail, Bamako, 2001
- [6] J.P Zoyem, E. Diang'a Q. Wodon, "Mesures et déterminants de l'insécurité alimentaire au Burundi selon l'approche de l'apport calorifique " *The African Statistical Journal, Volume 6, pp 38-45, 2008*
- [7] J. Ulimwengu , R. Cleo, J. Randriamamonjy , Resource-Rich Yet Malnourished Analysis of the Demand for Food Nutrients in the Democratic Republic of Congo, IFPRI Discussion Paper 0115, January, 2012
- [8] INS, UNICEF, enquête par grappes à indicateurs multiples, MICS-RDC 2010, rapport final, 2011
- [9] PNUD, Pauvreté et conditions de vies de ménages, province du Katanga, RDC, 5p, 2009
- [10] Pierre Janin, stratégies d'accès aux aliments des ménages ruraux après la dévaluation' (région de la vallée du Bandama en côte d'ivoire, institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM), Bouaké 01, côte d'ivoire,1998
- [11] E.Tollens, "L'état actuel de la sécurité alimentaire en R.D. Congo: Diagnostic et perspectives." Working Paper, n°77, Département d'Economie Agricole et de l'Environnement, Katholieke Universiteit Leuven, 6p, 2003
- [12] FAO, enquête menée à Lubumbashi en octobre 2002, Informations sur la sécurité alimentaire en RDC n°27, 2002)
- [13] PAM ET INS, Résultats de l'enquête approfondie sur la sécurité alimentaire des ménages dans la province du Katanga 4 p, 2012
- [14] R. Y. Kinimo, "Déterminants de la sous-alimentation des ménages en Côte d'ivoire : cas des régions centre et centre-Est", *European Scientific Journal*, vol. 9, No. 14, pp. 207-228, 2013
- [15] Inspection de l'agriculture du territoire de Kipushi, rapport annuel des activités agricoles, pp. 14-26,2012
- [16] J.T Kalumbu, J. M. F. Nkulu, F. Berti, Ph. Lebailly: Typologie des exploitations agricoles familiales du territoire de Kipushi/RDC, Colloque international-ULg-Gembloux, 2013
- [17] H. C. Marseillès, Inégalités de genre et conduites d'affrontement des femmes (coping behaviour) dans l'insécurité alimentaire, le cas de deux villages de Nicaragua, thèse de doctorat, Agroparis Tech, ex-Institut National agronomiques, Paris Grignon) Paris,France, 2011
- [18] D.Cervantes-Godoy et J. Dewbre« Importance économique de l'agriculture dans la lutte contre la pauvreté », Éditions OCDE.doi : 10.1787/5kmjw4vlp5kg-fr, p7, 2010
- [19] Chen, S. et Ravallion, M., The Developing World is Poorer than We Thought, but No Less Successful in the Fight Against Poverty », 1er août 2008, World Bank Policy Research Working Paper Series, 2008
- [20] PNUD, Rapport sur le développement humain 2013, L'essor du Sud : le progrès humain dans un monde diversifié, p172, 2013
- [21] PAM, République Démocratique du Congo: Profil des marchés pour les évaluations d'urgence de la sécurité alimentaire, 27p, 2006
- [22] M. Mazoyer, « La situation agricole et alimentaire mondiale: causes, conséquences, perspectives », *Tropicultura*, 27, 4, 246-252,2009
- [23] J. Ulimwengu, C.Roberts, J. Randriamamonjy, " Curbing Food Nutrient Deficiency: A Search for Cost Effective Diets " DOUNIA, *revue d'intelligence stratégique et des relations internationales*, Numéro 6 – Août pp 121-138, 2013
- [24] E. Tollens, "Sécurité alimentaire à Kinshasa: un face à face quotidien avec l'adversité." Working Paper, n° 82, Département d'Economie Agricole et de l'Environnement, Katholieke Universiteit Leuven, p 5-11, 2003.
- [25] Andrieu E., Caillavet F., Momic M., Lhuissier A., Régnier F., L'alimentation comme dimension spécifique de la pauvreté. Approches croisées de la consommation alimentaire des populations défavorisées », in Les Travaux de l'ONPES 2005-2006, pp. 247-278, Paris, La documentation française, 2006
- [26] FAO, Sécurité alimentaire et développement agricole : dossier pour un accroissement des soutiens publics, Rome, 2006
- [27] L.K Nyembo, H. I Tabu, E. M. Muyambo, A. O. Ekondo, M. A.B. Lukangila, A. K. Lubobo, M. M.Mubemba, L. B. Longanza , "Influence de la fertilisation à base des déchets humains recyclés, des engrais minéraux et de leur combinaison sur le comportement de 3 variétés de maïs (*Zea mays* L.) " *Journal of Applied Biosciences*, Vol 77, pp 6500-6508,2014
- [28] Ministère du plan de la RD Congo, monographie de la province du Katanga, 37p, 2005.

Effets de doses croissantes de NaCl sur le comportement du bananier et la morpho diversité de champignons du sol

[Different NaCl levels impact on banana growth and morphological diversity of soil's fungi]

Mazinga Kwey Michel¹, Banza Mukalay John², and Kabongo Ngoy Jules²

¹Laboratoire des cultures in vitro, Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

²Département de phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2015 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: Banana is exposed to many problems including excessive soil salinity and irrigation waters that decrease productivity. This trial was conducted to evaluate the effects of salinity on the behavior of banana and diversity of fungi in the soil. The trial was installed under greenhouse craft following a completely randomized design with 3 replications. Two banana cultivars (Pelipita ABB and Plantain) were subjected to increasing doses of NaCl (0, 2, 4, 6 and 8 g/l). The behavior of cultivars, Na and K accumulation in the leaves and the color diversity of fungi were studied. The results obtained show a similar behavior between the two cultivars of banana on the observed parameters, except the leaf area in 15 days, which is high on the cultivar 1. High levels of NaCl decrease leaf area. Significant differences were observed with a high accumulation of Na with T1 and T2 and a high accumulation of K in T5 and T7. Finally the treatments that received low doses of salt have found a high diversity of fungi colors. These results show that the selection of tolerant cultivars is an inexpensive option to increase banana yield on saline soils, in a context where some poor farming practices such as irrigation and mineral fertilization lead to salinization.

KEYWORDS: Banana, tolerance, salinity, minerals, fungus.

RESUME: Le bananier est exposé à de nombreux problèmes entre autres la salinité excessive des sols et des eaux d'irrigation qui entraînent une chute de sa productivité. Cet essai a été conduit en vue d'évaluer les effets de la salinité sur le comportement du bananier et la diversité de la coloration des champignons dans ce sol. L'essai a été installé sous serre suivant un dispositif complètement randomisé à 3 répétitions. Deux cultivars de bananier (Pelipita ABB et Plantain), ont été soumis aux doses croissantes de NaCl (0, 2, 4, 6 et 8 g/l). Le comportement des cultivars, l'accumulation de Na et K dans les feuilles et la diversité de couleurs des champignons ont été étudiés. Les résultats obtenus montrent que la surface foliaire de Pelipita était élevée à 15 jours que celle de Plantain. L'analyse statique des doses croissantes de NaCl a montré une diminution de la surface foliaire avec les fortes doses. Les différences significatives ont été observées avec une forte accumulation de Na avec les traitements T1 et T2 et une forte concentration d'accumulation de K avec T5 et T7. Enfin les traitements ayant reçu les faibles doses de sel, ont présentes une forte diversité de couleurs de champignons. Ces résultats montrent que le choix des cultivars tolérants est une option peu onéreuse pour accroître le rendement de bananier sur sols salins, dans un contexte où certaines mauvaises pratiques culturales comme l'irrigation et la fertilisation minérale entraînent la salinisation des sols.

MOTS-CLEFS: Bananier, tolérance, salinité, éléments minéraux, champignon.

1 INTRODUCTION

La banane constitue un aliment important pour la population mondiale. Surtout ceux qui habitent dans des milieux favorables pour sa prolifération [1]. En République Démocratique du Congo, le plantain constitue le 3^{ème} produit vivrier après le manioc et maïs, tandis que les bananes douces représentent le fruit le plus important du pays, soit 1/3 de la production fruitière totale [2].

Cependant la culture des bananiers est restreinte dans les zones présentant des problèmes de salinité ou de teneur élevée en sodium. Ces problèmes, dus à une eau d'arrosage saline et à un travail inapproprié du sol, vont en s'aggravant dans les régions arides et semi-arides un peu partout dans le monde [3]. Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 millions d'hectare dans le monde. Ainsi, ces surfaces sont passées de 48 millions à 265 millions d'hectares de terres agricoles touchées par la salinité et aujourd'hui, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'hectare soit 23% des terres cultivées dans le monde [4].

Les expérimentations conduites par les références [5] et [6] respectivement sur la tomate et le blé dur ont montré que tous les paramètres de rendement subissent une réduction sous l'action de la salinité et que, plus la salinité est élevée plus le rendement est réduit. Il a été démontré que la salinité du sol réduit considérablement la croissance et la productivité de la culture en raison de la diminution de la pression osmotique dans le sol et de l'augmentation de la concentration de certains ions, qui atteint alors un niveau toxique pour la plante [7 ; 8 ; 9 ; 10]. Néanmoins l'accumulation du potassium au détriment de sodium permet à la plante d'éviter les effets des déséquilibres nutritionnels induits par l'excès de sodium [11].

L'objectif de ce présent travail est d'évaluer le comportement de deux cultivars de bananier soumis aux effets de la salinité du sol. Les hypothèses suivantes ont été émises : il existe de cultivars tolérants (i), la salinité affecte la physiologie du bananier et les propriétés biologiques des sols (ii).

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

Cet essai a été conduit en serre artisanale au champ expérimental de la faculté des sciences agronomiques (11°60869' S et 027°47692' E, sur une altitude moyenne de 1257 m), au nord-ouest de la ville de Lubumbashi (RDC). La région de Lubumbashi est caractérisée par un climat du type CW6 selon le système de classification de Koppen, elle est caractérisée également par une saison des pluies allant de novembre à mars, une saison sèche allant de mai à septembre et deux mois de transition (Avril à Octobre), avec une période de croissance normale d'une durée moyenne de 182 jours. Les sols sont du type ferrallitique [12 ; 13], des couleurs jaune, ocre-jaune et rouge suivant la forme topographique et le drainage. La CEC rapportée à 100% d'argile ne peut théoriquement dépasser 16 Cmol.kg⁻¹ [14].

2.2 MATERIEL

Les jeunes plantules des bananiers provenant du jardin expérimental de la Faculté des Sciences Agronomiques, les cultivars Pelipita ABB et plantain ont été utilisés comme matériel végétal. Un prélèvement de sol a été réalisé dans chaque parcelle en fin de l'expérimentation en vue d'observer la diversité de couleurs de champignons et les teneurs en Na et K ont été également déterminés. L'eau de robinet avec une concentration très faible en Cl a été utilisée pour arroser les plantules et le sel utilisé était concentré en Na et Cl.

2.3 METHODES

2.3.1 DESCRIPTION DE L'ESSAI

L'essai a été installé suivant un dispositif complètement randomisé à deux facteurs et à trois répétitions. Le facteur principal comprenait deux cultivars de bananier (Pélpita et plantain). Les cultivars testés ont été combinés à cinq niveaux de NaCl (0, 2, 4, 6, et 8 g/l).

2.3.2 CONDUITE DE L'ESSAI ET TRAITEMENT DES DONNEES

L'essai a été conduit dans les sachets en polyéthylène contenant chacun 10 kg de sols. La transplantation a été réalisée à la date du 01 janvier 2014. Le sel a été appliqué à trois mois de transplantation et les soins d'entretien ont consistés à

l'arrosage à l'eau non salée d'un litre par jour pendant les 3 après transplantation et en cours de végétation, le taux de survie, la taille de plantes, la surface foliaire, le nombre de feuilles et le diamètre au collet ont été déterminés. La méthode démontrée par la référence [15] a permis de doser les Na et Cl dans les feuilles. Les résultats bruts ont été soumis à l'analyse de la variance à deux facteurs (cultivars et doses de NaCl) avec test post hoc de TUKEY ($P=0,05$).

3 RESULTATS

Les deux cultivars de bananiers expérimentés ont montré de comportements similaires sur les différents paramètres observés (tab. 1), hormis la surface foliaire à 15 jours, où le cultivar Pélipita a enregistré une grande surface foliaire que le cultivar plantain.

Tableau 1. Effets des géotypes sur le comportement des bananiers Moyennes $\pm$ écart type. Les différentes lettres à Côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. TP : taille des plantes ; DC : diamètre au collet ; NF : nombre de feuilles ; TS : Taux de survie ; 15 et 45 : 15 et 45^{ème} jour d'observation.

Paramètres	C1	C2	P
TP15	25,8 $\pm$ 10,9	23,2 $\pm$ 12,1	0,5
TP45	28,8 $\pm$ 11,0	24,9 $\pm$ 12,7	0,3
DC15	11,2 $\pm$ 3,1	9,1 $\pm$ 4,2	0,1
DC45	12,9 $\pm$ 3,5	10,1 $\pm$ 5,0	0,08
NF15	4,6 $\pm$ 1,2	3,9 $\pm$ 2,2	0,2
NF45	4,8 $\pm$ 1,2	4,1 $\pm$ 2,2	0,3
SF15	526,5 $\pm$ 255,3 a	331,6 $\pm$ 232,4 b	0,03
SF45	396,0 $\pm$ 255,7	254,7 $\pm$ 293,5	0,1
TS15	100,0 $\pm$ 0,0	86,6 $\pm$ 35,1	0,5
TS45	100,0 $\pm$ 0,0	93,3 $\pm$ 25,8	0,7

L'apport des fortes doses croissances de NaCl a entraîné une réduction de la surface foliaire sur les parcelles ayant reçues le NaCl contrairement aux parcelles témoins (tab. 2).

Tableau 2. Effets des doses croissantes de NaCl sur le comportement des bananiers. Moyennes $\pm$ écart type. Les différentes lettres à Côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. TP : taille des plantes ; DC : diamètre au collet ; NF : nombre de feuilles ; TS : Taux de survie ; 15 et 45 : 15 et 45^{ème} jour d'observation.

Paramètres	0 g	2g	4g	6g	8g	P
TP15	33,1 $\pm$ 19,0	19,3 $\pm$ 7,6	20,1 $\pm$ 8,7	22,0 $\pm$ 8,9	28,0 $\pm$ 2,9	0,1
TP45	35,0 $\pm$ 19,0	21,5 $\pm$ 8,0	21,8 $\pm$ 10,4	25,1 $\pm$ 9,3	31,0 $\pm$ 4,6	0,1
DC15	10,8 $\pm$ 5,9	8,5 $\pm$ 2,7	10,1 $\pm$ 4,0	9,1 $\pm$ 1,9	12,3 $\pm$ 3,3	0,4
DC45	12,5 $\pm$ 7,3	9,8 $\pm$ 3,7	11,0 $\pm$ 4,2	10,6 $\pm$ 2,8	13,6 $\pm$ 3,5	0,6
NF15	3,6 $\pm$ 1,8	3,1 $\pm$ 1,9	4,1 $\pm$ 1,8	5,0 $\pm$ 1,5	5,5 $\pm$ 1,3	0,1
NF45	4,0 $\pm$ 2,5	4,0 $\pm$ 1,4	4,0 $\pm$ 1,8	5,0 $\pm$ 1,6	5,3 $\pm$ 1,2	0,5
SF15	651,8 $\pm$ 275,3	238,7 $\pm$ 103,5	460,1 $\pm$ 260,0	381,4 $\pm$ 179	413,2 $\pm$ 312	0,08
SF30	596,9 $\pm$ 351,7 a	124,0 $\pm$ 97ab	250,8 $\pm$ 221ab	287,9 $\pm$ 102ab	367 $\pm$ 338b	0,03
TS15	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	66,6 $\pm$ 51,6	0,8
TS45	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	66,6 $\pm$ 51,6	0,8

Les résultats présentés dans le tableau 3 reprennent les teneurs en Na et K. Les résultats de l'analyse de la variance indiquent une forte accumulation avec les traitements T1(0g/l) et T2(2g/l), suivi de T8(4g/l), T10(8g/l), et T3(4g/l) qui présentent une accumulation intermédiaire et T4(6g/l), T5(8g/l), T6(0g/l), T7(2g/l), et T9(6g/l) une faible accumulation de Sodium et T5 et T7 ont enregistré une forte concentration alors que la faible accumulation s'observe à T8 en potassium.

Tableau 3. Teneurs en K et Na dans les feuilles en fonction des apports croissants de NaCl et du cultivar sur le comportement des bananiers. Moyennes $\pm$ écart type. Les différentes lettres à Côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. T : Traitements ; T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux doses de 0, 2, 4, 6 et 8 g de sel/l appliqué au cultivar Pelipita ; T6, T7, T8, T9 et T10 correspondent aux doses de 0, 2, 4, 6 et 8 g de sel/l appliqué au cultivar Plantain.

T	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	P
Na	2,8a	2,7a	1,5bc	1,0 c	0,9c	0,7c	0,9c	2,2ab	1c	2,1ab	0,00
K	359 bcd	341cde	389abc	425,2ab	443a	432,3ab	442a	284e	383abcd	310,2de	0,00
Cultivars											
Na	1,8 $\pm$ 0,9					1,4 $\pm$ 0,7					0,1
K	391,8 $\pm$ 45,1					370,4 $\pm$ 69,3					0,3

L'apport de NaCl a présenté d'effets dépressifs sur la diversité de couleurs de champignons (tab. 4) ; les champignons de couleur rouge étant absents dans les pots ayant reçu les sels.

Tableau 4. Effets de NaCl sur la diversité de couleurs de champignons

TRAITEMENTS	PRESENCE	COULEURS DE SPORES
T1	+	Noire, jaune claire, jaune vif et rouge
T2	+	Noire, jaune claire
T3	+	Noire, jaune claire
T4	+	Noire, jaune claire
T5	+	Noire, jaune claire, jaune vif
T6	+	Noire, jaune claire, jaune vif
T7	+	Noire, jaune vif
T8	+	Noire, jaune claire
T9	+	Noire, jaune claire, jaune vif
T10	+	Noire, jaune claire

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats obtenus montrent de comportements similaires de deux du bananier (Pélipita ABB et Plantain) face aux concentrations de sel. La référence [16] indiquent d'ailleurs que la majorité de cultivars bien qu'ayant un bagage génétique différent, montre une certaine similarité pour certains paramètre. En dépit de similarités majeures, les deux cultivars ont enregistré de différence en termes de surface foliaire. La faible tolérance du cultivar Plantain par rapport au cultivar Pelipita se justifierait par une différence génétique quant à la faculté d'exclure le sodium des parties aériennes afin d'éviter l'augmentation de la présence de ce cation dans les feuilles et de minimiser son effet toxique sur le métabolisme foliaire, surtout dans les processus photosynthétiques [17].

Les expérimentations conduites par [18] ; [19] ; [20] ont montré que la salinité influence fortement les cultures quel que soit le type de cultivar. Cependant la référence [21] a observé une inversion de l'accumulation de chlorophylles au fur et à mesure qu'il y a une augmentation de la concentration saline dans un milieu, similairement aux résultats obtenus en culture d'orge [22] et de tomate [23]. En ce qui concerne l'accumulation des éléments minéraux, principalement le sodium et le potassium, les résultats obtenus ont montrés des différences significatives. Pour le potassium par contre, la culture bananière pompe préférentiellement cet élément pour lutter contre la concentration saline. La référence [24] signale que l'importance de la concentration en potassium comme indicateur de la tolérance en sel. Une présence des champignons a été signalée sur tous les traitements ceci intervient probablement dans l'établissement de l'association symbiotique mycorhize résistant dans le sol salin. Cependant il existe de groupes de champignons qui ne tolèrent pas de concentration élevée en sel. La référence [25] a montré que la biomasse fongique, en culture de riz, était faible sur les sols à forte proportion de sable et à niveau de salinité élevée et la couleur de la colonie dépend fréquemment du milieu utilisé et de la saison. La forte diversité de champignons sous les traitements ayant reçu les faibles doses de sel pourrait aussi en partie expliquer la bonne performance des plantes.

En effet, la référence [26] a montré que les bananiers mycorrhisés étaient plus tolérants à la salinité. Ces auteurs ont montré que la présence de *Glomus* accroît la tolérance à la salinité et contribue de surcroît à accroître le nombre de feuilles et la hauteur des plantules de Bananier au Brésil. Les résultats obtenus montrent que le choix des cultivars tolérants est une

option peu onéreuse pour accroître le rendement de bananier sur sols salins, dans un contexte où certaines mauvaises pratiques culturales comme l'irrigation et la fertilisation minérale entraînent la salinisation des sols. A ce niveau, les deux hypothèses émises ont été confirmées.

5 CONCLUSION

Le présent travail s'inscrivait dans l'optique de caractérisation de deux cultivars de bananiers en fonction de doses croissantes de NaCl. Les résultats obtenus ont révélés que les 2 cultivars de bananier (Pélpita ABB et Plantain) se sont adaptés aux effets de la salinité et ont présentés des effets similaires sur les paramètres observés, hormis la surface foliaire à 15 jours qui est élevée sur le cultivar 1. L'analyse statique des doses croissantes de NaCl a montré une réduction de la surface foliaire sur les parcelles ayant reçues les doses de NaCl comparativement aux témoins. Les différences significatives ont été observées sur les doses croissantes de NaCl avec une forte accumulation de Na sur les traitements T1 et T2 et une forte concentration d'accumulation de K sur T5 et T7. Une présence de champignon a été enregistrée sur tous les traitements et la coloration rouge des champignons a été observée uniquement sur le traitement T1.

REFERENCES

- [1] F. Rosales, "Importance locale des bananiers plantains en Amérique latine et dans le Caraïbe" *Banana and food society*, pp265-284, 1998.
- [2] SENASEM, "Catalogue variétal des cultures vivrières : Céréales (maïs, riz), Légumineuses (haricot, soja, niébé), Plantes à tubercules (manioc, patate douce, pomme de terre, Bananier)", Appui du projet CTB/MINAGRI, Kinshasa, RD Congo, 153p, 2008.
- [3] F.G.E. Waked, L. Willadino, L.S. Semen Martins, C.T. Rangel, S.S. Oliveira, "Génotypes de bananiers (*Musa* spp.) soumis au Stress salin: tolérance et sensibilité," *INFOMUSA* vol 11 n°2, (11), pp 13-17, 2002.
- [4] C. Cheverry, "Plant behaviour in saline environment," *Action eau* ; n°4, Séance spécialisée du 22 mars 1995 ; *Ed. Acad. agro*, Paris, France, 49 p, 1995.
- [5] N. Katergi, J. W. Van Horn, A. Hamdy, F. Karan, and M. Mastrovilli, "Effect of salinity on emergence and on (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants", *Journal of Plant Growth Regulation* vol 30, pp 157-161, 1994.
- [6] H. Saadollah, A. Ahmad, A.M.M. sayed, F. Mohammad, "Evaluation of salt-tolerance genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments", *Field Crops research* vol 91, pp 345-354, 2005.
- [7] R.A. Richards, "Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile", *Plant and Soil* vol 146, pp 89-98, 1992.
- [8] J.S. Bohra et K. Doerffling, "Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity," *Plant and Soil* vol 152, pp 299-303, 1993.
- [9] R. Munns, D.P. Schachtman and A.G. Condon, "The significance of the -phase growth repose to salinity in wheat and barley," *Australian journal of plant physiology* 22, 561-569, 1995.
- [10] M. Ashraf, J.C. Harris, "Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants", *Plant Science*, vol 166, pp 3-16, 2004.
- [11] G.R. Cramer, A. Lauchi, E.V.S. Polito, "Displacement of Ca⁺ by Na⁺ from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress", *Plant physiol.* Vol 83, pp 510-516, 1985.
- [12] WRB "World reference base for soil resources", 2nd ed. *World Soil Resources Report* N° 103. FAO, Rome, 2006.
- [13] A.V. Wambeke, "Les sols des tropiques: propriétés et appréciation," CTA & Huy Trop ASBL. 335 p, 1995.
- [14] M.M. Mpundu, "Contaminations des sols en éléments traces métalliques à Lubumbashi (Katanga/RDCongo). Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de remédiation", Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, université de Lubumbashi, 410p, 2010.
- [15] M. Benmiloud et W.A. Poloczanka, "Pratique du diagnostic foliaire", laboratoire générale de chimie. MARA Direction de la Recherche Agronomique (Maroc), 1977.
- [16] S.C. Aba, P.K. Baiyeri, and A. Tenkouano, "Impact of poultry manure on growth behavior, black sigatoka disease response and yield attributes of two plantain (*Musa* spp. AAB) genotypes", *Tropicultura*, vol 29 n°1, pp 20-27, 2011.
- [17] P. Boursier, J. Lynch, A. Lauchli et E. Epstein, "Chloride partitioning in leaves of salt stressed sorghum, maize, wheat and barley. Australian", *Journal of Plant Physiology* vol 14, pp 463-473, 1987.
- [18] J.A. Hernandez, A. Jimenez, P. Mullineaux. and F. Sevilla., "Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long term salt stress is associated with induction of antioxidant defences", *Plant Cell Environ.*, vol 23, pp 853-862, 2000.
- [19] A. Hassani, A. Dellal, Belkhodja, K. M. Harche, "Effet de la Salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum Vulgare* L.)", *European Journal of scientific Research* Vol 23 n° 1, pp 61-69, 2008.

- [20] M. Denden, D. M. Bouthaina, H.S.I. Maaouia, "Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress", *EurAsia Journal of BioSci* vol 4, pp 96-104, 2010.
- [21] M. Ibriz , A.I. Thami, L. Zenasni, C. Alfaiz, M. Benbella, "Effet de la salinité sur le rendement en biomasse et la composition en éléments minéraux d'écotypes marocains de luzerne (*Medicago sativa* L.) ", *Al awamia* vol. 115 n° 3, pp 107-117, 2005.
- [22] H. Cheikh, R. Hamed, K. Abdellaoui, M. Kadri, B. S. Naceur, B. Hadj, " Évaluation de la tolérance au stress salin de quelque accession d'orge (*Hordeum vulgare* L.) Cultivées en Tunisie" *Sciences & Technologie* vol 28, pp. 30-37, 2008.
- [23] Y .EL-iklil, M. Karrou, R. Mrabet, M. Benichou, "Effet du stress salin sur la variation de certains métabolites chez *Lycopersicum esculentum* et *Lycopersicum sheesm Eanii* ", *Canadian Journal of Plant Science*, 2002, vol 82n°, pp. 177-183. *Water stress. Plant, Cell and Environment* vol 25, pp 239–250, 2001.
- [24] E. Bizid, C. Grigon, " Tolérance à NaCl et sélectivité K⁺/Na⁺ chez les triticales", *Agronomie* vol 8 n°1, pp 23-27, 1988.
- [25] H.R. Boudoudou, R. Hassikou, A.T. Ouazzani, A. Badoc, A. Douira, "Premières manifestations de la fusariose sur la germination et les plantules du riz," *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, vol 148, pp 45-54, 2009.
- [26] A. Mayumi Yano-Melo, O. José Saggin, L. Costa Maia, "Tolerance of mycorrhized banana (*Musa* sp. Cv. Pacovan) plantlets to saline stress", *Agriulture, ecosystem and environment* vol 95, pp 343-348, 2003.

**L'EGALITE DE TRAITEMENT DES USAGERS DES SERVICES PUBLICS :
CAS DES ABONNES DE LA SOCIETE NATIONALE D'ELECTRICITE « SNEL »
DANS LE CENTRE COMMERCIAL DE KAVUMU**

**[EQUAL TREATMENT OF USERS OF PUBLIC SERVICES :
CASE OF CUSTOMERS OF THE NATIONAL ELECTRICITY COMPANY « SNEL »
IN THE COMMERCIAL CENTRE OF KAVUMU]**

John CIZA BYERUNGU

Assistant de deuxième mandat, Institut Supérieur de Technique de Développement « ISTD-MULUNGU »,
Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A study on the equal treatment of users of public services; for subscribers of the National Electricity Company "SNEL" in Kavumu shopping center; allowed us to discover how this state company provides its services to its users (subscribers). However; it is clear that the principle is violated in benefits SNEL. Several abuses occur in benefits to its customers especially in pricing and billing. The price applicable to the eastern DRC makes it very expensive to the current Kavumu; following billing which is observed; even in case of failure and it also violates the right of access to electricity as guaranteed by the constitution of the DRC (Art.48 of the Constitution of the DR Congo 18february.2006.)

More; we found other abuses in the organization of special relief and lines; and noticed discriminate between subscribers. Load shedding and special lines do not conform to the distribution of electrical energy regulations and the state provides no effort to protect users or better to make this right guaranteed by the Constitution and the violation engage(bind) liability under the spirit of the Congolese Civil Code Book III (Art.258 , 259 CDC III).

KEYWORDS: Equality; Treatment; Users; Service; Subscriber; Society; Electricity; Kavumu.

RESUME: Une étude portant sur l'égalité de traitement des usagers des services publics ; cas des abonnés de la Société Nationale d'Electricité « SNEL » dans le centre commercial de Kavumu ; nous a permis de découvrir la manière dont cette société de l'Etat fournit ses prestations envers ses usagers (abonnés). Cependant; force est de constater que le principe est violé dans les prestations de la SNEL .Plusieurs abus s'observent dans les prestations envers ses abonnés et surtout dans la tarification et la facturation. Le tarif applicable à l'Est de la RDC rend très cher le courant à KAVUMU; à la suite de la surfacturation qui s'observe; même en cas de coupure et cela viole aussi le droit d'accès à l'énergie électrique pourtant garanti par la constitution de la RDC (Art.48 de la constitution de la RD. Congo du 18fév.2006).

De plus; nous avons pu constater d'autres abus dans l'organisation des lignes spéciales et délestage; et avons remarqué une discrimination entre abonnés. Le délestage et lignes spéciales ne sont pas conformes au règlement de distribution de l'énergie électrique et l'Etat ne fournit pas d'effort pour protéger les usagers ou mieux rendre effectif ce droit garanti par la constitution et dont la violation engendrait sa responsabilité selon l'esprit du Code Civil Congolais Livre III (Art.258 ; 259 du CCL III).

MOTS-CLEFS: Egalité ; Traitement ; Usagers ; Service ; Abonnes ; Société ; Electricité ; Kavumu.

1 INTRODUCTION

Le service public constitue la manifestation la plus dominante des interventions de l'administration. La mission de service public qui est une mission de prestation ; consiste pour l'administration à rendre des services aux administrés.

Le terme service public peut être entendu suivant deux acceptions : au sens organique ; le service public est une entreprise gérée par l'administration ou mieux un appareil administratif ; et ; au sens matériel le service public désigne alors l'activité destinée à satisfaire un besoin d'intérêt général (**R.DEGNI-SEGUI ; Droit administratif général ; Abidjan ; 1990 ; p.157**).

Fidèle à la jurisprudence établie en 1921 par l'affaire dite Bac d'Eloka (**T.C. ; 22/1/1921 ; D.1921 ; 2 ; 1 ; Société commerciale de l'Ouest africain**) ; le droit administratif contemporain distingue deux grandes catégories de services publics : les services administratifs (SPA) et les services industriels et commerciaux (SPIC). A ces deux catégories ; la doctrine et certaines indications jurisprudentielles avaient paru ajouter une troisième dite « services publics sociaux » ; développée à partir de l'arrêt Naliato (**T.C ; 22 janvier 1955 ; Naliato**) ; mais la tentative de créer cette catégorie de services publics s'est avérée vaine ; dans la mesure où tout service public est par essence social. Quel que soit son domaine d'intervention ; le lien avec la société est évident.

Il convient de signaler que les services publics sont régis par trois principes ; les lois de Rolland ; du nom de l'auteur qui les a formulés : le principe d'adaptabilité ; de continuité et d'égalité (**R. ; CHAPUS ; Droit administratif général ; Tome 2 ; 3^{ème} éd. ; Paris ; Montchrestien ; 1987 ; P.123**).

C'est ce dernier principe qui attirera notre attention dans le cadre du présent travail qui se bornera sur les prestations de la société Nationale d'Electricité dans le centre commercial de Kavumu.

Le principe d'égalité devant les services publics est l'un des principes fondamentaux qui gouvernent l'organisation et le fonctionnement des services publics. Il présente une importance de tout premier plan puis qu'il constitue l'application sur le plan juridique de l'un des principes qui fondent et structurent l'Etat de droit ; de plus ; c'est l'un des principes auquel les citoyens accordent une importance particulière. De plus ; ce principe voudrait que les usagers du service public soient traités équitablement tant dans l'accès qu'au sein du service public ; et dans les prestations faites par ce dernier ; sans discrimination aucune qui ne soit commandée par la nature du service ou les conditions de son exercice. En outre ; le principe impose une égalité de traitement des fonctionnaires membre du même corps ; c'est-à-dire une égalité proportionnelle ou égalité de traitement des situations semblables. Les différences de traitement doivent être en liaison avec les différences de situations appréciables.

S'agissant des usagers des services publics ; il sera ainsi légalement possible ; notamment en matière tarifaire ; de tenir compte de telles différences de leurs situations par rapport au service. Ce principe est consacré par les instruments juridiques nationaux et internationaux (**Art. 11 ; 12 ; 13 de la constitution de la RD. Congo du 18 fév.2006 régissant l'égalité et la non-discrimination ; art. 1 ; 7 de la DUDH ; art. 2-1 ; 3 ; 26 du PIDCP ; art. 2 point 2 du PIDESC ; art. 2 ; 3 de la Charte africaine des droits de l'homme et des peuples**) et de la résulte sa valeur constitutionnelle qui est l'un des pivots de l'efficacité des missions de service public dans un Etat de droit.

Lorsque ce principe est violé ; l'usager peut demander l'annulation des décisions illégales et mettre en jeu la responsabilité de l'administration. Ce principe qui est d'une grande nécessité pour l'efficacité de l'administration ; a attiré notre attention ; en ce que nous voudrions en mesurer les conditions de réalisation ou de respect dans un service public : la fourniture de l'électricité par la Société Nationale d'Electricité « SNEL » dans le centre commercial de KAVUMU.

En effet ; il s'observe des difficultés réelles dans les prestations de la SNEL envers ses abonnés ; dans le centre commercial de Kavumu et ses environs ; et qui risqueraient de compromettre l'esprit même dudit principe voire conduire à sa violation. C'est dans cette perspective que nous voudrions nous renseigner en termes d'objectif fondamental si le fonctionnement de la SNEL est conforme au principe de légalité ; de plus s'il existe une politique publique de protection des abonnés mais aussi quels mécanismes les usagers de ce service public disposent-ils pour leur protection ?

Le fonctionnement de la SNEL serait en partie un faux par rapport au principe de l'égalité devant le service public.

La réglementation du service suggère à penser que la politique de protection des abonnés de la SNEL serait efficace. Les consommateurs devaient pouvoir disposer de mécanismes de protection. Mais les mécanismes institutionnels (Droit contractuel-juridictions) seraient inefficaces s'ils n'offraient aucune garantie de protection des consommateurs contre toute atteinte à leur droit.

Pour une meilleure protection ; les abonnés devraient recourir à d'autres garanties(ou moyens) telles que : faire des réclamations auprès de ce service public ; adresser des pétitions aux autorités compétentes ; saisir les juridictions compétentes pour garantir l'effectivité voire l'efficacité de leur recours.

2 TECHNIQUE ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

Le centre commercial de Kavumu étant dans le groupement de BUGORHE est situé entre 2° et 3° de latitude Sud et entre 28° 20' et 29° de longitude Est sur le flanc du massif de Kahuzi-Bièga ; entre 1470m et 2200m d'altitude et bénéficie d'un climat tropical humide comprenant une longue saison de pluie de 9mois(septembre à mai) et une courte saison sèche de 3mois(Juin à Aout).La température moyenne annuelle varie entre 18 et 20°C et l'humidité de l'air entre 68 et 75% (Climatologie du CRSN-LWIRO 2014).

La végétation est constituée d'une savane herbeuse de montagne dominées par de graminées fortement diversifiées et quelques arbustes ; les lieux de pâture les animaux d'élevages (bovins ; caprins et ovins) a été dégradé par suite d'une très grande concentration des habitants et des diverses activités qu'ils exercent (agriculture ; reforestation et construction des habitations et des conséquences qui en découlent en l'occurrence de route ; école ; église....).

Cette anthropisation a conduit à ce que la végétation actuelle constituée de savane végétation ait remplacé une autre primitive qui était constituée de forêt primaire à *Albizia grandibracteata original* (Bisusa et al.2014).Ainsi l'espace pâturable est très réduit à cause de la densité élevée de la population (plus de 350hab. /km²(Balagizi et al.2013).La population de ce deux groupements vit sur un prolongement de terroir qui s'étend entre le PNKB et le lac Kivu ; y exerçant l'agriculture et la pêche(Balagizi et al.2013).

2.2 METHODES

Pour mener à bon port cette étude ; nous avons recouru à la méthode herméneutique(herméneutique) qui consiste en interprétation de textes légaux mais aussi nous nous sommes appuyé de la technique documentaire qui nous a mis en contact avec les doctrines en présence et nous renseigner sur le fonctionnement du service public qu'est la SNEL à l'aide d'une interview libre.

3 CADRE THEORIQUE GENERAL SUR LE SERVICE PUBLIC

Le service public a une place considérable dans l'action de l'administration ; c'est dans cette optique que nous allons traiter en premier lieu de la notion de service public ; la typologie des services publics ainsi que du régime juridique.

3.1 NOTION DE SERVICE PUBLIC

La notion de service public fait objet de plusieurs définitions approximatives ou fragmentaires ; et l'évolution de faits et de la jurisprudence a accentué son incertitude et conduit à parler d'une crise. Cependant ; nous sommes tenté de savoir ce que la jurisprudence et la doctrine nous disent.

Selon Georges VLACHOS ; le service public est l'une de manifestations essentielles de l'interventionnisme (G. ; VLACHOS ; cité par G. ; DUPUIS et M-J. ; GUEDON ; Droit administratif 3^{ème} édition ; Paris ; Armand colin ; 1991 ; p .424).

Le service public peut être appréhendé comme une activité d'intérêt général exercée par ou sous le contrôle de l'administration (R. ; DENGI-SEGUI (Op.cit. ; p.157). L'une des notions plus controversées en Droit administratif ; peut être compris dans un sens organique ou dans un sens matériel.

Compris dans son sens organique ou concret ; l'expression désigne un ensemble d'agents et de moyens qu'une personne publique affecte à une même tâche (J. ; RIVERO et J. ; WALLINE ; Droit administratif ; 19^{ème} édition ; paris ; Dalloz ; 2002 ; p.540)

Dans son acception matérielle ou fonctionnelle ; cette expression souvent retenue par jurisprudence ; désigne une activité d'intérêt général que l'administration tend assumer (J. ; RIVERO et J. ; WALLINE ; Op.cit. ; p.540).

De ce qui précède ; il faut retenir que le service public est une mission ou une activité destinée à satisfaire un besoin d'intérêt général et ce dernier étant le dénominateur commun des tous les services publics ; il constitue leur noyau dur en ce sens que la satisfaction de l'intérêt général est la fin qui justifie l'existence d'un service public. L'autorité publique ayant créé un service public peut apprécier de manière discrétionnaire les exigences de l'intérêt général et exiger la prise en charge par elle la totalité du besoin à satisfaire ou laisser l'activité privée s'exercer librement à côté du service public (**J. ; RIVERO ; Droit administratif ; 13^{ème} édition ; Paris ; précis Dalloz ; 1990 ; p.558.**)

3.2 TYPOLOGIE DE SERVICE PUBLIC

L'introduction de la notion de service public dans le domaine socio-économique a provoqué la création d'une distinction entre deux catégories essentielles ; les services publics administratifs et les services publics industriels et commerciaux (**G. ; BRAIBANT ; Droit administratif Français ; Paris ; presses de la fondation nationale de sciences politiques et Dalloz ; 1984 ; p.145.**)

Il ya vingtaine d'années ; une troisième catégorie de services publics a été distinguée ; les services public sociaux. Mais cette notion ne s'est pas beaucoup développée (**P. ; GEORGES ; Notions essentielles ; Droit public ; 7^{ème} éd. ; Paris ; Sirey ; 1967 ; p.305.**)

3.2.1 LES SERVICES PUBLICS ADMINISTRATIFS (SPA)

Ce sont des services qui n'ont pas un objet d'activité industrielle ou commerciale ; qui ne sont pas financés par des prix ; par des recettes en provenant de la vente des produits et qui ne sont pas soumis à des objectifs de ou rentabilité ou d'équilibre financier (**G. ; BRAIBANT ; Op.cit. ; p.145.**)

Ils constituaient autrefois la quasi-totalité des services publics et ils en restent la grande majorité. On les appelle aussi parfois ; services publics proprement dits.

Cette catégorie est identifiable grâce aux textes relatifs à la création qui prennent soin de préciser la nature du service ainsi crée ; et en cas d'absence des textes ou dans le silence de la loi ; il est recouru à la méthode du faisceau d'indices (on analyse le but ; personne qui a créé ou qui gère le service ou mieux organisation ; droit appliqué ; source de financement). Si c'est la personne publique et le droit administratif est appliqué ; alors c'est le service public administratif. Le Service public administratif est marqué par une forte teneur de droit administratif ; il est intégralement soumis au régime de droit public tant pour son organisation que pour son fonctionnement.

Les usagers de SPA sont dans une situation légale et réglementaire définie par les lois et règlements du service (**A. ; De LAUBADERE ; Manuel de droit administratif ; 8^{ème} édition ; Paris ; LGDJ ; 1967 ; p.244.**)

3.2.2 LES SERVICES PUBLICS INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX(SPIC)

Cette catégorie a été développée à partir d'une décision du Tribunal des Conflits en date du 22 Janvier 1921 ; dans l'affaire dite du « Bac d'ELOKA » (**T.C. ; 22janvier 1921 ; Société commerciale de l'Ouest africain ; G.A ; p.160**)

Ces services se caractérisent essentiellement par leur objet ; qui est d'exercer une activité à caractère Industriel ou commercial : ils achètent pour revendre ; ils transforment ; il s'agit en réalité de véritables entreprises de production ; de distribution ; de transport ; de crédit ; d'assurance ;...(**P. ; GEORGES ; Op.cit. ; p.308.**)

Comme les SPA ; les SPIC doivent leur qualification généralement aux textes. En cas de silence des textes ; un certain nombre d'indices permettent de déterminer la nature du service.

Les SPIC sont normalement soumis au droit commun et ils sont alimentés par des redevances payées par les usagers en contre partie de prestation reçue ; il revêt un caractère industriel et commercial ; et les usagers sont dans une situation de droit privé analogue à celle du client d'une entreprise privée ; les usagers qui sont entrés en rapport avec le service (achat d'un billet de chemin de fer ; souscription d'une police d'abonnement de Gaz...)

3.2.3 LES SERVICES PUBLICS SOCIAUX

Les services publics sociaux ont pour but l'intérêt social et ils sont essentiellement régis par le droit privé (**P. ; GEORGES ; Op.cit. ; P.309**). Cette catégorie ne s'est pas beaucoup développée depuis 1955 et leur problématique était posée dans l'Arrêt Naliato (**T.C. ; 22 janvier 1955 ; Naliato**).

Lorsqu'un service public a un but social ; il se rattache tantôt à l'une ; tantôt à l'autre des deux catégories selon les modalités de sa gestions.

3.3 REGIME JURIDIQUE DES SERVICES PUBLICS

Parler du régime juridique des services publics revient à explorer d'abord leurs modes de gestion qui doit être conforme d'une part aux principes régissant l'ensemble de l'action administrative à savoir la légalité et la responsabilité et ; d'autres part ; aux services publics ou lois de Rolland.

3.3.1 LES MODES DE GESTION DES SERVICES PUBLICS

On trouve depuis l'origine trois grandes modalités qui sont d'ailleurs demeurées les grandes formes d'organisation : la régie ; l'établissement public ; la concession (**A. ; De LAUBADERE ; Op.cit. ; P.212**)

- La régie est procédé qui consiste en une exploitation d'un service public directement par l'administration qui l'a créé (**G. ; DUPUIS et M-J. ; GUEDON ; Op.cit. ; p.434**). Elle constitue le mode normal de gestion des services publics ; et elle revêt deux formes : la régie simple ou directe et la régie intéressée.
- L'établissement public : à la différence de la régie ; l'établissement public est un service public doté de personnalité juridique (**R. ; DEGNI-SEGUI ; Op.cit. ; p.185**). C'est un mode de gestion des services publics caractérisé par le fait que le service ; tout en étant confié à un organisme public ; reçoit une certaine autonomie sous forme de personne morale.
- La concession des services publics quant à elle ; est un mode de gestion d'un service public dans lequel une personne publique(concédant) charge par un contrat une autre personne(concessionnaire) de faire fonctionner à ses risques et périls un service public ; en lui permettant de se rémunérer sur les usagers (**G. ; PEISER ; Droit administratif ; 14^{ème} éd. ; Paris ; Dalloz ; 1989 ; P.123**). On l'appelle encore investiture contractuelle.

3.3.2 LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU SERVICE PUBLIC : LES LOIS DE LOUIS ROLLAND

Toutes les activités de services publics qu'elles soient exercées par des personnes de droit privé ou de droit public ; quel que soit leur caractère administratif ou commercial ; sont régies par certains grands principes. A cause de leur importance et généralité ; ils méritent pleinement d'être présentés en langue figurée ; comme étant les lois des services publics.

Ces principes dont Louis Rolland a mis l'existence en lumière méritent d'être listés : il s'agit du principe de mutabilité (ou adaptabilité) ; de continuité et d'égalité (**R. CHAPUS ; Droit administratif général ; T.2 ; 3^{ème} éd. ; Paris ; éd. Montchrestien ; 1987 ; p.449**). C'est le principe d'égalité qui fait objet de notre étude et qui nous exige un rebondissement.

4 LE PRINCIPE D'EGALITE DEVANT LES SERVICES PUBLICS

Ce principe n'est que l'application au domaine des services publics du principe général de l'égalité des citoyens devant la loi et les charges publiques. En ce qui concerne les usagers ; il s'applique tant aux charges du service qu'à son bénéfice : tout particulier ; dès lors qu'il remplit les conditions légales ; a le droit d'obtenir les prestations que le service fournit sans discrimination tenant à sa personne et sans que les tarifs puissent varier en fonction d'autres considérations que la différence de situation des utilisateurs ; ou de nécessité d'intérêt général. D'autre part ; l'aménagement pratique du service doit être tel que tous les usagers puissent y accéder.

Ce principe de l'égalité des usagers des services publics revêt un double aspect dans les modalités de sa mise en œuvre : égalité dans l'accès aux services publics et égalité de traitement au sein du service.

4.1 L'EGALITE DANS L'ACCES AUX SERVICES PUBLICS

C'est la première forme la plus élémentaire du principe de l'égalité qui régit le fonctionnement même des services publics. Il postule donc l'égalité entre les personnes devant bénéficier des prestations d'un même service. Ce sous principe concerne à la fois l'agent et l'utilisateur du service public.

Dans cette hypothèse ; l'égalité n'est profitable que pour les administrés qui se trouvent remplir les conditions prévues par les textes d'organisation et de fonctionnement de ce service (**G. ; BRAIBANT ; Op.cit. ; p.344**).

4.2 L'EGALITE DE TRAITEMENT AU SEIN DU SERVICE

Cette dernière constitue le second aspect du principe d'égalité devant les services publics que l'utilisateur(ou agent) effectif doit bénéficier. Il s'agit d'une égalité non seulement devant les prestations et les avantages que procure le service ; mais également devant les charges qu'il impose.

Le service public doit traiter ses usagers sur un pied de stricte égalité. L'administration ne saurait soumettre certains d'entre eux à un régime de traitement privilégié.

4.3 FONDEMENT DU PRINCIPE

Le principe d'égalité est un principe constitutionnel ; qui se trouve posé dans la constitution de la RD. Congo et dans plusieurs textes internationaux (**Art.1^{er} ; 2(1) ; 7 ; 10 DUDH ; art.2(1) ; 3 PIDCP ; art.2(2) PIDESC ; art .2 ; 3 de la Charte Africaine des droits de l'Homme et des Peuples et art.11 ; 12 et 13 de la Constitution du 18 février 2006 et art.8 du statut de carrière de la fonction publique en RD. Congo**).

L'égalité impose seulement qu'à des situations (ou catégories) semblables soient appliquées les mêmes règles. Une différence de traitement est possible ; mais doit être soit justifiée par des situations non semblables ; soit l'intérêt général l'exige ; et ne doit pas être incompatible avec la finalité de la loi.

5 MISE EN ŒUVRE DU PRINCIPE D'EGALITE DEVANT LES SERVICES PUBLICS : REFLEXIONS CRITIQUES SUR LES PRESTATIONS DE LA SNEL

Dans le cadre de notre étude ; il nous est nécessaire de présenter d'abord la SNEL ; analyser aussi la réglementation du service de la SNEL envers ses abonnés et enfin le concilier avec les prestations de la SNEL.

5.1 PRESENTATION DE LA SNEL

La SNEL fut créée le 16 mai 1970 par l'Ordonnance-loi n° 070/003(**O.L n° 070 /033 du 16 mai 1970 portant création de la SNEL « In moniteur Congolais » ; n° 19 du 1^{er} octobre 1970**) qui a pris soin de déterminer les objectifs lui assignés afin de mieux matérialiser la gestion d'une activité d'intérêt général tant que service public. C'était dans le cadre de répondre de son objet social ; que l'Etat avait mis en service le 24 novembre 1979 le barrage d'Inga I pour permettre à la société de produire ; de transporter et de distribution de l'énergie électrique et matérialiser la volonté de l'Etat de s'assurer le contrôle direct très utile pour le développement socio-économique du Pays. A ce jour ; le service public d'électricité est confié à la SNEL en tant que Société de l'Etat régie par la loi cadre sur les entreprises publiques et l'Ordonnance n° 78/196 du 5 mai 1978.

Il convient de préciser que la SNEL est une Société d'Etat dotée d'une personnalité juridique c'est-à-dire qu'elle jouit d'une autonomie financière ainsi que d'un patrimoine et une autonomie de gestion.

Partant des critères d'identification d'un service public exposés précédemment ; la SNEL est un SPIC ; en ce sens qu'elle a pour objet la production du courant ; le transport et distribution ; et ses ressources proviennent des redevances payées par les usagers (abonnés) en contrepartie de prestations reçues ; elle fonctionne dans les conditions similaires à une entreprise privée ; et donc la SNEL est soumise au droit commun(droit privé) ; les usagers sont dans une situation contractuelle.

5.2 DE LA REGLEMENTATION DU SERVICE DE LA SNEL ENVERS SES USAGERS (ABONNES)

Il existe des dispositions légales ou réglementaires par rapport au service que la SNEL doit rendre aux usagers. Certaines de ces dispositions sont contenues dans le règlement d'exploitation de la SNEL ; le contrat de fourniture d'énergie électrique entre la SNEL et le client (abonné).L'art.1^{er} du contrat de fourniture d'énergie électrique en Moyenne Tension précise que la SNEL s'engage à fournir au client et ce dernier s'engage à acheter à la SNEL toute énergie électrique nécessaire pour les besoins de ses installations ; et il en découle aussi les obligations et droits de la SNEL mais aussi ceux des abonnés(**SEKA BUHORO BAHINYAZA ; Note de conseil exécutif n° 00497/B.2/81 ; Kinshasa ; le 13 avril 1981 ; In cahier des charges de distribution publique d'électricité**).

5.3 LE PRINCIPE D'EGALITE DANS LES PRESTATIONS DE LA SNEL

Dans ce point ; il est question pour nous de présenter les différents abus de la SNEL ; dans le centre commercial de Kavumu ; découvrir les garanties de protection de consommateurs d'électricité à KAVUMU avec inspiration d'ordre jurisprudentiel.

5.3.1 LES ABUS DE LA SNEL DANS LE CENTRE COMMERCIAL DE KAVUMU

Les prestations de la SNEL dans le centre commercial de KAVUMU sont emailées par plusieurs abus. La SNEL ne respecte pas ses obligations dans la fourniture de l'énergie électrique. Plusieurs violations s'observent dans la facturation ; le délestage et les lignes spéciales.

Dans la facturation par exemple ; plusieurs irrégularités sont à remarquer ; d'abord ; il ya non-conformité aux arrêtés (textes en vigueur) ; c'est-à-dire au cadre juridique de la tarification d'électricité. Il s'agit de l'Ordonnance Loi n° 83-026 du 12 septembre 1983 portant modification du décret-loi du 20mars 1961 sur les prix ; qui à son article 3 dispose que « la fixation du prix de l'électricité relève du ministère de l'économie » ; de l'arrêté n° 010/CAB/MINIP/98 du 28 avril 1998 portant fixation des tarifs Basse-Tension domestique du secteur hydroélectrique(qui est applicable à l'Est de la RDC). En suite ; les recours exagérés aux facturations forfaitaires ; or ; le forfait ; n'est pas un paiement équilibré et cela pose de sérieux problèmes aux abonnés et parfois la SNEL facture en cas de coupure.

Le délestage n'est pas réglementé dans la pratique ; parfois ; il est prolongé dans certains quartiers (ou avenues) ; sans justifications objectives. Il en est de même pour des lignes spéciales ; où une catégorie d'abonnés semblent être privilégiée par rapport à d'autres ; et cela débouche sur une discrimination entre usagers d'un même service public. Ainsi ; nous pouvons dire que ces abus de la SNEL violent principalement le droit à l'égalité(ou la non-discrimination) et le droit d'accès à l'énergie électrique.

- De la violation du droit à l'égalité : la notion de discrimination englobe d'ordinaire les cas dans lesquels un individu ou un groupe se voit ; sans justification adéquate ; moins bien traité qu'un autre ; même si la convention ne requiert pas le traitement plus favorable (**CEDH. ; 28mai 1985 ; Abdu Aziz ; Cabales et Balkand Ali ; A.98 ; §.82 ; CEDH ; 23 juillet 1968 ; Affaire linguistique Belge ; GACEDH ; n° 8 ; §.10 ; CED ;23 nov.1983 ; Van der Mussels ; A.70 ; §46 ; Rasmussen ; préc ; §34ets ; Fredin ; 18 fév.19991.A.192 ; §.60 ; RUDH ; 1992 ; 9 ; chron.F.Sudre.) ; En effet ; les prestations de la SNEL à KAVUMU sont discriminatoires ; et cela se prouve par sa facturation ; le délestage. Dans la tarification faite par la SNEL ; cette discrimination s'observe selon qu'on est à l'Ouest ou à l'Est de la RDC ; pourtant c'est le même service public ; surtout celle qui est en vigueur dans le centre commercial de KAVUMU par rapport à d'autres parties du territoire national n'est pas justifiée de manière objective et raisonnable ; et n'obéit pas au principe de proportionnalité.**
- **De la violation du droit d'accès à l'énergie :** le service public d'électricité a pour objet de garantir l'approvisionnement en électricité dans le respect de l'intérêt général. Ce service public doit être géré dans le respect strict des principes d'égalité ; de continuité ; d'adaptabilité et dans des meilleures conditions de sécurité ; de qualité ; des couts ; de prix d'efficacité économique ; sociale et énergétique. Cet accès à la fourniture d'électricité doit ; dans la conception de service public ; être offert à tous les usagers domestiques dans les conditions d'égalité de traitement. Le droit d'accès à l'énergie tel que consacré par la constitution de la RDC voudrait que l'électricité ; les installations et les services soient d'un cout abordable pour tous (**Art.48 de la constitution de la RD. Congo du 18fév.2006**).

Cependant à KAVUMU ce n'est pas le cas ; les abonnés ne cessent de plaindre de cette attitude exorbitante de la facture ; et cela prouve combien la SNEL a failli à sa mission principale dans le centre commercial de KAVUMU. Elle cause d'énormes préjudices aux consommateurs ; et compromet la réalisation des autres droits garantis (droit à la santé ; droit à l'éducation ; droit à l'alimentation ; droit à l'eau ;...)

Ces différents préjudices causés aux consommateurs par la SNEL ; peut engager sa responsabilité et même de l'Etat pour manque de protection des consommateurs (abonnés) ; conformément au Code Civil Congolais Livre III (**Art.258 ; 259 du CCL III**) et surtout qu'il doit garantir l'applicabilité des instruments juridiques tant nationaux qu'internationaux pour le bien être de la population et veiller à ce que ces instruments ne soient violés ni par lui-même ni par des tiers pour bâtir un Etat de droit en mettant en œuvre des politiques respectueuses des droits économiques ; sociaux et culturels.

De cd fait ; les instances judiciaires doivent jouer un rôle dans la protection de droit des consommateurs ; elles doivent leur ouvrir la voie de confronter le système « dominant-dominé » afin d'aboutir à une réelle transformation sociale ; en mettant en place un nouvel ordre juridique.

6 CONCLUSION

Nous voici au terme de notre étude qui a porté sur « l'égalité de traitement des usagers des services publics ; Cas des abonnés de la société nationale d'électricité « SNEL » dans le centre commercial de Kavumu » et dont il nous revient pour le moment d'en esquisser les conclusions.

Le principe d'égalité qui n'est que l'application ; au domaine des services publics du principe général de l'égalité des citoyens devant la loi ; a une portée très générale et qui suppose un traitement égal des usagers se trouvant dans une même catégorie ; et cela ; tant dans l'accès qu'au sein du service public. Cependant ; la discrimination entre les usagers du service public peut être admise pour des raisons d'intérêt général ; de la loi ; ou des différences de situations (catégories différentes). Dans l'analyse de notre objectif principal qui était de confronter l'esprit du principe dans son aspect théorique à un cas pratique qui est la SNEL ; nous avons constaté que le principe est violé dans les prestations de la SNEL .Plusieurs abus s'observent dans les prestations envers ses abonnés et surtout dans la tarification et la facturation. Le tarif applicable à l'Est de la RDC rend très cher le courant à KAVUMU ; à la suite de la surfacturation qui s'observe ; même en cas de coupure et ce la viole aussi le droit d'accès à l'énergie électrique.

D'autres abus s'observent dans l'organisation des lignes spéciales et délestage ; où nous avons remarqué une discrimination entre abonnés. Le délestage et lignes spéciales ne sont pas conformes au règlement de distribution de l'énergie électrique.

En outre ; nous avons constaté que les pouvoirs publics semblent abandonner les abonnés de la SNEL ; car l'Etat doit jouer un rôle important dans la protection des consommateurs. Il doit mettre en place un système légal et réglementaire efficace qui soit conforme aux instruments juridiques tant nationaux qu'internationaux. Il ne suffit pas de proclamer un droit sans le protéger ; car un droit proclamé mais sans mécanisme de protection n'est qu'un droit théorique voire illusoire.

Ainsi ; pour bien assainir ce domaine très capital pour un bon développement socio-économique du pays nous suggérons :

- A l'Etat de prendre ses responsabilités pour protéger les consommateurs de l'énergie électrique dans le centre commercial de Kavumu ;
- A la SNEL d'éviter la surfacturation de l'énergie électrique et d'appliquer un tarif unique sur toute l'étendue du territoire ; afin de juguler la discrimination entre abonnés ;
- Aux abonnés d'exiger à la SNEL de rendre public le règlement d'exploitation de la SNEL ; car étant conscients de leurs droits ; ils auront plus de chances de les faire respecter et de respecter ceux de cette société.

REMERCIEMENTS

Merci et bravo à tous les promoteurs et protecteurs de droits de consommateurs congolais en général qui travaillent avec acharnement pour défendre les droits de ces marginalisés et mettre fin au système « dominant-dominé » qui émaille certaines structures. Leur activité est le support de ce travail et par leur disponibilité, ils l'ont rendu possible.

REFERENCES

- [1] Déclaration Universelle des Droits de l'Homme ; adoptée et proclamée par l'Assemblée Générale dans sa résolution 217(III) du 10 décembre 1948 ; Bulletin officiel 1949.
- [2] La charte Africaine des droits de l'Homme et des peuples (Nairobi ; juillet 1981) ; ratifiée par la RDC le 20 juillet 1987 ; et publiée au J.O ; numéro spécial de Septembre 1998.
- [3] Pacte International relatif aux Droits Civils et Politiques (New York) : adopté et ouvert à la signature ; à la ratification et à l'adhésion par l'Assemblée Générale dans la résolution 2200 A(XXI) du 16 décembre 1966 ; entrée en vigueur: le 23 mars 1976 ; conformément aux dispositions de l'art.49 ; ratifié par la RD. Congo le 1^{er} nov.1976 ; et publié au J.O numéro spécial du 9 avril 1999.
- [4] Pacte International relatif aux Droits Economiques ; Sociaux et Culturels : adopté et ouvert à la signature ; à la ratification et à l'adhésion par l'Assemblée Générale dans la résolution 2200 A(XXI) du 16 déc.1966 ; entré en vigueur : le 3 janvier 1976 ; conformément aux dispositions de l'art.27 ; ratifié par la RDC le 1^{er} nov.1976.

- [5] Arrêté du ministre de l'économie n°004/CAB/MMENIPME/96 du 07 fév.1996 créant un comité interministériel de suivi des prix et des tarifs de vente d'eau potable et d'électricité(COSU).
- [6] Arrêté ministériel n° 010/CAB/MENIP/98 du 28 avril 1998 ; portant fixation des tarifs de vente d'énergie électrique par la SNEL pour ses abonnés an Basse-Tension ; modifié par l'arrêté n° RCD/DPT-EPIC/016/2001 du 09 septembre 2001.
- [7] Décret-loi du 20 mars 1961 sur le prix.
- [8] La constitution de la RDC ; du 18 fév.2006 ; publiée au J.O ; 47^{ème} année ; n° spécial 2006.
- [9] Ordonnance –loi n°83-026 du 12 septembre 1983 portant modification du décret-loi du 20 mars 1961 sur les prix.
- [10] Statut de carrière de la fonction publique en RDC ; du 17 juillet 1981.
- [11] BRAIBANT ; G. ; Le droit administratif Français ; Paris ; presses de la fondation nationale des sciences politiques et Dalloz ; 1984.
- [12] CHAPUS ; R. ; Droit administratif général ; T.2 ; 2^{ème} ; 3^{ème} ; 4^{ème} ; 11^{ème} et 12^{ème} édition ; Montchrestien ; 1987.
- [13] De LAUBADERE ; A. ; Manuel de droit administratif ; 8^{ème} éd. ; Paris ; LGDJ.1967.
- [14] De LAUBADERE ; A. ; Traité élémentaire de droit administratif ; 2^{ème} éd. ;Paris ; Dalloz ; 1967 .
- [15] DEGNI-SEGUI ; R. ; Droit administratif général ; Abidjan ; 1990.
- [16] DUPUIS ; G.et GUEDON ; M-J. ; Droit administratif ; 3^{ème} éd. ; Paris ;Armand Colin ; 1991.
- [17] FRAISSEIX ; P. et VALETTE ; J-P. ; Précis de droit public ; Paris ; PUF ; 2000.
- [18] GEORGES ; P. ; Notions essentielles de droit public ; 7^{ème} éd. ; Paris ; Sirey ; 1989.
- [19] PEISER ; G. ; Droit administratif ; 14^{ème} éd. ; Paris ; Dalloz ; 1989.
- [20] RIVERO ; J.et WALINE ; J. ; Droit administratif ; 19^{ème} éd. ; Paris ; Dalloz ; 2002.
- [21] RIVERO ; J. ; Droit administratif ; 13^{ème} éd. ; Paris ; Dalloz ; 1990.
- [22] SUDRE.F. ; Droit européen et international des droits de l'homme ; 6^{ème} éd. Refondue ; PUF ; Paris ; 2003.
- [23] SUDRE.F. ; Convention européenne des droits de l'homme ; 2^{ème} éd. ; France ; PUF ; 1990.

PROBLEMATIQUE DE LA GESTION FONCIERE DANS LE GROUPEMENT DE BUGORHE, SUD-KIVU, REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

[PROBLEM OF LAND MANAGEMENT IN THE CLUSTER OF BUGORHE, SOUTH KIVU, DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO]

John CIZA BYERUNGU

Assistant de deuxième mandat à l'Institut Supérieur de Technique de Développement « ISTD-MULUNGU »,
Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2015 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: An investigation on land management in the group Bugorhe was made from January 2013 until December 2014. This study has imbued us tools to mobilize for socio-economic transformation or better for good integral development of the democratic republic of the Congo in general and Bugorhe group in particular, but also include land management in the Bugorhe group who is a victim of the ignorance of the Land Law (Law No. 73-021 of 20 July 1973 as amended and supplemented by law No. 80-008 du 18 July 1980) and the lack of urban planning and subdivision in most neighborhoods and villages as it observes some uncontrolled construction here and there and some land conflicts that result because most Bugorhe the group 's land is customary origin and that would require a strong involvement of public authorities to clean up this valuable area for human life. Moreover the earth being a cult object and imbued sacredness element of social cohesion, economic development tool, it is simply a matter of extraordinary complexity and at the same time, an economic good of paramount importance. Indeed, in both urban and rural areas, land is developed for housing, agriculture, livestock, trade, industry, handicrafts, fish farming; once mostly unregulated reconcile custom and law; the division of society may arise in any circumstance; and that's why the state has seen fit to only arrogated absolute ownership of land (Art.53 of the Land Law of 18 July 1980) and in the spirit of Article 58 of the Constitution. Congo the RD of 18 February 2006.

KEYWORDS: Management; Land; Bugorhe; DRC.

RESUME: Une investigation sur la gestion foncière dans le groupement de Bugorhe a été faite depuis Janvier 2013 jusqu'en Décembre 2014. Cette étude nous a imprégnés des outils à mobiliser pour une transformation socio-économique ou mieux pour un bon développement intégral de la RD. Congo en général et le groupement de Bugorhe en particulier mais aussi comprendre la gestion du foncier dans le groupement de Bugorhe qui est victime de la méconnaissance de la loi foncière (**loi n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980**) ainsi que de l'absence des plans urbanistiques et de lotissement dans la plupart des quartiers et villages car il s'observe certaines constructions anarchiques çà et là et qui entraînent certains conflits fonciers car la majeure partie des terres du groupement de Bugorhe sont d'origine coutumière et qui nécessiteraient une forte implication des pouvoirs publics pour assainir ce secteur très utile pour la vie de l'homme. De plus la terre étant un objet cultuel et empreint de sacralité, élément de cohésion sociale, instrument de développement économique, elle est tout simplement un sujet d'une complexité inouïe et en même temps, un bien économique d'une importance capitale. En effet, en milieu urbain comme en milieu rural, les terres sont aménagées pour l'habitat, l'agriculture, l'élevage, le commerce, l'industrie, l'artisanat, la pisciculture ; une fois non réglementées surtout concilier la coutume et la loi ; la division des couches sociales peut surgir dans n'importe quelle circonstance ; et c'est pour cette raison que l'Etat a jugé utile de s'arrogé seul la propriété absolue du foncier (**Art.53 de la loi foncière du 18 juillet 1980**) et selon l'esprit de l'art 58 de la constitution de la RD .Congo du 18 février 2006.

MOTS-CLES: Gestion ; Foncière ; Bugorhe ; RDC.

1 INTRODUCTION

Le foncier constitue la toile de fond de la quasi-totalité des dynamiques de développement.

En effet, la terre sert non seulement de soubassement à toutes les activités humaines mais aussi de lien entre les vivants et les morts. Dans toutes les cultures paysannes, le rapport de l'homme à la terre revêt donc une importance capitale. Mais le développement de l'économie de marché a donné à la terre une valeur marchande qui s'est d'abord imposée dans les sociétés européennes, puis progressivement dans les pays africains, d'abord par le biais de la traite puis de la colonisation.

Ainsi, l'attribution de la terre, son utilisation, sa vente, son achat ou sa taxation sont devenus un enjeu important. C'est pourquoi la terre est bien souvent à l'origine de conflits entre différents groupes « ayant- droits » sur un même espace. Ainsi, on a noté ses dernières années, des affrontements liés au foncier dans certaines contrées dans le groupement de Bugorhe en l'occurrence de BISHIBIRU et même, des conflits domaniaux et terriens opposent non seulement les populations à l'Etat, mais aussi les populations entre elles ; cas de la Régie des Voix Aériennes et la population de CENKURU-BWIMIKA.

Dans les villages qui constituent le groupement de Bugorhe ; les problèmes fonciers n'ont pas la même ampleur. Toutefois, certaines pratiques en matière d'occupation et d'utilisation de la terre conduisent à des situations conflictuelles entre les populations et les autorités d'une part et les populations entre elles d'autre part. Les domaines déclarés d'utilité publique ne sont pas reconnues par les populations. Or certains villages et quartiers sont en en pleines transformations et les besoins en infrastructures et équipements sont encore immenses. Il paraît donc nécessaire, dans la perspective d'un programme d'aménagement de chacun des quartiers du groupement, de mener une réflexion globale sur la question foncière afin d'identifier et de résoudre les problèmes actuels de gestion foncière et surtout par rapport à l'obtention des titres.

C'est ainsi que ; La présente étude, constitue une contribution à cette réflexion. Elle est intitulée « **problématique de la gestion foncière dans le groupement de Bugorhe** »

Lorsqu'on interroge l'opinion congolaise en général sur l'étendue du territoire national ; l'on se rend compte de l'ampleur des problèmes d'accès et de jouissance des terres ainsi que les conflits fonciers qui se sont développés à la suite de plusieurs facteurs notamment la législation foncière nationale qui est restée peu claire sur la gestion des terres rurales ; les antivaleurs qui sont institutionnalisées telles que la corruption ; la malhonnêteté et l'absence de transparence qui ont caractérisé, depuis des décennies les institutions publiques en charge de la gestion foncière.

La problématique se pose en termes de désorganisation comme on le sait ; en milieu rural ; la gestion et distribution des terres rurales qui jadis étaient réservée aux seuls chefs coutumiers « Bamis » ; ou à travers leurs représentants établis dans les villages et groupements ne se font plus conformément au droit foncier coutumier.

Les pratiques foncières locales se développées totalement en marge des lois coutumières et sont à la merci d'une panoplie d'acteurs (dirigeants et dirigés) aux intérêts et motivations différents mais tous émergeant vers un but similaire qu'est financier. **(Rapport sur la table ronde organisée à Bukavu en RD. Congo du 10 au 11 mai 2010 par l'Innovation et formation pour le développement et la paix ; portant sur la problématique foncière et ses enjeux dans la province du Sud-Kivu ; P .1)**

Cependant ; la question clef est de comprendre quelle gestion du foncier et quels outils à mobiliser pour une transformation socio-économique du groupement de Bugorhe mais aussi s'imprégner si du moins le foncier de bugorhe est sécurisé ou mieux est conforme à la législation y relative.

Pour bien appréhender cette question fondamentale ; nous estimons que l'organisation ; la formation et la discipline sont des conditions nécessaires et suffisantes pour aboutir au développement socio-économique du groupement de BUGORHE dans son ensemble.

C'est dans cette perspective que nous aborderons notre thématique en points ci-après :

- Présentation des règles générales applicables à la gestion foncière en RD Congo dont fait partie le groupement de Bugorhe ;
- Les outils de gestion du foncier Congolaise en général et Bugorhe en particulier ;

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

Le groupement de BUGORHE est situé entre 2° et 3° de latitude Sud et entre 28° 20' et 29° de longitude Est sur le flanc du massif de Kahuzi-Bièga ; entre 1470m et 2200m d'altitude et bénéficie d'un climat tropical humide comprenant une longue saison de pluie de 9mois(septembre à mai) et une courte saison sèche de 3mois(Juin à Aout).La température moyenne annuelle varie entre 18 et 20°C et l'humidité de l'air entre 68 et 75% (**Climatologie du CRSN-LWIRO 2014**).

La végétation est constituée d'une savane herbeuse de montagne dominées par de graminées fortement diversifiées et quelques arbustes ; les lieux de pâture les animaux d'élevages (bovins ; caprins et ovins) a été dégradé par suite d'une très grande concentration des habitants et des diverses activités qu'ils exercent (agriculture ; reforestation et construction des habitations et des conséquences qui en découlent en l'occurrence de route ; école ; église....).

Cette anthropisation a conduit à ce que la végétation actuelle constituée de savane végétation ait remplacé une autre primitive qui était constituée de forêt primaire à *Albizzia grandibracteata original* (Bisusa et al.2014).Ainsi l'espace pâturable est très réduit à cause de la densité élevée de la population (plus de 350hab. /km²(Balagizi et al.2013).La population de ce deux groupements vit sur un prolongement de terroir qui s'étend entre le PNKB et le lac Kivu ; y exerçant l'agriculture et la pêche(Balagizi et al.2013).

2.2 METHODES

Pour mener à bon port cette étude ; nous avons recouru à la méthode herméneutique (juridique) qui consiste en interprétation de textes légaux mais aussi nous avons pu utiliser la technique documentaire qui nous a mis en contact avec les doctrines en présence en vue de faire un état de lieu sur le foncier de Bugorhe dans son ensemble garce à l'interview libre.

3 LES REGLES APPLICABLES A LA GESTION FONCIERE EN R.D CONGO

3.1 HISTORIQUE DU REGIME FONCIER CONGOLAIS

L'historique du régime foncier peut s'analyser à travers quatre périodes : avant l'EIC ; pendant l'EIC ; pendant la colonie belge et après l'indépendance.

3.1.1 AVANT L'ETAT INDÉPENDANT DU CONGO

Avant la constitution de l'Etat indépendant du Congo ; il existait deux types de terre :

- Les terres occupées par les autochtones c'est –à-dire les communautés locales et régies par la coutume ;
- Celles occupées par les non-indigènes ; Hollandais ; Portugais ; Anglais en vertu des contrats passés avec les chefs indigènes.

3.1.2 PENDANT L'ETAT INDÉPENDANT DU CONGO

Dans le premier temps ; l'EIC avait reconnu trois catégories de terres :

- Les terres occupées par les autochtones ; c'est –à-dire celles qu'ils occupaient à titre collectif soit individuel ; conformément à leurs pratiques traditionnelles (agriculture extensive et nomadisme ; habitation) ; ces terres furent soumises à la coutume ;
- Les terres en possession des non –indigènes ; les contrats y relatifs d'avant le 1^{er} juillet 1885 furent reconnues valables .Ces terres étaient soumises à la législation de l'Etat ;
- Tout le reste de terres constituaient des terres vacantes ; forma le domaine de l'état et une partie constitua le domaine privé.

3.1.3 PENDANT LA COLONIE BELGE

À l'annexion de l'EIC à la Belgique ; cette dernière s'était engagée à respecter les fondations existantes au Congo. On peut noter que malgré ses diverses modifications ; l'art 15 de la Charte Coloniale du 18 octobre 1908 a fait intervenir le parlement dans la procédure d'octroi des concessions d'une certaine étendue.

3.1.4 APRÈS L'INDÉPENDANCE

Le principe est clairement posé dans la loi foncière n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980 en ces termes « le sol est la propriété exclusive ; inaliénable et imprescriptible de l'Etat. » (**Art.53 de la loi foncière du 18 juillet 1980**)

Il ressort de ce principe que l'Etat a un droit suprême sur le sol congolais et in ne peut partager celui-ci avec qui que ce soit. C'est un droit supérieur à tout autre pouvoir foncier que n'importe qui peut prétendre sur le sol. L'Etat ne peut pas le transmettre à quelqu'un ; et personne ne peut l'acquérir quelque soit le temps pendant lequel il est en possession du sol. Ce principe est d'ordre public en matière foncière en RD Congo. ; il trouve son fondement non seulement dans la souveraineté de l'Etat ; mais aussi dans la responsabilité de celui-ci d'assurer le développement intégral de la nation (**Guy MALENGREAU ; Proposition pour une solution du problème foncier ; communication au colloque ; 1958 ; P.63**) ; en ce que économiquement ce développement a pour principal support le sol d'où l'on tire principalement toutes les richesses.

4 DE LA GESTION DU DOMAINE FONCIER DANS LE GROUPEMENT DE BUGORHE

4.1 THEORIES GENERALES

La crise foncière en RD Congo en général et dans le groupement de Bugorhe en particulier résulte de la dualité certaine des pouvoirs et des règles en matière foncière (réglementation coutumière opposée à celle des lois écrites)

Dans cette réflexion ; la solution n'est pas dans la préférence de l'une ou l'autre régulation ; moins encore dans la suppression ou l'oubli de l'autre ; mais dans une perspective conciliante. C'est dans cette démarche qu'il revient à dire que la gestion du domaine foncier congolais par le pouvoir public se résume en prescription portant sur la concession perpétuelle ; la concession ordinaire ; les règles de compétence et de procédure ; les servitudes foncières ; les règles applicables à l'opération d'échange des terres et les sanctions applicables aux infractions portant sur le fond.

4.1.1 LA CONCESSION PERPÉTUELLE

Pour bien appréhender ce concept ; il sied de comprendre la concession qui est un contrat par lequel l'Etat reconnaît à une collectivité ; personne physique ou morale de droit privé ou public ; un droit de jouissance sur un fonds aux conditions et modalités prévues par la présente loi et ses mesures d'exécution. (**Art. 61 de la loi foncière n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980**)

Ainsi ; la concession perpétuelle est le droit que l'Etat reconnaît à une personne physique de nationalité congolaise de jouir indéfiniment de son fond aussi longtemps que sont remplies les conditions de fonds et de formes prévues par la loi (**Art. 80 de la loi foncière n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980**). Elle est accessible uniquement aux Congolais personnes physiques et par conséquent elle n'est cessible et transmissible qu'entre congolais personnes physiques ; et elles se font à titre gratuit ou à titre onéreux.

4.1.2 LES CONCESSIONS ORDINAIRES

La concession ordinaire est le droit par lequel l'Etat accorde à une personne physique ou morale de nationalité congolaise ou étrangère ; de jouir d'un fond pendant un temps déterminé. Elles sont donc **temporaires** (**Art. 109 de la loi n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980**)

4.1.3 RÈGLE DE COMPÉTENCE

La concession aux particuliers (personnes physiques ou morales) des droits de jouissance sur des terres du domaine foncier de l'Etat peut s'accorder par contrat approuvé par la loi ; par contrat validé par un décret présidentiel ; par contrat

validé par arrêté du ministre ayant dans ses attributions les affaires foncières soit après contrat signé par le Gouverneur de Province.

4.1.4 LES SERVITUDES FONCIÈRES

Une servitude foncière est une charge imposée sur un fonds pour l'usage de l'utilité d'un autre fonds.

4.2 DISCUSSION ET ANALYSE CRITIQUE DES OUTILS DE GESTION DU FONCIER DANS BUGORHE

Les différentes crises politico-administratives qui ont secoué l'Est de la RD Congo ont eu une forte répercussion sur la gestion du foncier Congolais en général et celui des collectivités ou mieux communautés locales en particulier à l'instar du groupement de Bugorhe qui n'est pas resté aux antipodes de telles affres.

L'un des leviers sur lesquels doit s'appuyer le développement du Pays ; demeure l'amélioration de la gestion du secteur foncier. Pourtant ; lorsque on analyse de près l'arsenal juridique national ; l'on constate que les différents gouvernements qui se sont succédés au fil des années ne sont pas arrivés à doter le Pays des politiques nationales justes et efficaces notamment celle consistant à réglementer de manière rationnelle la gestion foncière sous ses dimensions.

Force est de constater qu'à ces jours ; dans le Groupement de Bugorhe ; acquérir une parcelle et y bâtir sa maison constituent des signes de réussite sociale. Or la population des certains villages s'accroît rapidement ; ceci ne reste donc pas sans effets sur l'espace et la non-conformité à la loi foncière précitée ainsi qu'aux normes urbanistiques.

Ensuite, il y a les effets de la réforme administrative en cours dans le pays. En effet, les rumeurs qui font de KAVUMU une probable commune rurale ; les villages groupements ont amplifié la pression démographique sur le foncier. La mise en place et l'entretien de la voirie, la réfection des marchés, la mise en place des réseaux d'évacuation des eaux usées... relèvent de la compétence de la commune. L'application de ces articles suscite sans doute un accroissement des besoins en terrains et en ressources financières pour faire face à ces problèmes de gestion urbaine. Il est donc indispensable de résoudre les problèmes actuels liés à la gestion foncière dans cette probable commune rurale, mais aussi de mettre en place les instances convenables à la bonne gestion du foncier dans le futur.

C'est dans cette perspective que les autorités politico-administratives avec l'appui des différents instruments juridiques applicables dans le secteur fonciers doit s'investir dans le secteur d'aménagement foncier et analyser les stratégies et pratiques sociales en matière d'occupation et d'utilisation du sol dans le groupement de Bugorhe qui jusque là constitue un casse tête pour des raisons ci-haut épinglées.

De plus ; il se fait constater dans le groupement de Bugorhe une crise de la loi foncière (**n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980**) qui du reste demeure non respectée pour une bonne sécurisation foncière et qui devrait mettre en relation la stratégie des activités en matière d'occupation du sol et celle des populations locales afin de faire ressortir les convergences qui existent entre les différentes pratiques ainsi qu'analyser les problèmes actuels de gestion foncière, les sources de ces problèmes ainsi que les solutions qui leurs sont apportées.

Cependant ; la plupart de ces problèmes de la gestion du foncier congolais en général et de Bugorhe en particulier proviennent dès l'accès à la terre (modes d'acquisition du foncier) et même de la méconnaissance de l'impact de la sécurisation foncière qui du reste demeure un bouclier de protection du droit de propriété qui est garanti par la constitution de la RD. Congo (**Art.34 al.2 du 18 février 2006**)

4.2.1 L'ACCES A LA TERRE ET LA SECURISATION FONCIERE DANS LE GROUPEMENT DE BUGORHE

Nous avons constaté plusieurs formes d'accès à la terre dans le groupement de BUGORHE : l'héritage, le don, le prêt, le fermage, le métayage, l'achat. Dans le cadre du présent projet, nous allons nous intéresser aux principales formes d'accès à la terre que sont l'héritage et l'achat.

- **L'accès par héritage :**

Pour comprendre le foncier traditionnel et ce qu'il véhicule comme systèmes de représentations à dans le groupement de BUGORHE, il faut procéder à une exégèse du processus incrémental de la société locale car l'histoire de peuplement est bien souvent le « sésame ouvre toi » de la compréhension de l'accès à la terre et de la sécurisation foncière. (**BARA Boukaré Khalil (avril 1995), *Problématique foncière et décentralisation : l'accès à la terre en zones urbaines et rurales, sous la direction de M. BENON T. Pascal, Mémoire ENAM, section Administration Générale, page 21***). Le passé territorial devient un référentiel pour comprendre le présent territorial autour de la terre, mère nourricière, alpha et oméga de tout être vivant,

car poussière nous sommes et à la poussière, nous retournerons. En effet, comme le dit l'adage populaire, l'oiseau à beau voler loin dans les airs, ses os appartiennent à la terre.

Dans le groupement de Bugorhe, nous avons remarqué que la terre appartient aux autochtones. Chaque famille dispose de terres qui constituent son patrimoine foncier. Chaque individu issu de cette famille a un droit prioritaire d'accès à la terre, sous la forme d'un droit d'usage ou d'usufruit, transmissible à sa descendance.

Dans le système d'héritage, les terres sont léguées de père en fils. Bien patrilinéaire, les femmes ont tendances à être oubliées et pourtant héritières aussi de la 1^{ère} catégorie au même rang que les hommes suite à certaines contraintes coutumières (contra legem). Les jeunes aussi, car étant sous la tutelle du chef de famille, ils contribuent à l'entretien et à l'exploitation des terres de la famille mais ils ne les possèdent pas au sens plein du terme.

La plupart des quartiers du groupement de Bugorhe ne sont pas lotis ou le sont à moitié. Les concessions dans les zones non loties sont bâties selon un plan d'alignement donnant parfois des allures de quartiers lotis et cela entraîne très souvent des conflits fonciers suite à l'absence d'un plan d'aménagement.

Ce qui caractérise ces terres héritées, c'est la petitesse des superficies des parcelles qui tournent autour de 0,25 hectares. La raison principale, c'est que les héritiers sont parfois nombreux et l'exploitation de la terre tendant à être individuelle, cela conduit à l'émiettement du patrimoine foncier familial.

- **L'accès par achat**

La vente de terres a longtemps été bannie des sociétés traditionnelles. Pourtant, ce phénomène se développe, de plus en plus, à cause de la pauvreté.

Dans le groupement de Bugorhe la plupart des détenteurs de terrains en ont acquis en 'achetant aux autochtones. Cet achat peut rester dans un cadre informel basé sur la bonne foi des parties liées au contrat mais, il peut faire l'objet d'une reconnaissance au niveau du service cadastral sous la forme d'un Procès Verbal (PV) de palabre.

Cependant, avec la raréfaction des terres en général et de celles du groupement de Bugorhe en particulier, la terre devient de plus en plus onéreuse et cela entraîne à ces jours beaucoup des conflits fonciers.

4.2.2 SÉCURISATION FONCIÈRE

La sécurisation est un processus visant à garantir, à tranquilliser ou à mettre quelque chose à l'abri du danger. C'est encore un dispositif ou des dispositions, destinés à rendre quelque chose sûr ou plus sûr.

Quant à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), elle estime que « La sécurité des droits fonciers est la certitude que les droits d'une

Personne sera reconnue par les tiers et protégée en cas de contestation spécifique. Si cette sécurité n'est pas garantie, les droits correspondants risquent d'être menacés par des revendications concurrentes et même d'être perdus par suite d'une expulsion ». (<http://www.fao.org/docrep/005/Y4307F/y4307f05.htm>)

De plus avec la Politique nationale de sécurisation foncière en milieu rural la sécurisation foncière peut être appréhendée comme étant l'ensemble des processus, actions et mesures de toute nature, visant à permettre à l'utilisateur et au détenteur de terres rurales de mener efficacement leurs activités productives, en les protégeant contre toute contestation ou trouble de jouissance de leurs droits

La sécurisation foncière qui prévaut sur les sites dans le groupement de Bugorhe est d'ordre coutumier. En effet, les terres sont octroyées par les autorités coutumières et sécurisées par les mêmes autorités. Les autorités administratives n'interviennent que rarement dans la gestion fonciers ; car les autochtones estiment que la procédure légale est trop couteuse pourtant c'est la meilleure voie pour une bonne sécurisation foncière.

Certaines familles continuent à s'appuyer au droit total coutumier qui est, dans une certaine mesure, comparable au titre de propriété dans le droit légiféré. Ce droit couvre surtout les familles des populations autochtones. Parce qu'ils ont hérité des terres de leurs pères, ces détenteurs de droits coutumiers s'appuient sur cette légitimité sociale et ne trouvent pas urgent, sinon indispensable, de sécuriser leurs terres par la détention d'un papier administratif.

Tenant compte du fait les droits fonciers coutumiers s'exercent en grande partie sur les terres rurales ; le législateur congolais a institué la formalité d'enquête préalable à de ces terres ; pour protéger les ayants droits coutumiers en

appréciant la valeur de leurs droits fonciers par rapport à l'importance de la concession sollicitée avant de l'octroyer. (**Bulu Bobina bogila ; les problèmes des terres cultivables en milieu rural ; In Zaïre –Afrique ; Nov.1984 ; no 189 ; p. 541**).

L'apothéose de notre thématique de recherche prouve que la gestion du foncier congolais en général et du groupement de Bugorhe souffre de son intégration de la nouvelle technologie (Global Positioning System) ; car les ingénieurs géomètre et topographes Congolais n'étaient outillés pour bien s'investir dans le domaine foncier et limiter certains conflits fonciers dont ils amoindrieraient par les travaux une fois effectués dans toute légalité. Et cela est à la base du manque d'un véritable plan d'aménagement ou mieux de lotissement dans la plupart des quartiers du groupement de BUGORHE où les habitants construisent pêle-mêle surtout que ses terres sont d'émanation coutumière malgré les différents appels lancés par les promoteurs des droits fonciers pour une conformité à la loi foncière et déboucher sur une bonne sécurisation foncière.

5 CONCLUSION

Nous voici au terme de notre thématique de recherche intitulée **problématique de la gestion foncière dans le groupement de Bugorhe ; Sud-Kivu ; république démocratique du Congo**. Le foncier qui du reste demeure l'ensemble constitué non seulement par la terre, mais aussi par les ressources qui lui sont directement attachées et l'ensemble des relations entre individus, groupes d'individus pour l'appropriation et l'utilisation de ces ressources est souvent source de conflit. ; En ce sens que sa non réglementation peut entraîner beaucoup d'affres dans la société (guerre ethnique ; civile ; division des familles ... ;)

Dans le groupement de Bugorhe ; il nous avons pu constater une non-conformité à la loi foncière et cela se justifie par la non implication des pouvoirs publics dans le programme urbanistique en général car dans la plupart des quartiers et villages du groupement de Bugorhe pourtant aspirant à l'avènement d'une commune rurale de KAVUMU il n'y a aucun plan d'aménagement ; ni de lotissement ; et la preuve en est que les gens construisent comme ils veulent avec une méconnaissance totale des lois y relatives ; bref les instruments juridiques pour une bonne gestion du foncier en RD. Congo en général et dans Bugorhe en particulier sont foulés au pied et cela entraîne un freinage pour une transformation socio-économique de l'entité mais aussi pacifier la société et déboucher sur un développement intégral. Et même les institutions publiques en charge de la gestion foncière se caractérise par une absence de transparence ; la corruption des animateurs ; la malhonnêteté ;

Il est vrai qu'il faut continuer à légiférer en réglementant les nouvelles matières et en actualisant l'arsenal juridique existant surtout concilier et harmoniser le droit coutumier congolais(Coutume et droit).Il est certain que dès que l'homme a vécu en communauté ; celle-ci n'a pu survivre que si certaines règles concernant les rapports entre les membres de l'unité sociale ; ont été admises comme lois pour tous

Ainsi nous suggérons aux dirigeants de s'investir pour la sortie d'un plan d'urbanisation ainsi que les procédures d'acquisition de la terre rurale ou urbaine surtout dans le groupement de bugorhe où ce plan est inexistant mais vulgariser le code foncier qui demeure méconnu par l'ensemble de la population pourtant instrument important pour une bonne sécurisation foncière. De plus les capaciter les agents du service cadastral pour un bel exercice de leur métier qui peuvent être à la base de certains conflits fonciers.

REMERCIEMENTS

Merci et bravo à tous les promoteurs et protecteurs du droit foncier congolais en général qui travaillent avec acharnement pour une bonne gestion du foncier congolais dans son ensemble mais aussi qui militent pour une sécurisation du foncier congolais tant en milieux urbains que ruraux. Leur activité est le support de ce travail et par leur disponibilité, ils l'ont rendu possible.

« La terre nous en apprend plus long sur nous que les livres. Parce qu'elle nous résiste. L'homme se découvre quand il se mesure avec l'obstacle. Mais, pour l'atteindre, il lui faut un outil. Il lui faut un rabot, ou une charrue. Le paysan, dans son labour, arrache peu à peu quelques secrets à la nature, et la vérité qu'il dégage est universelle. Antoine de Saint-Exupéry (1939), Terre des hommes, Editions du groupe « Ebooks libres et gratuits », 2004, page 5.

REFERENCES

- [1] La constitution de la RD. Congo ; du 18 février 2006 ; publiée au journal Officiel ; 47^e année ; n° Spécial 2006.
- [2] Code foncier Congolais n° 73-021 du 20 juillet 1973 telle que modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980
- [3] Balagizi I.K. ; Ngendakumana S. ; Adhama T.M. ; Bisusa M .A ; Baluku B. et Isumbisho M. *Perspectives de gouvernance environnementale durable dans la region de Lwiro* (Sud-Kivu ; République démocratique du Congo) ; 2013 ; vertigo ; pp22-37.
- [4] BARA Boukaré Khalil (avril 1995), *Problématique foncière et décentralisation : l'accès à la terre en zones urbaines et rurales*, sous la direction de M. BENON T. Pascal, Mémoire ENAM, section Administration Générale, page 21
- [5] Bulu Bobina bogila ; *les problèmes des terres cultivables en milieu rural ; In Zaïre –Afrique* ; Nov.1984 ; no 189 ; p. 541.
- [6] Guy MALENGREAU ; *Proposition pour une solution du problème foncier* ; communication au colloque ; 1958 ; P.63
- [7] LUKOMBE NGHENDA ; *Droit civil des biens ; PFDUC ; 2003 ; pp.973 et suivantes*
- [8] MUGANGU MATABARO ; *Crise foncière à l'Est de la RD. Congo ; in Afrique de Grands lacs ; annuaire 2007-2008 ; p.389 ; etc.*
- [9] MUKADI BANYI ; *projet de la constitution de la RDC ; plaidoyer pour une relecture ; CRDS ; Kinshasa ; 2005 ; P.63*
- [10] OYONO Phil René ; *La nature foncière et forestière en république démocratique du Congo : une question critique ; des vues centrifuges ; in Revue compréhensive de la littérature ; p.16*
- [11] SERHAU-SEM ; *Projet registre foncier urbain simplifié Dassa-Zoumé-Savalou-Savé. Etudes socio-économiques et financières* ; Cotonou ; 1996 ; 46P
- [12] <http://www.fao.org/docrep/005/Y4307F/y4307f05.htm>
- [13] www.uclouvain.be.p.1

Impact de l'utilisation d'eaux usées traitées par lagunage à macrophyte à des fins d'irrigation sur la qualité du sol : Cas du traitement avec le vétiver (*Vetiveria zizanioides*) dans le périmètre maraîcher de M'pozo, à Matadi, en République Démocratique du Congo

[The Impact of using treated wastewater with macrophyte ponds technology for irrigation on the soil quality: The vetiver (*Vetiveria zizanioides*) grass case in M'pozo vegetable plots at Matadi city, Democratic Republic of the Congo]

NKOBA Tuzolana Hippolyte¹⁻², MUSIBONO Dieudonné Eyul'anki¹⁻², KIATOKO Mangeye Honoré³, MBATA Mbuta Raphaël⁴, MBU Mubel Claude⁵, and PAMBU Lelo Aaron²

¹Laboratoire d'Ecotoxicologie et Biotechnologie environnementale ERGS, Département de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, RD Congo

²Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, RD Congo

³Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, RD Congo

⁴Minoterie de Matadi, RD Congo

⁵Institut Supérieur des Techniques Appliquées, RD Congo

Copyright © 2015 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 focuses on the biological wastewater treatment for vegetable plots quality improvement. Based on planted wetland technology using vetiver grass, treated water quality was significantly improved at 95% performance. Toxic heavy metal and other pollutant loads were reduced. Chemical analyses revealed such improvement: pH, TOC, K, N, P, Cr VI, Cd, Pb were lowered. This simple, efficient and low-cost technology will be extended to two other sites in Matadi. Statistical analysis revealed significant differences between untreated and treated water pollutant loads.

KEYWORDS: wastewater, vetiver, macrophyte ponds, irrigation, soil.

RÉSUMÉ: Cette étude s'intéresse au cas du biotraitement des eaux usées urbaines. Le processus choisi est le lagunage avec le système vétiver (*Vetiveria zizanioides*) dans le périmètre maraîcher de M'pozo, à Matadi, Bas-Congo.

Les objectifs sont de mettre en exergue le pouvoir dépolluant du vétiver, d'étudier l'influence du lagunage sur la qualité du sol en milieu tropical et de mettre en place un système biologique sûr pour l'épuration des eaux usées.

La démarche présente un coût d'installation abordable, une facilité d'exploitation par son adaptation et donne la possibilité d'utiliser l'eau épurée pour la fertilisation et l'irrigation en agriculture.

Les analyses physico-chimiques du sol concernent le pH, les teneurs en eau, en matières organiques, en potassium, en azote, en phosphore, en chrome hexavalent, en cadmium et en plomb ainsi que la capacité d'échange cationique. Le test LSD a montré des différences très significatives entre les traitements pour la plupart des paramètres.

Le système vétiver a donc bien fonctionné dans le périmètre maraîcher de M'pozo et a permis d'établir une corrélation entre la biomasse du vétiver et la réduction de la charge polluante.

MOTS-CLEFS: eaux usées, vétiver, lagunage, irrigation, sol.

1 INTRODUCTION

Les eaux polluées, généralement appelées eaux usées, sont toutes les eaux susceptibles de contaminer le milieu où elles sont déversées (Chatzis, K, 2000). Elles sont, pour la plupart de cas, les sous-produits d'une utilisation humaine (soit domestique, soit industrielle) ; d'où l'usage du terme « eaux usées ». Quelques fois, elles sont qualifiées d'eaux grises quand il s'agit d'eaux peu chargées en matières polluantes par exemple les eaux d'origine domestique, résultant du lavage des assiettes, des mains, des bains ou des douches ; et d'eaux noires lorsqu'elles contiennent diverses substances plus polluantes ou plus difficiles à éliminer telles que les matières fécales, les produits cosmétiques, ou tous les types de sous produits industriels mélangés à l'eau. Il peut également s'agir d'eaux d'écoulement de surfaces imperméables. Ainsi les eaux de ruissellement des places de stationnement sont considérées comme des eaux usées du fait de la présence de divers polluants comme les hydrocarbures ou les poussières d'usure des pneumatiques. Dans la plupart des pays et en particulier dans les milieux urbanisés, les eaux usées sont collectées et acheminées par un réseau d'assainissement (Scherrer, F, 1992). Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées (Bourgeois-Gavardin, J, 1985).

L'épuration de ces eaux est assurée par des stations d'épuration d'effluents d'eaux usées dans le cas d'habitat collectif. Si l'habitat n'est pas connecté à un réseau, un système de fosse autonome plus un tertre d'épandage est mis en place (Dupavillon, C, 2001). En milieu liquide, l'épuration se fait par les microorganismes qui biodégradent la matière organique contenue dans les eaux usées. Dans le milieu naturel, la matière organique s'assèche par le manque d'humidité dû aux conditions du milieu naturel. Les végétaux pompent pour leur besoin toute l'humidité environnante; la porosité du sol laisse infiltrer les grandes quantités d'eaux usées. L'épuration de l'eau usée dans le sous-sol s'effectue en compost par la fermentation ; travail beaucoup plus long et aléatoire. Une matière organique n'ayant pas subi de prétraitement avant d'être envoyée dans le sous-sol risque de le colmater très vite. En situation autonome, les filtres à sable (tertre d'épandage) se colmatent très souvent au bout de 7 ans d'utilisation. C'est bien la preuve que le sol n'a pas vocation d'épurer les eaux usées (Goulbert, J-P, 1986).

A l'échelle mondiale, le traitement des eaux usées constitue le premier enjeu de santé publique: plus de 4000 enfants de moins de 5 ans meurent chaque jour de diarrhées liées à l'absence d'assainissement et à un manque d'hygiène selon « Infos eau du 01/07/2009 ». En République Démocratique du Congo où de telles installations n'existent pas, le milieu naturel n'est pas en mesure d'assurer l'autoépuration d'effluents d'eaux usées (Kitambala, K.A., 2006). La carence de latrines est l'un des problèmes majeurs dans la ville de Matadi. Suite à cette situation, les rares fosses septiques de la ville sont vidangées au moyen des caniveaux débouchant dans un grand canal qui alimente la rivière M'pozo. Dans les versants de ce canal, certaines personnes déposent leurs matières fécales dans la nature. En effet, l'eau de ce canal ainsi que celle de la rivière réceptrice de M'pozo sont utilisées pour le maraîchage. Cette situation est dangereuse pour la santé humaine, notamment à travers la consommation des produits agricoles contaminés (légumes, tomates, etc.). En outre, l'irrigation avec de l'eau polluée présente un grand impact négatif sur les propriétés du sous-sol et des eaux souterraines. Ainsi, un traitement préalable des eaux d'irrigations est souhaité. Il existe plusieurs méthodes de traitement d'eaux usées : traitement par voie biologique, par voie physico-chimique, par traitement bactériologique et par rayonnement.

Les méthodes biologiques sont moins exigeantes. Parmi celles-ci, on trouve la boue activée, le lit bactérien, le bio filtre, la fosse septique et le lagunage. D'où la pertinence de notre travail dont l'objectif principal est d'améliorer la qualité des eaux usées du périmètre maraîcher de M'pozo par lagunage à macrophyte mais aussi de mettre en exergue le pouvoir dépolluant du système vétiver ainsi que l'impact de l'usage de son eau à des fins d'irrigation sur la qualité du sol. L'installation d'un système de lagunage à macrophyte serait très bénéfique pour les pays en développement parmi lesquels la République Démocratique du Congo. Ce dernier n'a aucun service d'épuration des effluents liquides, tant domestiques qu'industriels.

2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODE

La ville de Matadi étant située sur le roc (*Matadi signifie « roc » en kikongo, la langue locale*), la préparation de terrain est un travail de dur labeur. Elle demande du temps, de l'énergie, une main d'œuvre spécialisée à ce travail (casseurs de pierre) et des matériaux appropriés. Il nous a donc fallu aménager la superficie du canal pour faciliter la mise en place des bassins et y creuser les sillons pour permettre la construction des murs. Nous avons construit une cascade de cinq bassins, dont 3 plantés pour l'épuration des eaux, 1 primaire non planté pour la collection d'eaux brutes et la pré sédimentation et 1 bassin de maturation pour la récolte d'eaux traitées, a été construite dans le canal collecteur alimentant la rivière M'pozo. La longueur totale du dispositif bioréacteur est de 500 mètres. Dans notre système, seuls les trois bassins intérieurs constituent le dispositif d'épuration. Le premier est un collecteur des eaux usées et le dernier est un bassin de maturation. Après avoir procédé au traitement par lagunage, un champ d'étude des cultures maraîchères a été placé aux environs du

dispositif. Trois plates-bandes d'amarante (*Amaranthus hybridus*) sont placées à proximités de chaque bassin du dispositif construit. Les 3 plates-bandes arrosées par l'eau brute du bassin de collection et de pré sédimentation sont les répétitions du traitement témoin T_0 . Les 3 bassins de lagunage plantés de vétiver sont identifiés comme les traitements T_1 , T_2 et T_3 pendant que les 3 plates-bandes arrosées par chacun d'eux en sont les répétitions. Enfin, le bassin de maturation (T_4) arrose aussi 3 plates-bandes. Donc, 15 plates-bandes ont servi à l'expérimentation in situ des résultats de recherche. Les échantillons des sols de ces plates-bandes d'amarante ont été prélevés. Les 3 premières plates-bandes ont été arrosées du début à la fin avec de l'eau brute alors que les 9 suivantes ont été arrosées avec de l'eau traitée des 3 bassins de lagunage et les 3 dernières arrosées avec l'eau du bassin de maturation. Chaque traitement concerne 3 plates-bandes ; d'où les répétitions R_1 , R_2 et R_3 . Les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur 5 traitements d'échantillons du sol. Chacun des traitements comporte 3 répétitions ; ce qui nous donne un total de 15 échantillons prélevés. Après avoir séché 5 grammes de chaque échantillon à l'étuve à 105°C jusqu'au poids constant, 1g de la poudre type de chaque échantillon était minéralisé avec l'eau régale. Le minéralisât a servi aux différentes analyses physico-chimiques. Celles-ci ont concerné le pH, les teneurs en eau et en matières organiques, la capacité d'échange cationique ainsi que les teneurs en potassium, en azote, en phosphore, en chrome hexavalent, en cadmium et en plomb.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

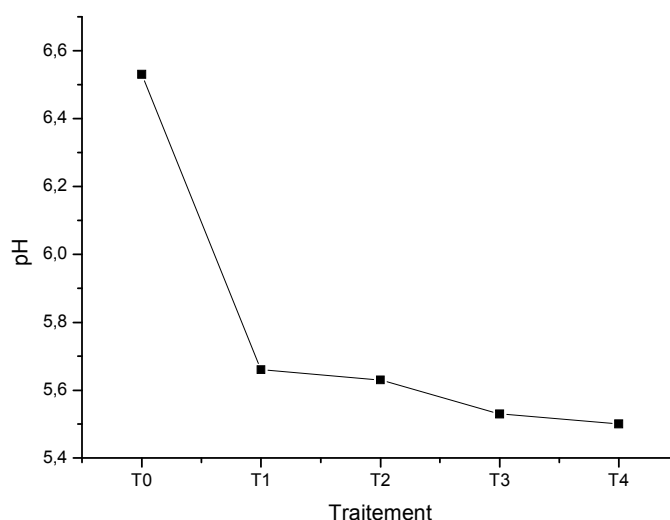
3.1 DEGRÉ D'ACIDITÉ (pH)

Traitements	Répétitions			moyennes
	R_1	R_2	R_3	
T_0	6,5	6,4	6,7	6,53 ^a
T_1	5,6	5,7	5,7	5,66 ^b
T_2	5,7	5,6	5,6	5,63 ^b
T_3	5,5	5,5	5,6	5,53 ^b
T_4	5,5	5,5	5,5	5,50 ^b

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	$F_{th}=F_{0,01}$
Total	14	2,53		17,9	5,99
Traitement	4	2,22	0,555		
Erreur	10	0,31	0,031		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 1 : Variation du pH du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

Le bio traitement par lagunage au vétiver tend à baisser le pH de l'eau et par conséquent celui du sol irrigué par cette eau traitée ainsi que son eau souterraine. Cela serait dû au fait que la décomposition des sédiments libère les acides organiques solubles dans l'eau et aussi au fait que la nitratisation de l'ammonium libère des ions H^+ . De manière générale les bassins d'épuration d'eau présentent des diminutions remarquables de pH et souvent cette acidité est corrigée avant utilisation de l'eau. En région tropicale où cette situation est obligatoirement observée suite à l'acidité des pluies, l'acidité est corrigée par l'addition de la chaux dans l'eau.

L'analyse de la variance nous fait état d'une différence significative entre les traitements alors que le test LSD montre que la différence est plus significative en passant du bassin d'eau brute (T_0) au premier lagunage (T_1) et que, de manière successive, le pH varie peu entre les autres traitements.

3.2 TENEUR EN EAU (%)

Traitements	Répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	86,6	86,7	86,6	86,63
T ₁	86,6	86,6	86,5	86,56
T ₂	86,6	86,5	86,5	86,53
T ₃	86,6	86,6	86,6	86,6
T ₄	86,6	86,6	86,7	86,63

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,0493			
Traitement	4	0,022633	0,005658	2,12	5,99
Erreur	10	0,0267	0,00267		

$F_c < F_{th}$: pas de différence significative entre les traitements

La teneur en eau du sol n'a pas présenté de différence significative entre les différents traitements.

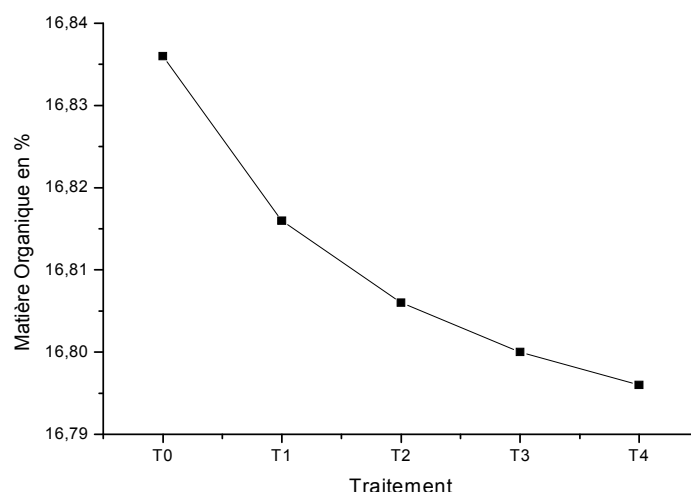
3.3 TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE (%)

Traitements	Répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	16,84	16,83	16,84	16,836 ^a
T ₁	16,82	16,82	16,81	16,816 ^b
T ₂	16,81	16,80	16,81	16,806 ^b
T ₃	16,80	16,80	16,80	16,800 ^b
T ₄	16,80	16,79	16,80	16,796 ^b

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,2723			
Traitement	4	0,2720	0,068	2266,66	5,99
Erreur	10	0,0003	0,00003		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 2 : Variation de la teneur en matière organique du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

La teneur en matière organique diminue dans l'eau par décomposition et par dissolution. Les microorganismes aérobies consomment la matière organique présente dans l'eau. Plus cette dernière est aérée, plus la digestion de la matière organique augmente. Ce phénomène correspond à ce qu'on appelle effet de rivière utilisé dans les boues activées. Cependant la diminution de cette concentration est proportionnelle au temps de séjour de l'eau dans le système d'épuration.

3.4 CAPACITÉ D'ÉCHANGE CATIONIQUE

Traitements	répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	1,50	1,50	1,50	1,50
T ₁	1,50	1,50	1,50	1,50
T ₂	1,49	1,50	1,50	1,496
T ₃	1,50	1,50	1,49	1,496
T ₄	1,50	1,50	1,49	1,496

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,0003			
Traitement	4	0,0001	0,000025	1,25	5,99
Erreur	10	0,0002	0,00002		

$F_c < F_{th}$: pas de différence significative entre les traitements

La capacité d'échange cationique dans le sol ne varie presque pas.

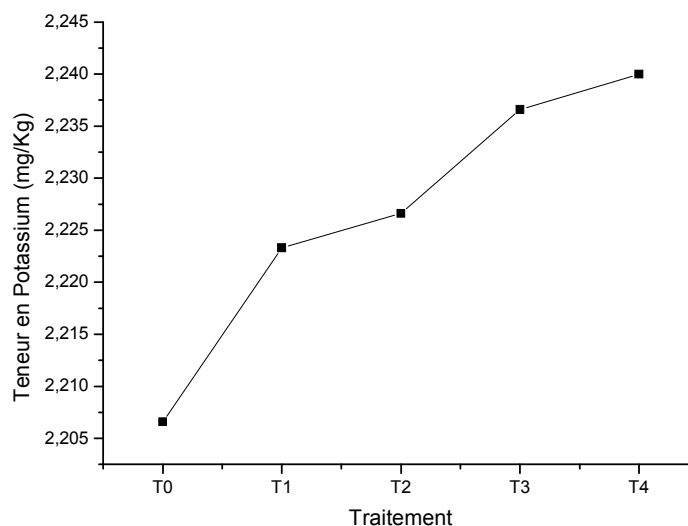
3.5 TENEUR EN POTASSIUM (MG/KG)

Traitements	Répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	2,21	2,20	2,21	2,206 ^b
T ₁	2,22	2,23	2,22	2,223 ^a
T ₂	2,22	2,23	2,23	2,226 ^a
T ₃	2,23	2,24	2,24	2,236 ^a
T ₄	2,24	2,24	2,24	2,240 ^a

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,003			
Traitement	4	0,00273	0,0006825	25,28	5,99
Erreur	10	0,00027	0,000027		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 3: Variation de la teneur en potassium du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

Les ions K^+ sont libérés de leurs complexes dans l'eau grâce à la décomposition des déchets. Plus la teneur en matière organique diminue dans l'eau, plus celle du potassium augmente. Ceci est bénéfique pour les sols agricoles qui voient leurs teneurs en potassium améliorées. Cependant, le test LSD révèle que la différence est seulement très significative entre le bassin d'eau brute et le premier bio traitement

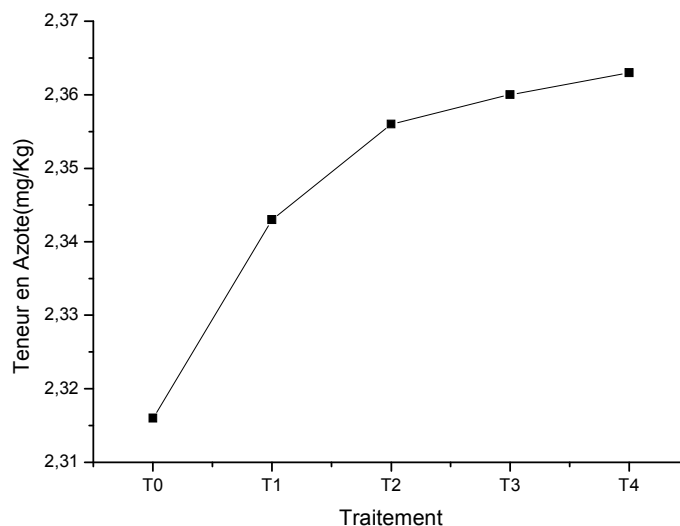
3.6 TENEUR EN AZOTE (MG/KG)

Traitements	Répétitions			moyenne
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	2,31	2,32	2,32	2,316 ^b
T ₁	2,34	2,34	2,35	2,343 ^a
T ₂	2,35	2,36	2,36	2,356 ^a
T ₃	2,35	2,37	2,36	2,360 ^a
T ₄	2,36	2,37	2,36	2,363 ^a

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,0048		21,5	5,99
Traitement	4	0,0043	0,001075		
Erreur	10	0,0005	0,00005		

$F_c > F_{th}$: différence significative entre les traitements



Graphique 4 : Variation de la teneur en azote du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

Une hausse de la teneur en azote est observée grâce à la décomposition de la matière organique par les microorganismes contenus dans l'eau mais aussi grâce aux bactéries symbiotiques situées au niveau des racines de vétiver. C'est donc une amélioration favorable à la culture maraîchère pratiquée à M'pozo.

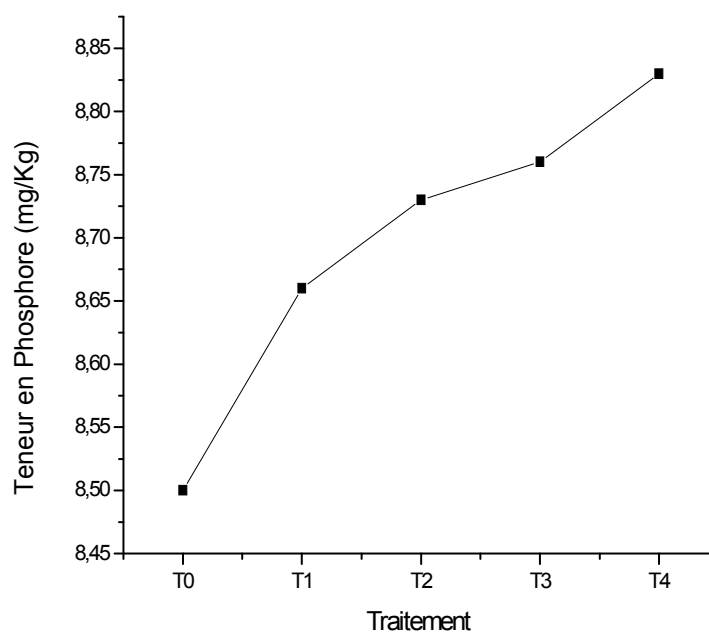
3.7 TENEUR EN PHOSPHORE (MG/KG)

Traitement	Répétition			moyenne
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	8,5	8,5	8,5	8,50 ^b
T ₁	8,6	8,7	8,7	8,66 ^a
T ₂	8,7	8,7	8,8	8,73 ^a
T ₃	8,7	8,8	8,8	8,76 ^a
T ₄	8,8	8,8	8,9	8,83 ^a

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,22			
Traitement	4	0,193	0,04825	17,87	5,99
Erreur	10	0,027	0,0027		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 5: Variation de la teneur en phosphore du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

La variation du phosphore est analogue à celle du potassium.

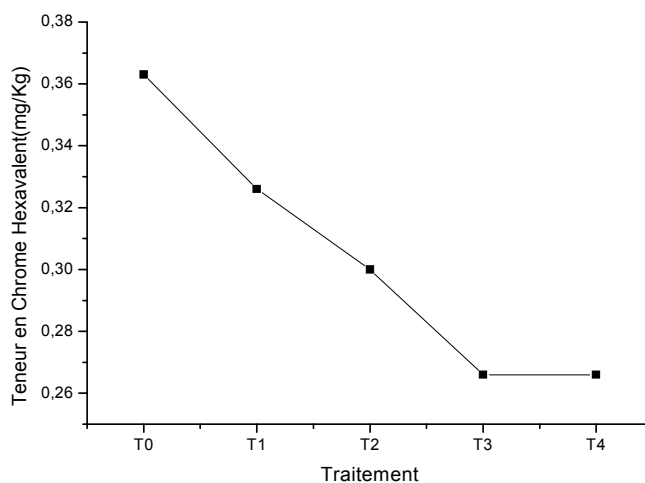
3.8 TENEUR EN CHROME HEXAVALENT (MG/KG)

Traitement s	Répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	0,37	0,36	0,36	0,363 ^a
T ₁	0,33	0,33	0,32	0,326 ^b
T ₂	0,31	0,30	0,29	0,300 ^c
T ₃	0,27	0,27	0,26	0,266 ^d
T ₄	0,27	0,27	0,26	0,266 ^d

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,0233		114	5,99
Traitement	4	0,0228	0,0057		
Erreur	10	0,0005	0,00005		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 6: Variation de la teneur en chrome hexavalent du sol irrigué du bassin de M'pozo

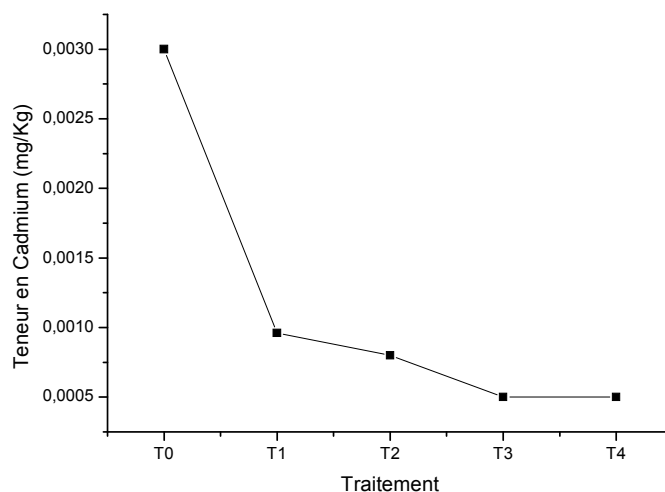
3.9 TENEUR EN CADMIUM (MG/KG)

Traitement	Répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	0,003	0,003	0,003	0,00300 ^a
T ₁	0,001	0,001	0,0009	0,00096 ^b
T ₂	0,0008	0,0008	0,0008	0,00080 ^c
T ₃	0,0005	0,0005	0,0005	0,00050 ^d
T ₄	0,0005	0,0005	0,0005	0,00050 ^d

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,00001323		3300	5,99
Traitement	4	0,00001322	0,0000033		
Erreur	10	0,00000001	0,000000001		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 7: Variation de la teneur en cadmium du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

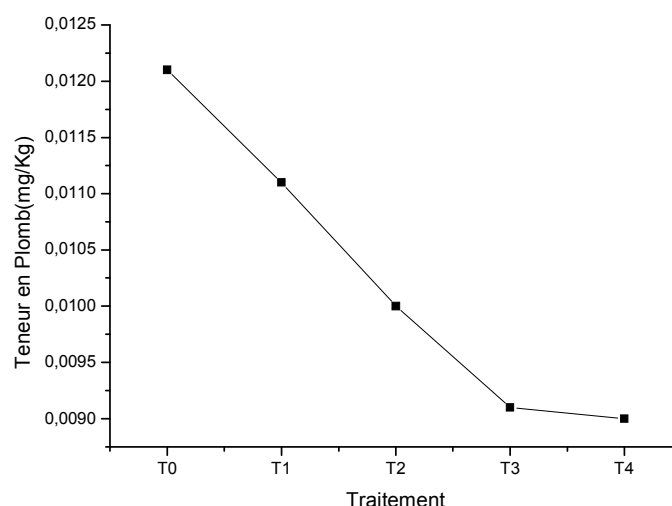
3.10 TENEUR EN PLOMB (MG/KG)

Traitements	Répétitions			moyennes
	R ₁	R ₂	R ₃	
T ₀	0,0122	0,0121	0,0120	0,0121
T ₁	0,0112	0,0111	0,0111	0,0111
T ₂	0,0101	0,0099	0,0100	0,0100
T ₃	0,0091	0,0091	0,0090	0,0091
T ₄	0,0091	0,0090	0,0090	0,0090

Tableau résumé de l'ANOVA

Source de variation	dl	SC	CM	Fc	F _{th} =F _{0,01}
Total	14	0,00002256		937,5	5,99
Traitement	4	0,00002250	0,000005625		
Erreur	10	0,00000006	0,000000006		

$F_c > F_{th}$: la différence est significative entre les traitements



Graphique 8: Variation de la teneur en plomb du sol irrigué du bassin maraîcher de M'pozo

Les teneurs en chrome, en cadmium et en plomb ont donné des différences remarquables et très significatives. Le sol arrosé avec de l'eau traitée contient sensiblement moins de métaux lourds que celui arrosé avec de l'eau brute et les écarts successifs de concentration sont importants. La décantation, la formation des biofilms et des complexes organométalliques contribuent à la fixation des divers polluants par le végétal. Mais pour obtenir un effet plus significatif par rapport à l'efficacité du végétal dans le processus de dépollution des eaux usées, il faut encore plus de temps pour permettre à la couverture végétale dans notre dispositif de lagunage d'atteindre sa maturité optimale.

4 CONCLUSION

Après avoir arrosé les cultures d'amarante *in situ* avec de l'eau traitée par lagunage au végétal, il a été remarqué une bonne amélioration de la qualité du sol. L'analyse des sols au laboratoire d'écotoxicologie et biotechnologie environnementale ERGS de l'Université de Kinshasa a permis d'illustrer l'impact de l'irrigation sur la qualité des sols et des eaux souterraines. Vu les conditions climatiques de Matadi où nous avons pu observer une pluviométrie faible de la fin du mois de février jusqu'au début du mois d'avril, l'impact sur le sol agricole de M'pozo a été étudié durant cette période propice au maraîchage. Notons que l'analyse des sols a été accompagnée des tests de germination *in vitro*.

En effet, ce travail a permis d'évaluer l'efficacité de bio traitement des eaux usées par lagunage au système vétiver et de déterminer son impact dans le processus de dépollution des sols agricoles.

REMERCIEMENTS

Au terme de nos investigations, nous avons l'honneur d'adresser nos remerciements à Grands Défis Canada pour le financement de ces travaux de recherche.

En outre, nous exprimons notre gratitude au Professeur LABANA, Recteur de l'université de Kinshasa et au Professeur PUNGA, Doyen honoraire de la Faculté des Sciences pour avoir parrainé la présentation de notre projet de recherche ayant abouti à la réalisation de ce travail. Aussi serons-nous reconnaissants envers le Professeur PHUKU, Doyen de la Faculté des Sciences et le Professeur KIATOKO, Vice-Doyen Chargé de Recherche de la Faculté des Sciences Agronomiques pour leur accompagnement au cours de notre processus de recherche.

Nous ne manquerons pas de louer les efforts de toute l'équipe de recherche ayant participé à ce travail et la contribution combien importante de l'Association des Maraîchers de M'pozo de la ville de Matadi dans l'atteinte de nos résultats.

Particulièrement, nos remerciements s'adressent à Monsieur Jean-Marc NZEYIDIO, Maire de la Ville de Matadi pour son investissement dans la mise en place du dispositif de lagunage dans le bassin maraîcher de M'pozo et à tous les techniciens qui se sont donnés corps et âmes dans l'installation de cet ouvrage important.

Enfin, nous sommes reconnaissants envers la maison Zib-info pour le montage de notre vidéo de présentation du projet et envers tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

UNIVERSITE DE KINSHASA



REFERENCES

- [1] Bourgeois-Gavardin, J, 1985, Les Boues de Paris sous l'Ancien Régime. Contribution à l'histoire du nettoyage urbain au XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècle, 2 Volumes, Paris : EHESS.
- [2] Chatzis, K, 2000, La pluie, le métro et l'ingénieur : contribution à l'histoire de l'assainissement et des transports urbains, Paris : L'Harmattan.
- [3] Dupavillon, C, 2001, Paris Côté Seine, Paris : Editions du Seuil.
- [4] Goudiaby, V, 2003, Le système vétiver, une solution efficace pour protéger et pérenniser les bassins de retention, Dakar, CEES.
- [5] Goulbert, J-P, 1986, La conquête de l'eau, Paris : Robert LAFFONT.
- [6] Infos eau, 01/07/2009, Accès à l'eau, Afrique, assainissement, mortalité infantile, OCDE, traitement eau.
- [7] Isampu, W, 2005, Caractérisation des effluents municipaux et essais de bio épuration au *Moringa oleifera Lam* ; cas du quartier Kauka I dans la commune de Kalamu à Kinshasa, mémoire inédit, Fac des Sciences de l'Environnement, Université Cardinal Malula, Kinshasa.
- [8] Kitambala, K.A, 2006, Essai de traitement des eaux usées hospitalières par le procédé de stabilisation couplé à la biofiltration. Cas des cliniques universitaires de Kinshasa, Mémoire inédit, Dépt de l'Environnement, Fac des Sciences, Université de Kinshasa.
- [9] Organisation Mondiale pour la Santé, 2011, Guidelines for Drinking-water Quality, Genève, OMS.
- [10] Organisation Mondiale pour la Santé, 2012, Directives pour l'utilisation sans risques des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, Volume II Utilisation des eaux usées en agriculture, Genève, OMS.
- [11] Scherrer, F, 1992, L'Egout, patrimoine urbain. L'évolution dans la longue durée du réseau d'assainissement de Lyon. Thèse de doctorat d'urbanisme, Créteil : Université de Paris XII -Val de Marne.
- [12] Truong, P, Tan Van, T, et Pinners, E, 2009, Application du système vétiver, Une solution éprouvée et verte, Hanoi, Réseau international du vétiver.

STRATEGIES D'AUTOREGULATION, PRISE DE CONSCIENCE ET PERFORMANCES INTELLECTUELLES

[SELF REGULATING STRATEGIES, GAINING CONSCIOUSNESS AND INTELLECTUAL PERFORMANCES]

Armand Ghislain DOUALA EKAMBI¹ and Alfred BESSIGA BINA²

¹Département de Psychologie, Université de Douala, Douala, Cameroun

²Centre National de l'Éducation, Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, Yaounde, Cameroun

Copyright © 2015 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: Studies on self-regulation strategies show that they have an impact on intellectual performance. It seemed appropriate to consider this impact in the Cameroonian academic context, where statistics show a high rate of failure. We are particularly interested in the Graduate students of the Faculties of letters and Human Sciences and legal and political sciences. The goal is to study the strategies they use during the production of text in an examination situation, and especially the consciousness that they use during execution of the task. A sample of 120 subjects have answered a questionnaire, the COMEGAM, a standardized and used tool for self-evaluation 'knowledge Metacognitives and management of mental activity', developed by Richer, Mongeau, Lafortune, Deaudelin, Doudin and Martin (2004). The results obtained following an analysis of the correlations of the different variables on the one hand show that students strongly use self-regulation strategies during the drafting of texts, but that they do not have good conscience about it. They demonstrate on the other hand that the awareness of the use of strategies and self-regulation strategies of planning, in particular, has an impact on intellectual performance.

KEYWORDS: learning; self-regulation strategies; awareness; students; intellectual performance.

RESUME: Les études sur les stratégies d'autorégulation montrent que celles-ci ont un impact sur les performances intellectuelles. Il nous a paru opportun d'étudier cet impact dans le contexte universitaire camerounais, où les statistiques font état d'un fort taux d'échec. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux étudiants de cycle Licence des Facultés de Lettres et Sciences Humaines et Sciences Juridiques et Politiques. Il s'agissait d'étudier les stratégies qu'ils utilisent lors d'une tâche de production de texte en situation d'examen, et surtout la conscience qu'ils ont de cette utilisation lors de l'exécution de la dite tâche. Un échantillon de 120 sujets a été constitué et nous leurs avons passé un questionnaire, le COMEGAM, un outil standardisé et servant à l'autoévaluation des « Connaissances Métacognitives et Gestion de l'Activité Mentale », élaboré par Richer, Mongeau, Lafortune, Deaudelin, Doudin et Martin (2004).. Les résultats obtenus, à la suite d'une analyse des corrélations des différentes variables, montrent d'une part que les étudiants utilisent fortement les stratégies d'autorégulation lors de la rédaction de textes, mais qu'ils n'en ont pas une bonne conscience. Ils montrent d'autre part que la conscience de l'utilisation des stratégies d'autorégulation, et des stratégies de planification en particulier, a un impact sur les performances intellectuelles.

MOTS-CLEFS: apprentissage ; stratégies d'autorégulation ; prise de conscience ; étudiants ; performances intellectuelles.

1 POSITION DU PROBLEME

L'autorégulation est l'un des objets d'étude privilégiés de la psychologie cognitive ces dernières années. Pour la comprendre, il convient au préalable de définir la notion de régulation. Issue de la cybernétique, elle désigne, selon Tardif 2006 : 49,

« un ensemble d'opérations visant à orienter l'action vers un but particulier, à contrôler la progression de la démarche vers ce but, à assurer un retour sur l'action entreprise et à confirmer ou réorienter la trajectoire adoptée dans le cadre de cette action »

Tardif distingue deux types de régulations : l'hétérorégulation, qui concerne les éléments extérieurs au sujet tel que le cadre d'étude ou les relations entre étudiants et se rapporte à la planification, la gestion et l'évaluation de l'enseignement; et l'autorégulation qui se rapporte aux éléments internes et propres au sujet.

Cette dernière est définie comme une observation de ses propres mécanismes et de ses propres fonctionnements en lien avec les situations rencontrées, de manière à pouvoir réajuster les conduites et les connaissances sur les tâches et sur ses propres façons de faire (Begin, 2003). Pour Tardif 2006 : 50, elle repose sur *« l'évaluation des démarches et des ressources mises en œuvre dans une tâche donnée en vue d'une éventuelle adaptation, compte tenu des critères d'efficacité particuliers »* Cette notion, utilisée dans le cadre de l'apprentissage, a donné naissance au concept de l'apprentissage autorégulé. C'est le processus par lequel les apprenants déterminent des buts et tentent de surveiller et de réguler leurs activités cognitives et motivationnelles afin d'y parvenir. Boekaerts repris par Focant l'appréhende comme la tentative des étudiants à atteindre des buts personnels en générant des pensées, des actions et des sensations qu'ils utilisent en fonction des conditions locales. Une telle approche relève l'existence, dans cette perspective, de trois aspects de l'apprentissage autorégulé.

Primo, l'individu procède par des actions, des pensées et des sensations pour se réguler. Les actions et les pensées relevant des moyens de se réguler tandis que les sensations, elles, sont du domaine métacognitif.

Deuxio, la possibilité qu'a le sujet (l'étudiant) d'utiliser des moyens qui lui sont propres met en exergue le caractère d'ajustement desdits moyens au cours du processus d'apprentissage.

Tertio, l'orientation de ces moyens vers un but est l'apanage de l'individu lui-même. Ce qui témoigne de la participation active du sujet dans son apprentissage. C'est ainsi que pour Zimmermann repris par Focant (2004), l'apprentissage est dit autorégulé dès lors que cet apprentissage demeure sous l'influence et la maîtrise des processus personnels.

L'apprentissage autorégulé peut, en plus, être abordé sous un angle fonctionnel et c'est ici que contrôle qu'exerce l'apprenant sur les dimensions du processus d'apprentissage est mis en évidence. C'est alors que Focant 2004 : 26 décrira, à la suite de Zimmermann, l'apprentissage autorégulé comme le :

« processus actif par lequel les apprenants déterminent des buts pour leur apprentissage, et tentent ensuite de surveiller et de réguler leur cognition, motivation et comportement guidés et contraints par leurs buts et les caractéristiques contextuelles de l'environnement. »

Par l'approche fonctionnelle, l'on est parvenu à un ensemble de modélisations de l'apprentissage autorégulé.

Les sociocognitivistes sont à la base d'un des principaux modèles d'autorégulation. Ledit modèle a été élaboré par Bandura (1986) puis développé par Schunk et Zimmerman (1994). Ce modèle triadique met en évidence des composantes personnelles, comportementales et environnementales dans tout processus d'apprentissage.

Les dispositions cognitives, affectives et motivationnelles sont à la base du comportement individuel. Ce dernier va entraîner un changement dans l'environnement de l'apprentissage. Les processus personnels pouvant porter sur eux-mêmes, ils sont sujets à un possible changement. Notre recherche, qui s'inscrit dans cette perspective, porte sur les représentations métacognitives en rapport avec les processus personnels eu égard à la prise en compte des informations issues du contexte.

En outre, trois systèmes informatiques (feedback) œuvrent dans l'optimisation des décisions quant aux actions à mener. Les dits systèmes nourrissent les processus mentaux pour permettre un ajustement plus efficace. Le premier type de feedback est en rapport avec les états motivationnels, cognitifs et affectifs ainsi que l'efficacité d'actions du sujet pour la régulation. Le second type de feedback concerne une information *onlinesur* la mise en route des comportements. Le dernier type enfin relève les changements survenus dans l'environnement, créés par l'action du sujet ou indépendamment de ce dernier. L'opérationnalité de l'autorégulation est sujette au contrôle et à la régulation des influences issues de ces trois types de feedback.

Schunk en 1989, à la suite de Bandura (1986) ont décrit trois sous processus de l'apprentissage autorégulé. Ces trois sous processus sont : l'auto-observation, l'auto-jugement et l'auto-réaction.

L'auto-observation donne à un individu de porter, délibérément, son attention sur des aspects de son propre comportement. Elle est régulière et proximale et permet d'obtenir des informations sur le comportement. L'auto-jugement consiste en une confrontation entre l'information issue du processus de feedback et le but prédéfini à la tâche. C'est donc, une évaluation des actions et de leur résultat eu égard au but visé. L'auto-réaction enfin se rapporte à l'autorégulation proprement dite. C'est la capacité qu'a un sujet d'influencer ses propres actions pour répondre au jugement réalisé dans le sous processus précédent. Pour Focant (2004), c'est la prise de décision sur le comportement à mettre en œuvre dans le futur immédiat. Les trois sous processus sus évoqués sont influencés par l'environnement physique et social, et par des variables liées au soi.

L'étude de l'autorégulation nous apparaît, pour ainsi dire, nécessaire dans le contexte éducatif camerounais, car celui-ci est marqué par un fort taux d'échec aux examens. Nous nous intéressons particulièrement au milieu universitaire. Il est, avec la fin du cycle secondaire, le lieu dans lequel les apprenants sont les plus susceptibles d'utiliser l'autorégulation car la maturation biologique et le développement cognitif sont à terme. Les motivations qui nous ont poussées à mener cette étude au sein de l'Université de Douala sont de trois ordres :

Premièrement, le taux de déperdition entre la première et la troisième année est de 43% en moyenne en Faculté de Sciences Juridiques et Politiques (FSJP) et en Faculté de Sciences Economiques et de Gestion Appliquée (FSEGA).

Deuxièmement, le pourcentage de réussite aux examens de la session normale, en FSJP n'atteint les 30% dans aucun des trois niveaux étudiés.

Troisièmement enfin, une réforme universitaire est en cours, qui fait rentrer l'Université de Douala dans le système Licence - Master- Doctorat (LMD). Ce système favorise une approche par compétence, et a pour but avoué de favoriser une adéquation entre l'enseignement reçu et un futur emploi. De ce fait, l'approche par compétence insiste sur le « transfert de connaissance » et « la mobilisation de ressources cognitives » dans des situations différentes de la formation. Le but de notre recherche est de mettre en évidence l'importance de la responsabilité de l'apprenant dans son processus d'apprentissage, afin d'améliorer les résultats académiques des étudiants camerounais. La conscience de cette responsabilité implique la connaissance des stratégies d'autorégulation utilisées lors d'un apprentissage. Notre travail a, particulièrement, porté sur la rédaction de textes en situation d'examen, les stratégies d'autorégulation utilisées durant cette tâche et la conscience que les sujets ont de cette utilisation.

De nombreuses études (notamment celles de Allal & Saada-Robert, 1992 ; Focant, 2004 ou Tardif, 2006) ont mis l'accent sur les stratégies d'autorégulation et leur rôle dans l'acquisition des connaissances. De manière générale, quatre types de stratégies d'autorégulation sont recensées : la détermination de buts, la planification, le contrôle et l'ajustement.

La détermination de but permet de définir l'état final ou recherché des actions que le sujet va mener. C'est une sorte de résultat anticipé de la tâche. Pour Flavell (1976), le but initie et maintient toute l'activité cognitive et est présent tout au long de la tâche. La détermination de but est mise en évidence par des questions telles que : « *qu'est ce qu'on me demande ?* » ; « *que dois-je faire ?* ».

La planification est le processus par lequel le sujet considère les différentes activités et scénarii possibles avant de choisir ceux qui entrent dans la réalisation de la tâche. C'est une programmation des procédures à mettre en œuvre dans le déroulement de l'action afin d'atteindre le but. La planification permet une première évaluation de l'activité, elle élimine les erreurs dans le choix des procédures avant que celles-ci ne soient mises en œuvre. Elle répond aux questions « *de quoi je dispose ?* » ; « *comment dois-je faire ?* »

Contrairement aux deux premiers types de stratégies, qui sont mis en œuvre avant le déroulement de l'action, le contrôle se fait pendant celle-ci. C'est une phase de surveillance de son propre comportement qui permet de s'assurer que les actions sont posées en adéquation avec les buts fixés.

Il s'agit également d'évaluer la progression et l'exactitude des procédures utilisées. Nous avons défini trois types de contrôle : le monitoring, veille constante des procédures en cours ; l'évaluation qui intervient à des moments donnés au cours de l'action soit pour faire le point, soit parce que le monitoring a détecté un problème ; et la vérification qui est un bilan de l'activité, des procédures et des résultats obtenus en fin de tâche. Les questions les plus fréquentes ici sont : « *qu'est-ce que j'écris là ?* » ; « *où est-ce que j'en suis ?* » ; « *ai-je répondu à la question ?* » Le contrôle est lié à la détermination de but et à la planification par des boucles de rétroaction. Celles-ci permettent au sujet de continuer ou d'arrêter son action en fonction du feed-back qu'il reçoit.

L'ajustement survient en cas de feed-back négatif. Il a pour but d'adapter les actions en utilisant les informations obtenues par les stratégies de contrôle, afin de parvenir aux buts fixés. L'ajustement se fait en fonction de l'erreur décelée. A la suite de Piaget (1974) et Allal et Saada-Robert (1992), nous distinguons trois types d'ajustement.

Le premier concerne les petites perturbations qui n'influencent pas le déroulement des processus cognitifs. Ce sont par exemple les corrections orthographiques ou grammaticales sans interruption de l'activité.

Le deuxième type d'ajustement adapte l'action aux buts fixés. Il est explicite et se fait de manière consciente. C'est par exemple le repositionnement d'un paragraphe ou l'apport d'autres arguments, sans modification du but initial.

Le troisième type enfin, intervient lorsque le sujet se rend compte qu'il s'est trompé. Il s'ensuit alors soit une nouvelle planification, soit une nouvelle détermination de but. Ce type de régulation implique une nouvelle séquence d'autorégulation.

La prise de conscience des stratégies d'autorégulation par les étudiants leur permettra, selon nous, de résoudre de manière optimale les tâches en fonction des connaissances déclaratives et procédurales dont ils disposent.

Nous formulons de ce fait l'hypothèse que les performances intellectuelles des étudiants sont liées à la prise de conscience qu'ils ont de leurs stratégies d'autorégulation.

Ce travail s'articule autour de trois parties : la présentation du protocole méthodologique employé ; les résultats obtenus à la suite de ce protocole ; et la discussion de ces résultats en fonction des travaux s'inscrivant dans la même perspective.

2 MATERIEL ET METHODES

Le protocole méthodologique de notre étude concerne les sujets et le matériel.

2.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON

La population d'étude est celle des étudiants de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines et de la Faculté des Sciences Juridiques et Politiques de l'Université de Douala.

Les raisons du choix d'une population d'étudiants ont été évoquées plus haut. Ces deux facultés ont été retenues car elles sont celles dans lesquelles les sujets sont le plus confrontés à des tâches de rédaction de textes, tels que des dissertations ou des commentaires de textes.

Nous avons retenu un échantillon de 120 sujets, des deux genres, âgés en moyenne de 23 ans. Ils sont uniformément répartis dans les trois niveaux du cycle Licence de la FLSH et de la FSJP. Les sujets étaient abordés individuellement soit dans les amphithéâtres, soit au sortir de ceux-ci. Nous leur avons présenté l'objet de notre étude avant de leur proposer de remplir notre questionnaire. Il a fallu, pour certains, expliquer la différence entre une connaissance méthodologique et une stratégie. Nous leur avons ensuite accordé un quart d'heure pour remplir le questionnaire.

2.2 LE QUESTIONNAIRE

Le questionnaire est un instrument qui permet de recueillir des informations sur ce que le sujet sait, pense ou ressent. Il peut s'appliquer à plusieurs individus à la fois, tout en respectant leur anonymat. Il permet également de traduire les objectifs de la recherche en différents items.

Pour notre étude, nous avons opté pour le COMEGAM, un questionnaire d'autoévaluation des « Connaissances Métacognitives et Gestion de l'Activité Mentale », élaboré par Richer, Mongeau, Lafortune, Deaudelin, Doudin et Martin (2004). Il comprend 35 items, mais dans notre étude nous n'en avons retenu que 25. Chacune des quatre stratégies d'autorégulation est représentée par cinq items, et la prise de conscience de ces stratégies est représentée par les cinq autres.

Le questionnaire se présente sous la forme d'un tableau. Il présente une situation hypothétique (contrôle continu, examen) et un exemple de réponse. Il propose ensuite des énoncés pour lesquels les sujets doivent se positionner sur une échelle qui s'apparente à celle de Likert mais comprenant, pour sa part, quatre modalités :

Complètement en désaccord ;
Plutôt en désaccord ;
Plutôt en accord ;
Complètement en accord.

La variable dépendante a été gérée dans la première partie du questionnaire. Elle concerne les performances intellectuelles. Celles-ci ont pu être notées bonnes, moyennes ou faibles selon que l'étudiant a obtenu son examen en session normale, en session de rattrapage ou qu'il ne l'a pas obtenu.

2.3 L'OUTIL STATISTIQUE DE TRAITEMENT DE DONNEES

Pour une analyse statistique des données obtenues, nous avons utilisé le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson. Il mesure la force et l'orientation de la relation qui existe entre deux variables. Le coefficient de corrélation d'échantillon symbolisé par r ou r_{xy} est une valeur exprimant la force selon laquelle deux variables sont reliées l'une à l'autre. Pour le calculer, les données doivent satisfaire à trois exigences :

La linéarité positive ou négative du nuage de points
La normalité de la distribution
La possibilité pour les variables d'être mesurées dans une échelle de mesure par intervalle.

Les données ont été traitées par le logiciel statistique SPSS 10.0. Une corrélation linéaire parfaite est identifiée par une valeur de +1 ou -1. Elle indique un parfait ajustement de la relation. Une corrélation de 0 n'indique aucune relation. Les valeurs intermédiaires d'une corrélation entre 0 et 1 reflètent quelle relation existe entre les variables. Elle peut être positive ou négative.

Dans le but de rendre plus accessibles les résultats obtenus au questionnaire, nous avons regroupé les items relatifs à chaque stratégie d'autorégulation de manière à obtenir des scores pour chacune d'entre elles. Ces scores ont ensuite été codés à travers trois modalités : forte, moyenne et faible.

3 RESULTATS

La question qui a suscité notre recherche est celle de savoir si la prise de conscience des stratégies d'autorégulation peut avoir un impact sur les performances intellectuelles. Pour y parvenir, nous sommes passés par trois étapes.

Nous avons d'abord calculé les scores des sujets pour chacune des stratégies. Il ressort de cette opération que les sujets ont une forte utilisation des stratégies d'autorégulation. Indépendamment de la stratégie, au moins 68% des sujets ont obtenu un score élevé. Toutefois, les stratégies les plus utilisées sont celles de planification (85% d'utilisation forte) et de contrôle (70.8%). Moins de 3% de l'échantillon a une mauvaise utilisation des stratégies, et c'est pour la stratégie de contrôle qu'on rencontre le plus grand pourcentage de faible utilisation (2.5%).

Nous avons ensuite calculé les scores en prise de conscience. Il en ressort que 40% seulement des sujets de l'échantillon ont une forte conscience de l'utilisation des stratégies d'autorégulation. 7.5% d'entre eux ont une mauvaise conscience de leurs stratégies. Bien que les sujets utilisent fortement les stratégies d'autorégulation, ils n'en ont pas toujours conscience.

Nous avons enfin opéré des croisements entre les scores obtenus dans la prise de conscience, ceux obtenus dans chacune des stratégies d'autorégulation et les performances intellectuelles. Nous avons obtenus les résultats ci-après.

3.1 PRISE DE CONSCIENCE DES STRATEGIES DE DETERMINATION DE BUT

Tableau 1 : Croisement prise de conscience des stratégies de détermination de but et performances intellectuelles

		Performances Intellectuelles			Total	R de Pearson
		Elevé	Moyen	Faible		
Prise de conscience des stratégies de détermination de but	Elevé	12	34	2	48	0.348
	Moyen	5	35	23	63	
	Faible		7	2	9	
Total		17	76	27	120	

De manière générale, les sujets de notre échantillon présentent une prise de conscience moyenne de leurs stratégies d'autorégulation (52.5% de l'effectif). Pour la détermination de but en particulier, 63 individus ont une conscience moyenne alors que 48 seulement ont une forte conscience de ces stratégies. Au regard du tableau1, nous apercevons que les sujets ayant une forte prise de conscience ont soit de fortes performances (12 sujets), soit des performances moyennes (34 sujets.) L'indice de corrélation indique une liaison positive entre les variables, mais celle-ci est faiblement significative. Nous en concluons que les performances intellectuelles peuvent être expliquées par l'utilisation consciente des stratégies de détermination de but, mais que le rôle de ces dernières est assez limité.

3.2 PRISE DE CONSCIENCE DES STRATEGIES DE PLANIFICATION

Tableau 2: Croisement prise de conscience des stratégies de planification et performances intellectuelles

		Performances Intellectuelles			Total	R de Pearson
		Elevé	Moyen	Faible		
Prise de conscience des stratégies de planification	Elevé	10	34	4	48	0.463
	Moyen	5	40	18	63	
	Faible	2	2	5	9	
Total		17	76	27	120	

Nous observons dans ce tableau que les sujets ayant une forte prise de conscience de leur planification ont en majorité des performances moyennes, seulement quatre d'entre eux ont de mauvaises performances. De plus, la majorité des étudiants ayant une faible conscience de leurs stratégies de planification ont de mauvaises performances intellectuelles. Le coefficient de corrélation montre une liaison significative moyenne entre les variables. Ceci implique un lien entre l'utilisation consciente de la planification et les performances intellectuelles chez ces sujets.

3.3 PRISE DE CONSCIENCE DES STRATEGIES DE CONTROLE

Tableau 3 : Croisement prise de conscience des stratégies de contrôle et performances intellectuelles

		Performances Intellectuelles			Total	R de Pearson
		Elevé	Moyen	Faible		
Prise de conscience des stratégies par le répondant*Contrôle de l'activité	Elevé	11	33	4	48	0.372
	Moyen	5	37	21	63	
	Faible	1	6	2	9	
Total		17	76	27	120	

Les sujets qui ont une forte prise de conscience des stratégies de contrôle ont en majorité des performances intellectuelles moyennes. 21 sujets avec une conscience moyenne ont de faibles performances. Le coefficient de corrélation est de 0.372, il indique une corrélation positive faiblement significative entre les variables considérées. Ici également, le lien entre prise de conscience des stratégies et performances existe, mais il est faible.

3.4 PRISE DE CONSCIENCE DES STRATEGIES D'AJUSTEMENT

Tableau 4 : Croisement prise de conscience des stratégies d'ajustement et performances intellectuelles

		Performances Intellectuelles			Total	R de Pearson
		Elevé	Moyen	Faible		
Prise de conscience des stratégies d'ajustement de l'activité	Elevé	13	34	1	48	0.321
	Moyen	4	41	18	63	
	Faible		1	7	9	
Total		17	76	27	120	

Le tableau 4 nous montre que la forte utilisation consciente des stratégies d'ajustement entraîne des performances moyennes. Les sujets avec une faible conscience de ces stratégies ont de mauvaises performances. L'indice de Bravais-Pearson indique une corrélation positive faiblement significative. L'observation de ces quatre tableaux nous montre que toutes les stratégies présentent une corrélation positive avec les performances intellectuelles. Toutefois, la prise de conscience des stratégies de planification est la plus liée aux performances intellectuelles. La corrélation positive indique que, plus cette conscience augmente, meilleures sont les performances des étudiants.

4 DISCUSSION

De nombreux travaux mettent en évidence le rôle des stratégies d'autorégulation dans les performances intellectuelles des sujets (Focant, 2004 ; Tardif, 2006). La question qui divise est celle de la conscience de ces stratégies au moment où elles sont mises en œuvre. Pour Nguyen-Xuan (1990) et Viau (1994), la prise de conscience est un préalable de la conduite d'autorégulation.

Les résultats que nous avons obtenus montrent que les étudiants de l'Université de Douala utilisent beaucoup les stratégies d'autorégulation lorsqu'ils sont confrontés à une tâche de rédaction de texte, mais que cette utilisation est peu consciente. Ils rejoignent les études de Baker et Brown (1984) et de Pressley (1987, cité par Focant, 2004) qui montrent que l'autorégulation ne nécessite pas la conscience. En effet, ils décrivent l'autorégulation comme une activité rarement exprimable (Baker et Brown), inconsciente et inaccessible (Pressley.)

Zimmerman et Martinez-Pons (1988), pour leur part, montrent que le caractère conscient ou non de la régulation dépend de facteurs tels que le niveau d'expertise ou la profondeur de la régulation. Dans ce sens, le manque de conscience des étudiants de leurs stratégies d'autorégulation peut s'expliquer par une certaine automatisation acquise avec l'âge et l'expérience. Les tâches de rédaction de texte sont en effet assez courantes et complexifiées à partir de la deuxième moitié de l'enseignement secondaire. De ce fait, seuls les problèmes majeurs seront gérés de manière consciente, ainsi que le décrit Beckman (1987), car la régulation consciente est la plus efficace.

L'étude de la prise de conscience des stratégies d'autorégulation chez les étudiants a également révélé que celle-ci est positivement liée aux performances intellectuelles. Elle corrobore l'étude de Zimmerman et Martinez-Pons (op. cit.) qui a révélé, sur la base d'entrevues structurées avec des élèves et des enseignants du secondaire, que les élèves les plus performants sont ceux qui rapportent la plus grande utilisation de stratégies d'autorégulation.

De manière plus précise, Masui et De Corte (1999) observent une relation significative entre la performance intellectuelle et les stratégies de préparation de l'action chez les étudiants. En ce qui concerne la tâche de production d'écrits, Sexton, Harris et Graham (1998, cités par Focant, op. cit.) montrent que les bons écrivains sont ceux qui s'engagent dans des activités de détermination de but et de planification. Nos résultats s'inscrivent dans la même logique. La prise de conscience des stratégies de planification est en effet celle qui présente une corrélation moyennement significative avec les performances intellectuelles.

Les autres liens entre les variables de notre étude sont positifs, mais faibles. Seulement, Focant (ibid.) dans une méta-analyse montre que les recherches qui mettent en relation les stratégies d'autorégulation et les performances intellectuelles révèlent une corrélation significativement positive, mais modérée. Les hommes utilisant consciemment ou non des démarches plus ou moins efficaces lorsqu'il leur est demandé de résoudre un problème, la prise de conscience de ces démarches est, à notre avis, un facteur supplémentaire qui expliquerait la réussite ou l'échec en milieu universitaire.

Nous pouvons donc affirmer, à la fin de ce travail, que la prise de conscience des stratégies d'autorégulation a un impact sur les performances intellectuelles chez les étudiants de l'Université de Douala, en ce qui concerne les

tâches de production de textes. De ce fait, une sensibilisation des apprenants en général et des étudiants en particulier est nécessaire aux fins d'une utilisation consciente des stratégies d'autorégulation. En outre, un regard gouvernemental s'avère requis et viserait la mise sur pied de programmes adéquats et en rapport avec l'utilisation consciente des stratégies d'autorégulation. Les enseignants, pour leur part, ne manqueront pas d'inculquer à leurs élèves, des connaissances de métacognition dès les classes du primaire, par exemple, question de les familiariser à une meilleure utilisation future desdites techniques dans le traitement des sujets. Aussi, des programmes adéquats en rapport avec l'apprentissage de ces stratégies devront donc être développés au Cameroun pour préparer les jeunes adultes à leur utilisation.

REFERENCES

- [1] Allal, L. & Saada-Robert, M. La métacognition : Cadre conceptuel pour l'étude des régulations en situation scolaire, In Archives de Psychologie, 60, 265-296, 1992.
- [2] Baker, L. & Brown, A. L. Metacognitive skills in reading, In P. D. Pearson (Ed.), Handbook of reading research, New-York : Longman, pp. 353-394, 1984.
- [3] Beckman, J. Metaprocesses and the regulation of behavior, In F. Halisch & J. Kuhl (Eds) Motivation, intention and volition, Berlin : Springer-Verlag, pp. 371-386, 1987.
- [4] Begin, C. Enseigner des stratégies d'apprentissage à l'université : Application d'un modèle et analyse des changements consécutifs à leur enseignement. Thèse de Doctorat inédite, Université de Sherbrooke, 2003.
- [5] Brown, A. L. Metacognition, executive control, self regulation, and other more mysterious mechanisms, In F. E. Weiner & R. H. Kluwe (Eds.), Metacognition, motivation and understanding, pp. 65-116 Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum, 1987.
- [6] Cellier, G. Structures cognitives et schèmes d'action, II. Archives de Psychologie, 47, 107-122, 1979.
- [7] Dupeyrat, C. & Mariné, C. Conception de l'intelligence, orientation de buts et stratégies d'apprentissage chez des adultes en reprise d'études, In Revue des Sciences de l'Education, 30, pp. 27-48, 2004.
- [8] Flavell, J.H. Metacognitive aspects of problemsolving, In L. B. Resnick (ed), The nature of intelligence, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 231-235, 1976.
- [9] Focant, J; Stratégies d'autorégulation d'élèves de cinquième primaire en situation de résolution de problèmes arithmétiques, Thèse de Doctorat non publiée, Université Catholique du Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 2004.
- [10] Grangeat, M. « Comprendre pour réussir. Influence de la métacognition sur la réussite ». In Cahiers Pédagogiques Site de la revue Cahiers Pédagogiques, [En ligne]. <http://www/cahiers-pedagogique.com> (page consultée le 13 juin 2013), 1994.
- [11] Lautrey, J. Classe sociale. Milieu familial. Intelligence. Paris : Presses Universitaires de France, 1980.
- [12] Lucas, S. Etat des structurations métacognitives, In Bulletin de Psychologie, 52, pp. 442-460, 1999.
- [13] Masui, C. & De Corte, E. Enhancing learning and problem solving, two powerful and trainable learning tools, In Learning and Instruction, 9, pp. 517-542, 1999.
- [14] Nguyen-Xuan, A. Conscience, prise de conscience et métacognition. In J-F. Richard, C. Bonnet & R. Ghiglione (Eds), Traité de psychologie cognitive : l'information symbolique. 2, pp 210-217, 1990.
- [15] Oléron, P. L'intelligence de l'homme. Paris : Armand Colin, 1989.
- [16] Piaget, J. La psychologie de l'intelligence. Paris : Armand Colin, 1967.
- [17] Piaget, J. La prise de conscience. Paris : Presses Universitaires de France, 1974.
- [18] Pintrich, P. R. The role of goal orientation in self-regulated learning, In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds), Handbook of self-regulation: theory, research, and application, San Diego, CA: Academic Press, pp. 451-502, 2000.
- [19] Portelance, L. Intégrer la métacognition dans l'ensemble de ses interventions pédagogiques. In Vie Pédagogique, 122, pp. 20-23, 2002.
- [20] Richer, Mongeau, Lafortune, Deaudelin, Doudin & Martin, Outil d'évaluation de la métacognition : processus de validation et utilisation à des fins pédagogiques, In R. Pallascio, M.F. Daniel & L. Lafortune (dir.), Pensée et réflexivité, Sainte-Foy : Presses Universitaires du Québec, pp. 73-106, 2004.
- [21] Tardif, J. Une idée puissante mais polysémique: l'autorégulation des apprentissages, In Vie Pédagogique, 140, pp. 48-51, 2006.
- [22] Viau, R. La motivation en contexte scolaire. Bruxelles : De Boeck, 1994.
- [23] Vygotsky, L. S. Pensée et langage. Paris : Editions Sociales, 1977.
- [24] Weil-Barais, A. ; Dubois, D. ; Lecocq, P. ; Pedinelli J. L. & Streri, A. L'homme cognitif. Paris : Presses Universitaires de France, 1993.
- [25] Wolfs, J-L. Méthodes de travail et stratégies d'apprentissage : Du secondaire à l'université. Bruxelles : De Boeck, 1998.
- [26] Zimmerman, B. J. & Martinez-Pons, M. Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. In Journal of Educational Psychology, 80, pp. 284-290, 1988.

التجريد الهندسي في التصوير النوبي وابتكار تصميمات لطباعة أقمشة المفروشات

[Geometric abstraction in the Nubian painting and creating designs for printing upholstery fabrics]

سحر احمد / إبراهيم منصور

أستاذ مساعد، قسم طباعة المنسوجات والصباغة والتجهيز، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر

Sahar Ahmed

Textile Printing, Dyeing and Finishing Department, Helwan University, College of Applied Arts, Cairo, Egypt

Copyright © 2015 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 Geometric ornaments co-ordinate with many beliefs and ideas in different civilizations, these ornaments have especially harmonies when they combined and creation new decorations and configurations marked by contemporary. The Geometric ornaments in Nubian painting were marked by Geometric abstraction in the Christian era (Byzantine), Geometrical designs which came in the Nubian painting based on construction, abstract form and color as well as thought. The decomposition of the color and form were free from their traditional to become aesthetics composition allowing the artist to record symbolic forms which are relied on the vertical and horizontal lines, oblique, curved, opposite or tangled that give a Geometrical design including dynamics relations reflect the symmetry and balance. Therefore, the research aims to analyze the Geometric ornaments which are included in the Nubian painting and varied between geometric interlacing, as well as circles which related to each other by a unit or separated with different types of roses, in addition to horizontal tapes decorated with circles, squares, plait shapes, plant leaves and roses. Through the study and analysis, modern designs have been discovered for the printed contemporary upholstery fabrics depend on the abstract current in composition, construction and find new relationships.

KEYWORDS: Geometric abstraction, Nubian painting, Faras Cathedral in Nubia, Upholstery fabrics

ملخص: يعتبر المذهب التجريدي في التصوير اللوبي مدخلا يوحى بانطلاقة اكبر نحو تحقيق إبداعات قوية تفوق ما تحقق بوحى تقليد الطبيعة. وتتفق الزخارف الهندسية في التصوير اللوبي مع العديد من المعتقدات والأفكار في الحضارات المختلفة، ولهذه الزخارف تلامعات خاصة علد دمجها مع بعضها البعض واستلباط زخارف وتكوينات جديدة تتميز بالأصالة والمعاصرة. وقد اعتمدت هذه الزخارف في فن التصوير اللوبي خلال العصر المسيحي (البيزنطي) على البلاء والشكل التجريدي واللون بالإضافة إلى الفكر، وقد تحلل اللون من وظيفته التقليدية ليصبح تشكيل جمالي، وكذلك تحرر الشكل بدوره أيضا مما أتاح للفلان أن يسجل أشكالاً رمزية. اعتمدت على الخطوط الراسية والأفقية، مائلة وملحلية، متقابلة أو متشابكة تعطى في حرية تعارضها وتقابلها تصميم هندسي محكم يشتمل على علاقات ديلاميكية تعبر عن التماثل والاتزان. لذلك يهدف البحث إلى إجراء دراسة تحليلية للزخارف الهندسية التي اشتمل عليها فن التصوير اللوبي والتي تلوت بين التشبيكات الهندسية بأشكالها المختلفة ذات الخطوط المزدوجة والمفردة، وكذلك الدوائر المتصلة ببعضها عن طريق وحدة تربط بينها أو المتباعدة وبها أنواع من الزهور، إلى جانب الأشرطة المزيلة بالدوائر والمعينات والمربعات، والأشكال المضفورة، والأوراق اللبائية، والزهور. والتي من خلالها تم ابتكار تصميمات لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة تعتمد على الاتجاه التجريدي في التركيب والبلاء وإيجاد علاقات جديدة.

كلمات دلالية: التجريد الهندسي، التصوير اللوبي، كاتدرائية فرس باللوبية، أقمشة المفروشات

1. المقدمة

اعتمدت الزخارف في فن التصوير النوبي خلال العصر المسيحي (البيزنطي) على مذهب التجريد الهندسي فتميزت بالروح الهندسية السائدة في تصميمها الذي يشمل الخطوط الراسية والأفقية ، والأشكال المستطيلة والمربعة والدائرية ، كما تميزت أيضا بتكرار الوحدات مع تبسيط الأشكال وتجريدها في خطوط منظمة تجعلها تغطي إيقاعا لا نهائيا.

وتشهد الفرسكات التي زينت بها جدران الكنائس في بلاد النوبة على تلك الأهمية الكبيرة التي كانت لفن التصوير الجداري في منطقة النوبة ، وهو أمر يؤكد تعدد المواقع التي ضمت كنائس مزينة بالتصاوير . وتعد كاتدرائية فرس أهم مركز فني نوبي ، وقد زينت الكاتدرائية بتصاوير جدارية عديدة وذات قيمة فنية وتاريخية كبيرة تتفق والمركز الديني والإداري الذي احتلته فرس.

لذلك يهدف البحث إلى إجراء دراسة تحليلية للزخارف الهندسية التي اشتمل عليها فن التصوير النوبي والتي تنوعت بين التشبيكات الهندسية بأشكالها المختلفة ذات الخطوط المزدوجة والمفردة ، وكذلك الدوائر المتصلة ببعضها عن طريق وحدة تربط بينها أو المتباعدة وبها أنواع من الزهور ، إلى جانب الأشرطة المزينة بالدوائر والمعينات والمربعات ، والأشكال المضفورة ، والأوراق النباتية ، والزهور . ولهذه الزخارف تناعمات خاصة عند دمجها مع بعضها البعض ولها تنبأط زخارف وتكوينات جديدة تتميز بالأصالة والمعاصرة ، وتقيد في ابتكار تصميمات لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة التي تستمد مضمونها من المعاني والخبرات القديمة في قالب جديد يعتمد على الاتجاه التجريدي في التركيب والبناء وإيجاد علاقات جديدة بين الأجزاء والكل.

1-1 مشكلة البحث:

- ندرة الدراسات التي تناولت زخارف التصاوير الجدارية التي زينت كنائس النوبة في العصر المسيحي على الرغم من إنقاذ الكثير منها ونقله الى المتحف القبطي في مصر ، ومتحف الخرطوم بالسودان أثناء حملة اليونسكو .

- الاستفادة من التجريد الهندسي للزخارف التي زينت ملابس الأشكال الأدمية في التصوير النوبي لابتكار تصميمات تواكب الموضة الحديثة لطباعة أقمشة المفروشات.

2-2 هدف البحث:

- إحياء الأنماط الهندسية في فن التصوير النوبي وتحليلها وتنظيم الشكل واللون في تصميمات تصلح لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة .

3-3 فروض البحث:

يفترض البحث أن دراسة وتحليل الزخارف الهندسية التي زينت ملابس الأشكال الأدمية بكاتدرائية فرس بما تحمله من قيم جمالية وتشكيلية يمكن أن تكون مصدرا لابتكار تصميمات متميزة تصلح لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة.

4-4 حدود البحث:

الحدود الزمانية: الطراز المتعدد الألوان (الأول والثاني والثالث) - العصر المسيحي (البيزنطي) بالنوبة (نهاية القرن العاشر حتى القرن الثاني عشر الميلادي).

الحدود المكانية: كاتدرائية فرس بالنوبة- مصر.

الحدود الموضوعية:

- دراسة للطراز المتعدد الألوان بكاتدرائية فرس.

- دراسة تحليلية فنية للزخارف الهندسية التي زينت ملابس الأشكال الأدمية بالكاتدرائية.

- لدراسة تصميمات من الزخارف السابقة بما تحمله من قيم جمالية وتشكيلية تلائم أقمشة المفروشات المطبوعة المعاصرة.

5-5 منهجية البحث:

المنهج الوصفي والمنهج التحليلي: في دراسة الطراز المتعدد الألوان الذي ظهر بكاتدرائية فرس ، والدراسة التحليلية للزخارف الهندسية التي زينت ملابس الأشكال الأدمية بالكاتدرائية للتعرف على مدى التشابه والاختلاف بينها .

المنهج التجريبي: ويعتمد عليه في تناول الجانب الابتكاري في تجارب التصميم المستلهمة من الدراسة التحليلية الفنية السابقة وتصلح لأقمشة المفروشات المطبوعة.

2 بلاد النوبة :

تمتد بلاد النوبة من شلال أسوان حتى مدينة مروى قرب الشلال الرابع. وتنقسم النوبة إلى قسمين : الأول في مصر العليا ويمتد من أسوان حتى الحدود المصرية إلى الجنوب قليلا من أبيس ميل ، والثاني في جمهورية السودان ويمتد جنوبا لمئات الأميال من قرية فرس الحدودية حتى جنوب دنقلا حيث ينحني النيل إلى الشمال الشرقي كما في شكل (1) (Wenzel, 1972, p.35) ، وأصل كلمة النوبة في اللغة المصرية القديمة "نوب" وتعني بلاد الذهب. وكانت النوبة منفذا مؤديا إلى قلب إفريقيا ومصدرا للعديد من الخيرات والغلات والأحجار الكريمة وخام الديوريت ، والذهب بصفة خاصة .

وتشير الأدلة التاريخية إلى أن مملكة دنقلا تكونت من مقاطعتين كبيرتين ، الجنوبية وتسمى "مقرة" أو "المقرة" حيث توجد بها دنقلا العاصمة والشمالية وتسمى "نوباديا" أو "المريس" إذ كانت العاصمة هي فرس . وكلمة "مريس" هي الاسم القبطي لمصر العليا ، والتي لم تخدمت أيضا في موازة "نوباديا" كاسم للمملكة النوبية الشمالية ، منذ زمن دخول النوبيين في المسيحية في عام 543م (Wenzel, 1972, p.39).



شكل (1) خريطة بلاد النوبة (غيطاس، 1987، ص 133)

3 التصوير على الجدران في بلاد النوبة (طرزه وتطوره)

تشهد الفسكات التي زينت بها جدران الكنائس في بلاد النوبة على تلك الأهمية الكبيرة التي كانت لفن التصوير الجداري في منطقة النوبة ، وهو أمر يؤكد تعدد المواقع التي ضمت كنائس مزينة بالتصاوير . وكان تنفيذ التصاوير يتم على الجدران بعد طلائها بالبياض الجيري الذي يوضع على طبقة من الملاط الطيني المخلوط بالتبن (غيطاس، 1995، ص 54).

وتعتبر كاتدرائية فرس من أهم المواقع التي أمدتنا بتصاوير عديدة زادت عن مائة وعشرين تصويراً ، تم اقتسامها مناصفة بين السودان وبولندا ، حيث تعد فرس أهم مركز فني نوبى ، وقد زينت الكاتدرائية بتصاوير جدارية عديدة وذات قيمة فنية وتاريخية كبيرة تتفق والمركز الدينى والادارى الذى احتلته فرس (غيطاس، 1995، ص 54).

تعددت الطبقات المزينة بالتصاوير في كاتدرائية فرس ، مما أدى الى تقسيمها إلى طرز فنية لكل طراز منها سماته . وقد اعتمد البروفيسير (ميخالوفسكى) فى تحديده لهذه الطرز وتسلسلها الزمنى على الألوان المستخدمة فيها ويشمل ذلك خمس مجموعات تضم الطرز الآتية (غيطاس، 1995، ص 58):

- (1) الطراز البنفسجى : ويمتد من السنوات الأولى من القرن الثامن إلى منتصف القرن التاسع ، ويشمل أيضاً الطراز البنفسجى المتأخر والطراز الانتقالي.
- (2) الطراز الأبيض: ويمتد من حوالى منتصف القرن التاسع إلى أوائل القرن العاشر .
- (3) الطراز الأصفر والأحمر : ويبدأ ظهوره بسيادة اللون الأصفر فى عصرى الأشقف كلودوس 903-923م ، والأشقف لمطفانوس 923-926م ، ثم يغلب اللون الأحمر فى لىقفية بطرس الأول 974-999م .
- (4) الطراز المتعدد الألوان، ويمتد من أوائل القرن الحادى عشر الى النصف الثانى من القرن الثانى عشر الميلادى .
- (5) الطراز الاخير ، ويبدأ من حوالى سنة 1175م إلى نهاية المسيحية ببلاد النوبة (غيطاس، 1995، ص 58، 59) .

وركز البحث الحالى على الطراز المتعدد الألوان حيث تطور فن التصوير فى كاتدرائية فرس خلال القرن الحادى عشر الميلادى تطوراً كبيراً تمثل فى ثراء الألوان المستخدمة وظهور لىاليب فنية جديدة وموضوعات متنوعة إلى جانب التعقيد الزخرفى.

1-3 الطراز المتعدد الألوان:

قسم العالم Malgorzata Martens الطراز المتعدد الألوان إلى :

- (أ) الطراز المتعدد الألوان (الأول) – نهاية القرن العاشر والنصف الأول من الحادى عشر.
- (ب) الطراز المتعدد الألوان (الثانى) – النصف الثانى من القرن الحادى عشر.
- (ج) الطراز المتعدد الألوان (الثالث) – القرن الثانى عشر .
- (د) الطراز المتعدد الألوان (المتأخر) – القرن الثالث عشر إلى القرن الخامس عشر الميلادى (Martens, 1982, p. 217)

شهد فن التصوير فى كاتدرائية فرس خلال القرن الحادى عشر الميلادى تطوراً كبيراً . ويبدو التطور الفنى واضحاً فى الزخارف التى تزين الثياب والفرش بوجه خاص كما فى شكل (2) ويمثل الأشقف ماريانوس فى حماية العذراء والطفل ويظهر فيه التطور فى الثراء الزخرفى واللونى بثياب الأشقف والعذراء حيث الزخرفة الشبكية ، الدوائر ، المستطيلات والوريدات بألوان خضراء وبيضاء وحمراء وصفراء وسوداء وبنية (غيطاس، 1995، ص 83، 82) .

ومن اكبر التصاوير حجماً وأكثرها قيمة فنية خلال هذه الفترة تصويرة الميلاد شكل (3) حيث وضع المصور عناصر موضوعه فى مستويات مختلفة وليس فى صف واحد (العذراء على الفراش – الطفل فى المذود الذى مثلت فتحته على هيئة ثقب المفتاح- الملائكة خلف العذراء – القديس يوسف ممسكاً بعصا طويلة – الحكماء الثلاثة على جيادهم – اثنين من الرعاة) ، كما انه لم يعين خطوطاً للأرضية التى تقف عليها كل مجموعة ، وتحتل العذراء مساحة كبيرة فى التصويرة تدل على حرص المصور على تضخيم الشخصية الرئيسية ، ويظهر الطابع الزخرفى واضحاً فى سرير العذراء.



شكل (2) ماريانوس في حماية العذراء والطفل (Michalowski, 1974, p. 212) شكل (3) الميلاد- متحف الخرطوم (www.pbse.com, 2012) متحف وارسو

وفي شكل (4) يظهر رئيس الملائكة واقفا وممسكا في يده اليمنى بعضا بلية اللون تلتهم بصليب ، وعلى رأسه تاج كما تحيط برأسه هالة باللونين الأصفر والأحمر ، ويرتدي قميصا أبيض به أشرطة بلية ، وفوق القميص عباءة صفراء مزخرفة بالتشبيكات الهلالية (غيطاس، 1995، ص 84).

يمثل شكل (5) صورة أخرى لرئيس الملائكة ميخائيل وقد زيلت ثيابه بالدوائر المتصلة ببعضها عن طريق وحدة المعين المحاط ببرواز أو إطار أبيض تربط بيلها ويخرج منه أربع أذرع تصل إلى أربع دوائر موزعة في الاتجاهات الأربعة ، وتتكرر دوائر حمراء وخضراء في الفراغ بين وحدة المعين والدوائر الأربعة تعددت أيضا التصاوير التي تمثل العذراء والطفل بالكاتدرائية خلال القرن الحادي عشر أيضا ، وتتمثل في هياكل الازدهار الفلى الذي تميزت به تصاوير هذا القرن ، وملها بصورة تمثل العذراء والطفل داخل دائرة شكل (6) ، ويحيط بالدائرة إطار مزين بالأحجار الكريمة وزيلت ملابس العذراء وغطاء الرأس أشرطة تحتوي على وريقات صغيرة . وتنتمى الصورة بالعناية والدقة في الرسم ، وهي نفس السمات الموجودة في صورة أخرى للعذراء شكل (7) وهي تحمل طفلها وتجلس على عرش له مسلد ظهر كبير .



شكل (4) رئيس الملائكة ميخائيل – متحف الخرطوم (www.pbse.com, 2012)



شكل (5) زى رئيس الملائكة ميخائيل - متحف وارسو (Michalowski, 1974, p. 224)

وفي شكل (8) تظهر العذراء وهي واقفة ، تحمل الطفل وتمسك بساقيه ، وتضع على رأسها تاجا مرصعا يعلوه صليب ، ويبدو الطفل في ملامح رجل بالغ بينما تضع العذراء يدها اليمنى على الكتف الأيسر للملكة مارتا (غيطاس، 1995، ص 84، 85) والتي بدورها تضع على رأسها تاجا مرصعا يتوجه صليب ، وتشير هذه التصويرة الى مكانة الملكة الأم في بلاد النوبة . ويتضح في ثياب الملكة العناية بالجانب الزخرفي المعتمد على عنصر الدائرة ، كما تظهر عناية الفنان ودقته في تصوير الملامح الشخصية من خلال ملامح الوجه والشعر المنسدل على الكتفين .



شكل (7) العذراء والطفل على العرش - متحف وارسو (Michalowski, 1974, p. 229)

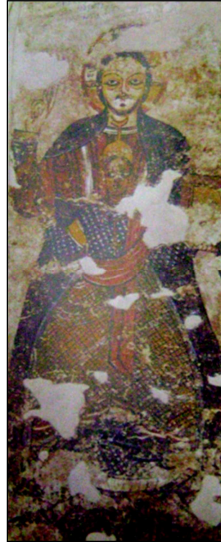
شكل (6) العذراء والطفل - متحف الخرطوم (www.pbases.com, 2012)



شكل (8) العذراء والطفل يحميان الملكة مارتا- متحف الخرطوم (2012, www.pbbase.com)

وتتميز تصاوير القرن الثاني عشر الميلادي يتمكن الفنان من استخدام أدواته ومحاولته استغلال درجات الألوان لتجسيم الأيدي والوجوه ومن هذه التصاوير شكل (9) ويمثل المسيح يحمي نائب الملك ، وفيها يرتدى المسيح قميصا طويلا ذا لون احمر داكن وبه خطوط سوداء تمثل الطيات (غيطاس، 1995، ص87) . وأمام المسيح شكل يمثل نائب الملك في نوباديا بحجم صغير ويرتدى قميصا به زخرفة الشكل الشبكي ، ويضع على رأسه تاجا في شكل خودة صفراء في قمته هلال يستند على سن طويل .

وخلال العصر المسيحي المتأخر اى اعتبارا من نهاية القرن الثاني عشر الميلادي افتقرت الأشكال المصورة إلى الديناميكية والابتكار في تنسيق الألوان والتي كانت مميزة جدا في الفترة السابقة لذلك ركز البحث على الطراز المتعدد الألوان (الأول والثاني والثالث) فقط.



شكل (9) المسيح يحمي نائب الملك - متحف وارسو (Michalowski, 1974, p.252)

4 التجريد الهندسي في طراز التصوير النوبي المتعدد الألوان:

تعتبر الزخارف الهندسية اعقد وابسط الزخارف المستخدمة في شتى أنواع الفنون وهي تتفق مع العديد من المعتقدات والأفكار في الحضارات المختلفة ، ولهذه الزخارف تناغمات خاصة عند دمجها مع بعضها البعض واستنباط زخارف وتكوينات جديدة تتميز بالأصالة والمعاصرة .

واعتمدت الزخارف الهندسية في فن التصوير النوبي خلال العصر المسيحي (البيزنطي) على الفكر ، البناء ، الشكل التجريدي بالإضافة إلى اللون ، وقد تحلل اللون من وظيفته التقليدية ليصبح تشكيل جمالي ، وكذلك تحرر الشكل بدوره أيضا مما أتاح للفنان أن يسجل أشكالا رمزية. اعتمدت على الخطوط الراسية والأفقية ، مائلة ومنحنية ، متقابلة أو متشابكة تعطى في حرية تعارضها وتقابلها تصميم هندسي محكم يشتمل على علاقات ديناميكية تعبر عن التماثل والاتزان (حمزة ، 1997، ص241) . ويعتبر المذهب التجريدي في التصوير النوبي مدخلا يوحى بانطلاقة اكبر نحو تحقيق إبداعات قوية تفوق ما تحقق بوحى تقليد الطبيعة ، إلا أن هذا الأمر متوقف على موهبة الفنان ذاته، وبصيرته وجرأته.

ففي الزخارف الهندسية المتكررة في التصوير النوبي علاقات تجريدية ، وبالتكرار يميناً ويساراً ، وأعلى وأسفل ، تتولد أشكال أخرى على أسس رياضية ، تكمل الوحدة فيها الوحدة الأولى مما يجعل الشكل الهندسي الواحد يكتسب مغزى أوسع واكبر حين يتكرر بأوضاع مختلفة في السيمفونية الإيقاعية الكبيرة .

وتنوعت هذه الزخارف لتشمل التشبيكات الهندسية بأشكالها المختلفة ذات الخطوط المزدوجة والمفردة ، وكذلك الدوائر المتصلة ببعضها عن طريق وحدة تربط بينها أو المتباعدة وبها أنواع من الزهور ، إلى جانب الأشرطة المزينة بالدوائر والمعينات والمربعات ، والأشكال المضفورة ، والأوراق النباتية ، والزهور . وفيما يلي عرض لتلك الزخارف .

1-4 التشبيكات الهندسية :

اعتمدت التشبيكات الهندسية على الخطوط الراسية ، الأفقية والمائلة متقاطعة أو متشابكة في زوايا قائمة تعطى في حرية تعارضها وتقابلها تصميم هندسي محكم يشتمل على علاقات ديناميكية تعبر عن التماثل والاتزان .

وقد تنوعت تصميمات التشبيكات الهندسية في الطراز المتعدد الألوان الأول والثاني والثالث فشملت نوعين كما في جدول رقم (1) وهما:

أ- النوع الأول : التشبيكات الهندسية بخطوط مستقيمة مفردة بسيطة متقاطعة في اتجاه مائل **شكل (1- أ)** .

ثم تطور هذا النوع ليكون أكثر إثراء وغنى في وجود نقط باللون الأحمر داخل كل مساحة في التشبيكات ، ونقط باللون الأخضر عند نقط التقاطع أو التقاء الخطوط كما في **شكل (1- هـ)** . وأحيانا تبادلت النقط الحمراء والخضراء اللون داخل مساحات التقاطع **شكل (1- ج)** .

ب- النوع الثاني : خطوط مستقيمة مزدوجة وتأخذ أيضا اتجاه مائل كما في **شكل (1- ح)** .

وتطور هذا النوع أيضا لتظهر النقط الخضراء عند نقطة التقاء الخطوط المزدوجة ، ونقط حمراء اللون في المساحات الداخلية لكل تقاطع **شكل (1- ط)** .

كما ظهرت الخطوط المستقيمة المزدوجة والمتقاطعة في اتجاه مستقيم ، وتوجد داخل التقاطعات دوائر صغيرة باللون الأخضر **شكل (1- ل)**.

وظهرت تصميمات التشبيكات الهندسية بخطوط مفردة ومزدوجة بغنى وتنوع أكثر في الطراز المتعدد الألوان الثاني والثالث واتخذت أكثر من أسلوب :

الأول : تقاطعات في اتجاه مائل بخطوط مفردة ومستقيمة ، وتظهر النقط بداخلها وأيضا عند نقط التقاء خطوط التقاطع كما في جدول **شكل (1- و)** .

الثاني : خطوط مستقيمة مفردة ومتقاطعة في اتجاه مائل يتركب عليها دوائر كبيرة تعمل على تثبيت هذه التقاطعات كما في **شكل (1- ب)** .

الثالث : خطوط مفردة ومتقاطعة في اتجاه عمودي وداخل التقاطعات يوجد أشكال مربعة مزخرفة بوحدة الصليب **شكل (1- د)**.

الرابع : خطوط مفردة ومتقاطعة في اتجاه عمودي وداخل التقاطعات يوجد دوائر مزدوجة الإطار ، كما يوجد أيضا دوائر عند نقط التقاء خطوط التقاطعات **شكل (1- ز)** .

الخامس : خطوط مستقيمة ومزدوجة ، وتشغل المساحة الداخلية للتقاطعات بالنقط أو الدوائر المفرغة كما في **شكل (1- ك)** .

السادس : تتكون التقاطعات من خطوط بسيطة مفردة وخطوط مزدوجة ، وشغلت المساحات الداخلية بدوائر صغيرة مفرغة **شكل (1- ي)** .

2-4 الدوائر

يعد شكل الدائرة من الأشكال التي لها خصائصها المتكاملة ومظهرها الجمالي ، ومحيط الدائرة لا يحددها وإنما يفصل مساحتها عن الفراغ المحيط بها ، وذلك لان الخط الخارجى لا يملك أية قيمة استقرارية وإنما يعطى الشعور الدائم بالحركة . فالعين تجرى على إطارها الخارجى دون توقف أو تمييز لبدايته أو نهايته .

وتعتبر الدائرة من الوجهة الهندسية سلسلة من المنحنيات المتصلة ، واستخدمت الدائرة منذ القدم في التصميم والتكوين كرمز للأبدية اللانهائية ، وللخط المنحنى تأثير جمالى يدخل في نطاق الدائرة أو أنصاف الدائرة (رضا، 2007، ص100) ، والخطوط المنحنية هي نوع من أنواع الخطوط البسيطة الغير مستقيمة والتي من شأنها أن تضم العناصر المتفرقة وتجمعها في التكوين ليصبح كل يتميز بالوحدة (شوقي، 2001، ص149).

وتنوعت تصميمات الدوائر في التصوير النوبى في الطراز المتعدد الألوان بين كونها متصلة ببعضها عن طريق وحدة تربط بينها أو كونها متباعدة عن بعضها كما في جدول رقم (2).

ظهرت الدوائر المتباعدة في الطراز الأول في صورة مفردة كما في **شكل (2- أ)** والإطار الدائرى الخارجى لها احمر اللون بداخله نقط بيضاء صغيرة بحيث تظهره وكأنه مرصع باللؤلؤ ، وزخرفت المساحة الداخلية بتلات زرقاء اللون وبها استطالة ورسم إطار داخلى اصغر يشبه الإطار الخارجى .

وفى الطراز الثانى ظهرت وحدة مكونة من دائرة بيضاء زخرف محيطها بعدد سبع دوائر ومركزها دائرة خضراء يحاط بها دائرة صفراء ويتم تكرار هذه الوحدة في اتجاه ثلاثى **شكل (2- ب)** .

إما الطراز الثالث فكان أكثر تنوعا وظهرت وحدة مفردة مكونة من دائرة كبيرة المساحة تحيط بدائرة اصغر بها زوج من حمامتين متقابلتين (رمز السلام) وبينهما نخلة . وقد تم تكرار هذه الوحدة رباعيا يفصل بينها شكل معين مزخرف بالصليب **شكل (2- ج)** . وفى **شكل (2- د)** اعتمدت الزخرفة على وحدة مكونة من دائرة صفراء بداخلها وريدة تم تكرارها رباعيا ويفصل بينها مربعات صفراء بداخلها معينات مزخرفة بالصليب .

إما بالنسبة للدوائر المتصلة ببعضها عن طريق وحدة تربط بينها ففى الطراز الأول ظهرت وحدة المعين المحاط ببرواز أو إطار ابيض ويخرج منه أربع اذرع تصل إلى أربع دوائر موزعة في الاتجاهات الأربعة ، وتتكرر دوائر حمراء وخضراء في الفراغ بين وحدة المعين والدوائر الأربعة **شكل (2- و)** .

كما ظهرت أشكال أخرى في الطراز الأول للدوائر المتصلة عن طريق صغيرة وتتكرر في اتجاه رباعى أيضا **شكل (2- ح)** ، **(2- ط)** ، **(2- ي)** . و**شكل (2- هـ)** ويمثل دوائر متجمعة لتكون وريدة بأربع بتلات مركزها دائرة صغيرة .

و فى الطراز الثالث ظهرت أيضا الدوائر المتصلة عن طريق صغيرة والمزخرفة بوريدات مكونة من عشرة بتلات باللونين الأحمر والأخضر بالتبادل ومحاطة بإطار دائرى من نقط بيضاء اللون وفى الفراغ بين هذه الدوائر أضيف شكل الصليب **شكل (2- ز)**.

3-4 الشرائط الراسية

تنوعت تصميمات الشرائط بين الشرائط الثنائية والثلاثية الخطوط وزخرف الفراغ بينها بعنصر نباتى وهو الوريدات التي اتخذت صور مختلفة كما في جدول رقم

(3):

ففي الطراز الأول في الشرائط الثنائية تبادلت الدوائر الصفراء اللون مع الوريدات المكونة من دوائر صغيرة بيضاء محاطة بدائرة خضراء **شكل (3-أ)**، وأحيانا تتكون الوريدة من أربع دوائر بيضاء تمثل شكل الصليب مركزه دائرة حمراء اللون **شكل (3-ج)** ، أو صفراء اللون **شكل (3-و)**.

واعتمد الطراز الثاني والثالث على التكرار المتبادل بين الشرائط الثنائية والوريدات المكونة دوائر صغيرة وكبيرة بيضاء اللون **شكل (3-ب)**، وأحيانا كان التبادل بين الشرائط الثلاثية ذات الخطوط السوداء اللون الراسية والوريدات التي اتخذت شكل الصليب المكون من أربع دوائر صغيرة بيضاء اللون كما في **شكل (3-د)**، واتخذت الخطوط اللون الأحمر في الطراز الثالث **شكل (3-هـ)**.

أما في الشرائط الثلاثية الخطوط بالطراز الأول اتخذت الوريدات الشكل المكون من أربع دوائر صغيرة بيضاء تمثل الصليب كما في **شكل (3-ح)** ، و**شكل (3-ط)** بالطراز الثاني وأحيانا كان يفصلها نقط صفراء كما في **شكل (3-ي)** وفي **شكل (3-ل)** ظهرت اللقط الصفراء في مركز الوريدة وفي الفواصل بين الوريدات .

وفي الطراز الثاني ظهرت الوريدة بشكل أكثر كثافة في عدد الدوائر البيضاء المحيطة بالمركز **شكل (3-ك)** ، وتبادل التكرار بين العمود الذي يحتوى على وحدة الصليب وبين الشرائط الثلاثية **شكل (3-ز)** ، وبين الشرائط الثلاثية **شكل (3-م)**. وفي الطراز الثالث لم تظهر تصميمات الشرائط الثلاثية الخطوط.

4-4 الشرائط الأفقية

تميزت الزخارف التي تزين الأشرطة الأفقية بالتنوع فملها الأشرطة المزيلة بالدوائر، المعيلات، الأوراق اللبائية والزهور ، وكذلك الأشرطة المزيلة بالأشكال المضفورة . ويظهر ذلك في **جدول رقم (4)**.

اعتمدت الأشرطة المزيلة بالدوائر على تكرار عنصر الدائرة داخل الشريط الأفقي بتكرارات مختلفة ملها ما ظهر في صورة تكرار متلاوب منتظم في اللون بين الدوائر الحمراء والخضراء كما في الطراز الأول **شكل (4-أ)** ، كما ظهر التكرار المتلاوب المنتظم في نفس الطراز ولكن في العنصر **شكل (4-د)** ، أما التكرار المتطابق فكان في **شكل (4-و)** بالطراز الأول ، و **شكل (4-ج)** بالطراز الثالث . وفي الطراز الثاني ظهر التلاوب الغير منتظم في العنصر كما في **شكل (4-ب)** ، **(4-هـ)**.

وبالسبب للأشرطة المزيلة بالمعيلات فقد ظهرت في صورة بسيطة كما في الطراز الأول في صورة تكرار متطابق **شكل (4-ز)** ، وتكرار متلاوب في اللون **شكل (4-ح)**. ثم أصبحت هذه الأشرطة أكثر تنوعا من خلال الجمع بين وحدة المعين والدوائر الصغيرة من خلال التكرار المتلاوب غير المنتظم **شكل (4-ط)** في الطراز الأول ، و **شكل (4-ي)** في الطراز الثاني . أما في الطراز الثالث فقد ظهر التلاوب المنتظم في العنصر بين أشكال المعيلات والدوائر **شكل (4-ك)**.

تلوحت الشرائط المزيلة بالأشكال اللبائية بين شرائط مزيلة بالأوراق اللبائية كما في الطراز الثاني والثالث أشكال **شكل (4-م)** ، **(4-ن)** ، **(4-ع)** ، **(4-ف)** ، وشرائط مزيلة بالزهور في الطراز الأول **شكل (4-ل)**، و**شكل (4-س)**.

ظهرت الشرائط المزيلة بالأشكال المضفورة في الطراز الأول فقط وجمعت بين نوعين الأول : الضفائر المزدوجة **شكل (4-ص)** ، والثاني : الضفائر ذات الخطوط الملكسة بزوايا مستقيمة **شكل (4-ق)** .

جدول رقم (1) يوضح تصميمات التشبيكات الهندسية بالطراز المتعدد الألوان الأول والثاني والثالث بكاتدرائية فرس بمنطقة النوبة (من عمل الباحثة)

(مرجع أشكال الجدول) (Martens , Faras, VII ,1982,plate IIb)

نوع الزخرفة أو التصميم	الطراز المتعدد الألوان الأول	الطراز المتعدد الألوان الثاني	الطراز المتعدد الألوان الثالث
التشبيكات الهندسية بخطوط مستقيمة مفرجة	شكل (1- أ)		شكل (1- ب)
	شكل (1- ج)		شكل (1- د)
	شكل (1- هـ)	شكل (1- و)	شكل (1- ز)
	شكل (1- ح)		
	شكل (1- ط)	شكل (1- ي)	شكل (1- ك)
التشبيكات الهندسية بخطوط مستقيمة مزدوجة	شكل (1- ل)		

جدول رقم (2) يوضح تصميمات الدوائر بالطراز المتعدد الألوان الأول والثاني والثالث بكاتدرائية فرس بمنطقة النوبة (من عمل الباحثة)

(مرجع أشكال الجدول) (Martens , Faras, VII ,1982,plate IIb)

نوع الزخرفة أو التصميم	الطراز المتعدد الألوان الأول	الطراز المتعدد الألوان الثاني	الطراز المتعدد الألوان الثالث
دوائر متباينة	شكل (أ-2)	شكل (ب-2)	شكل (ج-2)
			شكل (د-2)
دوائر متصلة ببعضها عن طريق وحدة تربط بينها	شكل (هـ-2)		
	شكل (و-2)		شكل (ز-2)
	شكل (ح-2)		
	شكل (ط-2)		
	شكل (ي-2)		

الدوائر

جدول رقم (3) يوضح تصميمات الشرائط الراسية بالطراز المتعدد الألوان الأول والثاني والثالث بكاتدرائية فرس بمنطقة النوبة (من عمل الباحثة)

(مرجع أشكال الجدول) (Martens , Faras, VII ,1982,plate IIa)

نوع الزخرفة أو التصميم	الطرز المتعدد الألوان الأول	الطرز المتعدد الألوان الثاني	الطرز المتعدد الألوان الثالث
نات الخطوط الثانية	شكل (3- أ)	شكل (3- ب)	
	شكل (3- ج)	شكل (3- د)	شكل (3- هـ)
	شكل (3- و)	شكل (3- ز)	
نات الخطوط الثلاثية	شكل (3- ح)	شكل (3- ط)	
	شكل (3- ي)	شكل (3- ك)	
	شكل (3- ل)	شكل (3- م)	

جدول رقم (4) يوضح تصميمات الشرائط الأفقية بالطرز المتعدد الألوان الأول والثاني والثالث بكاتدرائية فرس بمنطقة النوبة (من عمل الباحثة)

(مرجع أشكال الجدول) (Martens , Faras, VII ,1982,plate IIa)

نوع الزخرفة أو التصميم	الطراز المتعدد الألوان الأول	الطراز المتعدد الألوان الثاني	الطراز المتعدد الألوان الثالث
أشرطة مزينة بدوائر	شكل (أ-4)	شكل (ب-4)	شكل (ج-4)
	شكل (د-4)	شكل (هـ-4)	
	شكل (و-4)		
أشرطة مزينة بمعينات	شكل (ز-4)		
	شكل (ح-4)		
	شكل (ط-4)	شكل (ي-4)	شكل (ك-4)
أشرطة مزينة بالأوراق النباتية والزهور	شكل (ل-4)	شكل (م-4)	شكل (ن-4)
	شكل (س-4)	شكل (ع-4)	شكل (ف-4)
	شكل (ص-4)		
أشرطة مزينة بالأشكال المضغوطة	شكل (ق-4)		

النمط الأفقي

5 أقمشة التنجيد :

تعتبر الأقمشة التي تستخدم في تنجيد الأثاث من أهم العناصر المكونة للديكور فهي تضيف الصورة الجمالية العامة للمكان وتحافظ على التناغم بين كل تفاصيل ديكوراته كالأثاث والحوائط والأرضيات. وتشكل الزخارف الهندسية طرازاً خاصاً لا يلال مله القدم ولا يتجاوزه الذوق العام.

لذلك ابتكرت الدارسة مجموعة من التصميمات تصلح لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة مستلهمة من الأنماط الهندسية وتلطيظ الشكل واللون بفن التصوير اللوبي ، وتعتمد على الاتجاه التجريدي في التركيب والبلاء وإيجاد علاقات جديدة كما يراعى فيها التوازن في الخطوط والإيقاع والتناسب وتوزيع الفراغات. وفيما يلي عرض لتلك التصميمات .

1-5 التصميم الأول:

اعتمد التصميم في بلائه على علميين هما التشبيكات الهندسية والتي تعتبر من الزخارف الهندسية المميزة للطراز المتعدد الألوان بكاتدرائية فرس، والدوائر المتصلة عن طريق ضفيرة والمزخرفة بوريدات لإضفاء الرقة والليونة في التصميم وقد رسمت التشبيكة بحيث تتكرر على مسافات، وتلتزم أشكال الدوائر معها لتعطي الإحساس بالإيقاع الحركي في التصميم.

وكان لاستخدام اللون الأحمر والأصفر وهما من الألوان المميزة للطراز المتعدد الألوان أثراً كبيراً في إضفاء البهجة ، كما أن اللون الأخضر أضاف اضاءات على أجزاء مميزة في التصميم جعل بعض العناصر تتقدم للأمام وبعضها الآخر يتراجع إلى الخلف مما أكد على الإيقاع الحركي في التصميم. **أشكال (10 ، 11 ، 12 ، 13) .**

* ويقترح تنفيذ التصميم على أقمشة قطن أو أقمشة مخلوطة قطن/ بوليستر بطريقة الفلت الحبري Ink Jet printing التي تعتمد على نقل المعلومات من ذاكرة رقمية إلى الخامات الطباعية ويتم ذلك عن طريق ملفات رقمية .

2-5 التصميم الثاني :

اعتمد التصميم على ترتيب العناصر التشكيلية بين جميع أجزاء العمل الفلي وتحقيق الوحدة القائمة على تلطيظ تلك العناصر وتفاعلها مع بعضها البعض لخلق إحساس بالصلة المستمرة فجاءت أشكال الدوائر المختلفة المساحة والتي تلامست مع الشرائط الراسية لتحقيق وحدة العمل الفلي عن طريق علاقة الجزء بالجزء والتي يصير معها صلة مستمرة تجمع بين أجزاء العمل ، كما استخدم التكرار كأحد الأسس الإنشائية الجمالية للتصميم . واستخدمت مجموعة من الألوان الهادئة التي تثير في نفس المشاهد الشعور بالراحة وهي مجموعة درجات اللون الأزرق ، البلفسجي ، الأخضر والتي تم توزيعها بين الأشكال والأرضية بطريقة تكسب التصميم نوعاً من الترابط اللاشئ عن تلك العلاقة اللونية لكل من الشكل والأرضية. **شكل (14)**

* ويقترح تنفيذ التصميم على أقمشة الكتان بطريقة الشبلونات الدائرية .

3-5 التصميم الثالث:

استوحى هذا التصميم من زخارف الأوراق اللبائية التي زيلت بعض الشرائط الأفقية إلى جانب أشكال من المعيلات والدوائر ، وقد وزعت هذه الوحدات بمساحات مختلفة في أرجاء العمل لتتلامس وتتجاوز فيما بينها مما يؤكد من ترابط تلك الوحدات ويدعم وحدة التصميم ككل، وساهم اللون كجزء هام من نظام الإدراك الحسي على تأكيد الإيقاع وأعطى الإيحاء بالعمق وذلك من خلال التدرج في اللون من القاتم إلى الفاتح في الأشكال وكذلك في الأرضية . كما تحقق الإيقاع الحركي عن طريق التكرار المصاحب بالتلوع في الاتجاه بالسلب للعناصر. **شكل (15 ، 16)**

وكان لاستخدام تدرج الإضاءة في اتجاهات متعددة الإحساس بحركة ترددية وأن بعض المساحات تتقدم للأمام وبعضها الآخر يتراجع إلى الخلف مما أكسب التصميم إيقاعاً حركياً أيضاً.

* ويقترح تنفيذ التصميم على أقمشة حرير أو بوليستر أو أقمشة مخلوطة فسكوز/بوليستر بطريقة الفلت الحبري.

* أما الخطة اللونية فيقترح تنفيذها على الأقمشة القطلية أو أقمشة مخلوطة قطن/بوليستر بطريقة الشابلونات الدائرية.

4-5 التصميم الرابع :

تعتمد الفكرة التصميمية على الجمع بين العناصر الهندسية المتمثلة في أشكال التشبيكات الهندسية وأشكال الدوائر وقد تم تلطيظ توزيع تلك العناصر التشكيلية و ذلك بتكرارها بمساحات مختلفة على خلفية تتميز بالتلوع في القيم السطحية من خلال الجمع بين الملمس اللامع والملمس الخشن مما عمل على تحقيق الإحساس بالاتزان ، كما أن تكثيف تواجد عنصر الدائرة بمساحات مختلفة في أسفل العمل ليقبل تدريجياً كلما اتجهنا إلى أعلى أعطى الإيحاء للمشاهد بالثقل والاتزان أيضاً .

وأضفى التلوع في المساحة بالسلب لأشكال التشبيكات الهندسية وأشكال الدوائر الإيقاع والديناميكية على التصميم بوجه عام حيث تقع العين في تحركها عبر التصميم على علاقات جديدة متكاملة بين الأشكال .

و يظهر في المعالجة اللونية لتلك الفكرة استخدام أسلوب البقع اللونية الحرة التي تجمع بين اللون البلفسجي المائل للأحمر، والمائل للأزرق، وكذلك اللون الأخضر بدرجاتهم. وقد استلهمت هذه المجموعة اللونية من ألوان الطراز المتعدد الألوان بالكاتدرائية **شكل (17 ، 18 ، 19) .**

* ويقترح تنفيذ التصميم على أقمشة حرير أو بوليستر أو أقمشة مخلوطة فسكوز/بوليستر بطريقة الفلت الحبري.

5-5 التصميم الخامس :

يقوم البلاء التشكيلي لهذا التصميم على استخدام التراكب و التكرار بين العناصر الهندسية لعمل تكوين مبتكر يمزج بين جماليات هذين الأسلوبين حيث يلتجئ عن تراكب الأشكال و تكرارها لتلاصق وتباين في العلاقة تثرى من قيمة التصميم ، وتشمل العناصر الهندسية الدوائر بزخارفها المختلفة إلى جانب عنصر الشرائط الراسية المزيلة بأشكال المعيلات والمربعات والأوراق اللبائية .

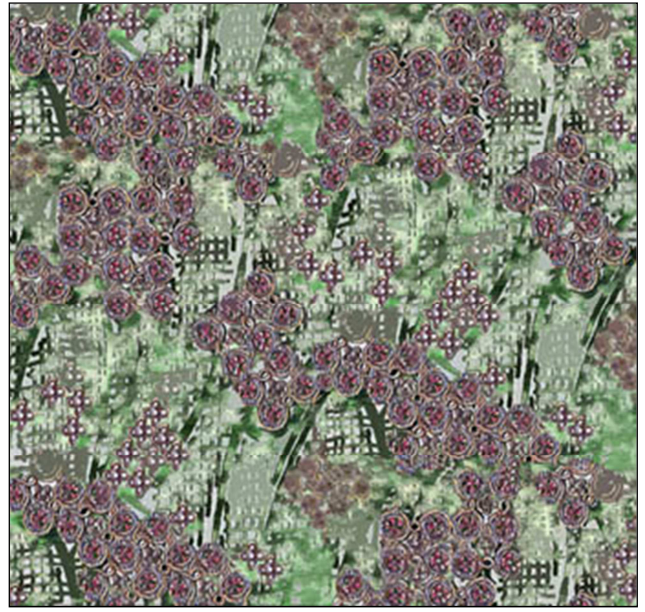
وكان لتوزيع الوحدات في الاتجاهين الراسي والأفق أهمية في تحقيق الاتزان في التصميم. كما أن التلوع في المساحة بالسلب لتلك الوحدات له دور في تحقيق الإيقاع والديناميكية للتصميم بوجه عام حيث تقع العين في تحركها عبر التصميم على علاقات جديدة متكاملة بين الأشكال والألوان للتصميم. **شكل (20 ، 21)**

* ويقترح تنفيذ التصميم على أقمشة بوليستر أو أقمشة مخلوطة قطن/بوليستر بطريقة الانتقال الحراري Heat Transfer printing حيث يتم نقل التصميمات في الحالة البخارية من على الورق إلى سطح القماش تحت ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة .



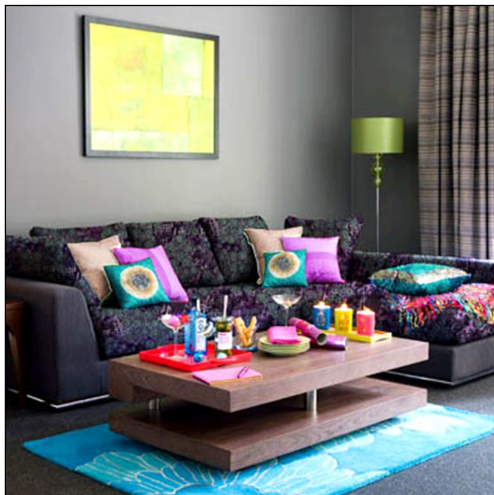
شكل (11)

التوظيف المقترح للتصميم الأول



شكل (10)

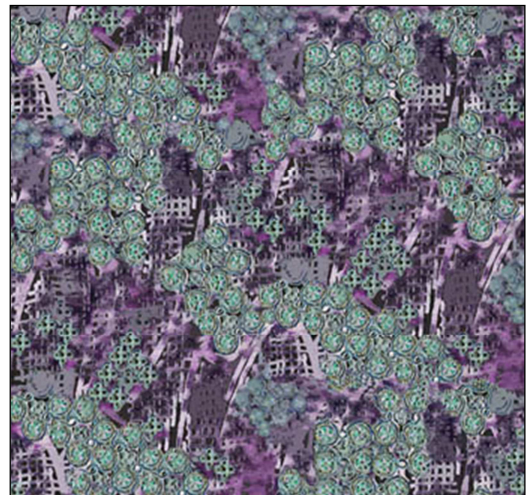
التصميم الأول



شكل (13)

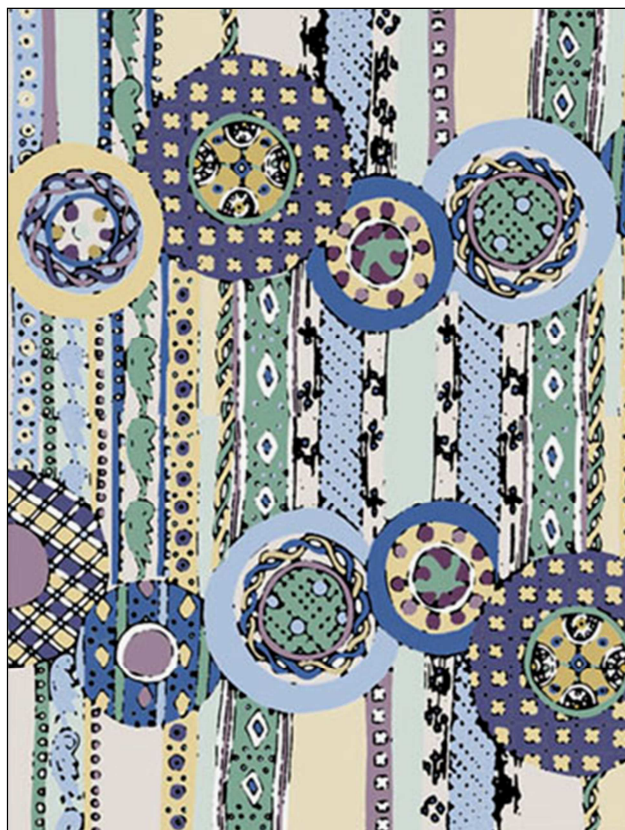
التوظيف المقترح

للفكرة اللونية الثانية للتصميم الأول



شكل (12)

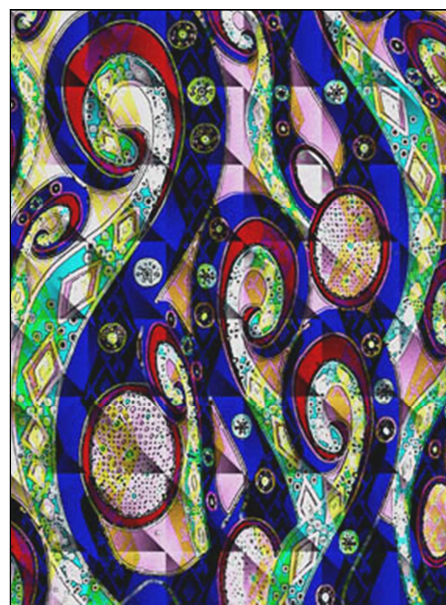
فكرة لونية مقترحة للتصميم الأول



شكل (14)
التصميم الثانى



شكل (16)
فكرة لونية مقترحة للتصميم الثالث



شكل (15)
التصميم الثالث



شكل (18)

فكرة لونية مقترحة للتصميم الرابع



شكل (17)

التصميم الرابع



شكل (19)

التوظيف المقترح للتصميم الرابع



شكل (20)
التصميم الخامس



شكل (21)
التوظيف المقترح للتصميم الخامس

7 نتائج البحث:

- 1- أظهرت الدراسة التحليلية تميز فن التصوير النوبى بقدرة هنسية وعلاقات التداخل والتشكيل . فكان الإبداع الذى سيطر على الفنان النوبى فى ابتكار تشكيلات فنية رائعة تحتفظ بها كبرى متاحف العالم .
- 2- أثبتت الدراسة أن التحليل الفنى لنماذج من زخارف التصوير النوبى قد ساعد فى التعرف على القيم الفنية والتشكيلية والجمالية التى تنطوى عليها تلك الزخارف وكذلك الأرس البنائية التى اعتمد عليها الفنان فى تلك الفترة فى إخراج أعماله والتى تم الاستفادة منها فى ابتكار تصميمات متميزة تصلح لطباعة أقمشة المفروشات المعاصرة .
- 3- أثبتت الدراسة أن الألوان الخاصة بالتصميمات النوبية بالكاتدرائية تفيد مجال التطبيق فى أقمشة المفروشات المعاصرة .

8 التوصيات :

- 1- تكثيف إجراء البحوث وعقد الندوات حول دراسة السمات والقيم الجمالية الخاصة بفن التصوير النوبي في العصر المسيحي (البيزنطي) ، فهو يمثل حلقة هامة في تراث مصر .
- 2- التركيز على محاولة إيجاد روابط مشتركة بين المستهلك وبين التراث الانساني وذلك من خلال الاستعانة بنتائج بحوث التصميم بصفة عامة ، وفي مجال طباعة المنسوجات بصفة خاصة للارتقاء بمستوى جودة التصميم لتحقيق التميز ، ومواجهة المنافسة المحلية والعالمية .

المراجع :

- شوقي، إسماعيل(2001) . الفن والتصميم ، مكتبة زهراء الشرق ، القاهرة.
- رضا ، صالح (2007). لغة الشكل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة .
- حمزة ، محمد (1997). الصعود الى المجهول (طريق التجريدية) ، دراسات في نقد الفنون الجميلة (10) ، الجمعية المصرية للنقاد بالتعاون مع الهيئة العامة للكتاب ، القاهرة.
- غيطاس، محمد (1987) : حملة اليونسكو وأضواء جديدة على تاريخ النوبة ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .
- غيطاس، محمد (1995): التصوير في بلاد النوبة ، مطابع المجلس الأعلى للآثار المصرية ، وزارة الثقافة ، القاهرة.

REFERENCES

- [1] Marian, W. (1972). House Decoration in Nubia: Gerald Duck Worth. Great Britain .
- [2] Martens, M. (1982). General Results of Using Decorative Ornaments and Motifs on Faras Murals as a Criterion for Their Dating. Nubia Christiana. Tom I. Warszawa.
- [3] (1982). Faras, VII, Les Éléments Décoratifs Sur Les Peintures de la Cathédrale de Faras: Editions Scientifiques de Pologne. Varsovie .
- [4] Michalowski, K. (1974). Faras, Wall- Paintings in the Collection of the National Museum in Warsaw.
- [5] www.pbases.com/bmcmorrow/sudannationalmuseum&page=all(2012).

THE FIRST VIEW ON STRESS DROP OF SMALL EARTHQUAKES IN THE KIVU REGION, WESTERN BRANCH OF EAST AFRICAN RIFTS SYSTEM

B. SILVANOS FIAMA¹, T. GEORGE MAVONGA², M. JEAN ROBERT NSHOKANO³, CLARISSE BALEGAMIRE NJOVU¹, SERGE BUTARA MUBANE³, M. ALBERT JEJE¹, and L. JUSTIN LONGI¹

¹Department of Geophysics,
Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN/Lwiro),
South Kivu/DS Bukavu, DR Congo

²Observatoire volcanologique de Goma (OVG/GVO),
North Kivu, DR Congo

³Centre de Recherche Géologique et Minière (CRGM/Lwiro),
South Kivu, DR Congo

Copyright © 2015 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: Digital seismograms recorded at seismic station of Lwiro, between August 1993 and March 1994, are used to investigate the spatial distribution of stress drop estimated following the spectral Brune's model in the Kivu region and its vicinities. It is revealed that a small stress drop (≤ 1) is observed in these zones. The high stress drops are observed in the granitic intrusion in the zone A and D (Idjwi Island) and B, on fracture linked Nyiragongo and Nyamuragira volcanoes, and the lowest is very scattered in the zone C, D and E. The study has revealed that the stress drops correlate with fault types as the high value corresponds to reverse faults in the zone B, and the lowest to normal and strike slip faults in other zones. The Idjwi Island also presents a high stress drop where three types of faulting appear. Small stress drops are attributed to strong barriers of seismic rupture or no long rupture propagation along the pre – existing fractures, great heterogeneity, low strength of crustal material and hydrothermal activities, where great stress accumulation is hindered. The high stress drops are supposed to be the results of great strength of crust, consolidate materials and intrusion rocks. The variation of stress drop can contributed to earthquake monitoring and tectonic process of the region.

KEYWORDS: spatial distribution, Stress drop, corner frequency, small earthquakes and Kivu and vicinities.

1 INTRODUCTION

The scaling law of seismic spectrum in which large and small earthquakes satisfy a similarity condition was proposed in [1]. Some formulas which allowed the determination of stress drop, sources radius and seismic moment from spectral of S-waves were given for the understanding of seismic source spectra ([2], [3]). Those formulas were extended to the study of P-waves [4]. It showed that earthquakes from different origin have different values of stress drop [5].

To obtain further information about earthquakes in addition to geographical coordinates of epicenters, depth of focus, origin time and magnitude, it is necessary to determine other parameters describing the individual shocks. Amplitude spectra of seismic waves allows us to compute the additional physics parameters, for instance the seismic moment M_0 which describes the source strength; the source dimension r defined the radius of an equivalent circular source area, and the stress drop $\Delta\sigma$ describing the difference between the shear stress on the fault surface before and after the shock. These parameters can be used to estimate the magnitudes of earthquakes such as local and moment magnitudes [8].

Characteristics of stress field and focal mechanism of this rift zone have been proposed ([9], [10], [11]). Normal faulting, strike slip and reverse faulting according to the stress field generated by earthquakes in the region ([9], [10], [11]). The scattering of earthquake foci was interpreted to be mainly due to the initial break-up of the African continent related to the multi branched stage as a result of failure under stress of the pre – existing zones of weakness ([12], [13]). It has been suggested that apparent stress drop (the half of the stress drop) may vary as a function of faulting type, lithosphere strength and tectonic setting [14].

The references [15] and [16] have shown that the stress drop can be an indicator of the different types of stress conditions in the Earth's crust. The high values of corner frequencies are the characteristics for small events ([15], [6]), whereas the low one imply abnormal small stress drops due to possible high pore pressure, or slow ruptures [17]. Generally, earthquakes that occur in the rift zone have low stress drop related to the presence of softer material in the shallow depth [18]. The reference [19] has explained the large stress the drop by the presence of barriers created by greater strength of material or consolidate materials [20] reflecting the small heterogeneities. [14] and [21] have agreed that the low stress drop are found in more fractured regions and where are great hydrothermal activities. The high stress drop in the volcanic region may be attributed to magmatic thermal fracturing of host rocks [22]. The high frequency has been reported by [6] in Irangi and Masisi – Walikale.

Likewise, the stress drop which reveals the stress regime in the crust from seismic analysis would depend on the geology, tectonic system of the regions and can contribute to seismic risk analysis.

In this paper, stress drop of small earthquakes occurring in the Basin of Kivu Lake and vicinity are investigated in order to examine the spatial distribution of stress related to tectonic setting. The Lwiro station has worked on digital recorder during the period of August 1993 to March 1994. Therefore this study has used those digital data to give a spectral analysis for getting the stress drop by the estimation of the corner frequencies and seismic moments. The area related to the observation is confined in the Kivu and North Tanganyika Lake basins and vicinities Figure (1, 3 and 4). In [23], Mavonga studied strong motion by attenuation relationships and got great stress drop during some aftershocks sequences of the typical main events such as the Masisi April 29, 1995 (Mb 5.1) and the Kalehe October 24, 2002 (Mb 5.9) earthquakes in the Kivu. He did not speak about the spatial distribution and geological and tectonic feature related to hat seismic parameter. The seismicity and some information about stress field and faulting types of the region were reported by many authors ([24], [25], [26], [27], [28], [29], [10], [11], [31], [30], [7], [32], [33]). Our results suggest that stress drops are varied spatially with geological features and tectonic setting within Kivu and its vicinities. The investigation of seismicity in the Kivu Lake has shown that seismic activity is very high not only in the rift valley but also outside this rift, especially in the Masisi zone, located at 50 Km west of the Western Rift valley of Africa ([6], [7]).

2 GEOLOGY - TECTONIC AND SEISMOLOGY SETTING

In the Kivu area, the main tertiary faults are parallel to the Lake shore and to the western margin of the Rift Valley while the secondary ones transect the Idjwi Island North – Easterly [34]. At Southern end of the Kivu Lake, fault structure is divided into two groups: the Eastern group run North – Southward into the Ruzizi valley which is a well-defined a Graben of about 20 Km of East – west extent; others faults group strike South – Westward into the Ngweshe Precambrian escarpment complex (Figure 1). The basin is bordered by the most prominent more than 1500 m – high escarpment of the West Kivu border fault segment to the West and the least prominent escarpment of the East Kivu border fault segment [35]. The fault systems are generally made up of arrays of faults dipping tower the rift axis and bear characteristics of normal faults. Moreover, the Kivu rift basin marks the transition for the predominant NW–SE orientation of Ruzizi– Tanganyika rift basin to the more SW–NE trend of the Kivu, Virunga and Rutsuru–Lake Edouard rift basins [35] (Figure 1). The faulting activity is believed to continue at the present time. Most of the fault lines trend NE-SW, sub parallel to the rift axis [36]. The Lake Kivu is presently at tectonic stage characterized by volcanic, seismic and hydrothermal activity (figure 1).

The volcanism of the Western Rift valley is confined into three zones (Figure 1): (1) the Democratic Republic of Congo (D.R.C) – Uganda border zone to the north of Lake Edouard; (2) the Virunga volcanic to the north of Lake Kivu and the south Lake Kivu volcanic zone. The Uganda and south Kivu volcanisms dated back to the Cenozoic period and have no eruptive activity in the present time ([37], [38]).

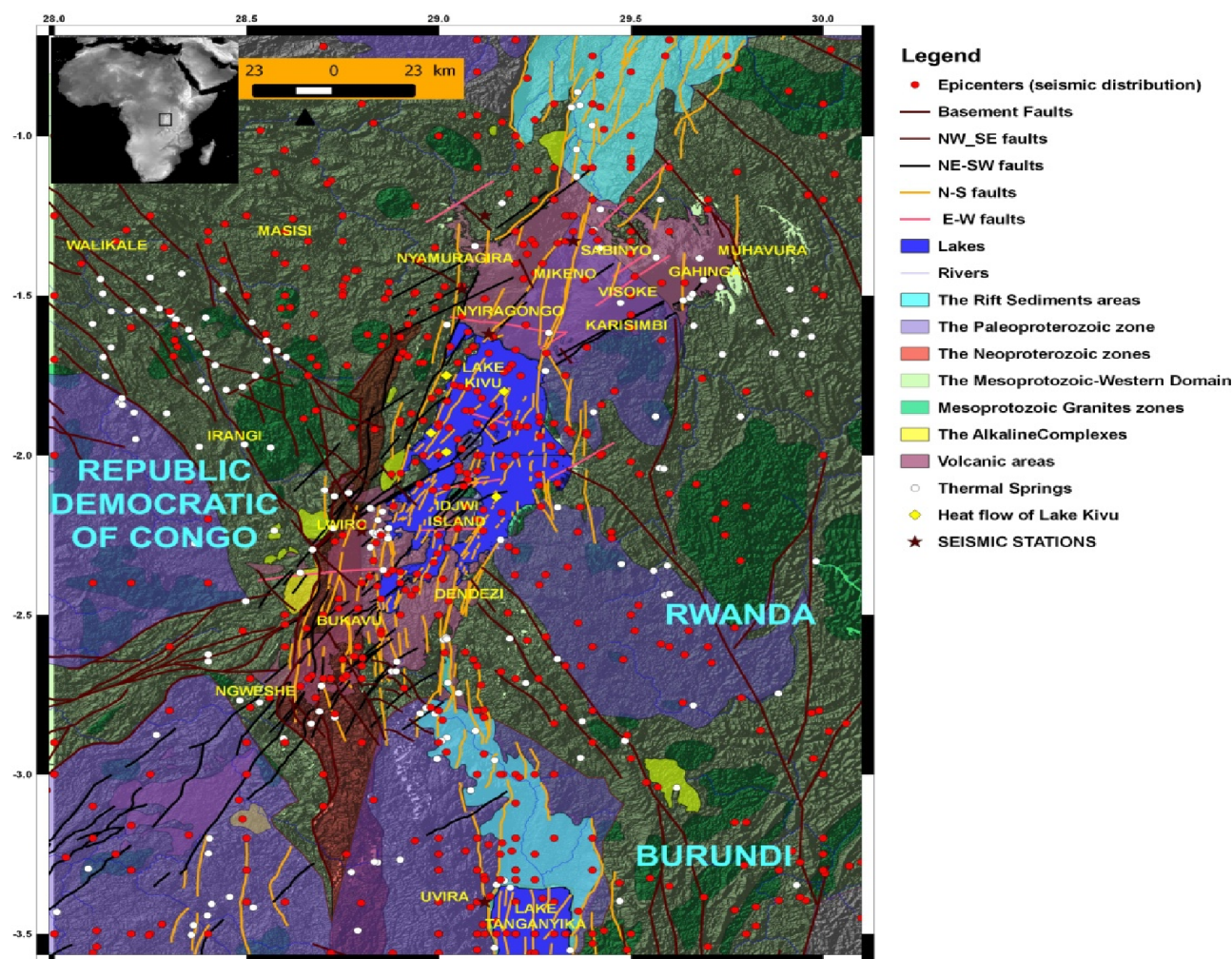


Figure 1: The general geology system, tectonic setting and seismicity of the Kivu provinces and their vicinities.

The Virunga (Zone B, Figures 1, 3 and 4) a volcanic region is the most important throughout the East African System (Figure 1). It includes height main volcanic edifices with numerous adventives cones namely from East to West, Muhavura, Gahinga, Sabinyo, Visoke, Karisimbi, Mikeno, Nyiragongo and Nyamuragira (Figure 1). At present, the eruptive activity is limited to Nyiragongo and Nyamuragira volcanoes which are the most active.

Precambrian metamorphosed sediments and Proterozoic platform sediments occur in the Western part of the Rifts System of Eastern Africa [36]. Thick sedimentary (8 000 to 10 000 m) with acid magmatic intrusions (alkaline granites) and basic are formed there. Outside the Precambrian base, the geology of the South Kivu presents two types of volcanicity: the volcanicity of Cibinda-Kalehe in the east bordered the Lake Kivu and that of Kahuzi-Biega in the west. The Eastern parts of the Lake Kivu and North Tanganyika are covered with metamorphic and granitic rocks [39]. The granitic intrusion rocks are found on the Precambrian basement around the Lake Kivu and mostly present in the Zone A (Masisi and Walikali region) (Figure 1, 3 and 4). The Zone C presents some aspects of granitic intrusion at the boundaries of the Lake Kivu.

The Western branch of the Eastern Rift System of Africa appears to be more active seismically than the Eastern Rift ([27], [28], [6], [7], [9], [23], [25], [24], [31], [32]). The epicenters exhibit much more geographic scatters, and seem to be associated with the Tertiary border faults and the Pleistocene faults ([24], [40], [25], [26], [28]). Earthquakes in the Kivu provinces appear to be aligned along fault lines, particularly at the Western border fault of the Lake and for several faults transecting the Northern part of Idjwi Island (Figure 1). The general seismicity of the Lake Kivu and North Tanganyika basin is related to tectonic setting corresponding to following subgroup (Figure 1, 2 and 3).

1. The Masisi – Walikale zone A (Figure 1, 3 and 4) located to northwest of Lake Kivu outside the Rift valley but adjacent to the rift margin [7], is characterized by normal faults of southeast – northwest direction and perpendicular tension axis

striking the fault traces [10]. It has been remarked that its seismic activity is mainly confined into small area [7]. In the eastern area of the area, earthquakes occurrence is of swarm type. The western area is characterized by isolated earthquakes with high frequency than that eastern part.

2. The Virunga zone B: the seismic activity of Virunga zone (Figure 1, 3 and 4) is general confined to the magnitude ≤ 3.0 (Wafula and Zana, 1990). The volcanic seismicity is classified as A- type (High frequency), B- type (low frequency), C- type and volcanic tremors ([41], [42]). The studies of ([10], [11], [9]) based on A- type volcano tectonic earthquakes revealed that this zone is characterized by reverse faulting. It is also found that the direction of that stress field is nearly perpendicular to the main fissures crossing the active volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira.
3. The Lake Kivu and the Idjwi Island (zone C and D) (Figure 1, 3 and 4). The seismic activity of these areas confirms the distribution of the surface tectonic features. The tertiary faults found in this area run parallel to the western shore line of the Lake Kivu and the western border of the island. The seismic activity of the Idjwi Island and the southern part of Lake Kivu has been reported in previous studies ([24], [25], [7]). This zone is characterized by faults strikes North to South (figures 1, 3 and 4) and the stress field of normal faulting with nearly vertical pressure axis and horizontal tension in the east to west direction ([10], [9]). Another type of strike slip faulting (Figures 1, 3 and 4) using the focal mechanism of July 30, 1981 earthquake ($m_b = 5.2$; 2.68°S and 28.56°E , $h = 33\text{ km}$) [9]. Indeed, by using the InSAR data, it found that the latest earthquake (February 3, 2008, $m_b = 5.9$ at 2.4216°S , 28.9425°E and $h = 9.8\text{ km}$) occurring in the Lake Kivu near Bukavu and Cyangungu was characterized by a normal fault striking North to south and dipping $50 - 60^\circ$ eastward [31].
4. The Ngweshe seismic zone (Figures 1, 3 and 4) located to the southwest of Lake Kivu reveals also a high seismic activity confined in a zone extending northwest – south-eastward ([24], [7]). According [10] the tension axis is horizontal but the pressure is nearly vertical, and the stress field evidently indicates normal faults.
5. The Northern Tanganyika (Figures 1, 3 and 4) has a high seismic activity ([29], [30]). The largest earthquake occurred in this region was that of September 22, 1960 ($m_b = 6.5$) followed by many aftershocks ([30], [10], [29]). The surface traces of faults run from north to south along both sides of the Lake Tanganyika (Figure 1) and are normal faulting with nearly horizontal tension axis ([10], [30]).

The stress field of the Virunga including active volcanoes (Figures 1 and 4) have different feature comparatively to non – volcanic regions ([10], [11]). The Northern Tanganyika could revealed two stress regime related to normal faulting (north Uvira) and to strike slip at south ([28], [10], [30], [9]). The seismic depths are between 1 and 16 Km; very less hypocenter deeper than 20 Km are observed ([25], [7], [9]). Recently, the Kivu basin recorded three great earthquakes occurred on April 29, 1995 ($M_b = 5.1$) within Masisi area (zone A); on October 24, 2002 at Kalehe [43] and on February 2008 between Bukavu and Cyangungu [31] in the zone C and D (Figure 3). The Kivu region is located between the latitudes 1° and 4° South and longitudes 28° and 30° east, on the Western branch of the Rift of the East Africa (figure 1).

3 DATA AND METHODS

The observation network is composed of six stations (Figures 3 and 4): Katale, Luboga, Bulengo and Kunene located around volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira; Lwiro station (Figure 1, 3 and 4) located at about 100 Km from Virunga volcanic zone and Uvira station. The Uvira and Virunga's stations were equipped with short period seismograph ($T_0=1\text{ sec}$) with analog recorders Kinometrics PS-2 made by Kinemetricx company. The time is corrected manually using time signal provided by BBC broadcasting. The accuracy of this time is about 0.1 sec. Lwiro station was equipped with Benioff short period seismograph ($T_0=1\text{ sec}$, $T_g=0.25\text{ sec}$, $\text{Mag}=100\text{K}$) and short period digital seismograph (SEIDAS) composed of small data logger with global positioning system (GPS) developed in [44]. The time correction is made by GPS at 05 minutes every hour and can be read on LCD display.

The observation period was from August 1993 to March 1994. Only events recorded at Lwiro station with good signal and noise ratio and identified to Uvira and Virunga's stations were used for the study. The hypocenters were determined using the hypo71PC program established in [45]. The results (figures 3 and 4) were considered when the root mean square error of time residuals was less than 1 sec.

The stress drop (the difference between the average state of stress on the fault plane before and after an earthquake), is the most important parameter for earthquake sources and the understanding of the regional stress field [42]; it can be determined seismically. The source parameters can be determined from spectral analysis include seismic moment (M_0), and source dimensions. These parameters will be determined from the estimation of the corner frequency and the asymptotic amplitude at a constant level (Figure 2). The IASPEI software program edited by Valdes and Novelo – Casanova [46] was used

for these digital seismograms (digital sampling 100 Hz). The stress drop was estimated via seismic moment and source radius ([2], [3], [4]). The portion of digital seismogram containing the P- wave onset was windowed; we applied a base-line correction and a Hanning taper to the vertical component of the P-wave seismogram. The window length was selected at 1.5 sec, and the amplitude spectrum was calculated by using a Fast Fourier Transformation (FFT) (Figure 2). We characterised the spectra at a constant level Ω_0 for the lower frequencies, and with a fall-off above a corner frequency f_c (Figure 2). This method is well exposed in detail in [47]. The spectra are corrected for the effect of instrumental response and anelastic attenuation. The seismic moment is calculated from asymptotic long period level of source spectrum. The source radius was computed from the corner frequency obtained from the intersection between the constant long period asymptote and high frequency fall off. An example of waveform at P onset recorded at Lwiro station and displacement amplitude spectrum is shown in figure (2). Thus, the spectral shape proposed in [2] and [4] was used like as:

$$u(f) = \frac{\Omega_0}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^n}$$

where Ω_0 is the long-period amplitude at a constant level, f_c is the corner frequency, n is the high - frequency falloff rate and $u(f)$ is the spectral displacement following the frequency f . We calculated source dimension (radius of circular source area) r (in cm) [48], seismic moment M_0 (in Nm), stress drop $\Delta\sigma$ (in bars) according to fallow equations:

$$r = 0.32 \frac{V_p}{f_c}$$

$$M_0 = \frac{4\pi\rho \cdot V_p \Omega_0 \cdot R}{R_{(\Theta\Phi)}}$$

$$\Delta\sigma = \frac{7}{16} \frac{M_0}{r^3}$$

$$\text{Or } \Delta\sigma = M_0 \left(\frac{f_c}{0.42\beta} \right)^3$$

With $V_p \cong 6$ Km/sec: P-wave velocity; $\rho = 2.7$ g/cm³: density; R the epicentral distance, $R_{(\Theta\Phi)} = 0.72$, the coefficient of radiation pattern.

We have to note that the Brune-type stress drop estimates are not necessarily equal to the true static stress drop of the earthquake (e.g., [49], [50]). The magnitude of events was estimated from the maximum amplitude of the vertical component at Lwiro station using modified Watanabe's formula [52]. Waveforms and displacement amplitude spectrum of the P- waves of the selected events are shown in figure (2). From these spectra, we estimated the asymptotic long period level and the corner frequency.

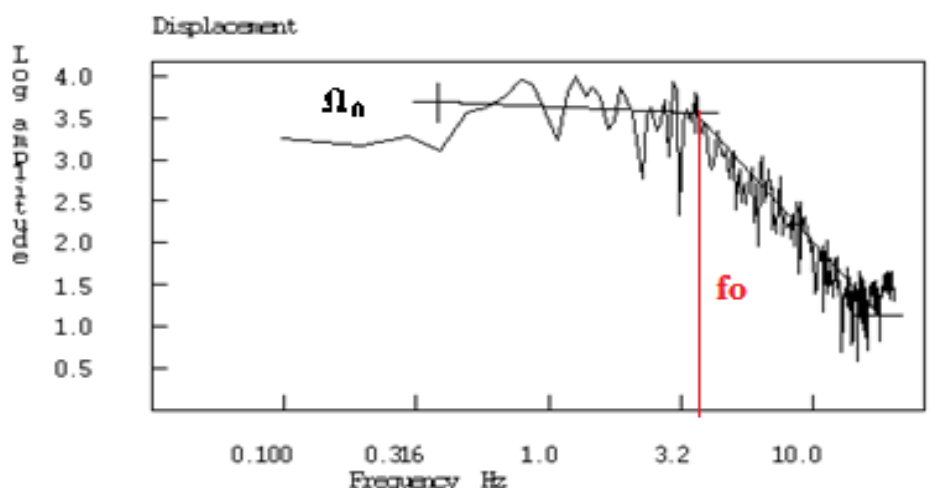


Figure 2: *P* waveform and its amplitude spectrum. The red rectangles on the vertical displacement seismogram highlight the analysed time window. The two lines fitted to the estimated spectral amplitude define Ω_0 and f_0 or f_c . The waveform recorded at Lwiro station.

For better examination at small scale the distribution of stress related to small tectonic earthquakes in the Kivu region and Vicinity, the seismic area was divided in six zones delimited as represented in the Figure (3 and 4). The results have been obtained following their spatial distribution and the geology features and the tectonic setting within the region.

4 RESULTS

4.1 SPATIAL DISTRIBUTION OF EARTHQUAKES AND STRESS DROP ESTIMATED

The earthquake distribution during August 1993 to March, 1994 recorded by Lwiro short period digital seismograph and Uvira and Virunga's stations is shown in figures (3 and 4). During that period, high seismic activity was observed in the North of Idjwi Island (Zone C), Masisi (Zone A) and zone D (Figures 3 and 4). The seismicity was mainly associated with the tertiary faults running parallel to the western border of the Lakes Kivu and North Tanganyika and through the NW – SE faults and spatial distribution of stress drop (Figures 3 and 4).

The magnitude of events at Lwiro station was ranged from 0.7 to 4.5. The corner frequencies of spectrum at Lwiro are ranged from 3.4 to 12 Hz (Figure 3). The stress drop varied between 0.05 bar to 42.8 bars (Figure 4). The seismic moment of events at Lwiro is ranged from 22×10^{18} to 3.4×10^{21} dyne – cm. The results have given a discrepancy between those zones and their geology. In general, a small stress drop (≤ 1) was found in all zones. Therefore, high stress drop (> 1) was found for small number of isolated events. The stress drop was observed being low near the boundaries of each zone to other (Figure 4).

The zone A has presented a high corner frequency range from 4.40 to 11 Hz. The high f_c (> 8.4 Hz) is identified on the granitic rocks and near the N – S faults (Figure 3). And, the stress drops is mainly high at the granitic rocks and lower anywhere.

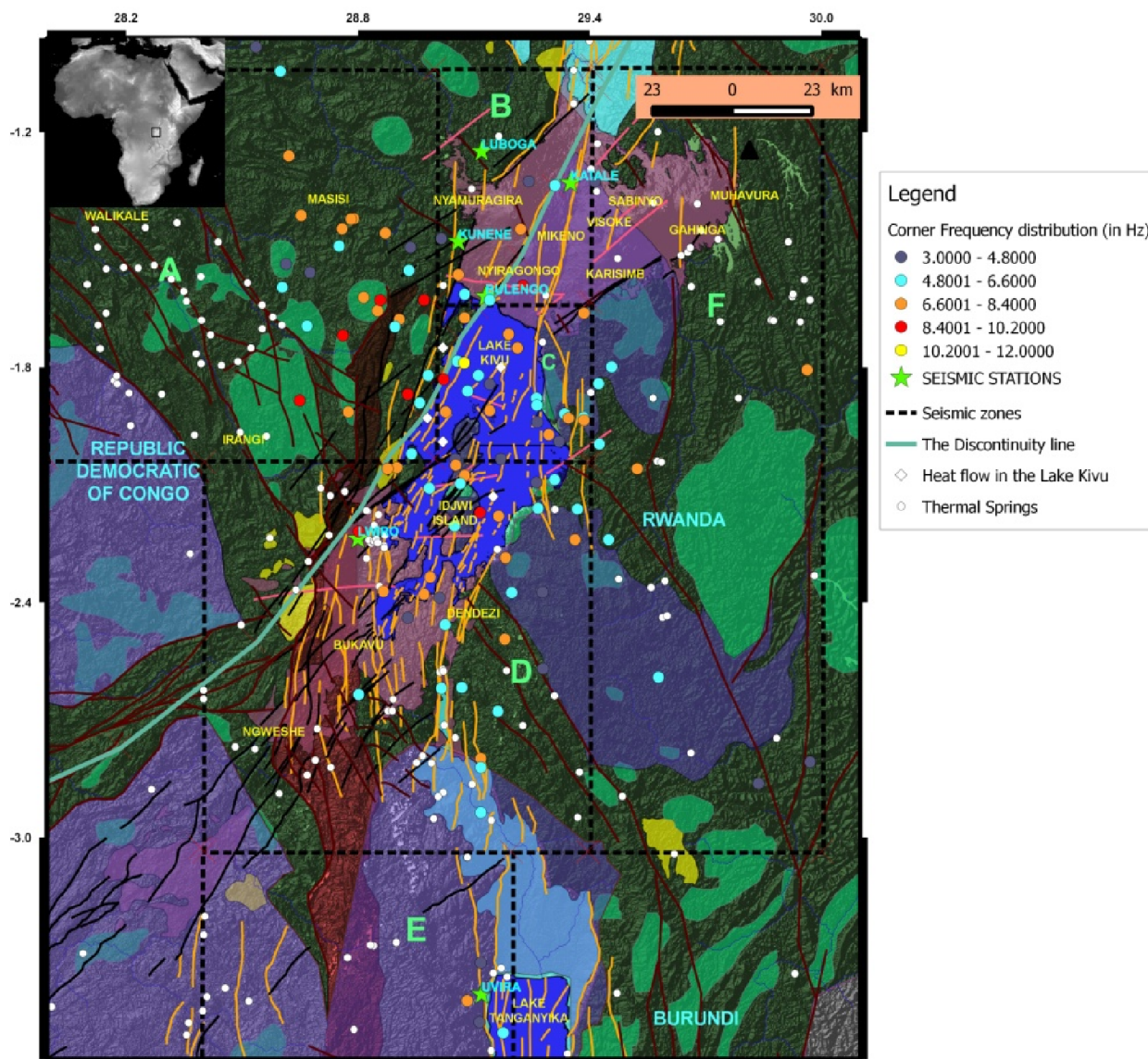


Figure 3: The distribution of earthquake's corner frequency related to the geological and tectonic setting of the area of the study in the Kivu provinces and vicinities.

The zone B is characterized by earthquakes of low $f_c < 5.5$ Hz linked to low $\Delta\sigma < 0.5$ bar and the great source radius range from 41227 to 51190 cm. Stress drops ($\Delta\sigma < 0.5$ bar) with high $f_c = 6.3$ Hz have been observed at low earthquake magnitude ($M_l = 2.0$). And generally, at high frequency we observe the zone of high earthquake stress drops, high seismic moment and low source radius (r). A high $\Delta\sigma$ is observed at the fissure line joining the Nyiragongo and Nyamuragira volcanoes. The maximum stress drop in this region is about 42.8 bars with $f_c = 9.20$ Hz, $M_0 = 1.41E+21$ dyne – cm.

The zone C presented a scatter of low stress drop principally at the western part of the Kivu Lake and some high values at the East one (Figure 4). In the zone D, major earthquakes have low stress drop; the south part of the Idjwi Island presented some high stress drop for the granitic rocks and in junction to three types of faults (Figure 4). The zone D is characterized by high hydrothermal activity and ancient Cenozoic volcanic and sedimentary rocks in the first part of the Ruzizi.

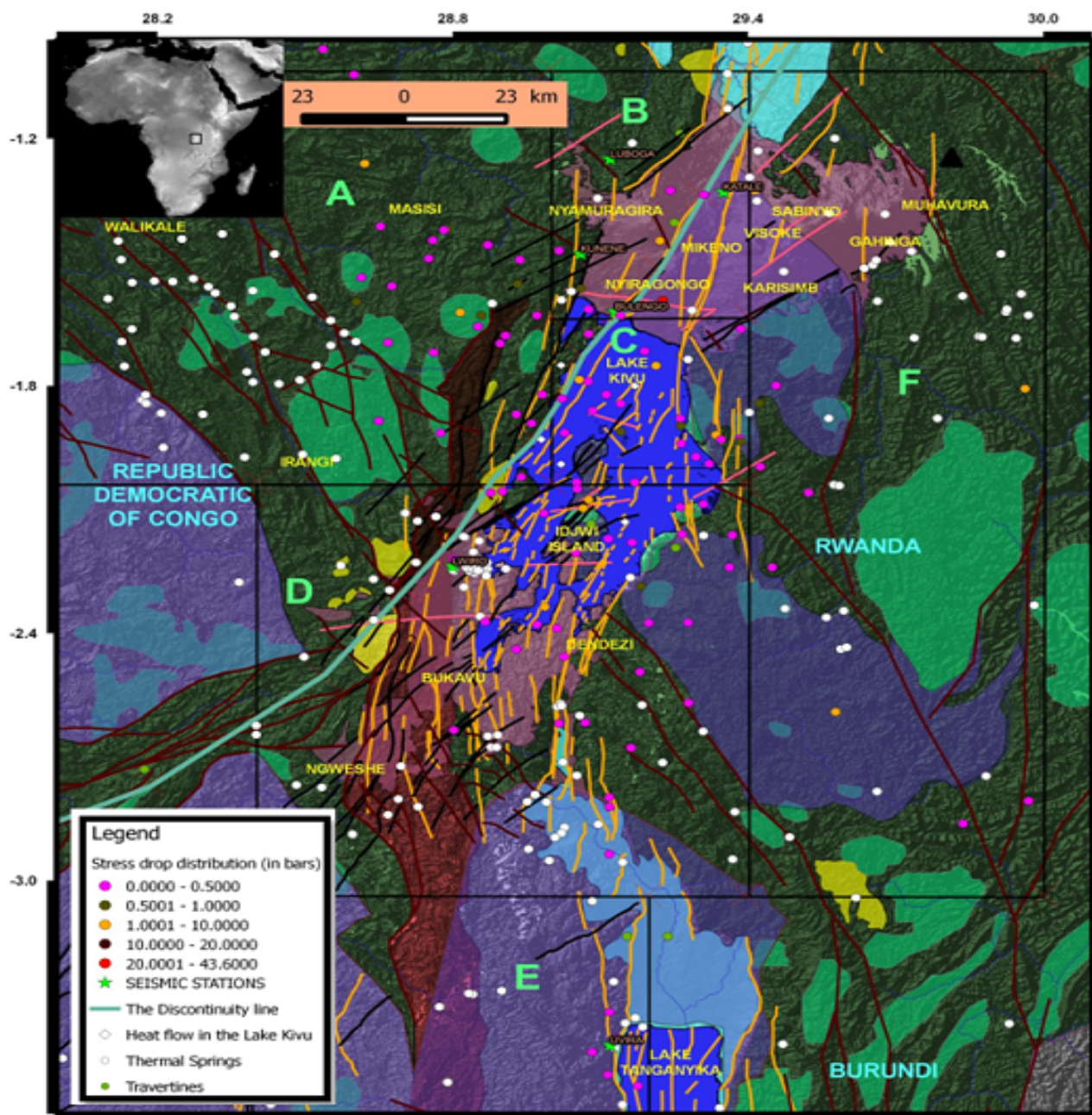


Figure 4: The distribution of the stress drop related to the Geology and tectonic setting in the Kivu provinces and vicinities.

4.2 STRESS DROP AND GEOLOGY FEATURES

The values of the stress drop are scattered depending to the geology setting of each zone. High stress drops are observed in the granite formation in the Zone A, C and D. For these two last zones, the relatively high stress drops (between 0.5 and 1 bar) were confined at Lake Kivu east border. The low stress drop is very manifested in the Precambrian basement for the all zones in general observation. The Idjwi Island (Zone D) presented a high value of stress drop at the junction of different faulting types and on granitic feature. The zone D characterized by hydrothermal activities and Cenozoic volcanoes in inactive state (Figures 1, 3 and 4) was the base of very low stress drop (< 0.5 bar). Very low stress drops are also observed in the sedimentary rocks like in the Ruzizi. The zone E (Uvira area) has showed a very low stress drop values (Figure 4). Controversially, the Virunga volcanic region, showed a high stress drop (> 1 bar) (Figure 4) near the active volcanoes (Nyiragongo and Nyamuragira).

No high stress drops were observed in zone E; these resulted to N – S faults triggered in sediment rock and nearly the hydrothermal field. The F zone have some high stress drops to far its boundaries of others zones; the high value corresponded to $M_l = 3.5$, $f_c = 8.6$ Hz and $M_0 = 2.25E+20$. The high stress drop corresponded to small source radius in the zone B but the other zones have showed a very fluctuation in the scattering of the source radius related to their stress drop (Figure 4).

4.3 STRESS DROP AND FAULTING

No exactly correlation with faults is seen in the zone A because the faulting was not very clearly found, except at the north-eastern part. The low stress drop could observed near the basement faults oriented NW – SE. The zone is characterized by normal faults [10]. High stress drop values (> 1 bar) are found in the zone B which is volcanically active at the Western part of the Virunga region. These high values are in relation with some fractures which are characterized as a reverse faulting for this zone. The fracture that links Nyiragongo and Nyamuragira volcanoes revealed also a great stress drop value. This is a controversy result because the volcanic region must release low earthquake stress drop because of high temperature and magma. The highest stress drop value (42.6 bars) (Figure 4) is pointed on the E – W faults - fracture and the very low stress drop has corresponded to North – South faults. The zone C was special because high and low stress drops appeared together on the same faults (Figure 4). Those stress drops are correlated with North – South faults (Figure 4). Some high and low stress drop values appeared exceptionally on the Junction of three types of faults in the Idjwi Island. The Northeastern - southwestern strike slip faults [9] and normal faults (North – south) have low stress drop. The stress drops in the zone E were very low and corresponded like the above zone to faults of North – South orientation. For the zone F we could not correlate stress drop to faults because of no more information about the structural geology.

5 DISCUSSION

Spatial distribution of the stress drops of small earthquakes occurring in the Kivu region and have been investigated. In general, low stress drops were observed during August 1993 to March 1994. For [18] generally earthquakes occurring in the rift zone have low stress as indicating the presence of softer material in the shallow depth. Therefore, isolated events with large stress drop were observed. Large stress drop reflects greater strength of material. This can be explained by the presence of barriers [19] and reflect the heterogeneities in small scale in the distribution of stress in these zones. The low corner frequency imply however, abnormally small stress drops due to possible high pore pressure (large amount of fluid), or slow ruptures [17]. And Stress wave propagations are highly dependent on material properties [41].

The earthquakes studied in this paper have local magnitude range from 0.2 to 4.5. So, for [51] local earthquakes with duration magnitude in the range of 1.7 to 3.3 are characterized by stress drop values that are equal or less to 10 bars. The high value of stress drop found in the highest magnitude earthquakes can be explained by the greater tectonic stress that is released in the pre – fractured carbonate basement [51]. This could be the results of the shallower and consolidate materials that make up the volcanic edifice [20]. That was observed in the zone B where two highest stress drops have been identified, these values have also a high local magnitude ($M_l=3.1$ and 4.5; $f_c = 7.5$ and 9.2; $M_0= 4.88E+20$ and $1.41E+21$; $r=29935$ and 29186 cm, respectively). This zone had much spectacular eruption before and after this period [32] for which some occurred around the fracture of highest stress drop (between Nyamuragira and Nyiragongo) (Figure 4). These activities contributed to the consolidation of these fault – fractures in the Virunga region. The high stress drops are also found in the zone A where consolidate metamorphic rocks were formed by granitic intrusion (figures 1 and 4). According to [5], normal values for tectonic earthquakes lie within the limits of 1.0 – 10 bars. Most determination for volcanic earthquakes lie in the range of 0.1 – 1 bar; that is the region of small stress value. The high stress drop values in that volcanic region are probably products of magmatic thermal fracturing of host rocks. Some volcano – tectonic earthquakes could have two characteristics in their stress drop analysis [22]. An average corner frequency of 10.67 Hz for the high stress drop earthquakes is due to magmatic thermal fracturing of host rocks and reverse fault types together and the low stress drop at 4.39 Hz reflecting the magma movement [22]. This is the same observation in the Virunga (zone B) for our study. The high stress drops of 6 to 36.4 bars and 1.5 to 16.5 bars, were also found for the Kilauea volcano in Hawaii by Zunig et al. (1987) quoted in [53]; this has been related to the no evidence of rupture propagation observed. High corner frequency and stress drop (in the order of 580 bars) were reported for the zone A for small earthquakes [6] as the present study obtained. This could be related to the presence of the rocks of Precambrian age [6] in the Kivu and for the Eastern part of the United State of America [55].

The zones C, D and E are characterized by very low stress drop values and are very fractured and owned great hydrothermal activities. This could be the effects high pore fluid pressure which contribute to low stress drop ([14], [21], [17]). This could be also attributed to the low strength of crustal materials in the area, where great stress accumulation is

hindered [56]. That is why these zones recorded two great earthquakes long time after, the October 22, 2002 earthquake at Kalehe [43] and that of February 3, 2008 between Bukavu and Cyangungu [31]; while just after this period August 1993 – March 1994, the Masisi earthquake took place on April 20, 1995 [43] in zone A where great stress drop was obtained.

The virunga zone B of reverse faults ([11], [9]) have high stress drop; the Masisi – Walikale zone A normal faults have low stress drop at the South and high at the North part near faults crossing the Virunga zone B. High stress drop was also correlated to thrust faults areas such as Coalinga, California [21]. The low stress drops in the zones C, D and E correlated with normal faults and the moderately high corresponded to reverse and strike slip faults within the Idjwi Island. Higher stress drop faults have larger asperities where large slip occurs and contribute in the internal frictional strength [56]. The reference [2] invokes premature arrest of slip on the faults to account for the low stress drop events.

6 CONCLUSION

Spatial variation of stress drop has great importance for better understanding of the tectonic processes. Different materials or tectonic environment can influence source parameters, such as the stress drops which vary significantly depending on the region for the present study. High stress drops have been observed where granitic intrusion rocks are observed (zone A: Masisi – Walikale) and for consolidate ancient rocks in zone B (western part of the Virunga). The lowest stress drops have constrained within zones C, D and E (Lake Kivu and the high Ruzizi River) where soft materials, low strength of crustal and high pore pressure and great hydrothermal activities are manifested. Thus, these zones were not susceptible to allow great stress accumulation because of soft materials and presence of pore fluid pressure (great hydrothermal activity). This hindering of great stress accumulation gave two great earthquakes long time after in these zones while in the Masisi where great stress is pointed out an important earthquake took place one year after. This can be contribute to earthquake monitoring in the region.

The stress drop varied with fault types; higher for the reverse faults and lower for normal and strike slip faults observed in the Kivu region and vicinities. Particularly, the high stress drop value in the active volcano region (zone B) can be a product of magmatic thermal fracturing of host rocks and reverse fault types together. The Idjwi Island is a special case because granitic rocks, reverse, strike – slip and normal faults are observed; this contribute to high stress value, and low on other geological features. The low corner frequency implying however small stress drop due to possible high pore fluid pressure and slow rupture for hydrothermal, great heterogeneity and small scale crust structures. The high frequency is related to Precambrian rocks, consolidate and granitic intrusion rocks in this region.

Spatial and temporal variation of the stress drop based on many seismic stations within a region will help us to assess the seismic risk and forecast earthquakes occurrence and the structure and tectonic setting of the Kivu provinces.

REFERENCES

- [1] Aki, K., 1967: Scaling law of seismic spectrum, *J. Geophys. Res.*, 73, 5359 – 5376.
- [2] Brune J.N., 1970: Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 75, 4997-5009
- [3] Brune, J.N., 1971: Correction, *J. Geophys. Res.* 75, 49997 – 5009.
- [4] Hanks T.C., Wyss M, 1972: The use of body-wave spectra in the determination of seismic-source parameters, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 62, 561-589
- [5] Thatcher W. and T.C. Hanks, 1973: Source parameters of southern California earthquakes, *J. Geophys. Res.* 78, 8547 - 8576.
- [6] Zana N., Horiuchi S., Murakami E., 1990: High Frequency Earthquakes occurring outside the Western Rift valley of Africa. *Tôhuku Geophys. Journ. (Sci. Rep. Tôhuku Univ., Ser. 5, vol. 33, No. 1, pp. 69 – 82).*
- [7] Zana N., Kamba M., Katsongo S. and Jansen Th., 1989: Recent seismic activity of the Kivu Province, Western Rift Valley of Africa. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 58: 52 – 60.
- [8] Geller Robert J. 1976: Scaling Relations for Earthquake Source Parameters and Magnitudes. *Bull. Seismol Soc. Am.* vol. 66, No. 5, pp. 1501- 1523
- [9] Wafula M., Zana N., 1990: Focal Mechanism of Earthquakes in the Western Rift Zone and Central basin of Zaïre. *Revue des Sciences Naturelles*, Vol.1, N°1, 75 – 92.
- [10] Tanaka, K., S. Horiuchi., T. Sato and N. Zana, 1980: The Earthquake Generating Stress in the Western Rift Vakkley of Africa, *J. Phys. Earth*, 28, 45 – 57.

- [11] Tanaka K., 1983: The Seismicity and Focal Mechanism of the Volcanic earthquakes in the Virunga volcanic region, 19 – 28, in Hamaguchi (Editor), Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira: Geophysical Aspects, Tohoku University, Sendai, Japan, p. 130.
- [12] Sykes L.R., 1967: Mechanism of earthquakes and nature of faulting on the mid – oceanic ridges. *J. Geophys. Res.*, **72**, 2131 – 2153.
- [13] Sykes, L.R., 1970: Seismicity of the Indian Ocean and Possible Nacent Island between Ceylon and Australia, *J. Geophys. Res.*, **75**, 5041 – 5055.
- [14] Choy, G. L., and J. Boatwright., 1995: Global patterns of radiated seismic energy and apparent stress. *Journal of Geophysical Research* 100; doi: 10.1029/95JB001969.
- [15] Kanamori, H., 1981: The nature of seismicity pattern before large earthquakes, In: *Earthquakes prediction - An International Review*, M. Ewing Ser., **4**, 1-19.
- [16] Zobin, V. M., Ivanova, E. I. and Chirkova V. N., 1988: Source parameters of earthquakes in Kamchatka and Commander Islands (in Russian), *Vulkanol. and Seismol.*, **2**, 83.103, 1984, English trans.: *Volc. Seis.*, **6**, 279-307.
- [17] Zhang J., Gastoft P., Shearer P. M., Yao H., Vedal J. E., Houston H. and Ghosh A., 2011: Cascada tremor spectra: low corner frequencies and earthquakes like high – frequency fall off. *Geochemistry, Geophysics, Geosyst.*, vol. **12**, No. **10**, Q 10007, doi: 10. 1029/2011 GC 003759.
- [18] Maasha N., and P. Molnar, 1972: Earthquake fault parameters and tectonic in Africa, *J. Geophys. Res.*, **77**, 5731 – 5743.
- [19] Das, S., and Aki K., 1977: Faults planes with barriers: A versatile earthquake model. *J. Geophys. Res.*, **82**, 5658 – 5670.
- [20] Del Pezzo, E., F. Bianco, L. Saccorotti, 2004: Seismic Source Dynamics at Vesuvius Volcano, Italy, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **133**, 23 – 49.
- [21] Lindley, G.T., and Archuleta R.J., 1992: Earthquake source parameters and the frequency dependence of attenuation at Coalininga, Moomoth Lakes, and the Santa Cruz Mountains, California, *J. Geophys. Res.*, **97**, 14,137 – 14,154.
- [22] Zobin V., Nishimura Y., Muyamura J., 2005: The nature of volcanic earthquake swarm preceding the 200 flank eruption at Usu volcano, Hokkaido, Japan, *Geophys. J. Int.* **163**, 265 – 275.
- [23] Mavonga Tuluku, G., 2007b: An estimate of the attenuation relationship for strong ground motion in the Kivu Province, Western Rift Valley of Africa. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* **162**, 13–21
- [24] De Bramaeker, J. Cl., 1959: Seismicity of the West African Rift Valley. *J. Geophys. Res.*, **64**, 1961 – 1966.
- [25] Wohlenberg, J., 1969: Remark on the Seismicity of East Africa between 4°N – 12°S and 23°E – 40°E. *Tectonophysics*, **567** – 577.
- [26] Wohlenberg, J., 1970: On the Seismicity of the East African Rift System. In: Illies, H.J. and Mueller, St. (Editor). *Graben Problem*. Schweizerbart, Stuttgart, 290 – 296.
- [27] Fairhead, J. D. and Girdler, R. W., 1971. The seismicity of Africa. *Geophys. J.R.astr. SOC.*, **24**, 271-301.
- [28] Zana, N., 1977: The Seismicity of the Western Rift Valley of Africa and Related Problems, Doctorate Thesis, Tohoku Univ., Sendai, Japan.
- [29] Zana N and Hamaguchi H., 1978: Some Characteristics of Aftershock Sequences in the Western Rift valley of Africa. *Sci. Rep. Tôhoku Univ.*, Ser. **5**, Vol. **25**, No.2, pp. 55 – 72.
- [30] Zana N. and Tanaka K., 1981: Focal mechanism of Major Earthquakes in the Western Rift Valley of Africa. *Tôhoku Geophys.Journ. (Sci. Rep. Tôhoku Univ.*, Ser. **5**, Vol.28, Nos, **3 – 4**, pp. 119 – 129.
- [31] D'Oreye N., et al., 2011: Source parameters of the 2008 Bukavu-Cyangugu earthquake estimated from InSAR and teleseismic data. *Geophys. J. Int.* **184**, 934–948
- [32] Wafula Mifundu, 2012: Etude géophysique de l'activité volcano – séismique de la région des Virunga, Branche Occidentale du système des Rifts Est – Africains et son implication dans la prédiction des éruptions volcaniques. Thèse soumise à la faculté des Sciences pour le Doctorat en Science Physique, Université de Kinshasa.
- [33] Fiama B. S., Wafula M., Kasereka M and Delvaux D., 2014: Seismic Activity Prior The Nyamuragira Eruption Of November 06, 2011 Observed At Lwiro Station, in press *Cahiers du CERUKI, Numéro Spécial Alphonse Byamungu Nakahazi* (2014), pp. 1-13.
- [34] Degens, E. T., Von Herzen, R. P., Wrong, H.K., Deuser, W.G., and Jannack, H.W., 1973: Lake Kivu: Structure, Chemistry and Biology of an East Africa Rift Lake. *Geol. Rund.*, **62**, 245 – 277.
- [35] Ebinger, C.J., 1989. Tectonic development of the Western branch of the East African rift system. *Geol. Soc. Amer. Bull.* **101**, 885–993.
- [36] Wong How-Kin and Von Herzen Richard P., 1974: A Geophysical Study of Lake Kivu, East Africa. *Geophys. J. R. aslr. SOC.* **37**, 371-389.
- [37] Maasha, N., 1975: The seismicity of the Rwenzori Region in Uganda, *J. geophys. Res.*, **80**, 1485 – 1496.
- [38] Logatchev, N.A., Belousov, V.V., and Milanovsky.E.E, 1972: East African Rift developments. *Tectonophysics*, **15**, 71 – 82.

- [39] Tack L., M.T.D. Wingateb, B. De Waeled, J. Meerte, E. Belousovaf, B. Griffin, A. Tahona and M. Fernandez-Alonsoa., 2010: The 1375Ma “Kibaran event” in Central Africa: Prominent emplacement of bimodal magmatism under extensional regime. *Precambrian Research* 180, 63–84
- [40] Girdler, R. W., Fairhead, J. D., Searle, R. C. & Sowerbutts, W. T. C., 1969. Evolution of rifting in Africa, *Nature, Lond.*, 224, 1178-1 182
- [41] Hao H., C. Wu, and Y. Zhou, 2002: Numerical Analysis of Blast-Induced Stress Waves in a Rock Mass with Anisotropic Continuum Damage Models Part 1: Equivalent Material Property Approach., *Rock Mech. Rock Engng.* (2002) 35 (2), 79–940
- [42] Tselentis G-A., 1989: Stress Drops of Earthquakes in and near the Mid-Atlantic Ridge as revealed from Body-wave pulse analysis, The 25th General Assembly of IASPEI, August 2 1- September 1, Istanbul, Turkey, 1989.
- [43] Mavonga Tuluku, G., 2007a: Some characteristics of aftershock sequences of major earthquakes from 1994 to 2002 in the Kivu province, Western Rift Valley of Africa. *Tectonophysics* 439, 1–12
- [44] Nishimura T., Y. Morita and H. Hamaguchi., 1994: Development of small digital data logger with global positioning system, *Zisin* 2, 79 – 83.
- [45] Lee, W. H. K., and Valdes, S. M. (1985), HYPO71PC: A Personal Computer Version of the HYPO71 Earthquake Location Program, U. S. Geol. Surv. Open File Report 85–749, 1-43.
- [46] Lee W.H.K., 1989: Toolbox for seismic data acquisition, processing and analysis, IASPEI and Bull. Seismol. Soc. Amer., 1989.
- [47] Mavonga T., 1991: Source characteristics of induced and tectonic microearthquakes occurring nearby volcano Akita Komagatake, *Indiv. Stud. Part., Bull. Intern. Seismol. Earth. Eng.*, Japan.
- [48] Madariaga, R. (1976). Dynamics of an Expanding Circular Fault. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 32, 305-330.
- [49] Andrews, D. J., 1986: Objective determination of source parameters and similarity of earthquakes of different size, in *Earthquake Source Mechanics*, Geophys. Monogr. Ser., vol. 37, edited by S. Das, J. Boatwrighta, and C. H. Scholz, pp. 259 – 268, AGU, WashingtonD., C., 1986.
- [50] Snoke, J. A., 1987: Stable determination of (Brune) stress drops, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 77, 530-538.
- [51] Galluzzo, D., E. Del Pezzo, R. Maresca, M. La Rocca, M. Castellano, 2006: Site effect estimation and source – scaling dynamics for local earthquakes at Mt. Vesuvius, Italy, *Proceedings at Third International Symposium of Surface Geology on Seismic Monitoring*, Grenoble, France, September 2006.
- [52] Watanabe, H., 1971: Determination of earthquake magnitude at regional distance in and near Japan (in Japanese with English abstract), *J. Seismol. So. Jpn.*, 24, 189- 200.
- [53] Li Y., and Thurber C., 1988: Source properties of two microearthquakes at Kilauea volcano, Hawaii, *Bull. Seimol. Soc. Am.*, vol. 78, No. 3, pp. 1123 – 1132.
- [54] Nábělek, J., and G. Suárez, 1989: The 1983 Goodnow earthquake in the central Adirondacks, New York: Rupture of a simple, circular crack. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 79, 1762–1777.

Performance Evaluation of Fixed dome and Floating type Biogas Digesters for Tubewell Operation with Dual Fuel Approach in Pakistan

Abdul Wahab Siyal¹, Muhammad Yasin², Irfan Ali³, Zakir Hussain⁴, Muhammad Aslam⁴, and Matiullah Khan⁴

¹Senior Engineer, Climate Change, Alternate Energy and Water Resources Institute,
National Agricultural Research Centre, PARC, Islamabad, Pakistan

²Chief Scientist, Climate Change, Alternate Energy and Water Resources Institute,
National Agricultural Research Centre, PARC, Islamabad, Pakistan

³Senior Scientist, Natural Resources Division,
Pakistan Agricultural Research Council, Islamabad, Pakistan

⁴Principal Scientist, Climate Change, Alternate Energy and Water Resources Institute,
National Agricultural Research Centre, PARC, Islamabad, Pakistan

Copyright © 2015 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 idea of biogas as a diesel fuel substitute is not new. It is a very attractive alternative, especially in countries rich in agricultural products and poor in petroleum resources. It can be concluded from the study that while running a diesel engine in dual fuel mode i.e. on diesel and biogas saved almost 62% to 64% diesel fuel, and consequently showing an annual saving of Rs. 3486/m³ and 3379/m³ capacity when run on dual fuel mode with respect to gas produced from fixed dome and floating drum biogas digesters respectively. The less saving in floating type biogas digester is due to gas losses from plant as compare to fixed dome biogas digester where system is air tight. Fixed dome biogas digester not only save the money but also the environment. Running engine through floating type biogas digester consumed 6.35% more diesel than fixed dome biogas digester in dual fuel mode. A 16 hp dual fuel diesel engine pumped 14 % more water from fixed dome biogas plant as compared floating drum biogas plant. It is therefore recommended that fixed dome biogas digester may be installed in such agroecological zones like Islamabad.

KEYWORDS: Biogas, fixed dome and floating type biogas digesters, diesel engine, centrifugal pump, dual fuel.

1 BACKGROUND

Pakistan is an energy deficient country that's why the interest in use of alternative energy and energy conservation has skyrocketed. The rapidly escalating fuel costs have compelled to move toward renewable and sustainable energy sources. The agriculture sector continues to be an essential component of Pakistan's economy contributing 21% to GDP. Agriculture generates productive employment opportunities for 45 % of the country's labor force and 60 % of the rural population [1]. The agriculture sector is not the largest energy-consuming sector of Pakistan however; it is in transition from the traditional i.e. low energy inputs methods of farming to higher level of energy inputs, of cope the food requirements of the country's population growing at a rate of almost 3% [1]. The price hike in fuel products are increasing the input cost of production, making agriculture as an unprofitable and unattractive business in the country. Shortage of water and energy are two major issues currently faced by irrigated agriculture in Pakistan [2]. Water is very important factor in agricultural productivity and production. In Punjab province, around 60% water available at farm level is from groundwater, whereas at the national level it is around 46%. Thus groundwater contributes significantly for irrigated agriculture in Pakistan [3]. The distribution of Tubewells based on size of power indicated that majority of electric operated Tubewells are in range of 10-20 hp. The diesel

operated Tubewells are in the range of 16-20 hp. Population of diesel operated tubewells in Pakistan was around 87% of the total population during 2005-06, whereas this percentage was around 88% in the province of Punjab [3]. Hence it is very advisable to work on diesel operated tubewells to be converted on biogas as dual fuel mode. The idea of biogas as a diesel fuel substitute is not new, but it is supposed to be a very attractive alternative, especially in countries rich in agricultural products and poor in petroleum resources. There have been continuing efforts in research, development and demonstration to utilize biogas to provide power agricultural engines at farms within the country for the past two decades. Biogas can be used as an alternative to the partial or total substitution of gasoline and diesel fuels without requiring extensive engine adjustments or modifications. These research efforts are therefore directed to evaluate the performance of two biogas digesters in biogas production to use it as fuel on a diesel engine. The literature says that the durability test of an agricultural engine operating on biofuel may be of great satisfaction to the farmers in Pakistan. In this investigation, long term water pumping discharge tests for engine operation on dual fuel was carried out at the National Agricultural Research Center (NARC), Islamabad during 2010-2012.

1.1 POTENTIAL OF BIOGAS FOR TUBEWELL OPERATION IN PRESENT SCENARIO

Currently, there are over 1.0 million tubewells operated pumping systems in the country [4]. The farmers owning these systems even in shallow groundwater areas will face serious problem of cost-effectivity of water pumping with rising prices of diesel fuel. Diesel tubewells are usually installed in shallow groundwater table areas (6.0 to 15 meters). The fuel consumption of diesel engines (Chinese and slow speed diesel engines) is 1.5-2.5 liters per hour whereas the tractor operated tubewells burn 3.5-5.0 liters per hour [5]. The utilization factor of private diesel tubewells is between 10-15% (1350 hours per year). Therefore total annual fuel consumption of one million diesel tubewells (assuming 2.5 liters/hour and 1350 hours per year) would be 3.5 billion liters. Approximately 30% are electric-operated with the installed capacity of 2500 MW and consumes approximately 15-20% of the total energy delivered by the national grid. The estimated annual fuel (diesel) consumption by the diesel tubewells in Pakistan is about 950 million liters, is worth in Rs.16 billion. The electric tubewells' power consumption is currently 1.02 billion kilo watt-hours (kwh) costing Rs. 2.6 billion annually. The total energy cost of operating private tubewells is about Rs. 18.6 billion per annum. Government is heavily subsidizing electric tariff for agriculture tubewells in many areas putting additional burden on national exchequer on one hand and inducing inefficiencies in water and energy usage on the other. Agriculture sector having groundwater as the irrigation source is worst hit by present energy crises as the availability of grid electricity in remote areas is around six hours per day on an average. Therefore, a reliable, efficient, sustainable and cost effective energy option for agriculture sector in Pakistan is direly needed. Replacing/supplementing existing source of diesel power for driving tube wells with renewable energy resources (biogas) can be a viable option [6].

As per livestock census 2006, there are 59 million animal heads (buffaloes and cows,) in Pakistan owned by small and big farmers. These animals are producing 590 million kilograms of dung per day. Assuming 50 per cent collectability, the waste will produce 9 million cubic meters of gas per day which can be used for pumping ground water and other uses. There is a lot of potential of power generation from biogas in our rural areas and the economics of farmers can be improved. Utilization of biogas will also help decrease farmers electricity use and reduce the expenditure of foreign exchange required to import petroleum products. Economic performance of biogas based water pumping systems is higher as compared to the financial measures thus justifying state support in the initial phase of their dissemination [7].

2 MATERIALS AND METHOD

2.1 INSTALLATION OF BIOGAS DIGESTERS



Fig. 1 Two different type of Biogas Digesters Installed at NARC, Pakistan



Fig. 2 Dual-fuel Pumping system Installed at NARC, Pakistan

Two types of biogas plant; fixed dome of 35 m³ and Floating drum of 22 m³ were constructed at Climate change alternate energy and water resources institute (CAEWRI) field station NARC, Islamabad, Pakistan (Figure1). The feedstock used for biogas production was animal's dung. A Galvanized Iron pipe with internal diameter 19.05 mm was installed from fixed dome digester to digital gas meter for measurement of biogas volume produced. A water pumping system coupled with a 16 hp engine (2200 rated RPM) was installed at dug well for the testing and evaluation on diesel and dual fuel (Biogas + Diesel) mode. The engine was converted on dual fuel i.e diesel + biogas (Figure 2). In the dual fuel approach, the diesel engine remained essentially unmodified, except for the addition of a gas/air mixing chamber on the air –intake manifold, as the air filter can be used as a mixing chamber. A flexible bottle 1.5 liter capacity was installed and graduated cylinder was used to measure diesel consumption of the engine. A two stage centrifugal pump of (3 X 2 inch) was installed. A 3 inch water suction pipe lift water from 16 ft with 2 inch delivery head was coupled with centrifugal pump. Pump rated RPM was 2800 and with rated discharge 113 GPM (7.129 lps).

2.2 DATA COLLECTION AND ANALYSIS

The various parameters like; engine: engine and pump rpm, pump discharge, diesel and biogas consumption in diesel mode and dual fuel mode, as well as on fixed dome and floating drum, pump discharge in diesel and dual fuel mode; annual biogas production in fixed dome and floating type biogas digester; use of biogas as dual fuel on both the bio-digesters. A tachometer was used for measurement the engine and pump RPM and water flow meter of 2 inch diameter was used to measure discharge of centrifugal pump.

3 RESULT AND DISCUSSION

Biogas Production per day with two different types of digesters in summer and winter season was recoded round the year at ambient conditions (Figure 3). Results showed that average biogas production was 13 m³/day in June and 3 m³/day in February in case of fixed dome biogas plant of 35 m³ capacity. While in floating type biogas plant of 22 m³ capacity, production was 6 m³/day in June and 2 m³/day in December. It is illustrated from the Fig. 4 & 5 that engine consumed 1.5 litres diesel in one hour when run only on diesel operated mode, when the engine was run on dual fuel mode it consumed 0.539 and 0.569 liters diesel per hour when biogas was supplied from fixed dome and floating drum biodigesters, respectively. Maximum running time of the said engine on dual fuel mod was 6.17 hours in June and 1.46 hrs in February in case of fixed dome bio-digester, where as in case of floating drum biodigester its was 2.89 hours in June and 1.13 hours in February.

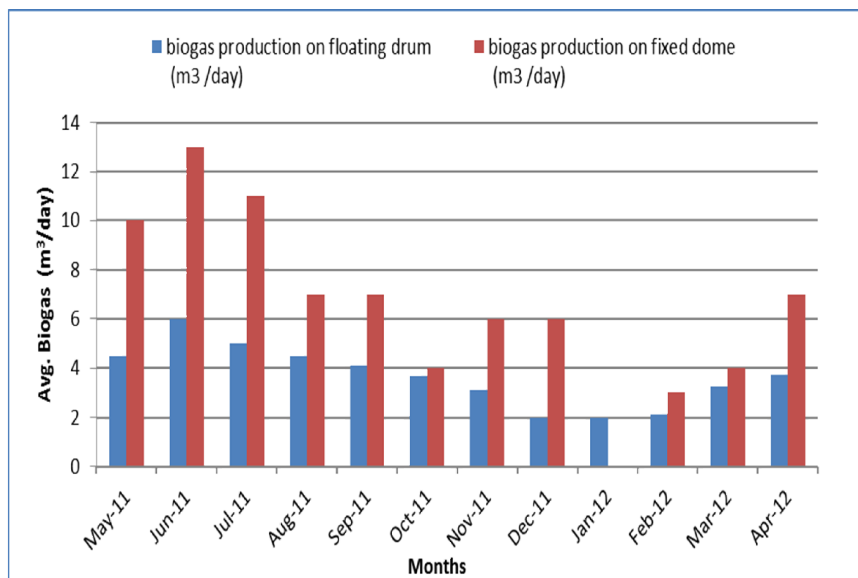


Fig. 3 Temporal variation in average biogas production in Islamabad during 2011-12

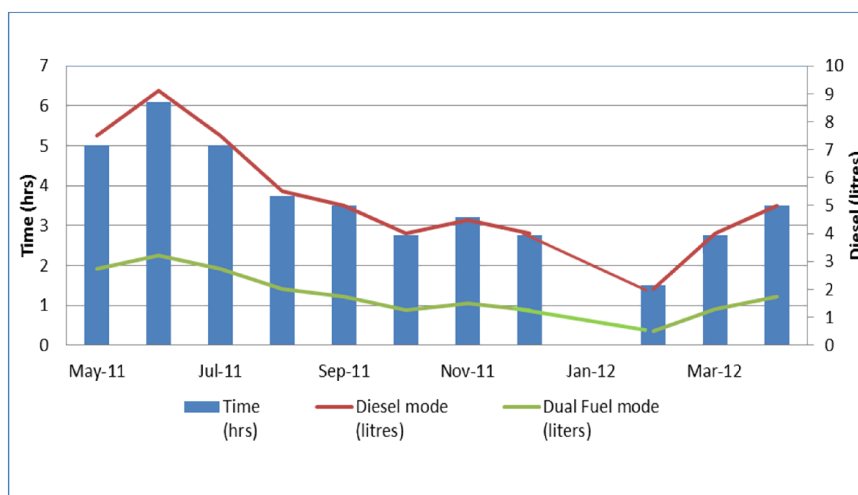


Fig. 4 Diesel consumption under diesel and dual fuel mode of fixed dome digester

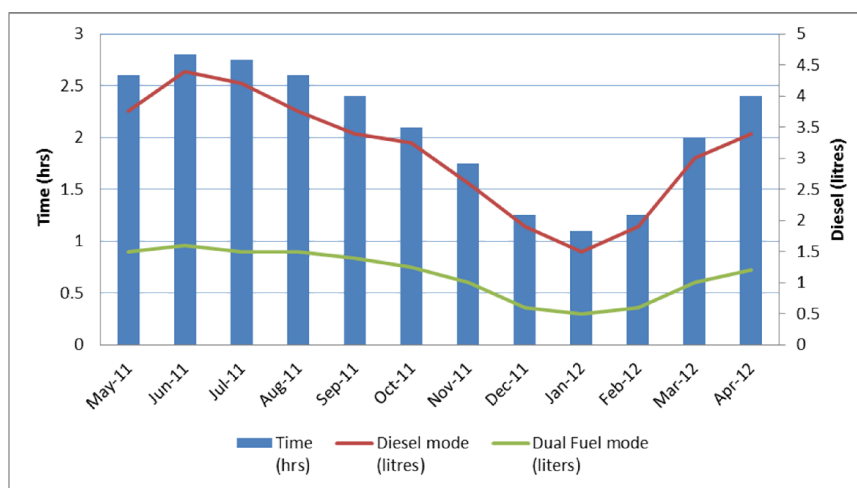


Fig. 5 Fuel consumption under diesel and dual fuel mode of floating drum digesters

It was also noted that the engine on dual fuel mode consumed 2.012 and 1.90 m³ biogas per hour from fixed dome and floating drum biodigester, respectively when it was coupled with pumps to lift water (fig 6 & 7). The discharge of pump was 18 and 16 m³/hrs when engine was operated on fixed dome and floating drum bio-digester respectively. It potentially be due to more biogas consumed in case of fixed dome than in the floating drum bio-digester. The annual biogas production was 2427 and 1350 m³ from fixed dome and floating drum digesters, respectively (Table 1). The table also shows that annual gas production based on per cubic meter capacity of bio-digester 69 and 61 m³/m³ was found in fixed dome and floating drum, respectively. Fixed dome bio-digester performed better than floating drum bio-digester and produces 13% more gas at per cubic meter of bio-digester capacity. The overall reason was leakage from the sides of floating drum bio-digester. The results showed that diesel consumed was 1807 and 1141 liters on diesel mode whereas 645 and 433 liters on dual fuel mode when operated with fixed dome and floating drum bio-digester, respectively; (Fig 8 & 9).

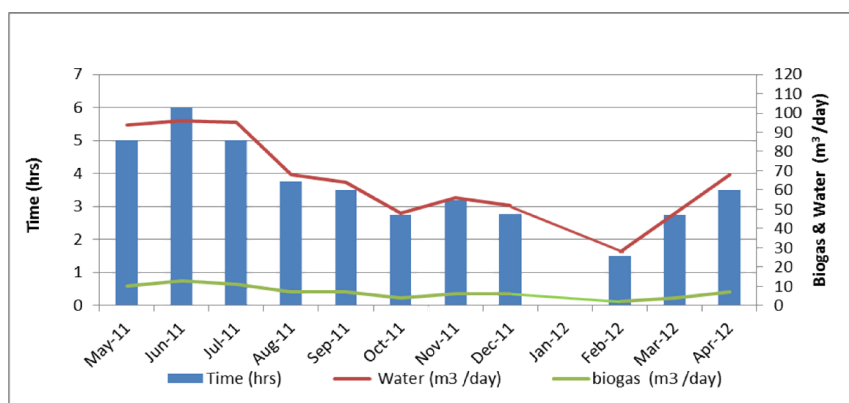


Fig. 6 Monthly average of biogas production, discharge and running of engine of fixed dome

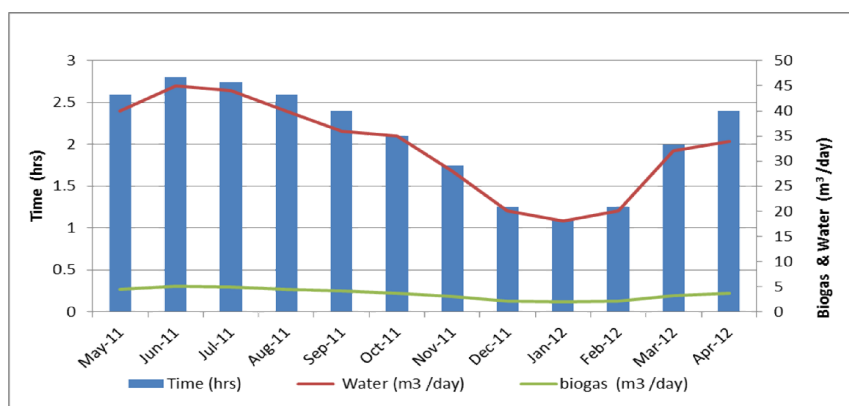


Fig. 7 Monthly average of biogas production, discharge and running of engine of floating type digester

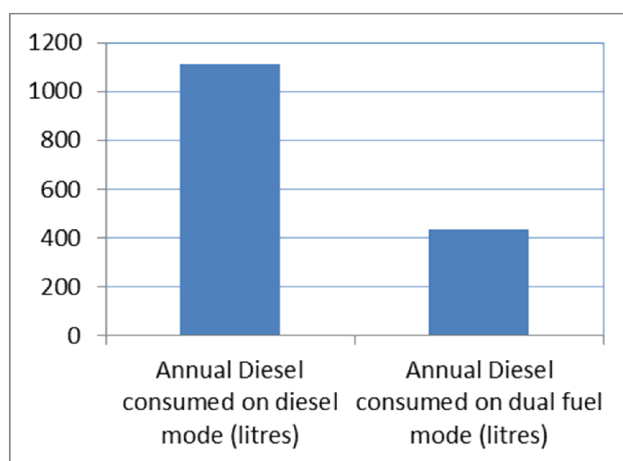


Fig. 8 Annual diesel consumption comparisons on floating drum biogas production basis

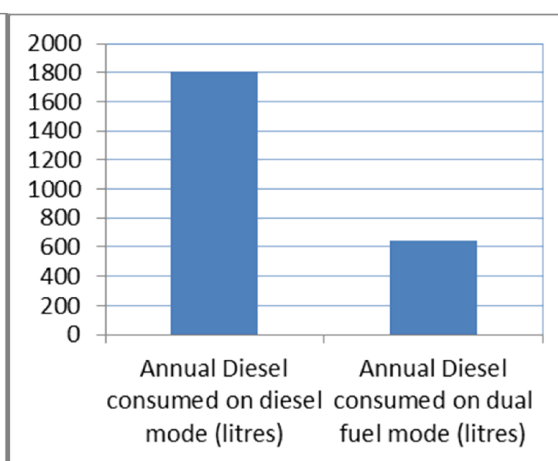


Fig. 9 Annual diesel consumption comparison on fixed dome biogas production basis

Table.1 Consumption of annual diesel and biogas fuel with two types of biogas digesters

Bio-digester Type	Biogas Production (m ³ /year)	Diesel mode operation (Lit/year)	Dual Fuel mode operation (Lit/year)	Biogas replaced 01 lit of diesel in dual fuel mode (m ³)	Annual saving of diesel (Pak. Rs.)	diesel saving in dual fuel mode (%)
Fixed dome bio-digester	2427	1807	645	2.08	122010	64
Floating drum digester	1350	1141	433	1.90	74340	62

3.1 RELATIONSHIP B/W ENGINE & PUMP R.P.M ON DISCHARGE OF PUMP IN DIESEL AND DUAL FUEL MODE

The discharge of pump was taken from 1213 to 1382 and 1607 to 1781 rpm of engine and pump, respectively on diesel mode only. However the discharge of pump varies from 19 to 22 m³/hr at variable pump and engine rpm. The average discharge was found 20 m³/hr on average engine and pump rpm of 1344 and 1747, respectively (Fig. 10). In the same way the discharge of pump was taken from 1069 to 1205 and 1400 to 1604 rpm of engine and pump, respectively on biogas dual fuel mode. However the discharge of pump varies from 15 to 16 m³/hr at variable pump and engine rpm. The average discharge was found 16 m³/hr on average engine and pump rpm of 1126 and 1462 respectively (Fig. 11).

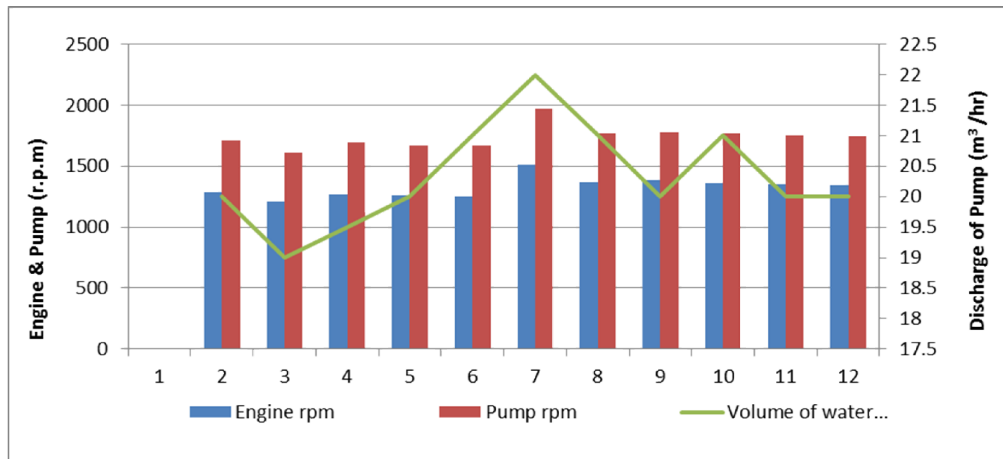


Fig. 10 Monthly average of biogas production, discharge and running of engine of fixed dome

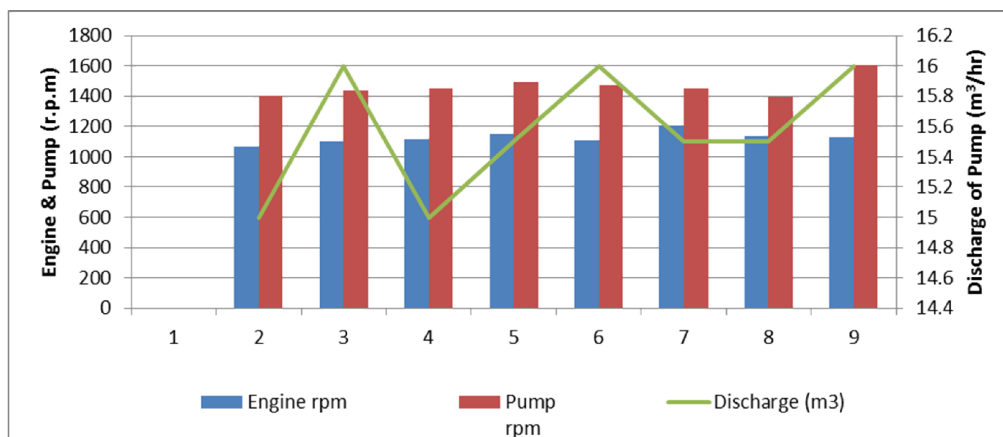


Fig. 11 Monthly average of biogas production, discharge and running of engine of floating type digester

4 CONCLUSION

On the basis of results deducted from data analysis it can be concluded that running of diesel engine in dual fuel mode saved almost 62% to 64% diesel fuel, showing an annual saving of Rs. 122010 & 74340/ when run on dual fuel mode with respect to gas produced from fixed dome and floating drum biogas digesters respectively. Running engine through floating type biogas digester consumed 6.35% more diesel than fixed dome biogas digester in dual fuel mode. A 16 hp dual fuel diesel engine pumped 14 % more water from fixed dome biogas plant as compared floating drum biogas plant.

REFERENCES

- [1] Economic survey of Pakistan, 2011-12.
- [2] Pakistan Energy Yearbook, 2006.
- [3] S. Ahmad. 2007. Growth of Agricultural Tubewells and State of Energy in Pakistan – Is Subsidy a Sustainable Option for Helping Farmers? Water for Balochistan. Policy Briefings. Vol. (3), No.(8), TA-4560 (PAK), Quetta, Balochistan, Pakistan.
- [4] Pakistan Agricultural Statistics, 2010.
- [5] Qureshi, A. S; Shah, T.; Akhtar, M. 2003. The groundwater economy of Pakistan. Working Paper 64. Lahore, Pakistan: International Water Management Institute.
- [6] Prof. Dr. Khanji Harijan.2013. Renewable Energy in Pakistan: Potentials and Prospects. Conference proceeding. Solutions for energy crisis in Pakistan. Islamabad Policy Research Institute (IPRI) and the Hanns Seidel Foundation, (HSF) Islamabad.
- [7] Pallav Purohit, Tara Chandra Kandpal. 2007. Techno-economics of biogas-based water pumping in India: An attempt to internalize CO emissions mitigation and other economic benefits Renewable and Sustainable Energy Reviews1208–1226.

ACKNOWLEDGEMENT

The author thankfully acknowledges the Agricultural Linkages Program (ALP) of Pakistan Agricultural research Council (PARC) and United states Development Agency (USDA) for financial assistance of this study.

An Evaluative study of Emergency Obstetric Care Services in Southern Punjab

Usman Ahmed¹, Shahzad Farid², Muhammad Luqman¹, Muhammad Zaman Zaigham¹, Muzaffar Ahmed³, and Imtiaz Ahmad warraich¹

¹Department of Sociology, Bahaudin Zakariya University, Pakistan

²Department of Sociology, International Islamic University, Pakistan

³Department of Sociology, University of Gujrat, Pakistan

Copyright © 2015 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: *Objective:* To evaluate the Emergency Obstetric Care Services in rural areas of D.G. Khan.

Methods: Mixed methodology technique was used in the present study for data collections. 115 women were selected out of 571 via multi-stage sampling techniques and 22 respondents from the staff of 6 BHUs were selected through purposive sampling for interview. SPSS 17 were used for statistical data analysis.

Results: Local community people preferred EMOc services over tradition healing system ($p < 0.05$) and they are satisfied from the provided EMOc services in their rural areas ($p < 0.05$).

Conclusion: It was evaluated that EMOc services are working effectively in rural areas of Southern Punjab.

KEYWORDS: EMOc services, Maternal health, Anti-natal care, Post-natal care.

1 INTRODUCTION

There are several areas in Pakistan which cannot even have access to hygienic situations due to the environmental and ecological surroundings like country side areas of Sinds, Baar Khan (Blochistan), and hill side territories of KPK and lower Southern Punjab. Rural areas of D.G khan are one of those territories of Southern Punjab where the projects regarding health awareness and health services have been continued since decades. There are, actually, two major reasons behind this: 1. Lack of awareness of community 2. The effects of flood over the community; their lack of awareness was their communal problems but such problems rose up after the stroke of flood in D.G. Khan.

When flood ruined communities of D.G.Khan, non-governmental organizations approached there, these organizations commenced rehabilitation, especially regarding health and hygiene. These organizations arranged temporary houses or tents for them which were their hospitals, mosques and houses [1]. In such situations women have to suffer twice than men because they were already engaged in domestic and field jobs but after the flood, even their health was not sound as compare to man, women suffered more than men. Naturally, they were assigned a duty of reproduction so they have to give birth to babies in the tents. At this point, Non-governmental organizations felt that there must be specific project regarding deliveries to deal with, therefore, the EMOc services commenced in several flood victimized areas of Pakistan [2] and D.G. Khan was one of them. The present research aimed to evaluate these provided EMOc services in D.G. Khan.

2 SUBJECT AND METHODS

It is necessary to signify the problems being faced during the data collection because inhabitants of rural areas of Pakistan are very conservative about women whereas data had to collect from women, therefore, the methods of the present study, particularly for data collection, was designed considering estimated nature of problems in the field [3]. The major hurdle research confronted was to agree the family of selected respondents for face to face interaction because most of the women

of the rural areas were not allowed to interact with the people, especially Males, out of the their family, therefore, the researcher found references, prior to approach each respondent, from the selected community that helped a lot to get data from the women. It was also assured to the BHUs that the data was only used for research purpose. Encountering with such issues researcher used mixed methodology research design in the present study to collect data.

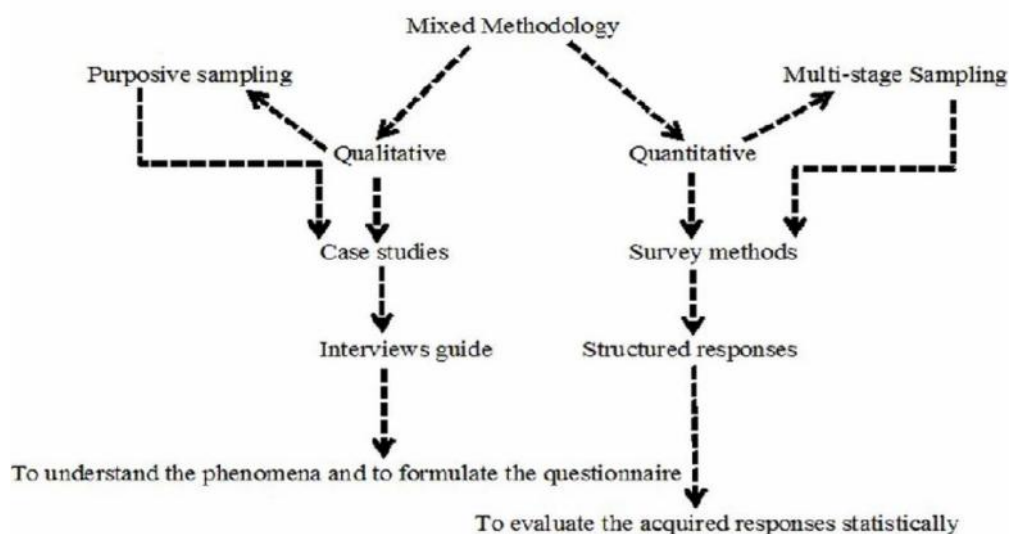


Fig. 1. Mixed Methodology Path

[4]Source: Adapted from Farid et al (2013)

Table 1: Total and selected BHUs

Name of BHUs**	Distance from D.G. Khan city/ km	Selected BHUs	Deliveries dealt*
Samina	18	Samina	281
Haji ghazi	22	Khakhi	6
Khakhi	16	Aali wala	126
Aali wala	14	Nari	58
Chabri	16	Mangoroth	32
Mamoori	25	Nutkani	68
Mana ahmadani	35		Total = 571
Makwal khan	85		
Nari	120		
Mangoroth	110		
Nutkani	148		

* Deliveries were dealt during December 10 to march 11 in 2012 by selected BHUs

**Basic Health Units

Table 2: Summary of each BHUs Staff

Sr. No.	Designation	No. of employees
1	Doctor (MBBS)	2
2	LHV (trained)	3
3	Dispenser	2
4	Medical technician	2
5	Ay'yea (care taker of mother and child)	2
6	Driver	2
7	Ward cleaner	1
8	Security guard	2

Multistage sampling techniques was being used to select the sample but at the first stage of sampling, heterogeneity was identified in the available list, from which the sample was to select, therefore, to make sure homogeneity of the sample the researchers defined inclusion and exclusion criteria.

2.1 INCLUSION CRITERIA

1. Respondents treated within December 10 to March 11 of 2012.
2. The age of the respondents must have under the 25-35, because it is the most appropriate time period of fertility in women.
3. Respondents availed total facilities provided by the EMOC services within December 10 to March 11 of 2012 like vain, delivery kit etc.
4. Respondents have to be married.
5. Women must belong to rural areas.

2.2 EXCLUSION CRITERIA

1. Women who are infertile or availed EMOC Services other than delivery treatment
2. Those women who have availed EMOC services before or after the selected time period
3. Those women who availed EMOC services for abortion
4. Women who were temporary residents of Rural Area (around the selected BHUs)

The researcher formulated a self-administered questionnaire to collect data but the tool was developed separately for both staff and the selected respondents because it was the requirement of the present study to collect data and same questionnaire could not be used to collect data from both: staff and women. The concerns and obligations of staff are different than female patients i.e., pregnant women, therefore, the procedure of the data collection were involved in two phases.

2.3 PHASE ONE

In phase one, the researchers approached to the staff of selected BHUs to get the available list of treated women. Initially, the research selected five women randomly from the list to interview them which helped to formulate a structured questionnaire. Afterward, every 5th female from the list included into the sample but the selected respondents must possess the inclusion criteria. Being followed the inclusion criteria, researchers selected 115 women treated under the EMOC services regarding delivery which is essential factor to choose the most appropriate representative from the population. The researchers approached to the selected women and interviewed them, face to face, to measure the effectiveness of the projects, with respect to the services they availed.

2.4 PHASE TWO

In the phase two the researchers again moved back to the same staff of EMOC who treated the selected women. The researcher identified 4 doctors, 10 LHVs, 4 Dispensers and 4 Medical technicians who treated the selected women. They were interviewed via interview guide which guide to interpret the patients' responses and overall problems confronted by them in the community regarding EMOC services. The researchers visited them because if the same staff were not interviewed the methodology would be distorted and it could effects the result that may not reveal the evaluation of the project in the selected duration.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Table 3 Percentage distribution of the respondents with respect to the effectiveness of EMOC services

Evaluative inquiries	Yes%	No%	DK%
Do you think that the Staff of delivery dealing treated you appropriately?	31/27.0	59/51.3	25/21.7
Did they provide you services immediately when you arrived in BHUs?	65/56.8	32/27.8	18/15.7
Did the doctor was present at hospital when you arrived at BHUs?	74/64.3	40/34.8	1/.9
Did Doctor neglect you when you arrived at BHUs?	24/20.9	75/65.2	16/13.9
Did you call for the emergency vain of EMOC services?	79/68.7	36/31.3	-
Were those medical services free of cost?	104/90.4	10/8.7	1/.9
Is organization providing you the complete delivery kits?	45/39.1	70/81.7	-
Did you suffer in any virginal diseases after delivery treated by EMOC services?	11/9.6	104/90.4	-
Did you suffer in any stomach diseases after delivery treated by EMOC services?	10/8.7	105/91.3	-
Did you suffer any other severe disease after delivery?	10/8.7	105/91.3	-
Was yours any children got dead treated by EMOC services?	9/7.8	106/92.2	-
Are people preferred to avail EMOC services in this area?	94/81.7	21/18.3	-
Do you think that the Staff of delivery dealing treated you appropriately?	31/27.0	59/51.3	25/21.7
Did they provide you services immediately when you arrived in BHUs?	65/56.8	32/27.8	18/15.7

Table 4 Pearson Chi-Square, degree of freedom and p value

Variable x Variable	Pearson Chi-square	df	p value
Preference of EMOC services over traditional healing system is associated with the satisfaction from these services	1.712	4	.000
Thinking of project usefulness is associated with to avail EMOC services	7.669	4	.000
Availing EMOC services is associated with the satisfaction from these services	7.979	4	.003

Table 3 depicts that 59% of the respondents were treated appropriately whereas only 31% of the respondents perceived their treatment contrary. The table also shows that doctor was present at BHU when they arrived (64.3%) and they were not neglected by the doctor (65.2%) instead they were provided treatment immediately (56.8%) because they availed the BHU's emergency services (68.7%) which was early warning for the staff, therefore, they were prepared for the patient before its arrival. The table revealed that the medical services at BHU were free of cost (90.4%) but most of them (81.7%) did not receive a complete delivery kit which was the only insufficient deed discouraged by patients. It was identified that after the treatment, least numbers of patients were suffered in virginal (9.6%), stomach (8.7%) or any other severe disease (8.7%); it also expressed that most of the respondents were suffered in virginal and stomach disease as bitterly as bitter they consider other severe diseased. The second last row of the table reveals that 92.2% of the total deliveries were successful; therefore, local people prefer (94%) to avail EMOC services.

Table 4 reveals that those women who are availing EMOC services are satisfied from these services and they also prefer EMOC services over traditional delivery dealing.

3.1 DISCUSSION

It is widely known that adequate maternal health care is an important factor in the prevention of adverse pregnancy outcomes and of avoidable morbidity and mortality among mothers, infants, and children [5-8]. On the other hand, recent studies suggest that there is insufficient evidence of the effectiveness of prenatal care in reducing adverse health outcomes, and that further researches are required on the relationship between its effectiveness, taking into account the socio-economic status, demographic profile, cultural and mental conditions of women [9-12]. Because inadequate maternal health care is often linked to social and cultural constraints on the use of existing services and of their poor organization, an improved understanding of these barriers should be useful for the design of policies intended to eliminate them and to encourage women to use the services [13]

Emergency obstetric care services are for the better health of the maternal health. In Millennium Development Goal is also focus on this aspect. In district D.G.Khan, these services started after the flood of 2010. These services are provided by the different organization with the help of Govt. of Punjab (Pakistan) in flood affected areas of the Punjab (Pakistan) [14]. The

major concern of this project is that save the mother's life during pregnancy because in these areas literacy rate is low. So, awareness about these health care services very much little. Donors of this project are UNICEF, WHO, UNFBA, USAID and the health department of the Govt. of Punjab (Pakistan). The present research is basically an evaluated study of the EMOC services provided by the specific staff of Governmental hospitals serving under the project of US Aid, officially, to abate the health problems, in general, especially regarding mothers and their children [15]. It has been identified that this particular issue-mothers health care during delivery dealing- neglected by researchers and has conducted researches relevant to this but this research will explore the effects of the EMOC health services in Dera Ghazi Khan, Pakistan. These services only provided in rural areas of the all over the Pakistan but the present research focused on District Dera Ghazi Khan because several NOGs are also working on such services like health and life expectancy rate of the mother and infant child at birth. Either the EMOC services is effective, in true manners, if not then policies regarding health services will revise due to the contribution of the present research.

4 CONCLUSION

It is inferred from the analytical approach of the present applied research, a formative evaluation in its nature, that those women who are availing EMOC services preferred it over their traditional delivery dealing and they are also satisfied by the EMOC service which is the significant sign, by the respondents, that the project is working effectively.

REFERENCES

- [1] Fikree, F.F., A.M. Mir, and I.-u. Haq, She may reach a facility but will still die! An analysis of quality of public sector maternal health services, District Multan, Pakistan. JOURNAL-PAKISTAN MEDICAL ASSOCIATION, 2006. **56**(4): p. 156.
- [2] Ali, M., et al., Emergency obstetric care in Pakistan: potential for reduced maternal mortality through improved basic EmOC facilities, services, and access. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 2005. **91**(1): p. 105-112.
- [3] Ali, M., M.A. Bhatti, and C. Kuroiwa, Challenges in access to and utilization of reproductive health care in Pakistan. Journal of Ayub Medical College Abbottabad, 2008. **20**(4): p. 3-7.
- [4] Farid, S., et al., Social Isolation within Family: An Analysis of Old Age Citizens. British Journal of Education, Society & Behavioural Science. **4**(9): p. 1300-1311.
- [5] Frisbie, W.P., et al., The increasing racial disparity in infant mortality: Respiratory distress syndrome and other causes. Demography, 2004. **41**(4): p. 773-800.
- [6] McCormick, M.C., S. Shapiro, and B. Starfield, High-risk young mothers: infant mortality and morbidity in four areas in the United States, 1973-1978. American journal of public health, 1984. **74**(1): p. 18-23.
- [7] Moss, N. and K. Carver, The effect of WIC and Medicaid on infant mortality in the United States. American journal of public health, 1998. **88**(9): p. 1354-1361.
- [8] Poerwanto, S., M. Stevenson, and N. de Klerk, Infant mortality and family welfare: policy implications for Indonesia. Journal of epidemiology and community health, 2003. **57**(7): p. 493-498.
- [9] Alexander, G.R. and M. Kotelchuck, Assessing the role and effectiveness of prenatal care: history, challenges, and directions for future research. Public Health Reports, 2001. **116**(4): p. 306.
- [10] Carroli, G. and E. Bergel, Umbilical vein injection for management of retained placenta. Cochrane Database Syst Rev, 2001. **4**: p. CD001337.
- [11] Carroli, G., C. Rooney, and J. Villar, How effective is antenatal care in preventing maternal mortality and serious morbidity? An overview of the evidence. Paediatric and perinatal Epidemiology, 2001. **15**(s1): p. 1-42.
- [12] Carroli, G., et al., WHO systematic review of randomised controlled trials of routine antenatal care. The Lancet, 2001. **357**(9268): p. 1565-1570.
- [13] Raghupathy, R., Th 1-type immunity is incompatible with successful pregnancy. Immunology today, 1997. **18**(10): p. 478-482.
- [14] Ali, M. and C. Kuroiwa, Accurate record keeping in referral hospitals in Pakistan's north west frontier province and Punjab: a crucial step needed to improve maternal health. JPMA, 2007.
- [15] Khan, A., et al., Newborn survival in Pakistan: a decade of change and future implications. Health policy and planning, 2012. **27**(suppl 3): p. iii72-iii87.

Effect of Loan Repayment on Financial Performance of Deposit Taking SACCOs in Mount Kenya Region

Njeru Mugambi Duncan¹, Dr. Agnes Njeru², Dr. Florence Member², and Ondabu Ibrahim Tirimba³

¹PhD Finance Candidate, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenya

²Lecturer, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, Kenya

³PhD Finance Candidate, Research Fellow and Lecturer Mount Kenya University, Hargeisa Campus, Kenya

Copyright © 2015 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 sought to explore the effect of Loan Repayment on financial performance of deposit taking SACCOs in Mount Kenya Region. The target population was all the thirty licensed deposit taking SACCOs in Mount Kenya Region, the sampling technique employed was simple random sampling and the sample size was 92 respondents. This study adopted a descriptive survey in soliciting information on effects of Loan Repayment on financial performance of deposit taking SACCOs in Mount Kenya region. Primary quantitative data was collected by use of self-administered structured questionnaires. The researcher also used secondary data derived from the audited financial statement of the SACCOs and the regulator (SASRA). The data collected was analyzed, with respect to the study objectives, using both descriptive and inferential statistics. The researcher concluded that there is need for the regulator to introduce credit policy for the sector, this will help in controlling credit risks among the SACCOs in the sector and reduce credit exposure on guarantors. Currently huge percentage of credit risk is on the guarantors but since the sector is on upward trend on growth, there is need to strengthen the sector by adoption of better and efficient credit management system and will ensure the sector is competitive across the Kenyan financial sector.

KEYWORDS: Loan Repayment, Financial Performance, Deposit Taking SACCOs, Mount Kenya Region.

1 INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND OF THE STUDY

Cooperative societies are an autonomous association of persons united voluntarily to meet their common economic and social needs through jointly owned and democratically controlled enterprises, which are organized and operated under the principles of cooperatives (ICA, 2005).

They are embodied in the values of self-help, honesty, openness, self-responsibility, social-responsibility, democracy, quality, equity, solidarity, mutual caring, efficiency, transparency and accountability (Okello, 2006; ICA, 2005).

Generally, cooperatives are community institutions voluntarily and autonomously established and managed by the communities, and also give services for the local communities. As Alfred (2011) observed that SACCOs had a high exposure to credit risk (the risk that borrowers are unable to pay or risk of delayed payments) as well as operational risks (Basel Committee report, 2001).

There has been massive fraud of funds by SACCO leaders (Mugisa, 2010) and that delinquency in SACCOs had increased (CGAP report, 2006) for instance, AlutKot SACCO in Lira loaned out Ugx 841,000,000 since 2002 but had only recovered 26% of the amount by 2010 (Ojwee, 2010).

Failure to control these risks, especially credit risk, could lead to insolvency (as cited in Wenner, Navajas, Trivelli & Tarazona, 2007). As Alfred (2011) asserts, about 2 out of 3 SACCOs initially formed were not operational (either dormant or collapsed) or for some reasons ceased operations (AMFIU report, 2007). As Alfred (2011) asserts, there have been challenges of managing liquidity (Allen & Maghimbi, 2009). For instance Barr SACCO in Lira had an insufficient loan portfolio of Ushs.12, 690,000 (Kiwalabye, 2008) as well as low profitability (Kyazze, 2010) resulting into some SACCOs failing to repay loans lent to them with recovery rate of loans advanced to SACCOs worse in the Gulu Zone (Acholi and Lango-sub regions) (Ocowun, 2010).

With the population of Kenya at 40 million it is estimated that 63% of Kenyans participate directly or indirectly in cooperative development enterprises. Kenya has the largest SACCO movement in Africa with a total membership of 8 million followed by Senegal at 5 million. To date there are over 11,200 registered SACCOs in the country, with a membership of 8 million Kenyans having mobilized domestic savings estimated at over \$ 2.5 Billion. Of which 5,000 are SACCOs and 230 have Front Office Service Activities (FOSAs). The SACCO sector has mobilized over Kshs 200 billion in savings which is about 30% of the national savings. 70% of total Africa continental portfolio is Kenyan, which is also ranked 7th worldwide. Kenya sits in the group ten largest co-operative movements (G10) member's countries, (SACCO Congress, 2010). However even with these developments they still don't meet the demands for the loan applications.

Muthoni (2011) observed that members are not satisfied with the shorter repayment period, and that pegging loan on deposits was denying member's money which they had ability to pay. The Kenya Union of Savings and Credit Cooperative reported that the consequences of the global financial crisis have led to reduced growth savings: 7.6 per cent growth in savings in 2008 compared to 31.2 per cent in 2007, (WOCCU, 2009). It was reported in interviews that SACCOs in Kenya have reported increase in demand for loans, but have exercised caution in responding to requests (WOCCU, 2009).

According to Sambasivam (2013), the deposit and loan portfolio in SACCOs amounts to about 34 percent of national savings and about 24 percent of outstanding domestic credit (as cited in CBK Report, 2008). It is undeniable fact that member's loan demand is very high and incompatible compared with the availability of funds (Sambasivam, 2013). This follows that SACCOs face a risks arising from liquidity shortage and this has been a major cause of failure of many financial cooperatives (Sambasivam, 2013).

SACCOs convert immediately available savings deposits into loans with longer maturities. (Nyabwaga et al., 2011) in their study on the effect of working capital management practices on financial performance contend that working capital management routines were low amongst small scale enterprises as majority had not adopted formal working capital management routines and also the study corroborates that there is a positive relationship between working capital management practices and financial performance.

Clement et al., (2012) in their study on financial practice as a determinant of growth of SACCOs wealth content that growth of SACCO wealth depended on financial stewardship, capital structure and funds allocation strategy. Both studies did not address the issue of Loan Repayment, loan repayment and investment on non-core activities which the current study tries to address. In Kenya, SACCOs do not have access to the lender of last resort, the Central Bank of Kenya. So in times of market difficulties and constrains they have nowhere to get the asset of cash. This makes them prone to the liquidity shortage, and no matter how small, can cause great damage to a savings institution (Monnie, 2009). It is against this background that a study should be carried out on effects of loan repayment on financial performance of deposit taking SACCOs in Mount Kenya Region.

The general objective was to find the effect of Loan Repayment on financial performance of deposit taking SACCOs in Mount Kenya Region. The findings of this study will benefit, policy makers who include the management committees and the managers of the Sacco by providing information on the appropriate Loan Repayment techniques to adopt. Also the decision makers on policy in SACCO regulatory authority will benefit in ensuring SACCOs have sufficient Loan Repayment tools for their liquidity management.

2 THEORETICAL FRAMEWORK

2.1 INTRODUCTION

This chapter reviews the existing literatures theories and models related to the variables used in the study, a review of past studies on the area of study.

2.2 THEORETICAL FRAMEWORK

Kotler & Gary (2005) described theoretical framework as a collection of interrelated concepts such as in a theory to guide a research work as it determines the items for measurement and the statistical relationships being studied. A theory is a reasoned statement or group of statements, which are supported evidence meant to explain some phenomena.

2.2.1 STEWARDSHIP THEORY

Odhiambo (2012) asserts that a steward protects and maximizes shareholders wealth through firm performance, because by so doing, the steward's utility functions are maximized. In this perspective, stewards are managers working to protect and make profits for the shareholders (Davis et al., 1997). Therefore, stewardship theory emphasizes on the role of management being stewards, integrating their goals as part of the organization (Davis et al., 1997).

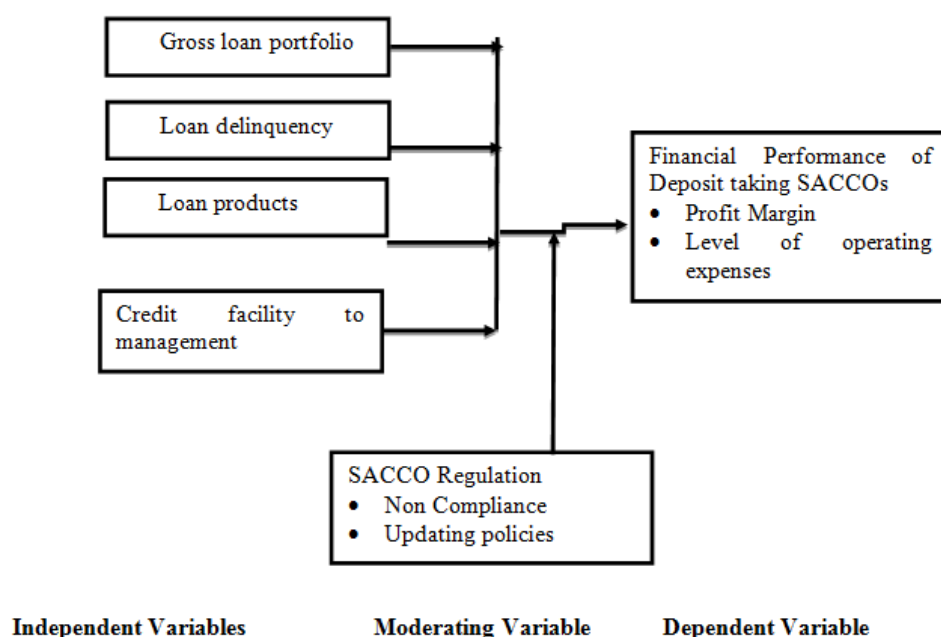
According to Odhiambo (2012) the theory recognizes the importance of governance structures that empower the steward and offers maximum autonomy built on trust (Donaldson & Davis, 1991). It stresses on the position of employee to act more autonomously so that the shareholders' returns are maximized. Indeed, this can minimize the costs aimed at monitoring and controlling employee behaviour (Davis et al., 1997). This theory has a great link to the liquidity management of SACCOs in that managers must be competent since they are employed as stewards of the SACCOs. Also they need to ensure the level of delinquent loans is minimized as stewards of the organization.

2.2.2 FREE CASH FLOW THEORY

As Huseyin (2011) asserts, managers have an incentive to hoard cash to increase the amount of assets under their control and to gain discretionary power over the firm investment decision, (Jensen, 1986). Having cash available to invest, the manager does not need to raise external funds and to provide capital markets detailed information about the firm's investment projects (Huseyin, 2011). Hence, managers could undertake investments that have a negative impact on shareholders wealth. Managers of firms with poor investment opportunities are expected to hold more cash to ensure the availability of funds to invest in growth projects, even if the NPV of these projects is negative(Huseyin,2011). This would lead to destruction of shareholder value and, even if the firm has a large investment programme and a low market-to-book ratio. Thus, using the market-to-book ratio as a proxy, it is likely that the relation between investment opportunity set and cash holdings will be negative. This is critical in management of liquidity in the firm and ensuring there is a balance between meeting the current obligation to mitigate liquidity short fall and investing in the interest of shareholders wealth maximization (Huseyin, 2011).

2.3 CONCEPTUAL FRAMEWORK

As Sammy (2013) asserts, a conceptual framework refers to a group of concepts that are systematically organized in providing a focus, rationale and a tool for interpretation and integration of information (as cited in Balachander & Soy, 2003). This is usually achieved in pictorial illustrations.



2.4 EMPIRICAL REVIEW

As Jared (2013) asserts, the rapid growth of the SACCO movement in Kenya can be pinned on the fact that they have for long periods specialized in offering cheap loans at an 'affordable' repayment history to their clients. This gesture has attracted an exodus of clients from the formal financial institutions such as banks seeking their services (as cited in ACCOSCA, 2012). Some SACCOs in Kenya have adopted Front Office Services Activities (FOSA) to offer the services they render to clients. FOSAs have proved to be one of the key profit centers for SACCOs and members have appreciated the services offered by these FOSAs.

Through the full utilization of the FOSA network, SACCOs provide their members with the full range of basic financial services and consolidate these services to the full satisfaction of members. The introduction of FOSA has contributed positively to the performance of SACCOs through improved profitability which has led to the declaration of a high dividend rates to the members (IFSB, 2005).

Mwaura (2005) insists that lack of credit follow up, credit analysis, and hostile lending of money are some of the factors that have contributed to financial gap and poor performance. In Kenya, following the liberalization of the financial sector in the 1990s (Omino, 2003), the back office model of SACCO operations was found to be inadequate and as a result, many SACCO societies introduced the front office services activities (FOSA) alternatively known as the SACCO Savings Account (SASA). This was motivated by a number of factors including the need to solve the problem of non-remittance through the check-off savings system and was aimed at among other things, improving the SACCO societies' liquidity and the promotion of the owner-user principle. By around 2003, SACCO societies in Kenya were already taking deposits from persons not drawn from the common bond, that is, public deposits, (ICA, 2003).

As Max (2012) asserts, regular share accounts (members' savings) constitute the largest part of a credit union's funding, (as cited in Saunders, 2007). In 2004 for instance, 86.1 percent of American credit unions funding came from the members' savings (Federal Reserve Bulletin, 2004). One way in which members remit their savings to a SACCO is through the regular share accounts. A regular share accounts is the savings accounts of members, (Mishkin et al, 2007).

They are types of payroll savings plans by which employees can automatically set aside a portion of their salary in a savings account, (Rose, 2003). Customers cannot write cheques against these accounts although they can withdraw funds without giving prior notice or incurring any penalties, (Kwame, 2010). However, in Kenya as many other countries, shares are not withdrawable and are used as security for loans to members, (Omino, 2003).

Additionally, customers do not receive any interest on these accounts, (SACCOL, 2011) but instead receive dividends that are not guaranteed in advance but are estimated (Rose, 2003). The share account is analogous to a passbook savings account and its return is referred to as a dividend, although it is treated as interest for individual income tax liability purposes.

A study by Landi & Venturelli (2002) analyzed the determinants and effects of diversification on efficiency and profitability amongst the European banks and found out that diversification positively affected efficiency in terms of profits, costs and revenue growth (Landi et al., 2002). In an earlier study by DeYoung et al., (1999) on the effects of product mix (diversification) on earnings volatility of commercial banks, it was found out that bank's earnings grow more volatile as banks tilt their product mixes towards fee based activities and away from traditional intermediation services, (DeYoung et al., 1999).

According to (Odhiambo, 2013) in his study on the relationship between working capital management and financial performance of deposit taking savings and credit co-operative societies licensed by SACCO societies regulatory authority in Nairobi county. Interest rate on members' deposits as measure of financial performance was used as the dependent variable. The independent variable (working capital management) was measured by cash conversion cycle, current ratio, debt ratio and turnover growth. The findings indicated that efficient working capital management leads to better financial performance of a SACCO, hence a positive relationship existed between efficient working capital management and financial performance variable.

Muriuki (2013) carried a study on the investigation unto the Cash balance management approaches in saving and Credit Cooperative Societies (SACCOs) in Nakuru County, the study's findings indicate that though a majority of SACCOs were conscious about the need to manage their cash balances very few had policies on cash balance management. SACCOs were found to manage cash in a haphazard manner and no one cash management model was found to be used entirely. The study concluded that there was no significant difference in the cash management approaches used by the employee based and association based SACCOs.

Jared (2013) in his study on the challenges facing deposit-taking savings and Credit cooperative societies' regulatory compliance in Kenya found out that the various challenges facing compliance in these institutions included non-separation of shares from deposits, high dependence on short-term external borrowing, lack of liquidity monitoring system, high investment in nonearning assets, inadequate ICT system, inadequate managerial competencies and political interference among others. The study realized that even with the challenges opportunities were available for compliant SACCOs including capital accumulation and agency business largely arising from access to Government funds for on-ward transmission to youth and women groups. The findings of this study are important for the particular organizations under study to address the challenges so as to improve regulatory compliance, the industry to anticipate and endeavor to overcome the challenges and also aid the regulatory Authorities to enhance on their mandate.

3 PRINCIPAL FINDINGS

From the data collected, out of the 92 questionnaires administered, 68 were filled and returned, which represents 74% response rate. This response rate is considered satisfactory to make conclusions for the study.

The researchers established that the level of gross loan portfolio was average as indicated by mean of 3.00 and the point was confirmed by positional average of the median value of 3.00. The level of dispersion was very high as indicated by standard deviation of 0.879 hence it showed that across the period, gross loan was varying at high levels. This also reviews the great need of loan by members which confirms the key mandate of deposit taking SACCOS on the issuance of loan to its members. This reviewed that management has taken precautionally measures on the management of the gross loans and they were abt pessimist on the dangers of having a huge gross loan on their books.

The researchers also established that the rate of loan default was on an increase as indicated by mean of 2.65 and also management provision mean of 3.43. The data reviewed that management had a higher provision that rate of default which is an application of the accounting principle of prudence. Loan default was highly dispersed as shown by standard deviation of 0.787 hence the need to introduce strict measures on the level of loan default for the SACCOS. This is because it has great effect on the cash management since they money is required for undertaking other investment by the institution which directly affect financial performance of the deposit taking SACCOS.

They main way to mitigate loan default by the SACCOS, is through loan guarantees. The researcher established that accessing guarantees was not a big issue as indicated by mean value of 4.68, but dispersion rate was very high as shown by standard deviation of 6.173. Hence the members were fearful in loan guarantees but since they also needed someone to assist them when they needed to access the money, they had no other option.

The level of outstanding loans in the deposit taking SACCOS was very high as indicated by the mean of 3.04; hence the need of the management to established strategies to reduce the level of outstanding loans since it has direct impact on cash management and will definitely affect financial performance of the institution.

To improve their financial performance, SACCOS have moved forward to diversify their loan products, the researcher established that the following were the main loan products offered by the SACCOS: staff members loan; nominal loan; investment loans; agribusiness loan; smart loan; personal loan; premier loan; fanikisha loan; Tosa pride loan; mortgage loan; normal loan; micro credit loan; development loan and business loans. This reviewed that there was high demand of funds by their members hence the need to diversify their loan products portfolio. The researcher also established that in the financial sector there was high competition from other players in the sector hence the need of the institution to diversify their loan products. It also reviewed the role played by the SACCOS in the development of the economy is very critical and the policy makers need to address key policies on the development of the SACCOS so that they can have a level playing field in the financial sector and contribute towards the country's economic development.

There was a Strong positive relationship between Loan Repayment and Financial Performance of Deposit taking SACCOS in Mount Kenya Region as indicated by correlation of 0.786. The p-Value of 0.001 is less than the acceptable significance level (α), hence the null hypothesis that there is no relationship between Loan Repayment and Financial Performance of Deposit taking SACCOS in Mount Kenya Region was rejected. This shows that the sampled data can be applied to the general population across registered deposit taking SACCOS at 95% confidence level.

4 CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Loan repayment is the obligation of members to ensure that SACCOS have adequate cash to meet new Members loan obligation. The researchers noted there were huge credit risks encountered among different SACCOS, hence the need of the management to ensure there are improved policy on credit policy and this will reduce liquidity risk and improve financial performance of the SACCOS.

With the SACCO regulator on board, there is need to introduce compliance on international financial reporting standards (IFRS) to ensure that all SACCOS have a standard way of reporting and it will be easier to monitor loan obligation among different SACCOS since huge loan has a ripple effect on the performance of the economy in relation to inflation rate, gross domestic product of the country.

The following are the recommendation from this research study: There is need for the regulator to introduce credit policy for the sector, this will help in controlling credit risks among the SACCOS in the sector and reduce credit exposure on guarantors.

Currently huge percentage of credit risk is on the guarantors but since the sector is on upward trend on growth, there is need to strengthen the sector by adoption of better and efficient credit management system and will ensure the sector is competitive across the Kenyan financial sector.

REFERENCES

- [1] Alfred, O. (2011). *Corporate Governance and Financial Performance of SACCOS in Lango Sub Region* (Master's Thesis, Makerere University).
- [2] Balachander, S & Sanjoy, G. (2003). *Reciprocal Spillover effects: a strategic benefit of brand extensions*. Journal of Marketing, 67(1), 4 – 13
- [3] Clement, O., & Martin, O. (2012) Financial Practice as a Determinant of Growth of Savings and Credit Co-Operative Societies' Wealth. (A Pointer to Overcoming Poverty Challenges in Kenya and the Region). *International Journal of Business and Social Science* Vol. 3 No. 24 [Special Issue – December 2012].
- [4] DeYoung R. and Roland K. P., (1999), "Product Mix and Earnings Volatility at Commercial Banks: Evidence from a Degree of Leverage Model", Federal Reserve Bank of Chicago, WP-99-6, pp 3-4
- [5] Huseyin, Y., (2011) Another Perspective to Corporate Loan Repayment: A New Model and Definition. *International Journal of Humanities and Social Science* Vol. 1 No. 11 [Special Issue – August 2011].
- [6] Hannah, K., Gekara, M., & Joseph, M. (2013). Effect of operating costs on the financial performance of SACCOS in the banking sector in Kenya. *Prime Journal of Business Administration and Management* (BAM) ISSN: 2251-1261. Vol. 4(2), pp. 1359-1363, Retrieved from, www.primejournal.org/BAM
- [7] ICA (International Co-operative Alliance) (2005) *Statement on the co-operative Identity*. Available from the University of Wisconsin Center for Co-operatives at [Http://www.wisc.edu/uwcc/rin-html](http://www.wisc.edu/uwcc/rin-html) viewed may 15th,2012 International co-operative
- [8] Federal Reserve Bulletin, (2004), "Flow of Fund Accounts", December (www.federalreserve.gov)

- [9] Jared, M., Charles. M., & Willy. M. (2013) The Challenges Facing Deposit-Taking Savings and Credit Cooperative Societies' Regulatory Compliance in Kenya. A Case of the Gusii Region. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business Institute of Interdisciplinary Business Research* 1013 VOL 4, NO 12
- [10] Kifle, T., (2011) Management of Savings and Credit Cooperatives from the Perspective of Outreach and Sustainability: Evidence from Southern Tigray of Ethiopia. *Research Journal of Finance and Accounting*. ISSN 2222-1697 (Paper) ISSN 2222-2847 (Online) Vol 2, No 7/8, 2011 www.iiste.org.
- [11] Kotler, P & Gary, A. (2005). *Principles of marketing*. London: Pearson.
- [12] Kwame D. K., (2010), "*How to Develop Risk Management and Savings Strategies in SACCOs*" A paper presented in ACCOSCA SACCOs Leaders Forum, Johannesburg – South Africa, March www.accosca.org/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=4:slf-2010&download=how-to-develop-risk-managem)
- [13] Landi A. and Venturelli V., (2002), "*The Diversification Strategy of European Banks: Determinants and Effects on Efficiency and Profitability*" (<http://www.papers.ssrn.com>)
- [14] Max, S., & David, B. (2012) New model rural cooperatives in Gansu: a case study. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy* Vol. 6 No. 4, 2012 pp. 325-338 Emerald Group Publishing Limited 1750-6204 DOI 10.1108/17506201211272760
- [15] Mishkin S.F. and Eakins S.G., (2007), *Financial Markets + Institutions*; Low Price [16]. Monnie M.B. (2009) *An Introduction to Liquidity and Asset- liability management*
- [17] Muriuki, 2013. *Investigation into the Cash Balance Management Approaches in Saving and Credit Cooperative Societies (SACCOs) in Nakuru County, Kenya*. Research proposal
- [18] Mwaura D.N. (2005). *Factors affecting the performance of Savings and Credit Cooperative Societies in Kenya*. A case study of Afya Cooperative Society Ltd.
- [19] Nyabwanga, R., Ojera. P., Alphonse. J., & Otieno. S., (2011) Effect of working capital management practices on financial performance: A study of small scale enterprises in Kisii South District, Kenya. *African Journal of Business Management* Vol. 6(18), pp. 5807-5817, 9 May, 2012 Available online at <http://www.academicjournals.org/AJBM> DOI: 10.5897/AJBM11.1418 ISSN 1993-8233.
- [20] Odhiambo, J., (2013) *The relationship between working capital management and financial performance of deposit taking savings and credit co-operative societies licensed by SACCO societies regulatory authority in Nairobi county*. (Published Masters Thesis) University of Nairobi.
URI: <http://erepository.uonbi.ac.ke:8080/xmlui/handle/123456789/12776>
- [21] Omino G., – Central Bank of Kenya, (2003), "*Regulation and Supervision of Savings and Credit Cooperative Societies (SACCOs) in Kenya*", A paper presented at the 3rd ICA regional workshop on co-operative microfinance held at the Kenya School of Monetary studies, July
- [22] Republic of Kenya (2008), *The SACCO Societies Act 2008*, Nairobi, Government printers.
- [23] Rose P.S., (2003), *Money and Capital Markets; Financial Institutions and Instruments in a Global Market Place*, 8th Ed., McGraw-Hill/Irwin, New York
- [24] Sammy, A., Philemon. B., & Juma., (2013) Analysis of Financial Mismatch in Co-Operative Societies: A Case of Kakamega County, Kenya. *International Journal for Management Science and Technology (IJMST)*. Volume 1; Issue 5 Paper- 4 ISSN: 2321-0362 (Print)
- [25] Sambasivam, Y., & Biruk, A. (2013) Financial Performance analysis of GOHE Co-Operatives Savings and Credit Union in Bure Woreda, Ethiopia. *International journal research journal of economics and business studies*. Debre Markos University, Debre Markos, Ethiopia. Retrieved from www.theinternationaljournal.org > RJEBS: Volume: 02, Number: 06, April-2013
- [26] World Council of Credit Unions (WOCCU) (2009) *Statistical report*, World Council of Credit Unions, Washington D.C.

Chemical Composition and Antimicrobial Analysis of the Pods and Seeds of *Cola rostada* and *Cola nitida*

R. U. B. Ebana¹, C. A. Etok², and U. O. Edet¹

¹Microbiology and Biotechnology Department, Obong University, Obong Ntak, Etim Ekpo, Akwa Ibom State, Nigeria

²Microbiology Department, University of Uyo, Uyo, Akwa Ibom State, Nigeria

Copyright © 2015 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 chemical composition of *Cola nitida* and *Cola rostada* pods and seeds showed average moisture content of 81.75% whereas the seeds had an average of 54.60%. Crude protein ranged from 9.60-11.91% for the pods and 10.50-11.91% for the seeds. Lipid for both was less than 2%. Fibre of the pod was 15% while that of the seed ranged from 2% to 3.6%. The toxicant levels were generally low. The plants parts had low concentration of heavy metals such as cobalt, cadmium, and lead. The phytochemical components included alkaloids, saponins, tannins, polyphenols, and reducing compounds. The extracts inhibited *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, β -haemolytic *Streptococcus* and *Klebsiella pneumonia*. There is an urgent need to establish the main bioactive agent and to experiment the use of the parts livestock feed.

KEYWORDS: *Cola nitida*, *Cola rostada*, polyphenols, antimicrobial, phytochemicals.

1 INTRODUCTION

As the world population continue to hit record high figures, some of the challenges facing the world include combating emerging infections and attaining food security. With many people living under a dollar per day especially in Sub-Saharan Africa, the endemicity of malnutrition is an understatement. The consequences of these are decreased resistance to diseases, lethargy, retarded growth, and death in extreme cases [1]. Not surprisingly, it has enhanced the search for so called medicinal plants and nutritional studies of these plants are also increasing. Interestingly, Nigeria is blessed with an abundance of such plants and as a result, alot of studies have been carried out on a variety of these medicinal plants [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]. *Cola nitida* and *Cola rostada* belong the family called *Sterculiaceae*, which consist of some 125 species of trees indigenous to the tropical rain forest of African region [9]. The fruit of *C. nitida* consist of an outer case called the pod husk and this contains about six to eight nuts individually wrapped up in a whitish smooth tissue called testa. Unlike the testa that is sweet, the seed is usually bitter and comes in three colours namely red, pink and white. *C. rostada* on the other hand is warty brown in colour with a sweet edible yellow pulp or mesocarp covered with a thin endocarp.

The importance of *C. nitida* cannot be overemphasized in Nigeria and some West African countries. From traditional marriage ceremonies to coronation of Kings or Chiefs, *C nitida* forms part of the menus. Caffeine, a component of Cola is an integral part of soft drinks and many pharmaceutical preparations. It also used as colouring agent and much of the studies available are carried on the seeds [1], [5], [10]. Accurate records do not exist regarding the exact tonnage of the seeds and pods of produced kola in Nigeria annually. However, the pods of *C. nitida* and seeds of *C. rostada* are usually discarded as waste. Studies have shown that *C. nitida* pods have good polyphenol content, can be used as fertilizers when dried and turned into ashed, and the alkaline rich ash can also be used in soap manufacturing [11]. Given the importance of these two commonly available Kolas, we decided to investigate the seeds and pods of these fruits for important phytochemical bases, basic nutrients and also check for antimicrobial activities against commonly encountered microorganisms.

2 MATERIALS AND METHODS

SOURCE OF PLANT PARTS AND BACTERIAL CULTURE

The plant parts were sourced from Watt Market in Calabar, Cross River State, Nigeria. Already isolated and identified microorganisms were collected from the University of Calabar Teaching Hospital, Calabar, Cross River State. The Plants parts were identified at the University of Calabar Botanical Garden.

AQUEOUS EXTRACT

The weight of the various parts of the plants namely pod husk, seed and testa were accurately measured. The nuts and pods were cut into small pieces and dried by heating in an electric oven set at 105°C for 48hours. The parts were grounded in a mechanical grinder into fine powder. About 100g of each powdered plant sample were measured into four 250ml flask containing 100ml of distilled water. The solution was agitated and left to stand overnight. Each sample was then filtered using Whatman filter paper and the filtrate stored in a refrigerator.

ETHANOLIC EXTRACT

Exactly 100g of each powdered sample were percolated in 94% ethanol in clean sterilized bottles. These were allowed to stand for some weeks. The extracts were then filtered using Whatman filter paper into crucibles of known weight and evaporated. The extract and the crucible were then weighed, placed in plastic universal bottles and stored at room temperature.

PHYTOCHEMICAL SCREENING OF PLANTS

The phytochemical bases screened for were alkaloids, saponins, tannins, cardiac glycosides, and phlobotannins using the methods of Sofowora [12]. Other included flavonoid, reducing compounds, mucilages, hydroxymethyl anthraquinones, anthraquinones, anthranoids and polyphenols according to methods previously reported [13], [14].

PROXIMATE COMPOSITION ANALYSIS

Proximate composition was carried out on all the samples by the standard methods laid down by the Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C) [15]. The analysis included moisture content, ash content, crude protein, lipid, crude fibre, carbohydrate, calorific value and mineral elements (Ca, Fe, Mn, Mg, Pb, Na, K, and P).

CAFFEINE OR AMMONIA EXTRACTION AND ESTIMATION OF TOXIC COMPONENTS

About 100g of the powdered kola samples were suspended in one litre of water and 100ml of ammonia solution. This was then shaken vigorously for 1hour and shaken with magnetic stirrer for 24hours. The mixture was filtered and the residue extracted once more with one litre of water and 100ml of ammonia solution. The filtrate was evaporated to dryness using rotator evaporator to obtain crude caffeine. Hydrocyanic acid was estimated using the methods of AOAC (1975) [15].

3 RESULTS

The results of the study are presented in the tables shown below. Table1 shows the results of the percentage content of the pod husks, seeds and testas of *Cola nitida* and *Cola rostada*. Values for *C. nitida* were comparatively higher in each of the kola parts. Table 2 shows the results of the proximate and elemental composition of both colas. The crude protein for example ranged from 8.6% to 11.91% while the carbohydrate content ranged from 65.49 to 86.2% for the two colas. The caloric values of both seeds were higher than those of the pods. However, the fibre contents of the pods were atleast four times those of the seeds. Table 3 shows the toxicant content of *Cola nitida* and *C. rostada*. The hydrocyanic acid content of the pod of *C. nitida* was more than that of pod of *C. rostada* while the reverse occurred in the case of the seeds. The highest amount of caffeine occurred in *C. nitida* seed followed by *C. rostada* pod.

Table 1: Percentage Content of Pod Husk, Seed and Testa of Freshly Harvested Fruits of *C. nitida* and *C. rostada*

Components	<i>C. nitida</i> (%) [*]	<i>C. rostada</i>
Pod Husk	47.79	26.68
Seed	38.66	24.42
Testa	13.55	-
Mesocarp	-	47.30
Endocarp	-	1.60

Values were based on ten determinations. This indicates that the edible portions(seed) account for almost half of the weight of *C. rostada* while the Pod Husk for *C. nitida* did weigh more than the seed.

Table 2: Proximate and Elemental Composition of the Cola Parts

Components	<i>C. nitida</i>		<i>C. rostada</i>	
	Pod	Seed	Pod	Seed
Moisture	81.80	54.2	81.7	56.3
Crude Protein	11.91	8.40	9.63	10.5
Lipid(ether extract)	0.80	2.00	1.2	2.00
Crude fibre	15.80	2.00	14.60	3.60
Ash	6.0	2.20	5.0	2.00
Carbohydrate	65.49	86.20	69.58	81.90
Caloric value	316.8	388.20	327.62	387.60
Sulphur	1.01	0.85	1.43	0.61
Nitrogen	2.50	1.60	3.00	1.80
Phosphorus	0.36	0.24	0.61	0.38
Potassium	6.50	1.00	7.80	1.46
Calcium	1.12	0.16	0.95	0.18
Magnesium	0.45	0.33	1.10	0.46
Sodium	1.12	0.68	1.65	0.79
Cobalt	0.01*	0.01	0.01	0.01
Manganese	0.60	0.40	0.66	0.48
Iron	1.81	1.00	1.68	1.06
Cadmium	0.01	0.01	0.01	0.01
Lead	0.02	0.02	0.03	0.02

*Cobalt, Manganese, Iron, Cadmium, and lead are expressed in ppm. While sulphur, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium are expressed in % mg/100g.

Table 3: Toxicant Composition of the Colas (% mg)

Toxic Components	*CN Pod	CN Seed	*CR Pod	CR Seed
Hydrocyanic acid	4.00	0.98	1.19	2.16
Tannins	491	979	198	125
Oxalic acid	9.24	15.62	11.22	1.10
Phytic acid	1.39	3.06	1.37	1.44

*CN, *C. nitida*, CR, *C. rostada*

The result of the phytochemical screening is presented in table 4. The results indicate the presence of alkaloids, saponins, tannins, reducing compounds and polyphenols whereas phlobotannins, anthranoids and anthraquinones were absent in the aqueous extracts of the pods and seeds respectively. In the ethanolic extract, only tannins, polyphenols and reducing compounds were present in all pods and seeds. Table 5 shows the result of the antimicrobial test of the extract. The aqueous extract of the pods and seeds of both plants completely inhibited the growth of some organisms but not *Proteus mirabilis* and *Neisseria gonorrhoeae*. *S. aureus* was completely inhibited by the aqueous and ethanolic extract of the pods and the seeds of both colas. *E. coli* and β -haemolytic *Streptococcus* were also inhibited by the crude ethanolic extract of the seeds of both *C. nitida* and *C. rostada* but only by the pods. *K. pneumonia* was inhibited only by the pod and seed of *C. rostada*.

Table 4: Phytochemical Composition of Aqueous and Ethanolic Extract of Cola Parts

Phytochemical Components	Aqueous CN Pod	Extract CN Seed	CR Pods	Ethanolic CR Seed	Extract CN Pod	CN seeds	CR Pod	CR Seed
Alkaloids	+	+	+	+	-	+	-	+
Saponins	+	+	+	+	-	+	-	+
Tannins	+	+	+	+	+	+	+	+
Cardiac glycosides	-	+	-	+	-	+	-	+
Reducing compound	+	+	+	+	+	+	+	+
Polyphenol	+	+	+	+	+	+	+	+
Hydroxymethyl anthraquinones	-	+	-	-	-	-	-	-
Phlobatannins	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthronoids	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthraquinones	-	-	-	-	-	-	-	-

CN, *Cola nitida*, CR, *Cola rostada*

Table 5: Antimicrobial Susceptibility of Crude Aqueous and Ethanolic Extracts of Cola Parts on Pathogenic Bacteria (Zone of Inhibition- mm)

Organisms	Aqueous CN Pod	CN Seed	CR Pod	CR Seed	Ethanolic CN Pod	CN Seed	CR Pod	CR Seed
<i>P.mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i>	22.0±0.57	-	22.0±0.57	-	23.0±0.57	-	23.0±0.57	-
<i>S. aureus</i>	21.6±0.19	21.6±0.43	21.6±0.19	21.6±0.19	22.6 ±0.84	22.6±0.19	22.0±0.57	22.0±0.57
<i>haemolytic Streptococcus</i>	22.3±0.19	23.0±0.57	22.0±0.57	-	21.6±0.43	-	25.0±0.57	-
<i>K. pneumonia</i>	-	-	-	-	23.3±1.4	23.0±0.37	-	-
<i>N.gonorrhoeae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

CN, *Cola nitida*, CR, *Cola rostada*

4 DISCUSSION

One of the most studied kola is *C. nitida* [16], [17]. Previous studies have revealed the chemical and elemental composition of the seed of *C. nitida* but nothing was done on *C. rostada*. An average moisture content of 54% for the seeds of *C. nitida* has been reported [16] whereas our study reveals a similar content of 56%. Equally present in good quantity was carbohydrate, protein and crude fibre. This abundance of essential nutrients suggests that the pods of *C. nitida* and seeds *C. rostada* can be converted into feeds for livestock instead of wasting them as it is the current practice. However, toxicant analysis revealed that the pods and seeds of the two fruits particularly *C. nitida* had had very high content of tannin and low in hydrocyanic acid. It has been suggested that fermentation using various yeasts could greatly reduce the tannin content rendering this plant part fit for use as feed supplement [18]. Hydrocyanic acid has been shown to be taken care of by microorganisms especially in fermented foods such as garri [19], [20]. Other interesting feature of these plant parts is the elemental composition the plants had very low content of heavy metals such as cobalt cadmium and lead. Other elements though not high in concentration are element useful to the body.

The presence of phytochemical components that exhibit inhibitory activity on microbes is an indication that such plants may contain bioactive components that are useful for preparation of pharmaceuticals [20]. An attempt to elucidate the chemical nature of the bioactive substance in a close species *Garcinia kola* revealed a polyphenolic compound [22] and very abundance in our samples. Another study has shown that this polyphenolic bioactive compound has inhibitory effect on key enzymes - α -amylase and α -glucosidase activities linked to type 2 diabetes in rat models [7]. The crude aqueous and ethanolic extracts of the plants parts inhibited *S. aureus* (table 5). The zones of inhibition were on the average better than that previously reported for *E. coli* and *S. aureus* [4], [8]. However, *E. coli*, and β -haemolytic *Streptococcus* were inhibited by only the pods of the two kolas and not the seeds. The latter microorganism also recorded the highest inhibition in our study. None of the extracts were able to inhibit the growth of *N. gonorrhoeae* and *P. mirabilis*. It was also observed that the ethanolic extracts of pods and seeds of *C. nitida* inhibited *K. pneumoniae*. *C. nitida* did show a better antimicrobial activity compared to its counterpart in our study.

5 CONCLUSION

It is proposed that in Nigeria about 11,000 hectares of *C. nitida* are planted both in unregulated areas and in controlled orchards [23]. Given the rich nutritional base of the plant parts and current practice of treating the pods and seeds of *C. nitida* and *C. rostrata* as waste and dumping them away annually, we propose that more attention be paid to planting these valuable crops and that the pods and seeds be experimented as feed supplement for livestock such as goats and sheep. Furthermore, more studies should be carried out to elucidate the exact chemical nature of the bioactive agents responsible for the inhibition of commonly encountered microorganisms.

REFERENCES

- [1] C. Skellern and P. Rogers, Nutrition. Basic Botany, Academic Press New York, pp 100-105, 1977.
- [2] S. A. Adebayo and O. I. Oladele, Medicinal Values of Kolanut in Nigeria: Implication for Extension Service Delivery. *Life Science Journal*, 9(2):887-891, 2012
- [3] P. C. Amalu, F. O. Chukwuezi, and O. P.C. Ugwu, Antimicrobial Effects of Bitter Kola (*Garcinia Kola*) Nut on *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* and *Candida Albicans*, *Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(4):29-32, 2014.
- [4] I. I. Indabawa and A.H. Arzai, ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF GARCINIA KOLA AND COLA NITIDA SEED EXTRACTS, *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 4(1): 52-55, 2011.
- [5] E. A. Dewole, D.F.A. Dewumi, J.Y. T Alabi, and A. Adegoke, Proximate and Phytochemical of *Cola nitida* and *Cola acuminata*, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(22): 1593-1593, 2013.
- [6] S. Muhammad, and A. Fatima, Studies on Phytochemical Evaluation and Antibacterial properties of two varieties of Kolanut (*Cola nitida*) in Nigeria, *Journal of Biosciences and Medicines*, 2:37-42, 2014.
- [7] G. Oboh, K. E. Nwokocha, A. J. AKinyemi, and A. O. Ademiluyi, Inhibitory effect of polyphenolic-rich extract from *Cola nitida* (Kolanut) seed on key enzyme linked to type 2 diabetes and Fe²⁺ induced lipid peroxidation in rat pancreas *in vitro*, *Asian Pacific journal of Tropical Biomedicine*, 4:405-412, 2014.
- [8] I. Y. A. Shama, A. N. Y. Ahmed, M. M S. Wala and S. A. Warda, Antimicrobial Activity of the Masticatory *Cola acuminata* Nut (Gooro), *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(4): 357-362, 2011.
- [9] M. A. Sonibare, M. O. Soladoye, O. Esan, and O. O. Sonibare, Phytochemical and antimicrobial studies of four species of *cola schott & endl.* (Sterculiaceae), *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 6(4): 518–525, 2009.
- [10] C. C. Ezeanya and E. O. Daniel, Antibacterial Activity of *Garcinia Kola* Seed and Leaf Extract on Some Selected Clinical Isolates. *Science Journal Of Microbiology*. Volume 2013, Article ID sjmb-298, 9 Pages, 2012. doi:doi: 10.7237/sjmb/298, 2013.
- [11] L. H. Greenwood-Barton, Utilization of cocoa and by products, *Food Chemistry*, 40:52-56, 1965.
- [12] E. E. Sofowora, Phytochemical Screening of Medicinal and traditional Medicine in African, John Wiley and Sons Inc. New York, pp35-50, 1984.
- [13] M. Gundidza, Phytochemical screening of Zimbabwean medicinal plants, *The central African Journal of Medicine*, 31:328-330, (1985).
- [14] G. E. Trease, and W. C. Evans, A textbook of Pharmacognosy, 11th Edition Baillere Tindall, London, 1978.
- [15] A.O.A.C, Association of official Analytical Chemists, Official methods of Analysis, 11th edition, Washington DC USA. pp 70-84, 1975.
- [16] Eka, O. U. Chemical Composition and uses of Kolanut. *Journal of West African Science Association*.16:167-169, 1971.
- [17] D. B. Ogutuga, Chemical composition and potential uses of kolanuts *Cola nitida* (schott and Endlicher), *Nigeria Journal of Agriculture Science*, 8:121-125, 1975
- [18] A. I. Essien, R. U. B. Ebana, and H. B. Udo, Chemical Evaluation of the Pod and Pulp of the fluted pumpkin (*Telfaira occidentalis*) Fruits. *Food Chemistry*. 45:175-178, 1992.
- [19] N. Okafor, C. Umeh, C. Ibenegbu, Amelioration of garri, a fermented food derived from cassava, *Manihot esculenta* Crantz, by the inoculation into cassava mash, of micro-organisms simultaneously producing amylase, linamarase, and lysine, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 14:835-838, 1998
- [20] N. Okafor, C. Umeh, C. Ibenegbu, I.C. Obizoba, P. Nnam, Improvement in garri quality by the inoculation of micro-organisms into cassava mash, *International Journal of Food Microbiology*. 40, 43-49, 1998
- [21] R. U. B. Ebana, B. E. Madunagu, E. D. Ekpe, and I. N. Otung, Microbiological Exploitation of Cardiac Glycosides and Alkaloids from *Garcinia kola*, *Borreria ocymoides*, *Kola nitida* and *citrus aurantifolia*, *Journal of Applied Bacteriology*, 71:398-410, 1991.
- [22] A. E. Ejele, I. C. Iwu, C. K. Enenebeaku, L.N. Ukiwe, B.N. Okolue, Bioassay-Guided isolation, Purification and Partial Characterization of Antimicrobial Compound from Basic Metabolite of *Garcinia Kola*, *Journal Of Emerging Trends and Engineering and Applied Sciences*, 3(4):668-672, 2012.
- [23] N. E. Egbe, Soil of kola, *cola nitida* (Schott and Endlicher) grown in Western Nigeria, *Ghanaian Journal of Agriculture Science*, 6:149–153, 1973.

Cartographie de la vulnérabilité multifactorielle à l'envasement des lacs collinaires de la Tunisie centrale

[Mapping multifactor vulnerability to the siltation of small lakes of central Tunisia]

Olfa HAJJI¹, Sahar ABIDI¹, Taoufik HERMASSI², Hamadi HABAIEB², and Mohamed Mahjoub RAOUF³

¹Département de Génie rural: Eaux et Forêts,
Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis-Mahrajène, Tunisia

²Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts, 1004 Tunis, Tunisia

³Département Hydraulique et Aménagement,
Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El Bab, Bèja, Tunisia

Copyright © 2015 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 Tunisia, during the last two decades, hill lakes occupy an important place in national strategies and Water Conservation Soil (CES). In addition to their role in protecting the environment, hill lakes appear as local water available for agriculture. However, these water infrastructures are quite sensitive to sedimentation due to strong contributions. Water erosion affects nearly 3 million hectares of agricultural land in Tunisia, and is a threat to the sustainability of small dams to mobilize surface waters; where the dominant economic activity remains agriculture. Therefore, control methods are necessary to ensure sustainable land management and secure agricultural production. The objective of this study is to provide evidence for mapping and vulnerability to regionalize multifactor siltation of 26 small lakes located in Central Tunisia, along the Tunisian Dorsal to Cap Bon. The approach involves an analysis of the main factors of erosion: the rainfall erosivity, soil erodibility, slope and land use. The resulting maps are integrated into a Geographic Information System (GIS) using an additive combination to map vulnerability to siltation. This card is validated by field observations. Three classes of multi siltation vulnerability were distinguished: areas with low vulnerability (49.6%); areas with medium vulnerability (27.6%) and highly vulnerable areas (22.8%). This first draft map is a tool to help decision makers for the allocation of crop areas and sites that may contain socio-economic infrastructure on the one hand and used to planning strategies for the development and management of water resources and conservation of water and soil at the scale of small watersheds other.

KEYWORDS: GIS, typology, siltation, multifactorial vulnerability, hill lakes, Central Tunisia.

RESUME: En Tunisie, pendant les deux dernières décennies, les lacs collinaires occupent une grande place dans les stratégies nationales de Conservation des Eaux et des Sols (CES). Outre leur rôle de protection du milieu, les lacs collinaires apparaissent comme des réserves locales d'eau disponible pour l'agriculture. Néanmoins ces infrastructures hydrauliques sont assez sensibles à la sédimentation à cause des apports solides. L'érosion hydrique touche près de 3 millions d'hectares des sols agricoles en Tunisie, et constitue une menace pour la durabilité des retenues collinaires destinées à mobiliser les eaux de surface ; où l'activité économique dominante demeure l'agriculture. Par conséquent, des méthodes de contrôle s'avèrent nécessaires, afin d'assurer une gestion durable des sols et de sécuriser les productions agricoles. L'objectif de cette étude est de fournir des éléments pour cartographier et régionaliser la vulnérabilité multifactorielle à l'envasement de 26 lacs collinaires situés en Tunisie Centrale, le long de la Dorsale Tunisienne jusqu'au Cap Bon. L'approche passe par une analyse des principaux facteurs de l'érosion : l'érosivité des pluies, l'érodabilité des sols, la pente et l'occupation des sols. Les cartes obtenues sont intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG) à l'aide d'une combinaison additive pour

établir une carte de vulnérabilité à l'envasement. Cette carte est validée par des observations de terrain. Trois classes de vulnérabilité multifactorielle à l'envasement ont été distinguées : les zones à faible vulnérabilité (49,6 %) ; les zones à vulnérabilité moyenne (27,6 %) et les zones fortement vulnérables (22,8 %). Cette première ébauche cartographique est un outil devant aider les décideurs pour l'attribution des zones de cultures et des sites pouvant abriter des infrastructures socio-économiques d'une part et servira à une planification des stratégies pour le développement et la gestion des ressources en eau et la conservation des eaux et du sol à l'échelle des petits bassins versants d'autre part.

MOTS-CLEFS: SIG, typologie, envasement, vulnérabilité multifactorielle, lacs collinaires, Tunisie Centrale.

1 INTRODUCTION

L'instar des pays de l'Afrique du Nord, la Tunisie est parmi les pays les plus touchés par la gravité du phénomène de l'envasement, notamment sa partie Centrale. En réalité, la Tunisie Centrale, jouant un rôle important dans l'hydrologie du pays, est caractérisée par l'ampleur de l'érosion hydrique qui engendre un taux de comblement assez élevé (de l'ordre de 1.27%). Les premières études d'envasement des petites retenues furent apparues en 1993 avec un réseau d'observations hydrologiques et de surveillance des lacs collinaires en partenariat entre la Direction Générale de l'Arrondissement de Conservation des Eaux et des Sols et l'Institut de Recherche pour le Développement, pour assurer un meilleur suivi et contrôle des lacs collinaires. Bien que ces petits bassins artificiels constituent de bons pièges à sédiments, leurs capacités de stockage se trouvent elles aussi condamnées inexorablement au comblement rapide, évalué à 5 tonnes/ha/an, entraînant une réduction consécutive de leur durée de vie à moyen ou à long terme [1].

Etant donné que le processus d'alluvionnement est "à discontinuité temporelle et spatiale", la caractérisation et la prédiction numérique ou cartographique du phénomène de l'envasement se sont imposées en tant qu'outils d'aide à la décision pour une gestion rationnelle et durable des ressources en eau et en sols. Dans ce contexte, le recours aux traitements statistiques multi-variés se révèle comme étant un moyen efficace, d'une part, pour la définition des interactions déterminantes entre les différents facteurs hydro-morphologiques et anthropiques et le processus de sédimentation, et d'autre part, pour le développement d'une typologie de la variabilité spatiale de l'envasement [2].

La carte est un outil indispensable dans une démarche de lutte contre l'érosion. Elle permet de disposer d'une vue d'ensemble des zones menacées et de localiser les secteurs nécessitant une intervention prioritaire dans une perspective de gestion durable des sols.

C'est dans cette prospective que cette étude vise à régionaliser et cartographier la vulnérabilité multifactorielle à l'envasement de 26 lacs collinaires situés dans la zone semi-aride de la Tunisie Centrale, en utilisant l'analyse en composantes principales et une caractérisation basée sur l'arbre hiérarchique.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA BANQUE DE DONNÉES

La zone d'étude se présente comme une succession d'alignements montagneux remarquables. Elle est consistée de 26 lacs collinaires répartis sur l'ensemble de la zone semi-aride tunisienne qui est comprise entre les isohyètes 250 et 600 mm, ayant un caractère orageux et intense en automne et au printemps, marquées par une grande irrégularité inter annuelle [3]. Ces pluies sont liées à des humidités relativement faibles en été, assez élevées en hiver. Les températures sont fortement continentales à grande amplitude diurne et annuelle (18° à 20° C). Ces conditions climatiques, sévères pour la région, occasionnent un déficit hydrique important et quasi-permanent, ce qui favorise l'appauvrissement du couvert végétal, et la dégradation des sols. Elle est située, à l'Ouest, entre la frontière algérienne (région de Kasserine vers le Sud-Ouest et la région de Thala vers le Nord-Ouest) et à l'Est tunisien, entre la presqu'île du Cap Bon au Nord-Ouest, la zone Kairouanaise et la partie amont des basses Steppes au Sud-Est (fig.1).

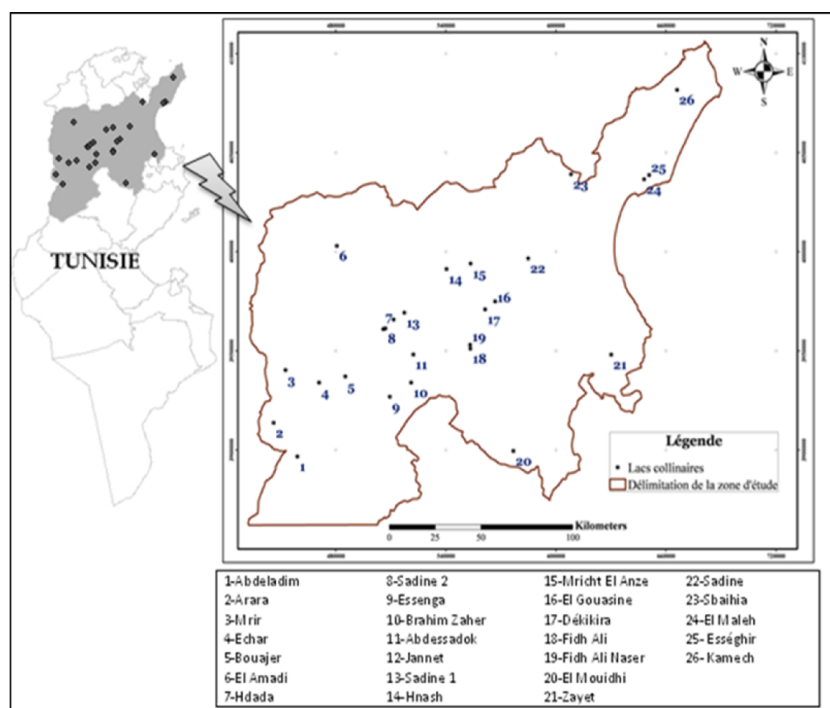


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

Ces retenues ont des impluviums très diversifiés allant d'un milieu semi-forestier plus ou moins anthropisé à un milieu totalement consacré à l'activité agricole. La superficie de leurs bassins versants varie de quelques hectares à quelques dizaines de km² [4]. Chaque lac collinaire est équipé d'une échelle limnimétrique, d'un pluviomètre journalier, d'un bac à évaporation et de deux centrales d'acquisition automatique de données. La première est reliée à un capteur pluviométrique à augets basculeurs (0.5 mm de pluie) et la seconde à une sonde immergée mesurant le niveau de l'eau au cm près et sa température. L'évacuateur de crue est aménagé pour disposer d'un seuil déversant permettant l'estimation des débits. L'évaluation des volumes des sédiments est réalisée à partir des mesures bathymétriques.

La majorité des informations utilisées ont été collectées à partir des publications (annuaires hydrologiques) de la Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (Ministère de l'Agriculture, DG/ACTA) en coopération avec l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD-Tunisie). Ces publications ont été élaborées durant la période comprise entre 1994 et 2006 dans le cadre du projet de recherche HYDROMED sur les lacs collinaires dans le pourtour méditerranéen [5].

2.2 MÉTHODOLOGIE ET APPROCHE D'ANALYSE

Les principales caractéristiques biophysiques des bassins versants étudiés, le long de la Dorsale et au Cap Bon, ont une importance majeure puisqu'elles interviennent, et souvent d'une façon combinée, dans les processus du ruissellement et du transport solide et par voie de conséquence dans le contrôle de la variabilité de l'envasement des retenues des lacs collinaires.

L'ensemble de ces variables (tableau ci-après) correspond aux mesures obtenues pour les douze années hydrologiques de suivi (1994-2006) de l'ensemble des 26 lacs collinaires considérés. On distingue les caractéristiques relevant de la topographie, la géologie et la lithologie du sol, les activités anthropiques, les paramètres hydro-climatiques, ainsi qu'un paramètre caractérisant l'efficacité géotechnique des lacs. Chaque catégorie possède une ou plusieurs entrées. L'analyse intégrée de cette base de données pourrait aider à la compréhension des facteurs dominants qui gouvernent la vulnérabilité des réservoirs face aux risques de l'érosion et de la sédimentation.

Afin d'identifier les principaux facteurs qui conditionnent la variabilité de processus érosif ainsi que l'envasement des retenues collinaires, une analyse multi-variée des variables synthétisés dans le tableau 1 est entretenue moyennant une analyse en composantes principales (ACP) et une caractérisation basée sur l'arbre hiérarchique (CH). L'étude a été appréhendée par le biais du logiciel statistique XLSTAT (2013) pour 216 observations issues de 26 individus (lacs collinaires) et 15 variables.

Tableau 1. Statistique des paramètres hydromorphométriques des bassins versants

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	Cv	Cs	Ck
Surface : S (ha)	85	1810	476.15	0.70	2.74	10.20
Altitude moyenne : H _{max} (m)	108	1352	770.31	0.53	-0.11	-1.45
Pluie interannuelle : P _{inter} (mm)	267.4	673.7	430.41	0.27	0.41	-0.59
Débit max : Q _{max} (m3/s)	3	130	45.47	0.81	1.10	0.33
Lame ruisselée : Lr (mm)	4.47	152.83	44.52	0.91	1.65	2.10
Coefficient d'écoulement : Ce (%)	1.67	29.47	9.72	0.74	1.21	0.94
Rapport de la capacité initiale par l'apport liquide interannuelle : C/A	0.25	16.63	2.37	1.34	3.92	17.58
intensité de pluie maximale enregistrée en 30 minutes : I ₃₀ (mm/h)	29	252	90.13	0.71	1.70	1.93
Indice de compacité : Ic	1.1	4	1.43	0.38	4.40	20.91
Indice de pente globale : Ig (m/Km)	9	127.8	62.12	0.48	0.31	-0.65
Pourcentage de S % cultivée : S _{cultiv}	8	95	53.88	0.46	-0.12	-0.80
Pourcentage d'occupation des sols en arbres et forêts : % (arb-For)	0	89.3	18.81	1.28	1.33	1.22
Pourcentage de S occupée par des marnes ou argiles : % (ma-Ar)	30	100	74.42	0.22	-0.61	0.48
S aménagée en des travaux de conservation des eaux et des sols % CES	1	80	21.69	1.01	0.99	0.25
Taux d'envasement : Te(t/ha/an)	1.8	32.97	15.04	0.61	0.20	-0.98

* 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 bassins versants. En croisant les différents résultats, nous allons essayer de dégager une carte de vulnérabilité multifactorielle à l'envasement des lacs collinaires et d'expliquer les raisons de tels assemblages.

3.1 ANALYSE ET INTERPRÉTATION DE LA MATRICE DE CORRÉLATION

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 l'érosion.

Les paramètres, géomorphologiques, anthropiques et hydro-climatiques des bassins versants intervenant dans la variabilité de l'écoulement et l'érosion, sont susceptibles d'expliquer l'envasement des retenues des différents individus étudiés. Toutefois, le nombre élevé de ces variables peut rendre l'étude pénible. 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 sentir 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 (Te) montrant une bonne corrélation ($C_s \geq 0,2$). 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 15 variables (14 régresseurs (variables explicatives) et un variable régressant (variable expliquée : Te) 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 0,2. Cela cède alors à la matrice de corrélation une distribution considérablement modérée ayant 169 liens considérables sur un total de 225; 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'envasement ne sont pas tous positifs par leurs effets.

Tableau 2. Matrice de corrélation de toutes les variables explicatives retenues

Variables	Aire	Hmax	Pinter	Qmax	Lr	Ce	C/A	I30	Ic	Ig	% S cult	% arb-For	%ma-Ar	% CES	Te
Aire	1														
Hmax	0,236	1													
Pinter	-0,229	-0,164	1												
Qmax	0,256	0,596	0,021	1											
Lr	-0,180	-0,001	0,593	0,264	1										
Ce	-0,148	0,123	0,338	0,352	0,938	1									
C/A	0,164	-0,400	-0,296	-0,284	-0,366	-0,422	1								
I30	-0,116	0,186	0,172	0,410	0,483	0,567	-0,326	1							
Ic	0,080	-0,045	-0,072	0,029	0,206	0,322	-0,057	0,135	1						
Ig	-0,373	0,455	0,179	0,174	0,146	0,179	-0,443	0,267	-0,208	1					
% S cultiv	0,055	-0,069	0,127	0,285	0,018	-0,103	0,332	0,033	-0,369	-0,109	1				
% arb-For	0,103	-0,157	0,019	-0,018	0,404	0,460	-0,245	0,363	0,067	-0,115	-0,169	1			
%ma-Ar	-0,136	0,001	-0,126	0,186	0,097	0,153	-0,072	0,329	-0,145	-0,012	0,106	0,246	1		
% CES	0,513	0,005	-0,282	-0,307	-0,249	-0,147	-0,053	-0,245	0,231	-0,181	-0,501	0,145	-0,127	1	
Te	-0,374	0,051	0,024	0,250	0,532	0,660	-0,356	0,525	0,252	0,408	-0,051	0,210	0,288	-0,274	1

Le taux d'envasement et la profondeur de la lame ruisselée sont inversement corrélés à la surface et le taux d'aménagement CES du bassin versant avec des coefficients respectifs de

(-0,374) et (-0,274). C'est le cas typique du bassin versant El Gouazine (n°16) caractérisé par la plus grande surface.

On note que le bassin versant d'El Gouazine ayant une superficie 5 fois supérieure à la moyenne, il s'est avéré plus raisonnable de le mettre en individus passifs (supplémentaire) dans notre ACP.

En effet, plus le relief correspond à une topographie prononcée, moins est marqué le chevelu hydrographique, et donc plus le potentiel érosif ainsi que la quantité du transport solide diffusée sont importants, ce qui justifie, par la suite, la source majeure du processus de l'envasement [6]. Le taux d'envasement est inversement corrélé aux variables anthropiques (travaux de conservation des eaux et des sols CES) et à la couverture végétale (% S cult). C'est-à-dire quand le bassin versant est aménagé par des travaux de conservation des eaux et des sols (banquettes, seuils hydrauliques,...) ou assez occupé par une couverture végétale relativement dense, la rétention des eaux de ruissèlement ainsi que la charge solide transportée sera importante. Les travaux CES ainsi que l'occupation du sol jouent aussi un rôle important à la réduction de vitesse de ruissèlement ce qui rend moindre l'effet de l'érosion.

Plus la pente du terrain est forte plus l'effet de l'érosion devient important et par conséquent un taux d'envasement important à l'aval du bassin (dans le lac collinaire). Ceci explique les coefficients de corrélation positifs (0,408) entre l'indice de pente global (Ig) et le taux d'envasement (Te).

Les paramètres hydrologiques (Ce, Lr et I30) s'aperçoivent bien corrélées positivement au potentiel érosif avec des coefficients respectifs de (0,660), (0,532) et (0,525) d'où à la dégradation. Ceci montre que ces paramètres imposent

ensemble une influence plus importante sur l'évolution hydrologique, qui peut être soit régulateur ou accélérateur de l'érosion.

On remarque de plus l'absence de corrélation entre les pluies interannuelles d'une part, et l'altitude maximale, d'autre part, avec l'envasement spécifique. Ceci reflète, en fait, une caractéristique principale de la zone semi-aride qui pourrait être due à la variabilité spatiale du total des pluies et de leurs intensités agressives correspondantes sur toutes les échelles. Dès lors, ces deux paramètres ne peuvent pas, à eux seuls, expliquer l'importance de l'érosion. Quant aux facteurs géomorphologiques, ils découlent de la lithologie qui résume les autres caractères des bassins, étant donné que la nature lithologique des substrats est un des facteurs les plus importants dans le processus de l'érosion hydrique et de l'envasement.

3.2 CARACTÉRISATION DE L'ENVASEMENT BASÉ 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 érosif ainsi que l'envasement des retenues collinaires. L'analyse a été appliquée par le biais du logiciel statistique XLSTAT (2013) pour 216 observations issues de 26 individus (lacs collinaires) et 15 variables.

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 d'envasement des retenues des lacs collinaires. On a obtenu 15 axes en global représentons la distribution des variables et des individus par rapport à eux. Les cinq premiers axes représentent ensemble un poids de 75% de la variance totale. Les contributions de la première, deuxième et troisième composante (CP) à la variance totale sont 28%, 14% et 13%, respectivement. Cependant, celle de la quatrième et la cinquième composante est relativement basse. Par conséquent, seuls les trois premiers sont considérés pour expliquer les aspects ainsi que les caractéristiques de la variabilité géographique du phénomène de l'alluvionnement.

Tableau 3. Les valeurs propres des axes de l'analyse en composantes principale

Composante	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Valeur propre	4,142	2,165	1,959	1,642	1,344
Variabilité (%)	27,614	14,433	13,061	10,945	8,963
% cumulé	27,614	42,047	55,108	66,054	75,017

Il est judicieux de souligner le fait que l'intensité maximale des événements pluvieux enregistrée en 30 minutes, caractéristique principale des zones semi-arides [3], affecte la génération du ruissellement ainsi que les processus érosifs. Ceci est considéré aussi comme un contribuant à la perte du sol à long terme, amplifié par l'hétérogénéité considérable de la nature des sols fragiles et le couvert végétal qui est peu développé ou parfois non existant.

* Sans être vraiment significatives par leurs coefficients de corrélation, les relations entre les variables d'occupation des sols et variables à expliquer montrent que les bassins forestiers ont une tendance à une érosion modérée, tandis que les bassins agricoles sont plus susceptibles à l'érosion. Les surfaces concernées par les travaux de CES n'étant pas à jour dans la banque de données à notre disposition nous n'avons pas pu affiner ce résultat.

Le tableau 2 fait ressortir que le rapport de la capacité initiale à l'apport liquide interannuel (C/A) est très dépendant des caractéristiques du ruissellement et de l'envasement. Cette constatation peut traduire l'influence de ces paramètres sur le taux de remplissage et la rentabilité des ouvrages hydrauliques. En effet, plus la retenue du lac est petite comparée à la taille de son bassin versant, plus la longévité de l'ouvrage est menacée par le risque alluvionnaire.

A la lumière de cette étude descriptive visuelle, il est assez difficile de séparer les effets des facteurs gouvernant la variabilité de l'envasement dans la zone d'étude. De plus, il se dégage que la variabilité de l'ablation des petits bassins versants de la Dorsale Tunisienne et du Cap Bon est un phénomène aussi complexe qui ne peut être décrit que moyennant la combinaison de plusieurs critères biophysiques, hydro-climatiques et anthropiques. Néanmoins, cette caractérisation reste encore grossière. Pour mieux raffiner l'étude cartographique ainsi que des facteurs conditionnels de la variation de l'envasement, 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 2, 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 28% de la variance totale, met en évidence une opposition entre les variables relatives à la superficie des bassins versants (S) et les travaux de conservation des eaux et des sols (CES) d'une part, et les paramètres de l'envasement (Te) et les paramètres hydrologiques (Ce, Lr et I30) ainsi que la couverture végétale (ar-for) , d'autre part. En effet, le taux d'envasement est plus faible au niveau d'un bassin versant avec une surface importante et concernée par les travaux de CES. En fait, plus la pente est élevée, moins l'espace est occupé et ménagé. En outre, la présence d'arbres ou de forêt et des interventions CES, tend à réduire le potentiel érosif de l'écoulement et par conséquent la quantité de sédiments délivrés.

Cette représentation, montre aussi que les paramètres hydrologiques (I30, et Lr), le relief (Ig, Hmax) et la structure du sol (% ma-ar) sont bien corrélés au taux d'envasement (Te). Ceci implique que les précipitations intensives aggravent le processus d'alluvionnement dans un bassin à relief accentué et des sols très marneux. Par conséquent, le taux d'envasement au niveau des retenues collinaires est très important. Le comportement du paramètre caractérisant l'occupation du sol (% arb-for) vis-à-vis le taux d'envasement (Te) confirme que l'érosion est très importante sur un sol moins occupé et moins.

Cet axe se matérialise par l'effet de la lithologie du sol (ma-ar) qui évolue inversement à la dégradation spécifique. Cet axe caractérise ainsi l'impact de l'érodabilité des sols. Ce résultat suggère que la lithologie, définie par une proportion importante en marne et argile, a un effet remarquable sur la variabilité de l'envasement dans la zone d'étude et délivre les taux d'ablation les plus élevés. Ce constat s'accorde avec de nombreuses études antérieures élaborées dans les régions méditerranéennes semi-arides [7], [8], [9] et [10]. En effet, les bassins versants formés de roches meubles et peu résistantes sont généralement des sols peu profonds et mal développés.

Par conséquent, le relief géologique récent couplé au taux d'érosion, réduit la maturité de ces sols. Par la suite, il s'avère que c'est la dégradation des sols qui dépeint la Dorsale où elle entraîne de sérieux problèmes d'érosion hydrique [11]. En fait, ces sols dégradés ont souvent un couvert végétal peu épais et irrégulier. Les mécanismes érosifs et les dépôts sédimentaires y sont spectaculaires, surtout lors des crues exceptionnelles.

L'axe F1 individualise l'intensité de pluie maximale enregistrée en 30 minutes (I30) et la profondeur de la lame écoulée (Lr) ainsi que le coefficient d'écoulement (Ce) qui sont étroitement liés entre eux et qui s'opposent au rapport de la capacité initiale du barrage à l'apport d'eau interannuel (C/A). Cet axe caractérise alors l'impact de l'agressivité des pluies et sa conséquence sur l'effet et le taux d'envasement des lacs collinaires. En fait, en Tunisie Centrale semi-aride, et bien que les intensités de pluie exceptionnelles de 15 minutes de durées paraissent être, récemment, plus homogènes [11], les intensités de 30 minutes ont été souvent prétendues être la cause essentielle de l'érosion [12] et [13]. Ces intensités torrentielles, se produisent essentiellement en automne et au printemps, se localisent sur les hauteurs et vers la région centrale, là où la pluviosité se trouve encore relativement forte et se double sous l'effet de la continentalité [1].

Le ruissellement généré par les averses sporadiques, communément connues par les "crues éclairs", caractéristiques des régions semi-arides [14], assure le transfert et la décantation des matières fines en suspension au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'aval d'un versant, engendrant dès lors l'amputation des infrastructures hydrauliques et la minimisation de leurs longévités. Dans ce contexte, de nombreuses retenues ont été totalement colmatées dans moins de 10 ans après leur construction. C'est particulièrement le cas du lac Saadine (n°22), au cœur de la Dorsale, qui s'est totalement ensasé suite à deux averses enregistrées en août et septembre 1995 [15].

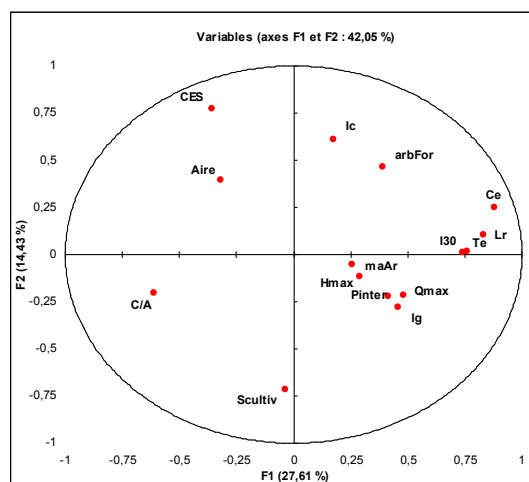


Fig. 2. Représentation des variables sur les axes 1 et 2 de l'ACP

L'axe F2 individualise également l'indice de compacité de Gravius (Ic) qui est bien prononcé, présentant alors l'effet de la forme des bassins. En effet, outre la topographie et la couverture végétale, la forme du bassin versant se révèle parmi les principaux facteurs qui contrôlent l'érosion spécifique annuelle [16], [9] et [17]. En fait, plus les bassins sont allongés, plus leurs temps de concentration sont compensés par des pentes plus escarpées, moins l'effet réducteur de la sédimentation est observé.

De plus, l'axe F2 individualise l'effet de la couverture végétale et forestière ainsi que la présence des interventions CES (Tableau 3). Alors, plus est aménagé et bien occupé, le bassin versant, plus l'effet érosif est faible. D'après [18], l'absence d'un couvert végétal permanent, au lieu de stagner et de s'infiltrer, les eaux se sont mises à ruisseler et à entraîner avec elles la terre et ses fertilisants naturels, en particulier le limon, l'argile et les matières organiques qui sont également des liants des sols fragiles.

3.2.1.2 REPRESENTATION DES VARIABLES SUR LE PLAN (F1*F3)

L'axe F3 est principalement associé aux caractéristiques hydromorphologiques du bassin versant (Ig et Hmax) ainsi que l'intensité maximale de pluie en 30 minutes (I30) et le débit de pointe (Qmax). Cet axe caractérise l'impact de l'agressivité des pluies engendrant des crues exceptionnelles (Tableau 4). L'axe oppose les altitudes maxima (Hmax) au taux d'envasement (Te) tandis que la pluie interannuelle (Pinter), la lame ruisselée (Lr) et le coefficient d'écoulement (Ce) évoluent selon le gradient du taux d'envasement. Les fortes intensités de courtes durées sont le propre du début d'orages violents et courts, des régions les plus arides (région de Thala) et les plus hautes où l'érosion reste faible par rapport à des régions plus arrosées. En effet les bassins d'altitudes sont aussi ceux qui ont le moins de sol et où les affleurements rocheux délivrent le moins de matériaux. A l'inverse les pluies de fortes intensités et de longues durées engendrent de fortes crues lesquelles produisent beaucoup de particules à l'exutoire d'un bassin versant. De plus cette aptitude à l'érosion peut être accentuée, lorsque le bassin présente un fort relief. L'axe F3 oppose les variables d'occupation du sol (Arb-For) au débit de pointe, ces deux paramètres exercent deux rôles antagonistes sur l'érosion. Tandis que la présence d'arbres ou de forêt a tendance à freiner l'érosion (fig. 3).

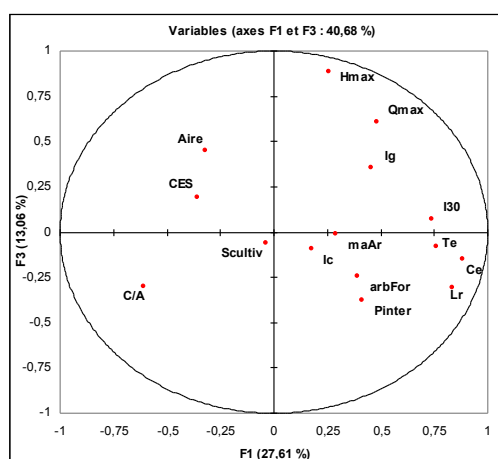


Fig. 3. Représentation des variables sur les axes 1 et 3 de l'ACP

Les répartitions des variables sur les axes de l'ACP à savoir que l'indice de pente, le coefficient d'écoulement et le taux d'envasement sont étroitement liés et évoluent dans le même sens. Ces résultats montrent qu'en dehors de la forme du relief du bassin et de l'écoulement, la superficie joue un rôle important dans la variabilité du taux d'envasement des lacs collinaires étudiés. Il serait donc judicieux de tenir compte de ce paramètre morphologique dans la régionalisation et l'estimation du taux d'envasement des lacs collinaires de notre zone d'étude.

Tableau 4. Contributions des variables retenues pour la construction des axes de l'ACP

	F1	F2	F3
Aire	2,458	7,217	10,363
Hmax	1,605	0,114	40,365
Pinter	4,109	2,210	7,289
Qmax	5,567	2,154	19,049
Lr	16,742	0,533	4,769
Ce	18,713	2,924	1,094
C/A	9,051	1,951	4,588
I30	13,189	0,006	0,255
Ic	0,733	17,308	0,400
Ig	5,032	3,626	6,508
Scultiv	0,029	23,564	0,176
Arb-For	3,697	10,000	2,976
ma-Ar	2,028	0,655	0,005
CES	3,091	27,724	1,849
Te	13,957	0,014	0,313

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 4 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 fluctuation des facteurs naturels (couverture végétale, nature du sol) et anthropiques (CES) qu'individualise l'axe F2.

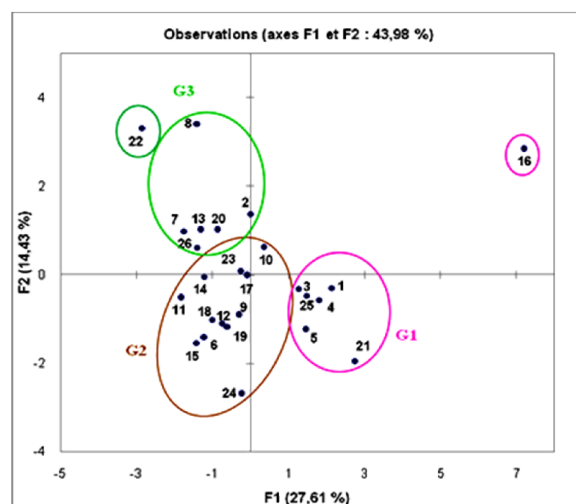


Fig. 4. Représentation des individus sur les axes de l'ACP (F1*F2)

Groupe I : Le premier groupe montrant des faibles taux d'envasement ($Ta < 9$ tonnes/ha/an) réunit les lacs suivants: Abdeladim (n°1), Mrira (n°3), Echar (n°4), Bouajer (n°5), el Gouazine (n°16), Zayet (n°21) et Ességhir (n°25).

Le bassin versant El Gouazine appartenant aussi à ce premier groupe, mais il se place plus éloigné que les autres bassins, dans la représentation graphique. Ce bassin se caractérise par un relief modéré ($Ds = 75$ m), sols marneux (% ma-ar = 56) et une importante couverture végétale et forestière. En plus, il montre une faible valeur d'Intégral Hypsométrique ($IH = 0,15$) indiquant la densité de son réseau hydrographique. Malgré qu'il soit exposé à des précipitations relativement intenses ($I30 = 60$ mm/h) ce bassin montre, comme tous les autres bassins de groupe I, un faible taux d'envasement. Ceci peut être dû à des pratiques de conservations des sols qu'occupent environ 70% de la superficie du bassin versant El Gouazine.

Les bassins versants Abdeladhim (n°1), Mrira (n°3), Echar (n°4) et Bouajer (n°5) se localisent au Sud-Ouest de la Dorsale tunisienne. Ces bassins se caractérisent par des superficies importantes, des précipitations rares érosives, des réseaux hydrographiques relativement longs et hiérarchisés. Ce qui conduit à un faible effet de l'érosion au niveau de ces sites. Les deux bassins versants Zayet (n°21), à l'extrémité Sud-Est de la Dorsale, et Es Séghir (n°25), situé à l'Est du Cap Bon, sont aussi classifiés au niveau de ce premier groupe. Malgré qu'ils soient spatialement plus éloignés ces deux bassins ont les mêmes caractéristiques que les autres bassins du groupe (surface importante et faible taux d'envasement). Le bassin versant Zayet (n°21) se caractérise par un plus faible Intégral Hypsométrique ($IH = 0,08$) conduisant à une faible intensité d'érosion. Strahler (1952) a montré que HI est corrélé négativement avec la densité de drainage du bassin versant. Lorsque HI est faible, le réseau hydrographique est bien développé et les pentes sont douces, d'où l'effet érosif devient plus faible.

Ce premier groupe correspond à des bassins versants circonscrits généralement en bordure des synclinaux ou bien au niveau des plaines, ayant des superficies relativement importantes et des formations géologiques moyennement dures ou tendres (40 % < marnes et argiles < 60%) moyennement perméables à imperméables (à l'exception du bassin Ességhir, dont les roches sont meubles et perméables) réduisant considérablement l'effet de l'écoulement et du ruissellement ($Ce_{moy} < 5\%$, $Lr_{moy} < 15$ mm, $I30_{moy} > 25$ mm/h). En effet, l'érosion par ravinement et celle en nappe, relatives à ces bassins versants, sont considérées faibles. Le comportement est expliqué par des reliefs faibles à modérés ($25 < Ig < 50$ m/km), des forêts dominantes (El Gouazine, Es Séghir et Abdeladhim, Baouejjer) ou des terres très cultivées (M'Rira, Abdeladhim, Essghir) ainsi que par un écoulement faible avec peu de crues exceptionnelles. Ce groupe concerne essentiellement les bassins les plus protégés contre les pluies érosives de diverses manières surtout par les pratiques d'aménagement CES (taux d'aménagement entre 25

et 75%). Dans ce contexte, le bassin versant d'El Gouazine montre l'efficacité des aménagements anti-érosifs mécaniques, et ce depuis 1996.

Groupe II : Ce groupe, définie par un envasement modéré à fort ($9 < Ta < 23.7$ tonnes/ha/an), comporte les bassins versants El Amdî (n°6), Es Sénégal (n°9), Brahim Zaher (n°10), Abdessadok (n°11), Hadada (n°12), Jannet (n°13), El Hnach (n°14), Mrichet el Anze (n°15), Dékékira (n°17), Fidh Ali (n°18), Fidh ben Nasr (n°19), Sbahia (n°23) et El Maleh (n°24). Tous ces bassins se localisent dans la partie la plus occidentale des montagnes de la Dorsale tunisienne, sauf le bassin Sbahia (n°23) se situent au Cap Bon. En global, les bassins versants de ce groupe se caractérisent par un relief fort ($138 \text{ m} < D_s < 248 \text{ m}$), des fréquentes précipitations érosifs ($38 \text{ mm/h} < I_{30} < 252 \text{ mm/h}$) et une couverture végétale et forestière clairsemée. Ceci explique les forts taux d'envasement (allant jusqu'au 23 t/ha/an) montrés par ces bassins. En outre, les deux facteurs pourcentage des surfaces occupées par des parcours et pourcentage des marnes-argiles dans les sols ($50\% < \text{ma-ar} < 95$) aggravent la situation. Malgré le bon degré d'aménagement de ces bassins mais ces caractéristiques conduisent à un état érosif très alarmante. Les valeurs plus élevées d'IH pour les bassins versants de ce groupe ($0,31$ à $0,86$) conduisent aussi à un état très érodables.

Les bassins (Sbahia (n°23), Abdessadok (n°11), El Hanach (n°14) et Fidh ben Nasr (n°19)), sis sur les contreforts des massifs montagneux de la Dorsale, se dépeignent surtout par leur relief très accidenté à pentes abruptes ($75 < I_g < 100 \text{ m/km}$) et un paysage très morcelé. Ce comportement engendre un effet d'écoulement modéré ($C_{e_{\text{moy}}} > 10\%$, $L_{r_{\text{moy}}} > 30 \text{ mm}$, $I_{30_{\text{moy}}} > 90 \text{ mm/h}$), suite au rôle joué par les sols jeunes évolués sur des matériaux encore en formation alluvionnaire. En fait, ces bassins de forme peu allongée se caractérisent par un réseau hydrographique peu développé qui entaille des formations géologiques moyennement dures ou tendres peu perméables à quasi imperméables ($40\% < \text{marnes ou argiles} < 60\%$) et ($40\% < \text{calcaires ou grès} < 60\%$). Ces conditions favorisent l'amplitude de l'érosion ravinante et en nappe qui est prononcée surtout au niveau des bassins sur marnes gypseuses fortement défrichés.

Groupe III : Le troisième groupe, définie par un envasement modéré ($9 < Ta < 16.3$ tonnes/ha/an), dépassant la limite permise de pertes en terres, correspond aux lacs Sadine 1 (n°7) et Saadine (22). Ce groupe comporte les bassins versants suivants : Arara (n°2), Sadine 1 (n°7), Sadine 2 (n°8), Janet (n°13), El Mouidhi (n°20), Sadine (n°22) et Kamech (n°26).

Les bassins de ce groupe sont caractérisés par un relief modéré ($33 \text{ m} < D_s < 92 \text{ m}$), une couverture végétale et forestière moins importante avec un faible degré d'aménagement. En plus, les bassins de ce groupe sont formés par des sols moyennement à fortement marneux ($30\% < \text{ma-ar} < 90$). En plus, des taux d'envasement modérés engendrés par la prédominance des événements pluvieux intenses et irréguliers. Ces bassins montrent aussi des valeurs d'IH relativement fortes, ce qui indique leur sensibilité à l'érosion.

Le bassin versant Arara (n°2), se localise au SW de la Dorsale, présente un taux d'envasement relativement faible par rapport aux autres bassins de ce groupe. En outre, par l'effet de relief et l'effet du pourcentage des marnes-argiles dans les sols, ce faible taux de colmatage peut être dû à des pratiques de conservations des sols qu'occupent environ 56% de la superficie du bassin versant Arara.

Cependant le bassin Saadine (n°22), se situe au Cap Bon, présente un taux d'envasement fort par rapport aux autres bassins de ce groupe. Le lac Saadine a été entièrement comblé avec un volume de sédiments de $44\,500 \text{ m}^3$ provenant de deux inondations en Août et Septembre 1995.

3.2.2.2 REPRÉSENTATION DES INDIVIDUS SUR LE PLAN (F1*F3)

La représentation des individus sur le plan factoriel formé par les axes F1 et F3 permet de distinguer entre trois groupes de caractéristiques différentes (Fig. 5). La différenciation entre ces trois groupes est basée sur l'impact de l'agressivité des pluies engendrant des crues exceptionnelles qu'individualise l'axe F3. On analyse alors :

Groupe I : Ce clan coïncide au premier groupe traité dans la représentation précédente. Ce groupe comporte les bassins versants qui montrent un taux d'envasement plus faible indiquant une faible intensité érosive. Ces bassins se caractérisent par des sols marneux. Mais, la présence d'une couverture végétale et forestière assez dense ainsi qu'une intervention CES assez importante conduisent à une faible intensité d'érosion ;

Groupe II : Ce groupe comporte les bassins versants souvent classifiés dans le troisième groupe, caractérisé par une forte érosion, au niveau de la première représentation graphique sur le plan (F1*F2). Cette inversion d'emplacement s'explique par le fait que la représentation (F1*F2) se base sur l'effet des facteurs naturels et anthropiques. Ce groupe renferme donc les bassins versants caractérisées par une couverture forestière clairsemée, une intervention d'aménagement faible à moyenne et des sols assez marneux.

Ce clan issu de la représentation des individus sur les axes de l'ACP (F1*F3) dont le taux d'envasement est le plus fort ($T_a > 23.7$ tonnes/ha/an) regroupe les lacs collinaires suivants : El Amdi (n°6), Sadine 2 (n°8), Janet (n°13), Mrichet el Anze (n°15), Dékékira (n°17), Fidh Ali (n°18), Fidh ben Nasr (n°19), El Moudhi (n°20), Sadine (n°22), El Maleh (n°24) et Kamech (n°26), tenant place au niveau des anticlinaux des jebels. Le comportement de ces bassins versants s'explique par le rôle joué par l'écoulement ($Ce_{moy} > 15\%$) et le ruissellement important des crues ($Lr_{moy} > 80$ mm) favorisés par l'intensité érosive des précipitations enregistrées en 30 minutes ($I30_{moy} > 200$ mm/h). Ce comportement dépend aussi d'un relief fort ($50 < Ig < 100$ m/km), d'une assise géologique tendre et imperméable très vulnérable à l'érosion, de la forme allongée de leurs bassins et d'un chevelu hydrographique plus ou moins dense. En effet, l'érosion en nappe observée au niveau de ces bassins est généralement moyenne et parfois très prononcée. Elle s'explique en partie par la présence de sols d'érosion squelettique dont la macroporosité, la cohésion et la consistance sont très faibles et vraisemblablement dues à la présence d'argiles gonflantes, des pourcentages de marnes supérieures à plus de 80% et des encroûtements calcaires où affleurent des matériaux indurés.

Ce groupe est marqué par un taux d'aménagement CES inférieur à 25 %: ce qui amplifie d'avantage l'aptitude érosive et affaiblit le rôle joué par l'occupation du sol. En fait, les bassins versants sont soit très cultivés (terres agricoles > 60 %) en pente et leur dégradation rend très difficile la régénération de la végétation naturelle défrichée (pour Kamech et Janet); soit peu cultivés où les reliques de végétations naturelles sont riches lorsqu'elles sont épargnées par le surpâturage et surtout les labours en pente, pour Fidh Ali, Dékékira et Arara.

Groupe III : Ce groupe renferme les bassins versants classifiés dans le deuxième groupe selon la première représentation (Fig.5). Ces bassins versants se caractérisent par une érosion moyenne une couverture relativement dense, des sols très marneux et une intervention CES moyenne.

Ces bassins constituant le pôle moyennement pluvieux de la zone d'étude (l'occurrence des crues est très rare), génèrent un taux de remplissage fort à moyen ($Ce_{moy} > 10\%$, $Lr_{moy} > 25$ mm, $I30_{moy} > 80$ mm/h). Ces bassins se dépeignent aussi, d'une topographie formée des collines modérées peu accentuées, par une surface de drainage moyenne (de l'ordre de 3 km²), un réseau hydrographique bien hiérarchisé drainant des roches tendres et imperméables et ayant une faible couverture végétale (inférieure à 11 %) à l'exception du lac Brahim Zaher qui présente une partie forestière importante.

Du fait de la continentalité, la quasi-totalité des bassins faisant partie de ce groupe présente un couvert végétal variable très précaire et constamment menacé par l'érosion provoquée par le défrichement et les labours (soit terres à vocation forestière ou bien des espaces moyennement cultivés et sous parcours (comme c'est le cas des lacs Sbaihia (n°23) et El Hnach (n°14), respectivement)), et un pourcentage d'aménagement moyen ou inexistant engendrant l'augmentation du phénomène abrasif des retenues des lacs collinaires.

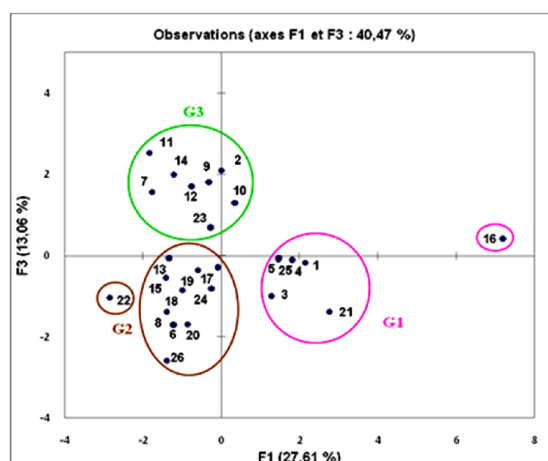


Fig. 5. Représentation des individus sur les axes de l'ACP (F1*F3).

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 filtre, met en relief la mobilité de quelques bassins versants de part et d'autre du deuxième et du troisième groupe. Ce nouveau clan est bradé par le lac collinaire Sadine (n°22) qui se caractérise, en plus de sa pente raide ($Ig > 100$ m/km), par le taux d'envasement le plus alarmant dans la zone d'étude ((Te) dépassant 31 tonnes/ha/an). L'aptitude abrasive du lac Sadine est d'autant plus accrue par la susceptibilité des sols marneux

à l'érosion. En effet, ces sols subissent les événements pluvieux paroxysmiques les plus importants ayant les intensités des pluies de 30 minutes les plus élevées (un maximum enregistré lors de la période 1994-2006 égale à 250 mm/h). Ces averses torrentielles fortement érosives, ruissellent sur un bassin versant fortement cultivé et non aménagé générant, par conséquent, des quantités éminentes de sédiments se déposant au fond de la retenue du lac et conduisant à son colmatage anticipé.

3.3 CARACTERISATION DE L'ENVASEMENT BASE SUR L'ARBRE HIERARCHIQUE

La procédure de l'arbre hiérarchique (dendrogramme de la figure 6) est un outil approprié pour montrer les résultats obtenus par une classification ascendante hiérarchique [19]. 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 ressemblent». L'objectif fondamental consiste à définir des groupements stables et homogènes de lacs collinaires suivis tout en associant les éléments semblables.

Chaque niveau de hiérarchie représente une classe [20]. 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'aînée et la benjamine, d'après les distances euclidiennes qui les séparent.

La classification hiérarchique est appliquée sur 26 lacs collinaires de la Tunisie Centrale en fonction des 7 variables hydro-morphométriques suivantes relevant de la physiographie des bassins versants: l'indice de pente global (Ig), l'indice de compacité (Ic), la longueur du talweg (Ltw), la nature de ruissellement et d'écoulement (Ce, Lr) et d'érosivité des pluies (I30) ainsi que le taux d'abrasion (Ta) en tant que variable dépendante.

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). Par ailleurs, une aptitude croissante et contradictoire de la dynamique de l'envasement des retenues des lacs collinaires est observée allant de la classe (1) à (3), du faible au fort potentiel d'abrasion. La typologie ainsi dévoilée plaide en faveur de l'identification de trois classes de lacs collinaires. En effet, le lac collinaire El Gouazine (n°16) qui dépeint de la plus grande surface de drainage et le plus faible taux d'abrasion. Contrairement le lac collinaire Dékikira (n°17) se caractérisant par un bassin versant dont la forme est la plus allongée qui permet la coalescence des filets d'eau et la formation de rigoles accentuant l'ablation de terre. De plus le lac collinaire Sadine (n°22) peut désigner le cœur ou le noyau central duquel est régie la variabilité spatiale du phénomène de l'envasement dans la zone d'étude.

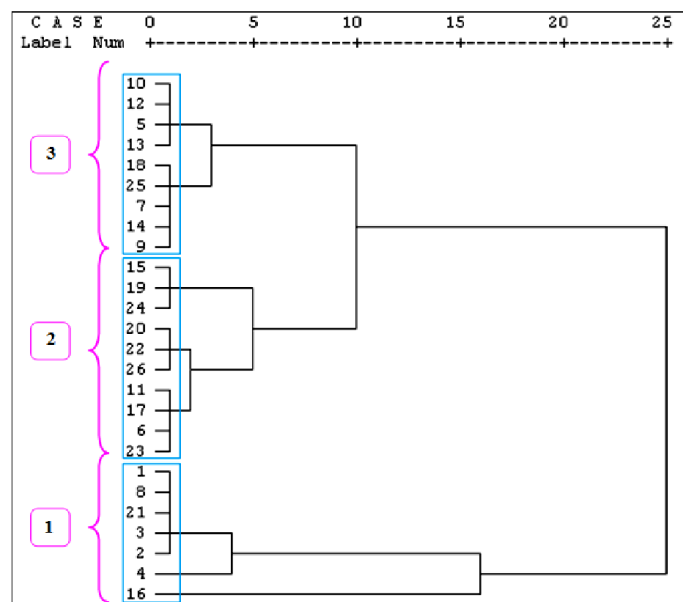


Fig. 6. Dendrogramme résultant de la classification hiérarchique des lacs collinaires suivis

- La classe I, qui englobe les lacs collinaires suivants (1, 8, 21, 3, 2, 4 et 16) se caractérise par un faible taux d'envasement, un relief faible et un ruissellement peu intense.
- La classe II, réunissant les lacs collinaires suivants (15, 19, 24, 20, 22, 26, 11, 17, 6 et 23) dont le taux de sédimentation est fort, est relative aux bassins versants à potentiel abrasif alarmant qui est dû aux coefficients d'écoulement élevés liés surtout aux plus fortes intensités pluviométriques érosives couplées à une topographie modérée ou forte.
- La classe III comporte les lacs collinaires suivants (10, 12, 5, 13, 18, 25, 7, 14 et 9) dont le taux de sédimentation est modéré à fort. Ce caractère est régi par une hydrodynamique intense aggravée surtout par les pentes escarpées des bassins versants.

3.4 ELABORATION D'UNE CARTOGRAPHIE DES ZONES À RISQUES ALLUVIONNAIRES

La superposition des résultats issus de la CH et de l'ACP a dévoilé la possibilité d'élaborer une carte de vulnérabilité spatiale de la dynamique de l'envasement, et ce à grande échelle. La répercussion d'une telle approche est la perception des zones ayant un faible ou fort risque face au fléau de colmatage des retenues sises dans la Tunisie Centrale. Cette carte de la vulnérabilité multifactorielle à l'envasement sera un outil indispensable dans une démarche de lutte contre l'érosion. Elle permet de disposer d'une vue d'ensemble des zones menacées et de localiser les secteurs nécessitant une intervention prioritaire dans une perspective de gestion durable des sols.

Les représentations graphiques issues de l'analyse en composantes principales et la classification hiérarchique ont permis de subdiviser les bassins étudiés en trois groupes (voir fig. 7) :

* un premier groupe le moins vulnérable au risque d'envasement se localise sur les confins méridionaux et orientaux Ouest de la Dorsale et aussi sur les plaines côtières. Ce groupe comporte les bassins versants suivants (1, 3, 4, 5, 21, 25 et 16), correspond aux bassins versants caractérisés par un faible taux d'envasement, une surface de drainage importante, un relief faible, réseau hydrographique relativement hiérarchisé et un effet de précipitation et de ruissellement peu intense. Cette classe est aussi faiblement affectée par les diverses formes d'érosion, en raison de la multiplication des travaux de conservation des eaux et des sols en association avec le couvert végétal continu qui contribuent à rabattre considérablement le taux d'abrasion de ces lacs.

Quant aux autres bassins moyennement aménagés, l'aptitude des sols à résister à l'érosion serait due à la présence sur les versants de bancs de roches calcaires dures sur des pentes plus ou moins prononcées, jouant ainsi un rôle anti-érosif.

* un deuxième groupe comporte les milieux les plus dégradés couvrent presque la totalité de la zone semi-aride de la Tunisie Centrale. Ce groupe comprend les bassins versants suivants (6, 8, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 24 et 26), relative aux bassins versants à potentiel abrasif très important, expliqué par des coefficients d'écoulement élevés liés surtout aux plus fortes intensités pluviométriques érosives associées avec une topographie modérée ou forte, une structure de sol plus marneuses et une surface de drainage non occupée et non aménagée. On en déduit, donc, que c'est cette classe qui déclenche la dynamique érosive et sédimentaire, et ce, en cédant d'importantes quantités de particules de sol pour se concentrer au niveau d'un noyau central spécifique de la Dorsale.

Le risque d'érosion des sols est également lié à un climat sub-humide et aux caractéristiques pluviométriques locales, avec des épisodes pluvieux exceptionnels ayant des intensités maximales en 30 minutes très élevées et érosives qui accentuent l'indice de vulnérabilité à l'érosion. Il s'agit, en fait, du mécanisme de l'érosion par ravinement dominant dans cette région qui est crucial pour l'envasement du réservoir.

* un troisième groupe s'étend de part et d'autre des flancs Nord et Sud de la Dorsale, comporte les bassins versants suivants (2, 7, 9, 10, 11, 12, 14 et 23), représentant les bassins versants caractérisés par un taux de sédimentation modéré à fort. Ce taux de sédimentation est gouverné par une structure plus ou moins marneuses des sols et une hydrodynamique intense aggravé par les pentes abruptes de ces bassins. D'autre part, l'évolution des états de surface soumise à l'action conjuguée des pratiques culturelles traditionnelles, des changements d'occupation du sol (culture mécanisée), des efforts d'entretien et de réhabilitation CES quasi-absents et d'un climat marqué par une forte variabilité du nord au sud (le Nord pour le rôle joué par la pluie et le Sud pour le rôle joué par l'évaporation), peuvent conditionner vigoureusement l'écoulement, l'infiltration, l'érosion et, par conséquent, la sédimentation.

En outre, les mécanismes érosifs et les dépôts sédimentaires sont spectaculaires dans ces régions surtout lors des crues exceptionnelles. En effet, ce sont les processus de ravinement généralisés qui se situent dans les secteurs de roches tendres, des formations superficielles non encroûtées et les sols dégradés peu développés avec une végétation peu épaisse et

irrégulière. On en déduit, donc, que c'est cette classe qui déclenche la dynamique érosive et sédimentaire, et ce, en cédant d'importantes quantités de particules de sol pour se concentrer au niveau d'un noyau central spécifique de la Dorsale. Dès lors, cette classe doit être prise comme zone prioritaire d'intervention pour lutter contre le fléau de colmatage.

La figure 7 dévoile que la région d'étude est divisée en trois groupes reflétant différentes caractéristiques hydro-climatiques et physiographiques. Les frontières des zones délimitées sont ajustées en tenant compte des caractéristiques géographiques et des isohyètes de la répartition spatiale des précipitations.

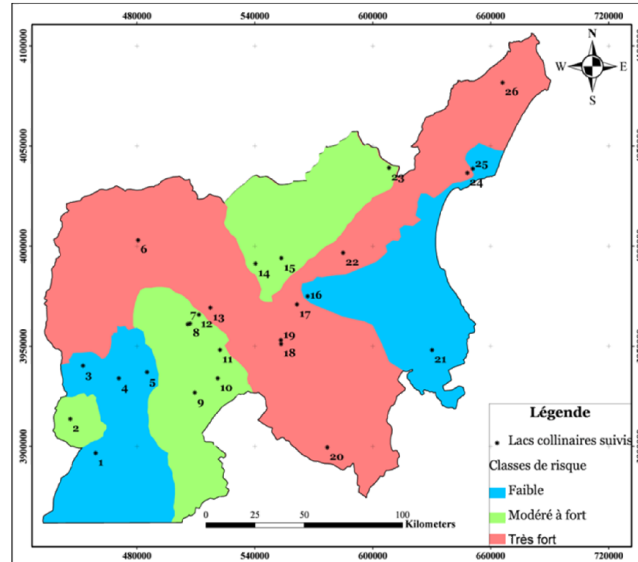


Fig. 7. Distribution spatiale du risque de vulnérabilité à l'envasement

4 CONCLUSION

La cartographie des zones à la vulnérabilité multifactorielle à l'envasement de la Tunisie Centrale a permis de distinguer trois classes : les zones à faible vulnérabilité (49,6 %) ; les zones à vulnérabilité moyenne (27,6 %) et les zones fortement vulnérables (22,8 %). A la lumière de ces analyses, il ressort que la zone d'étude s'est scindée en trois zones à différentes aptitudes au risque d'envasement. En effet, il s'est avéré que les milieux les plus dégradés couvrent presque la totalité de la zone semi-aride de la Tunisie Centrale et ce du fait de l'altitude des massifs montagneux, de la continentalité croissante vers l'Ouest, de l'augmentation de l'aridité vers le Sud et enfin de l'opposition de versants. Le milieu semi-aride est loin d'être un ensemble bioclimatique et géomorphologique homogène. C'est pour ces raisons que ces milieux présentent une aptitude érosive et abrasive plus prononcée.

L'approche cartographique décrite ci-dessus présente un outil puissant pour la connaissance spatiale de la vulnérabilité à l'envasement dans la zone d'étude. En fait, les constats précités sont cruciaux pour le développement d'une stratégie d'aménagement et de gestion des régions les plus frêles qui nécessitent une intervention diligente afin de réduire la vitesse érosive sévère, de minimiser le risque de la sédimentation des réservoirs, et par conséquent de renforcer leur longévité. Toutefois, la nature et la densité de ces aménagements doivent concilier la réduction du transport solide sans pour autant priver le lac de ces apports en eau par ruissellement.

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes sincères remerciements à M^{lle} Sahar Abidi, Mr Taoufik Hermassi, Mr Hamadi Habaieb et Mr M^{ed} raouf Mahjoub.

RÉFÉRENCES

- [1] I. Ayadi, *Caractérisation et modélisation de l'alluvionnement des retenues des lacs collinaires de la Dorsale Tunisienne et du Cap Bon : Approches statistiques et des réseaux de neurones*, Thèse de doctorat en Sciences Géologiques de la faculté des sciences de Sfax, 214 p, 2011.
- [2] O. Hajji, S. Abidi, H. Habaieb et M.R. Mahjoub, "Regionalization and contribution to the study of reservoirs sedimentation: Lakes of Cape Bon and the Tunisia Central", *11th International Conference on Hydrosience & Engineering "Hydro-Engineering for Environmental Challenges"*, Germany, Proceeding pp. 575-582, 2014.
- [3] Y. Zahar, *Eléments d'hydrologie pour l'aménagement. Modélisation spatiale et temporelle des précipitations extrêmes et érosives en Tunisie Centrale en vue de l'aménagement des petits bassins versants hydrologiques*. Thèse de doctorat, Université de Tunis I. Faculté des Lettres de la Manouba, 287 p, 1997.
- [4] M. Boufaroua, J.-M. Lamachère, A. Débabria et F. Ksibi, "Prédétermination de l'envasement des lacs collinaires de la Dorsale tunisienne", *14th International Soil Conservation Organization Conference. Water Management and Soil Conservation in Semi-Arid Environments, Morocco, ISCO publications*, 13 p, 2006.
- [5] J. Albergel, S. Nasri et J. M. Lamachère, "Programme de recherche sur les lacs collinaires dans les zones semi-arides du pourtour méditerranéen", *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 17, n° 2, p. 133-151, 2004.
- [6] J. Poesen, J. Nachtergaele, G. Verstraeten and C. Valentin, "Gully erosion and environmental change: importance and research needs", *Catena*. 50, pp. 91-133, 2003.
- [7] A. Lahlou, "Modèles de prédiction de la sédimentation des retenues de barrages des pays du Grand Maghreb", *Atelier International UNESCO-AISH-ENIT sur l'application des modèles mathématiques à l'évaluation des modifications de la qualité des eaux, Tunis*, pp. 312-324, 1990.
- [8] S. Phippen and E. Wohl, "An assessment of land use and other factors affecting sediment loads in the Rio Puerco watershed New Mexico", *Geomorphology* 52, pp. 269-287, 2003.
- [9] G. Verstraeten, J. Poesen, J. de Vente & X. Koninckx, "Sediment yield variability in Spain: a quantitative and semi qualitative analysis using reservoir sedimentation rates" *Geomorphology*. 50, pp. 327-348, 2003.
- [10] A. Romero Díaz, JD. Ruiz Sinoga et F. Belmonte Serrato, "Hydric erosion rates in the region of Murcia", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 56*, pp. 425-430, 2011.
- [11] S. Jebari, R. Berndtsson, M. Boufaroua et A. Bahri, "Exceptional Rainfall Characteristics Related to Erosion Risk in Semiarid Tunisia", *The Open Hydrology Journal*, pp. 25-33, 2008.
- [12] Y. Zahar, A. Ghorbel & J. Albergel, "Impact of large dams on downstream flow conditions of rivers: Aggradation and reduction of the Medjerda channel capacity downstream of the Sidi Salem dam (Tunisia)", *Journal Hydrology*, pp. 318-330, 2008.
- [13] M.R. Mahjoub, M. Bergaoui, M. Souissi et M. Boufaroua, "Régionalisation de l'envasement des lacs collinaires au niveau de la dorsale Tunisienne", *Sud sciences et technologies No 7*, pp. 4-14, 2001.
- [14] A. Kawamura, A. Hentati. & H. Amaguchi, "Geomorphological Characterization of Small Hillside River Basins in Semiarid Region of Tunisia for Reducing Uncertainties in Water Resources Management", *International conference "Uncertainties in water resource management: causes; technologies and consequences" Mongolia*, pp. 63-69, 2008.
- [15] H. Camus, N. Guiguen & M. Ben Younes, "Note sur l'envasement de lacs collinaires en zone semi-aride Tunisienne", *Rapport publié par la Direction de la Conservation des Eaux et du Sol & l'Institut de Recherche pour le Développement en Coopération (ORSTOM)*, 1995.
- [16] R. Suresh, "Soil and Water Conservation Engineering", *Standard Publishers Distributors*, 2002.
- [17] N. Haregeweyn, J. Poesen, J. Nyssen, G. Govers, G. Verstraeten, J. De Vente, J. Deckers, J. Moeyersons, & M. Haile, "Sediment yield variability in Northern Ethiopia: A quantitative analysis of its controlling factors", *Catena*. 75, pp. 65-76, 2008.
- [18] E. Roose, "Conservation des sols en zones méditerranéennes. Synthèse et proposition d'une nouvelle stratégie de lutte antiérosive : la GCES", *Cahiers de l'ORSTOM Série Pédol.* XXVI-2, pp. 145-181, 1991.
- [19] M.R. Mosley, "Delimitation of New Zealand hydrology regions", *Journal of Hydrology*. 49, pp. 173-192, 1981.
- [20] G. Saporta, "Probabilités Analyse des données et Statistique", *Editions TECHNIP. SPSS for Windows, Ref. 11.0.1. (2001): SPSS Inc 1989-2001. LEAD Technologies, Inc, LEADTOOLS*, 2001.

Quantification des apports liquides et solides dans le lac collinaire d'El Hnach en Tunisie

[Quantification of the liquid and solid contributions in the hilly lake of El Hnach in Tunisia]

Olfa HAJJI¹, Sahar ABIDI¹, Taoufik HERMASSI², Hamadi HABAIEB², and Mohamed Mahjoub RAOUF³

¹Département de Génie rural: Eaux et Forêts,
Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis-Mahrajène, Tunisie

²Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts, 1004 Tunis, Tunisie

³Département Hydraulique et Aménagement,
Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El Bab, Bèja, Tunisie

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: We proposed in this research to analyze and quantify the evolution of liquid and solid contributions and to study the hydrological behavior of hill lake El Hnach. Watershed El Hnach is located in semi-arid zone of the Tunisian Dorsal (Siliana), instrumented since 1993, control an area of 385 hectares and a perimeter of 9 Km index overall slope is 0.028, corresponding to strong relief, makes the sensitive watershed erosion. Lake El Hnach had a total initial storage capacity of 77400 m³. This lake has lost 18770 m³, or 24% for a period of 4 years of existence. It loses 6.06 % of the storage capacity per year. According to hydrological analysis, the behavior of El Hnach follows three phases: the first to fall before soil tillage and high wetting, the second spring for soil with vegetation cover and moderately contaminated and the third for low soil moistened with a partially degraded plowing.

KEYWORDS: Runoff, siltation, Tunisian Dorsal, hydrological analysis, lifetime.

RESUME: Nous nous sommes proposé dans cette recherche d'analyser et de quantifier l'évolution des apports liquides et solides d'une part et d'étudier le comportement hydrologique du lac collinaire El Hnach d'autre part. Le bassin versant El Hnach, se situe en zone semi-aride de la Dorsale Tunisienne (Siliana), instrumenté depuis 1993, contrôle une superficie de 385 ha et un périmètre de 9 Km. L'indice de pente global est de 0,028, correspondant à un relief fort, rend le bassin versant sensible à l'érosion. Le lac collinaire El Hnach avait une capacité initiale totale de stockage de 77400 m³. Ce lac a perdu 18770 m³, soit 24% pour une durée d'existence de 4 ans. Soit une perte de 6.06 % de la capacité de stockage par an. D'après l'analyse hydrologique, le comportement d'El Hnach suit trois phases : la première automnale pour des sols avant labours et à forte humectation, la deuxième printanière pour des sols avec couvert végétal et moyennement humectés et la troisième pour des sols faiblement humectés avec un labour partiellement dégradé.

MOTS-CLEFS: Ruissellement, envasement, Dorsale Tunisienne, analyse hydrologique, durée de vie.

1 INTRODUCTION

Le souci majeur des tunisiens, demeure la conservation des eaux et des sols qui représentent les biens les plus précieux d'un patrimoine national et les facteurs d'un développement harmonieux du pays. Dans le but de conserver cette richesse,

une stratégie des mobilisations de ressources en eaux durant les deux décennies, a comporté, entre autre, la construction d'un millier de lacs collinaires. La mise en œuvre a été confiée à la Direction générale de l'aménagement et de la conservation des terres agricoles (D/C.E.S, devenue DG/A.C.T.A). Une attention particulière a été donnée aux lacs collinaires car ils s'ensavent plus rapidement que les barrages collinaires et les grands barrages et en plus ils sont généralement situés en amonts des grands ouvrages hydrauliques. Leur protection contre l'ensablement engendre nécessairement la protection des autres ouvrages en aval.

Dans le cadre de la convention signée en 1990 entre la Direction de la Conservation des Eaux et du Sol (D/CES) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), un suivi du comportement des lacs collinaires a été assuré. Une trentaine de lacs ont été sélectionnés pour constituer un réseau d'observations représentatif de la majorité des lacs construits en zone semi-aride, dans la Dorsale Tunisienne parmi lesquels le lac collinaire d'El Hnach qui se révèle comme le bassin le plus représentatif de la Dorsale [1].

Or l'utilisation des eaux d'un lac collinaire dépend tout d'abord du remplissage de la retenue par le ruissellement sur son bassin versant mais aussi de l'érosion des sols, qui contribue à réduire la capacité de stockage de la retenue au fil des ans. Pour choisir la capacité initiale d'une retenue artificielle, il faut donc tenir compte à la fois de la capacité au ruissellement du bassin versant mais aussi de sa capacité à l'érosion afin de sur-dimensionner la retenue en fonction de l'importance des apports solides au lac collinaire qui, en se déposant dans la retenue, réduisent progressivement sa capacité de stockage [2]. A cette fin, nous présentons dans le présent travail une méthode permettant d'évaluer le ruissellement et l'érosion des sols du bassin versant d'El Hnach à partir des informations collectées par la DG/ACTA et l'IRD.

2 CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin versant El Hnach, situé dans la partie centrale de la Dorsale Tunisienne. Il appartient à l'Immatat Es Sejjja Délégation de Siliana-Sud, Gouvernorat de Siliana. Le bassin-versant d'El Hnach se trouve entre Jbel Bargou, à l'Est, et la haute plaine du Siliana, à l'Ouest, sa situation est typiquement « collinaire » et répond bien à l'image que l'on se fait des paysages méditerranéens subarides. Il se situe entre 9°26' / 9° 28' est et 36°4' / 36°5' nord, instrumenté depuis 1993, contrôle une superficie de 385 ha. La zone d'étude est sous un climat semi-aride avec un régime pluviométrique caractérisé par une certaine irrégularité interannuelle et des pluies à caractère orageux [3]. L'irrégularité de la pluviosité s'exprime par des oscillations à la fois saisonnières et interannuelles. Sa lithologie est caractérisée par une alternance de calcaire et de marne. L'occupation des sols est constituée de 56% de sols exploités en parcours, 40% en cultures annuelles et le reste en jachère.

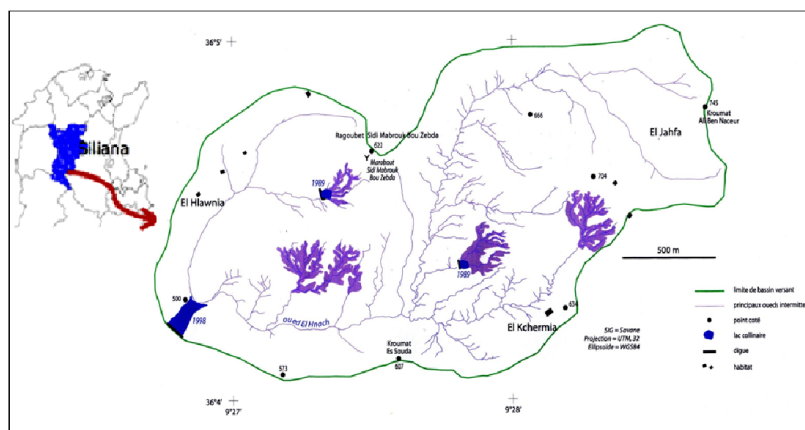


Fig. 1. Localisation du bassin versant d'El Hnach

3 ÉTUDE HYDROLOGIQUE

Le bassin-versant El Hnach est drainé par un réseau hydrographique long de 103,8 Km. L'oued principal et ses principaux affluents ont un écoulement intermittent qui s'effectue selon une direction SSE-NNO. L'écoulement est alimenté en hiver par de nombreuses sources. Les sources temporaires prennent naissance dans le cours moyen de l'oued principal (3,7 Km de longueur) et dans les deux affluents se trouvant respectivement rive droite et rive gauche. A l'embouchure de la retenue collinaire existe une source pérenne. De ce fait, le lac est toujours en eau [4].

Le bassin-versant d'El Hnach est équipé par une retenue régulièrement suivi dans le cadre du réseau de surveillance des lacs collinaires de la Dorsale Tunisienne. La retenue d'El Hnach a été mise en eau en 1992.

Les observations pluviométriques et hydrométriques ont commencé en janvier 1993 sur le lac d'El Hnach et elles ont été arrêtées en juillet 2003 en raison de son envasement. Un pluviographe et un pluviomètre ont été installés à l'exutoire du bassin, sur la digue du barrage.

3.1 ANALYSE HYDROLOGIQUE À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT

L'étude des relations pluie-ruissellement intègre toutes les composantes du système superficiel. Chaque bassin-versant est défini principalement par sa superficie topographique, son réseau hydrographique, ses sols, ses états de surface et sa végétation. Toutes ces composantes jouent un rôle sur le fonctionnement hydrologique du bassin-versant.

Pour caractériser le fonctionnement hydrologique du bassin-versant El Hnach, nous avons considéré les principaux critères suivants :

- la perméabilité des sols suivant deux classes, imperméable et moyennement imperméable,
- l'altitude du bassin versant qui fournit l'indication sur l'éventualité de chute de neige en période froide,
- l'aménagement antiérosif des bassins versant suivant trois classes : non aménagé, peu aménagé (superficie aménagée inférieure à 10 %), et bien aménagé (superficie aménagée supérieure à 30 %),
- l'occupation des sols sous trois formes (cultures, parcours et forêt), l'importance de chaque forme étant quantifiée par son pourcentage de recouvrement à l'échelle des bassins.

3.2 ANALYSE HYDROLOGIQUE À L'ÉCHELLE DE L'ÉVÈNEMENT

Dans notre cas d'étude, nous sommes intéressés par les relations globales pluie-ruissellement à l'échelle du bassin versant El Hnach. Deux échantillons d'évènements pluvieux ont été pris en considération : des averses avec ruissellement pour étudier le ruissellement et des averses sans ruissellement pour nous informer d'une part sur l'aptitude du bassin-versant à l'infiltration et plus particulièrement sur les intensités de pluie limites du ruissellement et d'autre part sur l'aptitude du bassin-versant à la rétention des eaux superficielles.

Les principaux évènements pluvieux qui ont été pris en considération ainsi que les variables et les paramètres des observées sur le bassin-versant El Hnach pour la période 1995 à 2002.

Les relations suivantes sont à définies [5]:

Des relations linéaires entre la lame ruisselée et la pluie à l'échelle de l'évènement :

$$Lr = Ar (P - P0) \quad (1)$$

Où : Ar est le coefficient de croissance de la lame ruisselée en fonction de la pluie.

P0 est un paramètre de position qui règle l'importance de la pluie susceptible de ruisseler.

P : la pluie de ruissellement qui représente la capacité d'absorption du bassin versant avant le ruissellement.

Dans notre cas d'étude, la lame ruisselée est déterminée par la formule suivante:

$$Lr = V_s / A \quad (2)$$

Où : Vs : Volume stocké dans le lac collinaire (m³).

A : Surface du bassin-versant El Hnach (m²).

Des relations exponentielles décroissantes entre la pluie limite de ruissellement et l'indice d'antériorité des pluies IK :

$$P0 = \gamma . e^{-\beta . IK} \quad (3)$$

Où : β est la vitesse exponentielle de P0 en fonction de IK.

γ : la valeur initiale de la pluie limite de ruissellement en début saison des pluies (IK=0). Le bassin versant El Hnach se distingue par sa forte capacité de rétention en début de saison des pluies, cette capacité de rétention est probablement due à l'existence d'un petit barrage en amont de la retenue, celui-ci ayant tendance à stocker en priorité les ruissellements en début de saison des pluies.

Des relations linéaires entre le coefficient de croissance du ruissellement et l'indice d'antériorité des pluies IK :

$$Ar = a.IK + b \quad (4)$$

L'indice d'antériorité de la pluie étant défini comme suit [6] :

$$IK_j = \alpha.IK_{j-1} + P_{j-1} \quad (5)$$

Où : IK_j est l'indice d'antériorité de la pluie du jour j , exprimé en mm,

P_{j-1} est la pluie du jour $j-1$, exprimée en mm,

α est un coefficient de décroissance ($\alpha = 0,7$) de IK en fonction du temps.

Les relations exponentielles décroissantes entre l'intensité de pluie limite du ruissellement au pas de 30 mn et l'indice d'antériorité des pluies IK .

$$IL = IL_0 . e^{-\delta . IK} \quad (6)$$

Où : IL_0 est l'intensité de pluie limite de ruissellement pour un sol sec ($IK=0$), exprimé en mm/h,

δ : un coefficient de décroissance exponentielle de IL en fonction de IK , exprimé en mm^{-1} .

3.2.1 RELATIONS ENTRE LAME RUISSLÉE ET LA PLUIE

La figure 2 présente la répartition de la lame ruisselée L_r en fonction de la pluie P enregistrée sur le bassin-versant El Hnach, on remarque qu'il est possible d'ajuster la totalité des valeurs observées entre deux droites.

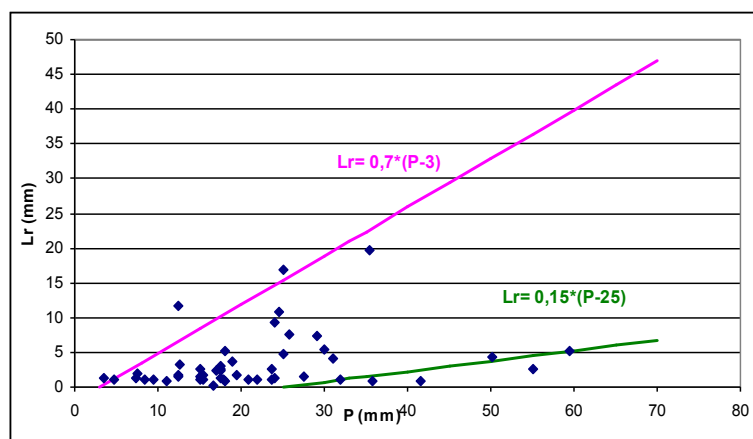


Fig. 2. Variation de la lame ruisselée L_r en fonction de la pluie P sur le bassin versant El Hnach

Il ressort de la figure 2 que, pour les crues dont le ruissellement est supérieur à 3 mm, la relation pluie-ruissellement semble être limitée par deux droites :

- une droite de ruissellement maximal : $L_r = 0,7*(P - 3)$,
- une droite de ruissellement minimal : $L_r = 0,15*(P - 25)$.

3.2.2 VARIATION DU PARAMÈTRE DE RÉTENTION AVEC L'INDICE D'ANTÉRIORITÉ DES PLUIES

Pour avoir une relation entre la pluie limite de ruissellement P_0 et l'indice d'antériorité des pluies IK , nous avons illustré sur la figure 3 les valeurs de la pluie de chaque averse en fonction de IK . La séparation des événements avec ruissellement de ceux sans ruissellement est matérialisée par une courbe. Les averses qui engendrent des ruissellements se situent au-dessus de cette courbe, tandis que celles sans ruissellement s'y trouvent au-dessous.

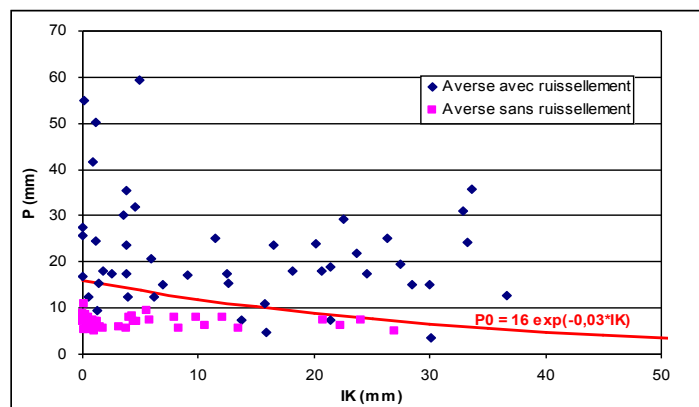


Fig. 3. Variation de la pluie limite de ruissellement P_0 en fonction de l'indice d'antériorité de pluie IK sur le bassin versant El Hnach.

On constate que la courbe qui sépare les deux types d'événements suit une forme exponentielle décroissante : $P_0 = 16 \cdot \exp(-0,03 \cdot IK)$. On peut en déduire que lorsque le sol est sec ($IK = 0$ mm), la pluie nécessaire pour engendrer un ruissellement doit être supérieure à 16 mm, tandis que pour un sol humide ($IK = 30$ mm) la moindre pluie de 5 mm déclenche le ruissellement.

En analysant les valeurs de l'indice d'antériorité des pluies qui correspondent aux événements à ruissellement maximal et aux événements à ruissellement minimal, on remarque que la droite de ruissellement maximal correspond à de forts indices d'antériorité des pluies ($IK > 20$ mm) alors que la droite de ruissellement minimal correspond à des indices d'antériorité des pluies relativement faibles ($IK < 10$ mm) en début de saison des pluies ou après les labours d'automne.

3.2.3 RELATIONS ENTRE LE COEFFICIENT DE CROISSANCE DE LA LAME RUISSELÉE ET L'INTENSITÉ DE LA PLUIE À UN PAS DE TEMPS DE 30 MN

Les variations de l'intensité de pluie limite de ruissellement IL_{30} au pas de temps 30 mn, en fonction de l'indice d'antériorité de pluie IK sont reportées sur la figure 4.

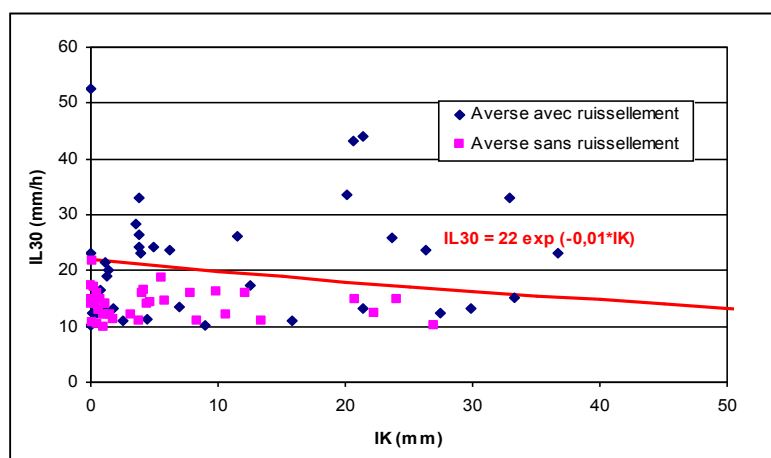


Fig. 4. Variation de l'intensité limite de ruissellement IL_{30} au pas de temps de 30 mn, en fonction de l'indice d'antériorité de pluie IK sur le bassin versant El Hnach.

On constate, pour les deux types d'averses ruisselantes ou non, que la variation de l'intensité limite de ruissellement IL_{30} en fonction l'indice d'humidité du sol puisse suivre une forme exponentielle décroissante : $IL_{30} = 22 \cdot \exp(-0,01 \cdot IK)$ malgré que les nuages de points ne sont pas nettement séparés surtout pour les intensités inférieures à 20 mm/h.

De plus, on remarque que pour des sols humides ($IK > 30$ mm), l'intensité nécessaire au ruissellement ne dépasse pas 15 mm/h, alors que pour des sols secs ($IK = 0$ mm), l'intensité de pluie doit être supérieure à 22 mm/h pour provoquer un ruissellement.

Pour définir la variation du coefficient de croissance du ruissellement en fonction de l'intensité de la pluie au pas de temps 30 mn sur le bassin versant El Hnach, nous avons mis en relation le rapport de la lame ruisselée L_r et de la différence entre la pluie P et la pluie limite de ruissellement P_0 . Cette pluie est calculée à partir de la relation suivante : $P_0 = 16 \cdot \exp(-0,03 \cdot IK)$ avec l'intensité maximale des averses sur un pas de temps de 30 mn. Le coefficient Ar est donné par la formule précédente : $L_r = Ar (P - P_0)$.

Nous avons éliminé les valeurs aberrantes de Ar pour lesquelles la pluie observée est inférieure à la pluie limite de ruissellement ($P < P_0$) et les valeurs anormalement fortes de Ar ($> 0,8$) qui correspondent à des pluies faibles. Ces anomalies sont probablement dues à une mauvaise connaissance de la pluie moyenne à l'échelle du bassin versant.

On sait bien que le bassin versant El Hnach est peu aménagé et partiellement cultivé (43 % de sa superficie cultivée et 56 % en parcours). Il est caractérisé par un fonctionnement peu différent d'une saison à l'autre et les faibles valeurs de coefficient de croissance de la lame ruisselée en fonction de la pluie ($Ar \leq 0,7$) semblent dues à des valeurs faibles de l'intensité de pluie ($I_{30} < 10$ mm/h pour les averses non ruisselantes).

La figure 5 donne les variations de croissance du ruissellement Ar en fonction de l'intensité de la pluie au pas de 30 mn.

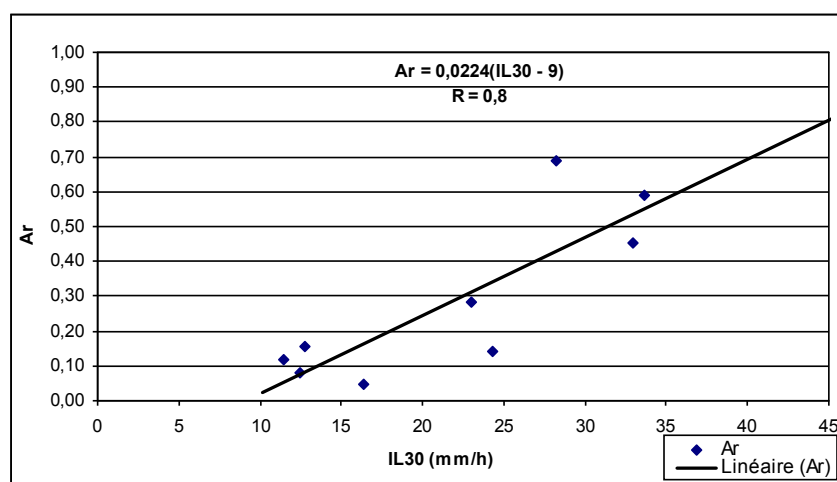


Fig. 5. Variation du coefficient de croissance du ruissellement en fonction de l'intensité de la pluie au pas de temps 30 mn sur le bassin versant El Hnach.

La relation entre la variation de croissance du ruissellement Ar en fonction de l'intensité de la pluie au pas de temps de 30mn est de la forme suivante: $Ar = 0,0224(IL30-9)$.

Nous avons reporté sur la figure 6, les valeurs de l'intensité limite de ruissellement $IL15$ au pas de temps de 15 mn en fonction de l'indice d'antériorité de pluie IK tout en distinguant les événements qui ruissellent de ceux qui ne ruissellent pas.

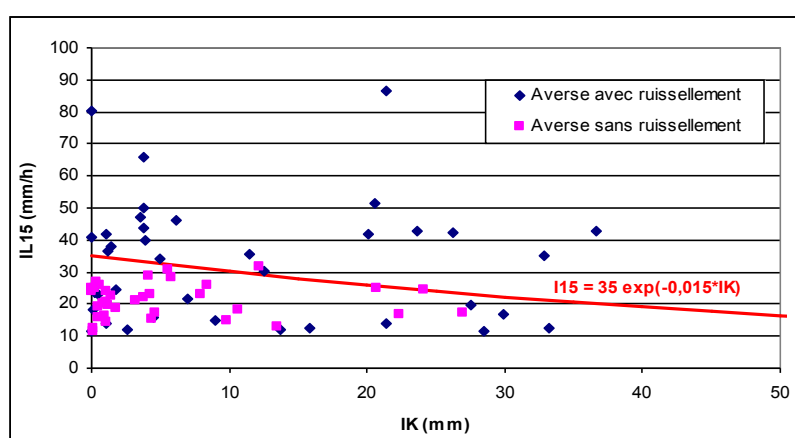


Fig. 6. Variation de l'intensité limite de ruissellement $IL15$ au pas de temps de 15 mn, en fonction de l'indice d'antériorité de pluie IK sur le bassin versant El Hnach

La courbe qui sépare ces deux types d'événements suit une forme exponentielle décroissante : $IL15 = 35 \exp(-0,015 \cdot IK)$.

On peut en déduire que pour des sols humides qui ont des fortes valeurs de IK ($IK > 20 \text{ mm}$), l'intensité nécessaire au ruissellement ne dépasse pas 25 mm/h , alors que pour des sols secs ($IK = 0 \text{ mm}$), l'intensité de pluie doit être supérieure à 35 mm/h pour provoquer un ruissellement.

Finalement on peut conclure que pour des sols humides, la moindre intensité de pluie déclenche le ruissellement, tandis que pour des sols secs, il faut une forte intensité.

3.2.4 CHOIX DES CRUES REPRÉSENTATIVES DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT D'EL HNACH

D'après l'analyse hydrologique précédente, 6 événements ont été choisis en tenant compte des phases suivantes du bassin versant El Hnach [7]:

Une première phase automnale pour des sols avant labours et à forte humectation, les crues du 22/09/1995 et 22/10/2000, qui correspondent respectivement à des indices d'antériorité des pluies de 26,30 et 33,24 mm et à des cumuls pluviométriques tombés après les labours de 275,5 mm et 330,5 mm.

Une seconde phase printanière pour des sols avec couvert végétal et moyennement humectés, les crues du 10/05/1996 et 07/05/2002, qui correspondent respectivement à des indices d'antériorité des pluies de 3,49 et 11,5 mm et à des cumuls pluviométriques tombés après les labours de 30 mm et 25 mm.

Une troisième phase pour des sols faiblement humectés avec un labour partiellement dégradé, les crues du 23/12/1997 et 17/03/2002, qui correspondent respectivement à des indices d'antériorité des pluies de 1,09 et 0,15 mm et à des cumuls pluviométriques tombés après les labours de 46,5 mm et 81,4 mm.

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques de ces crues : la pluie observée, la lame ruisselée sur le bassin versant (L_r), l'indice d'antériorité des pluies de type Kohler (IK) et l'intensité maximale des averses en 30 mn (I_{30}).

Tableau 1. *Caractéristiques des crues représentatives du bassin versant El Hnach*

	Date de crue	Etat d'humectation	Pluie (mm)	L_r (mm)	Q_p (m^3/s)	IK (mm)	I_{30} (mm/h)
1^{er} phase	22/09/1995	Forte	275,5	17	5,90	26,30	23,74
	22/10/2000	Forte	330,5	9,4	9,70	33,24	15,20
2^{ème} phase	10/05/1996	moyenne	30	5,5	3,05	3,49	28,24
	07/05/2002	moyenne	25	4,7	9,87	11,5	26,04
3^{ème} phase	23/12/1997	Faible	46,5	4,4	2,23	1,09	12,72
	17/03/2002	Faible	81,4	2,6	1,27	0,15	12,48

4 PREDETERMINATION DES APPORTS LIQUIDES ET SOLIDES

Les mesures bathymétriques et topographiques d'un lac collinaire permettent d'établir périodiquement les variations de la surface du plan d'eau et du volume d'eau stocké en fonction de la hauteur d'eau (cote aux échelles limnimétriques). Elles permettent également de déterminer le volume de vase stocké dans la retenue depuis sa construction [2].

Afin d'établir des relations entre les volumes sédimentés et les volumes ruisselés, il est apparu nécessaire de calculer les volumes ruisselés sur le même intervalle de temps que les volumes sédimentés. Ces derniers étant déterminés sur la base des levés bathymétriques et topographiques, nous avons donc calé nos calculs des volumes ruisselés sur les intervalles de temps séparant deux levés bathymétriques et topographiques successifs.

Les apports enregistrés en 1995/1996 représentent 188 % par rapport à la moyenne, ceux ruisselés en 1994/1995 ne représentent que 6 % de la moyenne soit 7060 m^3 . Ces apports se caractérisent par une grande variation interannuelle.

Tableau 2. Variation interannuelle du volume des apports dans le bassin-versant d'El Hnach entre 1994 et 2001.

Année hydrologique	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02
Volume écoulé (m ³)	7060	214620	186250	127810	100560	40288	108496	75711
% par rapport à la moyenne	6,16	187,4	162,6	111,6	87,8	35,16	94,7	66,1

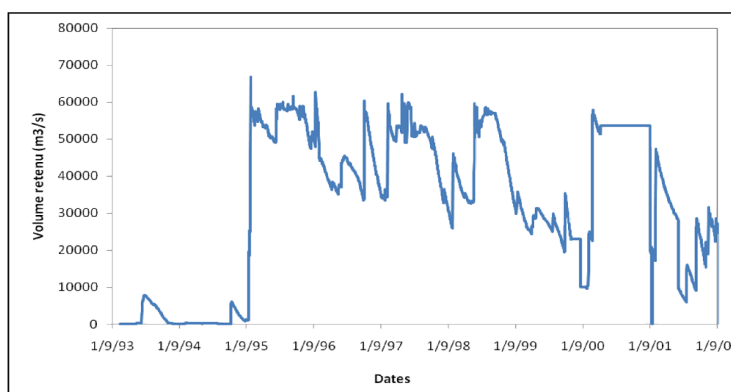
La variation interannuelle du volume ruisselé est directement liée à l'intensité et à la fréquence des phénomènes de crues. En effet, le volume de la crue survenue le 9/9/1996 représente 62 % du volume total écoulé en 1996/1997, celle de 26/5/2000 représente 40 % du ruissellement enregistré en 1999/2000. En outre, le débit spécifique moyen écoulé au cours de la période 1994/2000 est de 4,1 m³/s par Km². Cependant, des variations interannuelles se dégagent. Le débit spécifique maximal a été observé en 1996/1997 avec 10,4 m³/s par Km² alors qu'en 1998/1999, le débit spécifique n'atteint que 0,253 m³/s par Km².

La retenue a disposé d'une capacité initiale de 77400 m³ et présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 3. Caractéristiques de la retenue collinaire d'El Hnach

Volume initial au déversement (m ³)	Hauteur de la digue (m)	Longueur de la digue (m)	Largeur de la digue (m)
77220	9,85	62	9,3

Le volume d'eau retenu dans le lac collinaire El Hnach ne dépasse pas 10000 m³ qu'après trois ans de son mis en exploitation. Ceci nous nous justifions la présence de quatre crues seulement considérables dans la période 1992 – 1996 et précisément à l'année 1995 [3].

**Fig. 7.** Taux du remplissage du lac collinaire El Hnach de l'année 1992 à 2002

L'estimation de la masse des sédiments de principales crues de l'année hydrologique 1995/1996 sont données par le tableau ci-dessous.

Tableau 4. Estimation de la masse des sédiments (1992 –Mai 1996)

Date de la crue	Pluie (mm)	Masse des sédiments (tonnes)
13/09/1995	22.0	11537
17/09/1995	18.0	5142
20/09/1995	17.5	12817
22/09/1995	21.0	20034
Total		49530

Le volume des sédiments est calculé en utilisant une densité apparente des sédiments de 1,5 tonnes/m³.

Tableau 5. Volume de sédiments sans tenir compte du déversement pour le volume simulé

Année de la création	1992
Dernière mesure d'envasement	Mai 1996
Volume initiale (m ³)	77400
Volume restant (m ³)	58630
Volume des sédiments observé (m ³)	18770

On peut calculer par la suite les masses des sédiments déversés au niveau du lac :

$$M = V_d * C_s \quad (7)$$

Avec,

M : Masse du sédiment (ton)

V_d : Volume d'eau déversé (m³)

C_s : Concentration des eaux déversées (ton/m³)

La concentration des volumes déversés est presque la même (varie de 280 g/l à 300 g/l), donc pour un volume total déversé 72090 m³ et une concentration moyenne 0.29 kg/l, on a une masse des sédiments de 20906 tonnes.

Le lac collinaire El Hnach avait une capacité initiale totale de stockage de 77400 m³. Ce lac a perdu 18770 m³, soit 24% pour une durée d'existence de 4 ans. Soit une perte de 6.06 % de la capacité de stockage par an. On remarque que la durée de vie du lac Collinaire El Hnach face à l'envasement est 16 ans. La vitesse de colmatage de la retenue collinaire est de 4692,5 m³/an pour la période de 1992/1996.

5 CONCLUSION

L'objectif de ce travail a été l'analyse du comportement hydrologique et la quantification des apports liquides et solides du lac collinaire El Hnach situé en zone semi-aride de la Dorsale Tunisienne.

L'étude a été faite sur le bassin versant d'El Hnach qui contrôle une superficie de 385 ha et a un périmètre de 9 Km, instrumenté depuis 1993, sa lithologie est caractérisée par une alternance de calcaire et de marne. L'occupation des sols est caractérisée par un pourcentage d'environ de 56% de sols exploités en parcours, 40,2% en cultures annuelles et le reste en jachère. L'indice de pente global est de 0,028 qui correspondent à un relief fort.

Le bassin versant d'El Hnach est caractérisé par un fonctionnement peu différent d'une saison à l'autre. On conclut qu'il comporte trois phases principales au cours de la saison agricole qui ont été choisies selon : l'état de sol, son degré d'humectation et son couvert végétal. On peut en déduire que le comportement du bassin versant d'El Hnach suit trois scénarios, dont chacun comporte événements :

- Une première phase automnale pour des sols avant labours et à forte humectation, les événements du 22/09/1995 et 22/10/2000, qui correspondent respectivement à des indices d'antériorité des pluies de 26,30 et 33,24 mm et à des cumuls pluviométriques tombés après les labours de 275,5 mm et 330,5 mm.
- Une seconde phase printanier pour des sols avec couvert végétal et moyennement humectés, les événements du 10/05/1996 et 07/05/2002, qui correspondent respectivement à des indices d'antériorité des pluies de 3,49 et 11,5 mm et à des cumuls pluviométriques tombés après les labours de 30 mm et 25 mm.
- Une troisième phase pour des sols faiblement humectés avec un labour partiellement dégradé, les événements du 23/12/1997 et 17/03/2002, qui correspondent respectivement à des indices d'antériorité des pluies de 1,09 et 0,15 mm et à des cumuls pluviométriques tombés après les labours de 46,5 mm et 81,4 mm.

D'après l'analyse hydrologique étudiée, on conclut que le bassin versant d'El Hnach se distingue par sa forte capacité de rétention au début de la saison de pluie. Lorsque le sol est sec (IK = 0 mm), pour engendrer un ruissellement la pluie nécessaire doit être supérieure à 16 mm, tandis que pour un sol humide (IK = 30 mm) la moindre pluie de 5 mm déclenche le ruissellement.

Le lac collinaire El Hnach avait une capacité initiale totale de stockage de 77400 m³. Ce lac a perdu 18770 m³, soit 24% pour une durée d'existence de 4 ans. Soit une perte de 6.06 % de la capacité de stockage par an. On remarque que la durée de vie du lac Collinaire El Hnach face à l'envasement est 16 ans. A partir de ces chiffres, la profondeur moyenne de la retenue est passée de 3,02 m lors de la réalisation du lac à 2,32 m en 2001. Le déversoir de la retenue a été endommagé suite aux divers déversements au moment des crues de l'année 1998. Mais il faut noter que la période suivante et précisément 2003 s'est caractérisée par des averses très importantes qui ont réduit la durée de vie du lac.

REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à ceux qui ont contribué à la réduction de cet article : Doctorante Sahar ABIDI, Ingénieur docteur Taoufik Hermassi, Professeur Hamadi HABAIEB et Professeur M^{ed} raouf Mahjoub.

RÉFÉRENCES

- [1] Khébour, Labiadh, Richard & Temple, (2002). L'eau et le paysage, une typologie des petits bassins-versants de la Dorsale Tunisienne. *Etude préliminaire*. IRD Tunis, 15p.
- [2] Lamachère J-M., Boufaroua M., Guermazi L. et Habaieb H. "Predetermination of water and sediments supplies in the little artificial lakes in the Tunisian mountains range", *14th International Soil Conservation Organization Conference. Water Management and Soil Conservation in Semi-Arid Environments. Marrakech, Morocco, pp 1-16, 2006*.
- [3] HAJJI O., ABIDI S., HEMASSI T., MAHJOUB MR., HABAIEB H. "Influence of spatio-temporal variability of soil surface states on the watershed hydrology behavior. Case study of El Hnach watershed (Tunisian semi-arid)", *International Research Journal of Public and Environmental Health* Vol.1 (3), pp 63-69, April 2014.
- [4] Rebaï H. "Etude de l'érosion et de l'évolution des paysages par l'élaboration d'un système d'information géographique cas du bassin-versant d'El Hnach (Siliana, Tunisie)", Mémoire de mastère, 125p, 2006.
- [5] Mahjoub M.R. "Identification des mécanismes de ruissellement dans un bassin versant méditerranéen : application des modèles hydrologiques au bassin versant de Béni Atta, Tunisie", Thèse de Doctorat, 1999.
- [6] Hermassi T. "Paramétrisation des modèles hydrologiques à base physique sur les petits bassins versants des lacs collinaires de la Dorsale tunisienne", Thèse de Doctorat en sciences agronomiques de l'Institut National Agronomique de Tunisie, 263p, 2010.
- [7] Hajji O. "Analyse et compréhension du comportement hydrologique du bassin versant (El Hnach) en zone semi-aride de la Dorsale Tunisienne (Siliana) par un modèle à base physique spatialisé (OpenFLUID) ", Mémoire de mastère de recherche en ressources en eaux, 87p, 2011.
- [8] Lamachère J-M., Boufaroua M., Guermazi L. et Habaieb H. "Predetermination of water and sediments supplies in the little artificial lakes in the Tunisian mountains range", *14th International Soil Conservation Organization Conference. Water Management and Soil Conservation in Semi-Arid Environments. Marrakech, Morocco, pp 1-16, 2006*.

Application du modèle de Muskingum pour la prévision des crues de la Medjerda en Tunisie

[Flow forecasting by Muskingum model of Medjerda River in Tunisia]

Sahar ABIDI¹, Olfa HAJJI¹, and Hamadi HABAIEB²

¹Département de Génie rural: Eaux et Forêts,
Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis-Mahrajène, Tunisie

²Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts, 1004 Tunis, Tunisie

Copyright © 2015 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 flood forecasting at the three main stations of the Medjerda River, located in the upstream of Sidi Salem dam, Ghardimaou, Jendouba and Bou Salem. 22 floods were selected for flood forecasting by Muskingum model. Time calculation was varied from 2 to 8 hours with a pitch of 2 hours. Two scenarios were tested; forecasting with and without consideration the tributaries. To judge the quality of the forecasting model, three optimization criteria were chosen. This study showed that the results of flood forecasting by Muskingum model were satisfactory and by considering tributaries it were more satisfactory.

KEYWORDS: Flood forecasting, Medjerda River, Muskingum, Tributaries.

RESUME: Cette étude a pour objectif la prévision des crues aux trois stations principales du cours d'eau de la Medjerda, à l'amont du barrage Sidi Salem: de l'amont à l'aval Ghardimaou, Jendouba et Bou Salem. 22 crues ont été sélectionnées pour faire de la prévision avec le modèle de Muskingum. Le délai de prévision a été varié de 2 heures à 8 heures avec un pas de 2. Deux scénarios ont été testés : avec et sans prise en compte des affluents. Pour juger de la qualité des modèles de prévision, trois critères de comparaison ont été choisis. Cette étude a montré que le modèle de Muskingum a donné des résultats satisfaisants pour la prévision des crues de la Medjerda. Cette satisfaction est d'autant plus fiable que le délai de prévision est faible. De plus, cette étude a dégagée que la prise en compte des affluents améliore les résultats des modèles de prévision en temps réel.

MOTS-CLEFS: Inondation, gestion de crise, Rivière de Medjerda, Muskingum, Affluents.

1 INTRODUCTION

Le problème des crues s'est imposé à l'homme depuis toujours. En Tunisie, depuis quelques années, les problèmes des risques liés aux eaux courantes sont devenus très préoccupants. Les inondations constituent le risque naturel le plus répandu dans le pays. Aujourd'hui, le problème se pose sérieusement dans le bassin versant de la Medjerda, particulièrement dans la plaine de Ghardimaou –Jendouba - Bou Salem. Ces crues ont rappelé l'acuité des dangers qui pèsent sur la société et l'environnement.

La gestion du risque d'inondation peut se décomposer en trois phases [1] : la phase de prévention, la phase de gestion de la crise et l'analyse post crise. En effet La phase de gestion de la crise consiste en la surveillance, l'annonce et la prévision

d'un événement potentiel de crue afin de minimiser ses conséquences possibles, en agissant sur l'organisation des secours en particulier. Dans ce contexte s'inclut le présent travail de recherche.

La référence [2] a montré, que le modèle de propagation de Muskingum convient mieux pour la reconstitution des hydrogrammes des débits dans le cas de la rivière de la Medjerda (grand bassin versant). Dans cette étude on va appliquer ce modèle pour la prévision des crues sur cette même rivière.

25 crues ont été reconstruites, par le modèle propagation des crues de Muskingum, sur les trois tronçons de Ghardimaou, Jendouba et Bou Salem dans une étude antécédente [3]. Ces crues font l'objectif de prévision des hydrogrammes par l'intermédiaire du même modèle dans cette recherche.

Pour la reconstitution des hydrogrammes, nous avons trouvés que la prise des débits des affluents améliore les résultats [4]. Nous allons analyser le cas pour la prévision des débits.

Dans ce contexte, deux scénarios ont été testés ; la prévision sans et avec considération des affluents. Au niveau de la station de Bou Salem, les hydrogrammes des crues ont été prévus à partir des crues de Ghardimaou et de Jendouba.

2 MATERIELS & METHODES

Ce papier analyse les résultats de prévision des crues avec le modèle de propagation de Muskingum.

2.1 MODÈLE DE PRÉVISION

La prévision des débits pour ce travail est basée sur la reconstitution des débits par le modèle de propagation de Muskingum. Ce modèle fut développé en 1939 [5]. Il est très utilisé en ingénierie hydrologique. La référence [6] a démontré que ce modèle est numériquement équivalent aux équations de Saint-Venant via l'équation de diffusion d'une onde. Ce modèle propose une relation entre le débit amont (Q_a) et le débit aval (Q_v) [7].

$$Q_v(t+d) = a_1 Q_a(t) + a_2 Q_a(t+d) + a_3 Q_v(t) \quad (1)$$

Sachant que, a_1 , a_2 et a_3 sont les coefficients du modèle déterminer par la méthode des moindres carrés et d est le délai de reconstitution.

Pour la prévision d'une crue donnée, on choisit des coefficients reconstitués ceux d'une crue de même saison et indice d'humidité.

Dans cette étude, on a tenu compte des débits des affluents dans la prévision des débits de Jendouba et Ghardimaou.

L'analyse des résultats a été établit avec trois critères d'optimisation: Le coefficient de Nash et Sutcliffe (éq.2), l'erreur relative de pointe (éq.3) et le temps qui sépare les débits de pointes observés et calculés (éq.4).

$$CNash = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - Q_{ci})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - Q_m)^2} \quad (2)$$

$$ERP = \frac{(Q_{op} - Q_{cp})}{Q_{op}} \quad (3)$$

$$TP = \tau_{Qp} - \tau_{Qo} \quad (4)$$

Avec $Q_{o\max}$: débit observé du pic, $Q_{c\max}$: débit calculé du pic, Q_{oi} : débit observé, Q_{ci} : débit calculé, Q_m : débit moyen observé, τ_{Qo} : temps du pic observé, τ_{Qp} : temps du pic prévu.

2.2 ZONE D'ÉTUDE

La Medjerda est l'un des principaux oueds du Maghreb, tant par la longueur de son cours d'eau, la superficie de son bassin versant que par le volume d'eau qu'elle charrie. En effet la source de cet oued est située en Algérie et dont le lit est principalement sur le territoire de la Tunisie. S'écoulant sur plus de 460 kilomètres dont 350 en Tunisie, c'est le seul et le plus long cours d'eau pérenne de la Tunisie. Il a une superficie de bassin versant de l'ordre de 23 700 km² dont 16 100 en Tunisie.

La zone d'étude est située à la partie haute de la rivière, il s'étend entre la station hydrométrique de Ghardimaou et le barrage de Sidi Salem.

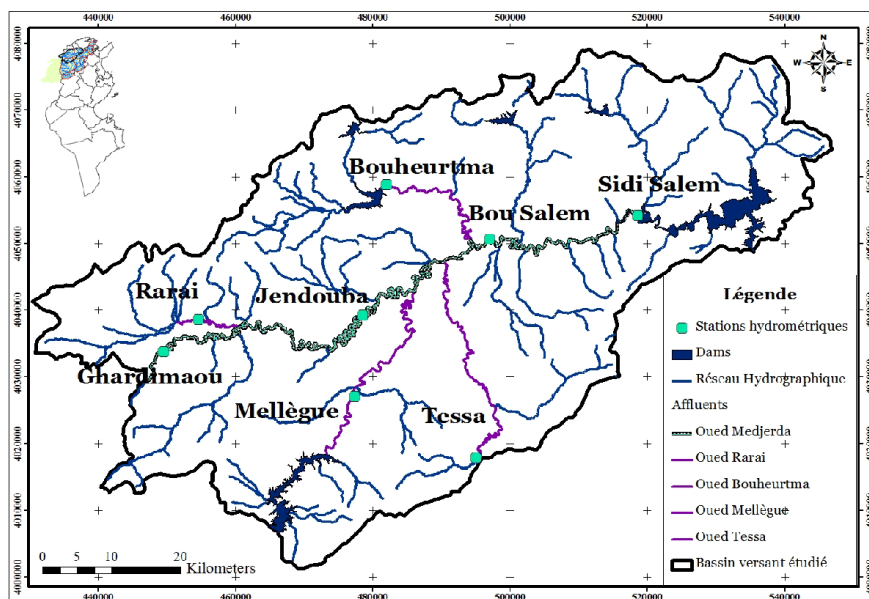


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

Les principaux affluents déversant dans ce bassin versant sont:

Au niveau de la Rive gauche:

- Oued Rarai : s'écoule sur 15 km et draine une superficie de 370 km².
- Oued Bouheurtma : déverse du barrage Bouheurtma, il conflue près Bou Salem avec l'oued Medjerda après un parcours de 64 km. Il draine un bassin versant de 390 Km².

Au niveau de la Rive droite :

- Oued Mellègue : qui découle du barrage Mellègue, il parcourt une distance de 317 km avant de confluer près de Jendouba, avec l'oued Medjerda à 140 m d'altitude.
- Oued Tessa : Il se jette dans la Medjerda à quelques kilomètres en aval de l'oued Mellègue. Il conflue avec l'oued Medjerda dans la plaine de même nom à 133 m d'altitude après un parcours de 143 km.

Nous avons considéré que les distances entre les stations de Jendouba, Mellègue, Tessa et Bouheurtma et la station de Bou Salem sont égales. Les débits à la station de Bou Salem seront la somme des débits amont. De même les débits à Jendouba seront la somme des débits de Ghardimaou et Rarai.

Pour la partie amont de la haute vallée, en une journée pluvieuse, il pleut souvent entre 25 et 50 mm. La pluie annuelle minimale varie entre 107 mm (Oued Mellègue) et 430 mm (Barrage Kasseb). Tandis que les valeurs maximales de pluie peuvent atteindre 516 à 1380 mm. La pluviométrie annuelle peut atteindre les 1380 mm, en fait c'est la zone la plus pluvieuse du bassin de la Medjerda où le relief est le plus accentué.

L'oued Medjerda a souvent connu des crues violentes et rapides. Nous avons pu collecter 25 crues qui s'étalent dans la période de 1973 à 2012. Ces crues sont caractérisées par un débit de pointe important.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats de prévision dépendent du tronçon étudié et du délai appliqué. Pour analyser les résultats nous dressons les fonctions de répartitions des différents critères sur chaque tronçon.

3.1 TRONÇON GHARDIMAOU – JENDOUBA

Les figures suivantes présentent la fonction de répartition du coefficient de Nash pour tous les délais:

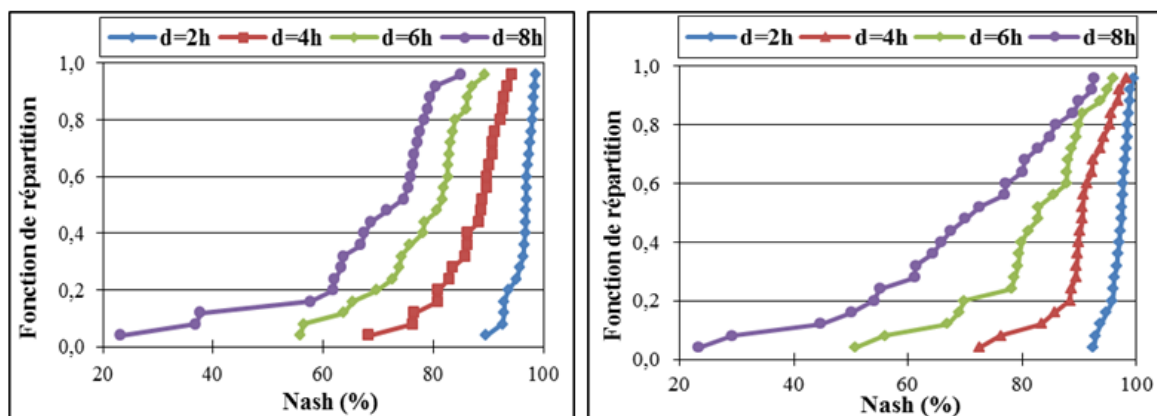


Fig. 2. Fonction de répartition du coefficient de Nash sans (à gauche) et avec (à droite) considération des débits des affluents sur le tronçon Ghardimaou – Jendouba

Le coefficient de Nash varie entre 23% et 98% pour la prévision des crues sans considération des débits des affluents entre 23% et 99.6% en considérant ces derniers. On conclut de ces graphes, que le coefficient de Nash est proportionnel au délai de prévision. Les valeurs les plus fortes sont trouvées par la prévision de 2 heures et en tenant compte des débits des affluents.

La fonction de répartition de l'erreur relative de pointe (ERP) est donnée par les figures ci-après :

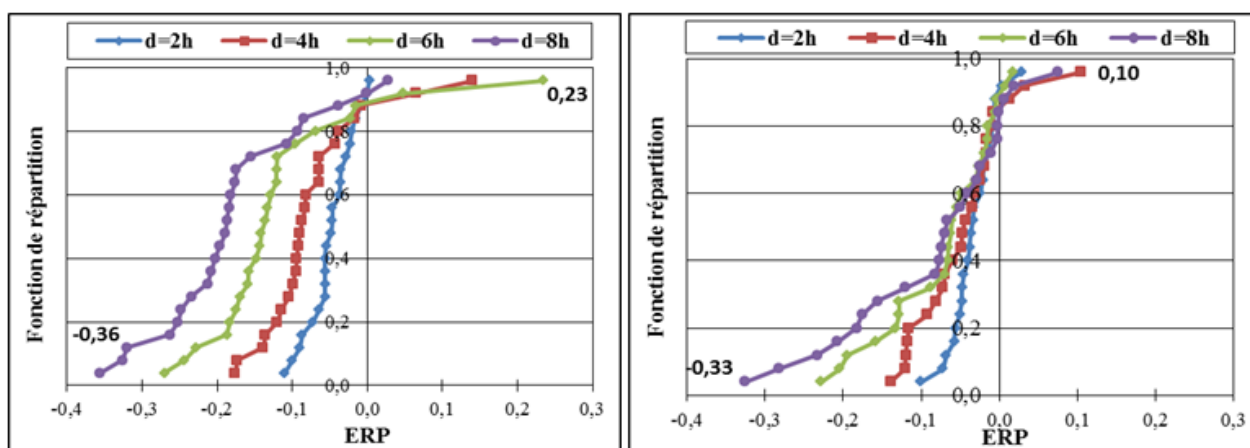


Fig. 3. Fonction de répartition de l'erreur relative de pointe sans (à gauche) et avec (à droite) considération des débits des affluents sur le tronçon Ghardimaou - Jendouba

L'erreur relative de pointe varie de -36% à 23% pour la prévision des crues sans considération des affluents et de -33% à 10% en considérant ces derniers. Ces graphes montrent que pour un nombre important des crues, le modèle de Muskingum sous-estime la pointe de la crue. Pour le même signe, la variation de l'erreur relative de la pointe 'ERP' est proportionnelle au délai de prévision. Les valeurs d'ERP les plus faibles sont trouvées par la prévision de 2 heures et en considérant les débits des affluents.

Les valeurs de l'erreur du temps de pic sont variables pour les deux scénarios ; elles varient de 2 à 9 heures pour le 1^{er} scénario (sans affluents) et entre 1 et 8 heures pour le 2^{ème} scénario.

3.2 TRONÇON JENDOUBA – BOU SALEM

Nous analysons sur ce tronçon les résultats de prévision des débits de Bou Salem à partir des débits de Jendouba avec le modèle de Muskingum.

Les figures suivantes présentent la fonction de répartition du coefficient de Nash pour tous les délais:

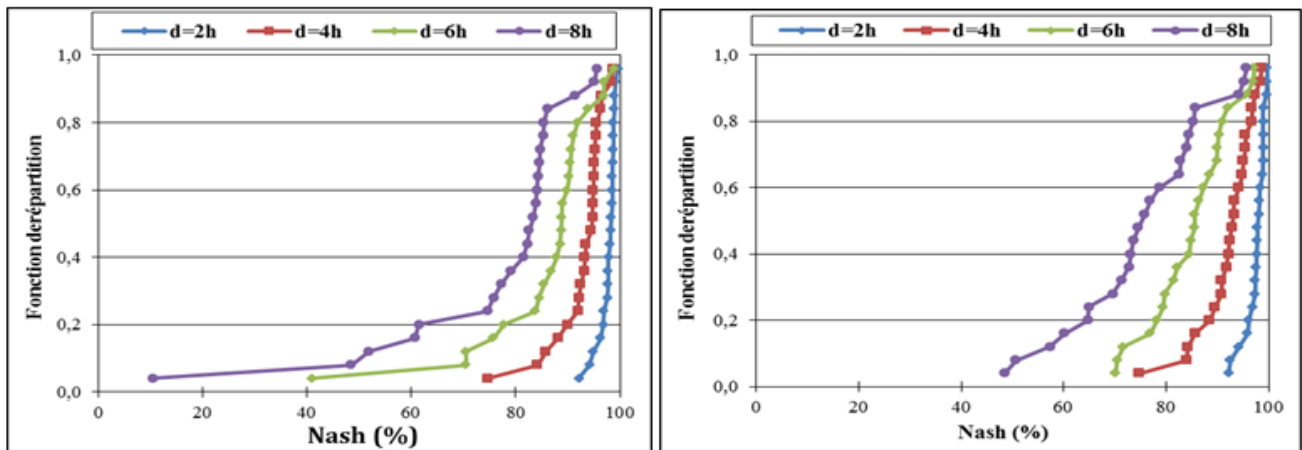


Fig. 4. Fonction de répartition de l'erreur relative de pointe sans (à gauche) et avec (à droite) considération des débits des affluents sur le tronçon Jendouba – Bou Salem

Le coefficient de Nash varie proportionnellement au délai de prévision ; il est plus faible pour le délai de 8 heures pour les deux scénarios. Les valeurs du coefficient de Nash sont plus importantes pour le 2^{ème} scénario : elle est de 11% à 99% pour le 1^{er} scénario et de 48% à 99.6% pour le 2^{ème} scénario. On conclut de ces graphes, que le modèle de Muskingum répond à l'objectif attendu.

La fonction de répartition de l'erreur relative de pointe (ERP) est donnée par les figures ci-après :

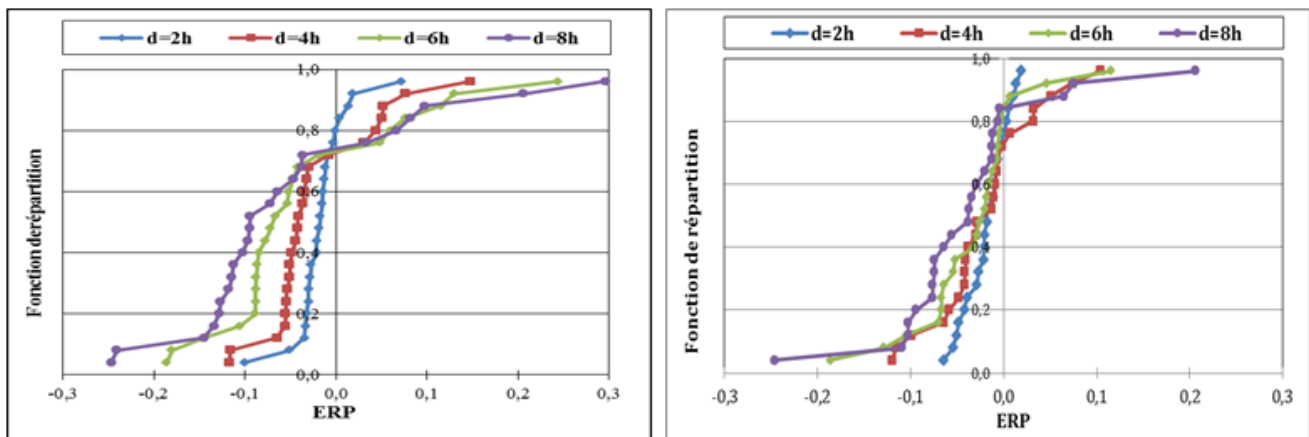


Fig. 5. Fonction de répartition de l'erreur relative de pointe sans (à gauche) et avec (à droite) considération des débits des affluents sur le tronçon Jendouba – Bou Salem

De même que le coefficient de Nash, l'erreur relative de pointe (ERP) varie proportionnellement avec le délai de prévision. Elle est plus importante pour le 2^{ème} scénario (en considérant les débits) : elle est de -25% à 30%. Les valeurs les plus faibles sont données par la prévision des débits au délai de 2 heures. Le modèle de Muskingum sous-estime les pointes des crues.

Les valeurs de l'erreur du temps de pic sont très variables pour les deux scénarios ; mais en général les valeurs les plus faibles sont données pour le délai de prévision de 2 heures.

Pour mettre en évidence l'impact de considération des débits des affluents, on compare les moyennes et les écarts type des coefficients de Nash (table 1) et l'erreur relative de pointe (table 2) sur les deux tronçons et pour tous les délais.

Les graphiques dressés des critères d'évaluation ainsi que les tableaux de comparaison permettent d'établir les conclusions suivantes :

- Les trois critères varient proportionnellement aux délais de prévision,
- Concernant le coefficient de Nash, il est important pour les deux scénarios et pour tous les tronçons,

- En diminuant le délai de prévision, les résultats sont plus importants,
- La considération des débits des affluents améliore les résultats de prévision.

Table 1. Table 1. Comparaison des résultats avec le coefficient de Nash

	2 heures		4 heures		6 heures		8 heures	
	Moyenne (%)	Ecart type	Moyenne (%)	Ecart type	Moyenne (%)	Ecart type	Moyenne (%)	Ecart type
Ghardimaou-Jendouba								
Sans affluents	96	0,022	87	0,064	77	0,093	67	0,153
Avec affluents	97	0,019	90	0,060	81	0,116	69	0,190
Jendouba-Bou Salem								
Sans affluents	95	0,020	91	0,055	85	0,120	75	0,184
Avec affluents	98	0,017	93	0,052	85	0,077	76	0,128

Table 2. Table 2. Comparaison des résultats pour l'erreur relative de pointe

	2 heures		4 heures		6 heures		8 heures	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Ghardimaou-Jendouba								
Sans affluents	0,048	0,030	0,091	0,046	0,144	0,070	0,184	0,097
Avec affluents	0,035	0,025	0,058	0,043	0,074	0,068	0,093	0,094
Jendouba-Bou Salem								
Sans affluents	0,026	0,022	0,053	0,032	0,088	0,054	0,116	0,069
Avec affluents	0,026	0,020	0,049	0,035	0,063	0,058	0,087	0,073

On présente comme exemple de prévision de l'hydrogramme de Jendouba à partir de Ghardimaou de la crue de Novembre 2010 en considérant l'affluent de Rarai. Cette crue est classée le 14^{ème} selon le coefficient de Nash et 12^{ème} selon l'erreur relative de pointe.

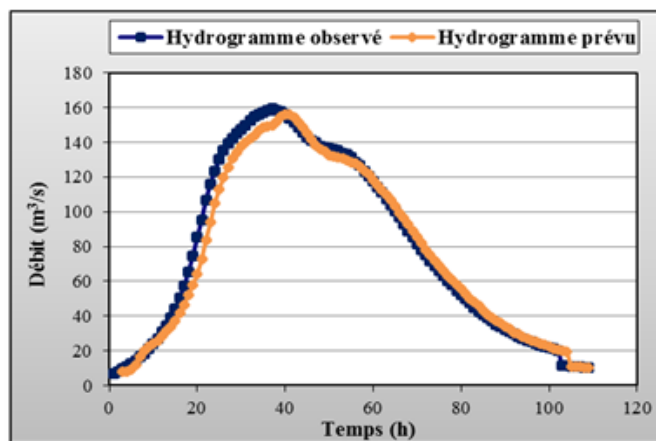


Fig. 6. Prévision des débits de Jendouba avec le modèle de Muskingum au délai 2 heures

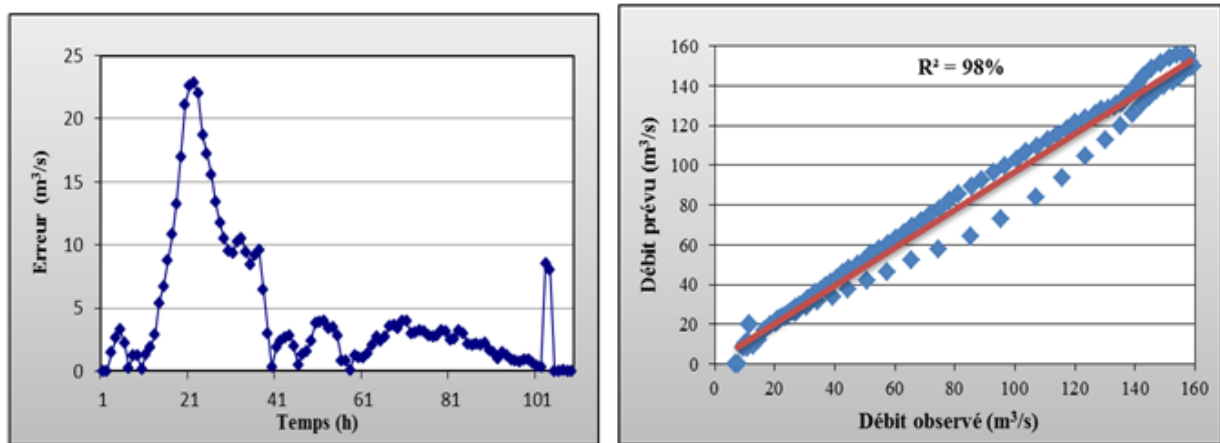


Fig. 7. L'erreur et la corrélation entre les débits observés et prévus de Jendouba avec le modèle de Muskingum au délai 2 heures

On note de ces graphes que le modèle de Muskingum a reproduit la forme de l'hydrogramme ; la phase de montée est sous-estimé. La forme et la valeur de pic sont reproduites avec une erreur de pointe de 2%. Le pic est arrivé en retard de phase de 3 heures. Les nuages des points sont proches de la 1^{ère} bissectrice avec des erreurs sur les débits variant entre 0 et 24 m³/s. Avec un coefficient de Nash de 98%, on conclut que le modèle de Muskingum a permis une prévision fiable de cette crue.

On présente aussi les résultats de prévision de l'hydrogramme de Bou Salem à partir de Jendouba de la crue de Janvier 2003 en considérant les affluents de Mellègue, Tessa et Bouheurtma. Cette crue est classée le 22^{ème} selon le coefficient de Nash et l'erreur relative de pointe.

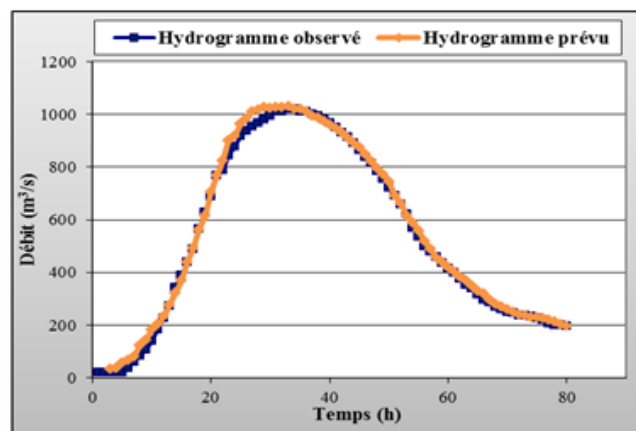


Fig. 8. Prédiction des débits de Bou Salem le modèle de Muskingum au délai 2 heures

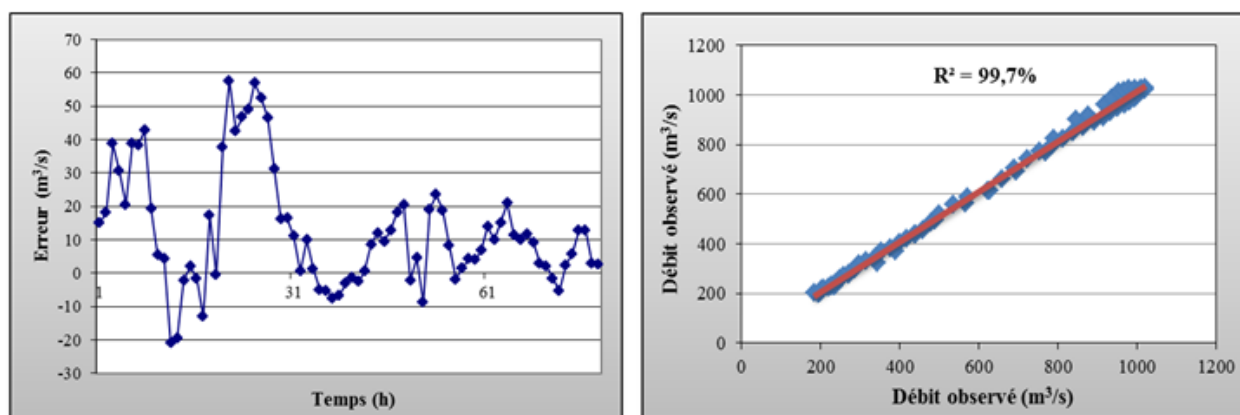


Fig. 9. L'erreur et la corrélation entre les débits observés et prévus de Bou Salem avec le modèle de Muskingum au délai 2 heures

Ces graphiques montrent que le modèle de Muskingum a reproduit la forme de l'hydrogramme et de pic. La valeur et le temps d'arrivée de pic sont aussi reproduits avec une erreur de pointe de 1%. Les nuages des points sont sur la bissectrice avec une corrélation de 99.7%. Les erreurs entre les débits observés et prévus sont faibles et varient entre -20 et 60 m³/s. Le modèle de Muskingum a donné une prévision fiable de cette crue.

4 CONCLUSION

L'objectif de cette étude consistait à prévoir les débits des stations principales d'oued Medjerda à l'amont du barrage Sidi Salem. L'étude est établie sur deux tronçons Ghardimaou-Jendouba et Jendouba-Bou Salem. Pour ce faire, nous avons utilisé le modèle de propagation des crues de Muskingum. 25 crues ont été prévues aux délais de calcul de 2 à 8 heures avec un pas de 2. Nous avons testé deux scénarios : à l'absence des affluents et en les considérant.

Les résultats étaient satisfaisants. En effet le modèle de Muskingum a reproduit la forme de l'hydrogramme, la forme et la valeur de pic. Les valeurs de l'erreur relative et de Nash étaient meilleures en considérant les débits des affluents.

Nous avons montré dans cette étude, qu'en plus de la reconstitution, le modèle de Muskingum donne des bons résultats.

En fin cette étude a montré que la prévision des crues avec le modèle de Muskingum était fiable. Des travaux futurs visent à tester la prévision des crues avec le modèle de Régression qui a donné des bons résultats dans la reconstitution des hydrogrammes dans la même zone de l'article.

REMERCIEMENTS

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail: Doctorante Olfa HAJJI et Professeur Hamadi HABAIEB.

REFERENCES

- [1] V. Estupina, *Vers une modélisation hydrologique adaptée à la prévision opérationnelle des crues éclair Application à de petits bassins versants du sud de la France*, Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique De Toulouse, 2004, p.11.
- [2] H. Habaieb, S. Abidi, T. Hermassi, "Essai de reconstitution et de prévision des crues aux stations principales de la Medjerda (Tunisie) ", *Communication orale au 5ème colloque international sur les ressources en eau et le développement durable (CIRED)*, Algérie, pp. 142-146, 2013.
- [3] S. Abidi, *Essai de reconstitution et de prévision des crues aux stations principales de la Medjerda à l'amont du barrage de Sidi Salem (Tronçon Ghardimaou – Jendouba – Bou Salem)*, Mastère de recherche, Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural de Medjez El Bab, 2011.
- [4] S. ABIDI, O. HAJJI, T. HEMASSI, H. HABAIEB, "Influence of considering tributaries to reconstruct flood hydrograph of an extreme event on the upstream portion of Medjerda River", *International Research Journal of Public and Environmental Health Vol 1(2)*, pp. 54-62, 2014.
- [5] G. T. McCarthy, "The unit hydrograph and flood routing", *U.S. Corps Eng., Providence, R.I.*, 1939.
- [6] J. A. Cunge, "On the subject of a flood propagation computation method (Muskingum Method)", *J. Hydraulic Res*, 1969.
- [7] H. Habaieb, *Comparaison Numérique des modèles de prévision des crues, application à des bassins versants Belge, Français et tunisien*, Thèse de Doctorat à l'INP de Toulouse – France, 1992.

Bénéfices non contraceptifs de la contraception orale

[Non contraceptive benefits of oral contraception]

H. Derdabi, Z. Benkeroum, J. Kouach, R.D. Moussaoui, and M. Dehayni

Service Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V, Rabat, Morocco

Copyright © 2015 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: Oral contraception is used by one hundred million women worldwide for contraceptive purposes. Side effects are widely publicized. However non-contraceptive benefits are unknown women and the medical profession and deserve to be explored.

A review of the literature allowed us to gather a majority of non-contraceptive benefits of oral contraception.

KEYWORDS: dysmenorrhea, endometriosis, ovarian cancer, endometrial cancer, cycling disorder.

RESUME: La contraception orale est utilisée par cent millions de femmes dans le monde dans un but contraceptif. Ses effets secondaires sont largement médiatisés. Cependant les bénéfices non contraceptifs sont mal connus des femmes et du corps médical et qui méritent d'être explorés.

Une revue de la littérature nous a permis de rassembler la majorité des bénéfices non contraceptifs de la contraception orale.

MOTS-CLES: dysménorrhée, endométriose, cancer de l'ovaire, cancer de l'endomètre, trouble du cycle.

1 INTRODUCTION

Les bénéfices des contraceptions orales(CO) ne sont pas suffisamment soulignés, plus de 80% des femmes ignorent les bénéfices pourtant nombreux et dignes d'intérêt pour le bien-être et la santé de la femme. Cette revue e la littérature résume les données actuelles de la littérature sur les bénéfices non contraceptifs des CO.

2 PRÉVENTION DES TROUBLES DU CYCLE

L'usage des CO permet une réduction du volume des règles de 40 à 50% en comparaison avec leur volume avant le début de la CO [1].

La douleur de la dysménorrhée provient de la libération de prostaglandines, qui entraîne une augmentation de l'activité myométriale. De nombreuses études ont documenté une diminution de cette libération de prostaglandines sous CO estroprogestative, permettant ainsi une diminution de la contractilité utérine et une diminution, voire une disparition (décrite chez jusqu'à 80 % des femmes ayant une dysménorrhée primaire) des douleurs [2]. Le bénéfice de la CO en matière de dysménorrhée est probant comme en témoigne une étude hollandaise qui montre qu'une adolescente sur trois prenant la CO le fait plus pour le bénéfice attendu sur la douleur que pour la contraception [3][4].

Jusqu'à 90 % des femmes en âge de procréer présentent à une période de leur vie, des syndromes prémenstruels. Plusieurs études ont ainsi montré une diminution significative sous ce type de contraception des symptômes prémenstruels [5]. Il faut signaler l'intérêt de la drospirénone associée à l'éthinylestradiol (Jasmine[®]) du fait de son action antiminéralocorticoïde. Plusieurs études récentes [6,7] rapportent une diminution significative, sous l'effet de ce traitement, des symptômes prémenstruels désagréables (pleurs, anxiété, sensation de gonflement, augmentation de l'appétit).[8]

3 HYPERANDROGÉNIE

L'EE contenu dans la CO combinée a plutôt une action bénéfique sur l'acné, d'une part, par une action directe sur les glandes sébacées et, d'autre part, par une action antiandrogène indirecte (par son effet antigonadotrope et par l'élévation de la SHBG qu'il induit), et par diminution de l'activité 5- α -réductase à long terme. La drospirénone a aussi un effet antiandrogène modéré. Ainsi, plusieurs études ont montré une efficacité des CO à la drospirénone sur l'acné, comme l'étude portant sur une CO contenant 2 mg de drospirénone et 30 μ g d'EE, randomisée contre placebo de Lucky et al., portant sur 524 femmes, qui retrouvaient une amélioration de l'acné évaluée à six mois [9].

4 RHUMATOLOGIE

Aucune étude n'a réellement montré que la pilule aide à protéger les femmes contre les fractures osseuses. Cependant, certaines données suggèrent un effet préventif contre l'ostéopénie postménopausique. Pour Kleerekoper [10], la densité osseuse après la ménopause est meilleure chez les femmes ayant pris la pilule. Dans cette étude, le risque d'avoir une densité osseuse faible était significativement réduit après une prise prolongée de pilule (RR = 0,35 [IC 95 % : 0,23–0,53]) et l'auteur estime qu'une prise tardive, jusqu'à la ménopause, maximalise les chances de succès sur l'os.

Chez la sportive en aménorrhée, par exemple, la pilule assure une bonne prévention du risque ostéoporotique[11]. L'action de la CO, en cas de polyarthrite rhumatoïde, est controversée. Si cette influence existe, elle concernerait davantage la symptomatologie que le risque de survenue de la polyarthrite rhumatoïde.

5 CANCERS

Les données récentes d'une étude de cohorte du Royal College of General Practitioner, portant sur l'observation de 23 000 femmes n'ayant jamais utilisé la CO et 23 000 femmes ayant déjà utilisé la CO combinée, a estimé que l'utilisation de CO entraînait une réduction absolue de risque de cancer (tous cancers confondus) de 45 pour 100 000 femmes-années, et une réduction relative de risque de 12 % [12].

5.1 CANCER DE L'OVAIRE

En 1992, une méta-analyse de Hankinson [13] sur 17 études cas-témoins et trois études de cohorte a confirmé l'effet protecteur de la contraception orale, corrélé à la durée de prise, avec un risque relatif de 0,64 par rapport aux non utilisatrices. Cet effet protecteur concerne également les patientes ayant une histoire familiale et celles porteuses des gènes de prédisposition BRCA 1 et BRCA 2. De plus, la protection persistait bien après l'arrêt de la pilule et 15 ans après celui-ci le risque de cancer de l'ovaire était moitié de celui concernant une population n'ayant pas utilisé la pilule. L'effet protecteur est similaire pour les contraceptions mini-dosées [14] et pour les différents types histologiques de cancer [15]. Cet effet protecteur serait lié au moindre remaniement de l'épithélium ovarien du fait de l'anovulation [16] ou bien aux effets hormonaux favorables.

5.2 CANCER DE L'ENDOMÈTRE

La réduction du risque est de 50 % dans une méta-analyse récente incluant dix études cas-témoins et une étude de cohorte [17]. Elle atteint 60 % pour Sherman et même 90 % pour Vessey [18,19]. Elle est corrélée à la durée d'utilisation. La protection est la même vis-à-vis de l'adénocarcinome, de l'adéno-acanthome et du cancer adénosquameux. Elle diminue après l'arrêt de la pilule mais persiste en partie pendant trois à dix ans, voire 20 ans, selon les études. On peut penser que le mécanisme d'action est l'atrophie et une réduction des divisions cellulaires au sein de l'épithélium.

5.3 CANCER COLORECTAL

En ce qui concerne la pilule, la plus grande étude cas-témoins [20] a observé que les utilisatrices réduisent leur risque de cancer colorectal à 60 % de celui des non utilisatrices. Une revue récente confirme la diminution de l'incidence du cancer colorectal avec un risque relatif de 0,84 en moyenne en fonction des études [21]. En 1998 une compilation de la littérature montre que seules cinq sur 11 études cas-témoins et trois sur quatre études de cohorte montrent une diminution du risque [22]. Le mécanisme de l'action préventive semble lié à l'impact des estrogènes sur la synthèse de l'excrétion de la bile et, plus particulièrement, à la diminution des acides biliaires au niveau du côlon. Les estrogènes diminuent par ailleurs la croissance des cellules néoplasiques coliques in vitro.

6 PATHOLOGIES GYNÉCOLOGIQUES NON NÉOPLASIQUES

6.1 KYSTES OVARIENS FONCTIONNELS

Les CO combinées, en inhibant la croissance folliculaire par leur effet antigonadotrope, offrent une protection contre les kystes fonctionnels, mais cette protection a été montrée uniquement pour les CO normodosées, avec une diminution de l'incidence d'environ 50 % [3].

6.2 FIBROMES

Chiaffarino [33] dans une étude cas-témoins montre une diminution de 7 % du risque de développer un fibrome (RR = 0,3 [IC 95 % : 0,2–0,6]), corrélée aussi à la durée de prise et s'estompant avec le temps. Quand il existe des fibromes, la pilule n'augmente pas significativement leur volume et peut s'avérer intéressante pour la prise en charge des ménorragies associées [8].

6.3 ENDOMÉTRIOSE

Les progestatifs contenus dans la CO combinée pourraient prévenir l'implantation et la croissance de cellules endométriales ayant reflué dans la cavité péritonéale en inhibant l'expression des métalloprotéases de la matrice extracellulaire. Les effets de la CO combinée sur la régulation de la croissance in vitro des cellules endométriales ont été récemment étudiés [23]. Les contraceptions estroprogestatives et progestatives seules sont efficaces dans le contrôle de la symptomatologie douloureuse chez environ trois quarts des femmes ayant une endométriose [25, 26]. En effet, Vercellini et al. [24] ont montré que chez des femmes présentant des dysménorrhées sous CO en discontinu après traitement chirurgical conservateur d'endométriose, une administration continue d'une CO contenant 20 µg d'EE et 150 µg de désogestrel pendant une durée de deux ans permettait de réduire les douleurs. Les contraceptifs estroprogestatifs sont considérés par le Royal College of Obstetricians and Gynecologists comme un traitement de choix et une alternative à un traitement chirurgical [25]. Cependant, la CO combinée ne peut être considérée que comme un traitement suspensif de l'endométriose.

6.4 PATHOLOGIE MAMMAIRE BÉNIGNE

La plupart des études sur le sujet suggèrent un effet protecteur de la CO combinée sur le risque de fibroadénome (FA) et de maladie fibrokystique, mais il s'agit essentiellement d'étude observationnelles [25].

6.5 INFECTIONS UTÉROANNEXIELLES

L'étude de référence est celle de Panser [27] qui montre que l'utilisation de pilule pendant 12 mois diminue le risque d'hospitalisation pour infection de 60 % quel que soit le dosage de la pilule. Les mécanismes invoqués de la possible protection sont la raréfaction et la diminution de la perméabilité de la glaire ainsi qu'une réduction du volume des règles et des contractions utérines.

7 CONCLUSION

Les risques de la contraception hormonale combinée dominés par le risque thromboembolique, sont largement médiatisés. Les bénéfices, en revanche, le sont moins. Ils sont pourtant nombreux et dignes d'intérêt pour la santé de la

femme. Ces bénéfices non contraceptifs mériteraient d'être mieux connus des femmes et du corps médical, ce qui pourrait avoir un effet bénéfique sur l'observance [3].

Cependant, si tous ces bénéfices vont aider au choix d'une contraception chez une patiente donnée, rappelons que les effets secondaires et les risques des contraceptifs hormonaux n'étant pas négligeables, leur indication principale reste évidemment la contraception. Si la contraception est utilisée avec comme objectif principal celui d'être contraceptive, il est tout à fait clair que la balance bénéfice/risque devient plus que favorable.

REFERENCES

- [1] Kadir R. Menorrhagia: treatment options. *Thrombosis Research* 2009; 123:21–9.
- [2] Lundstrom V, Green K. Endogenous levels of prostaglandin F2- alpha and its main metabolites in plasma and endometrium of normal and dysmenorrheic women. *Am J Obstet Gynecol* 1978 ; 130 : 640-6.
- [3] Bénéfices non contraceptifs des contraceptions hormonales. Christine Rousset-Jablonski, Anne Gompel. *Médecine de la Reproduction, Gynécologie Endocrinologie* 2009 ; 11 (5) : 357-66
- [4] van Hooff MH, Hirasig RA, Kaptein MB, Koppelaar C, Voorhorst FJ, Schoemaker J. The use of oral contraceptives by adolescents for contraception, menstrual cycle problems or acne. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1998 ; 77 : 898-904.
- [5] Parsey KS, Pong A. An open-label, multicenter study to evaluate Yasmin, a low-dose combination oral contraceptive containing drospirenone, a new progestogen. *Contraception* 2000 ; 61 : 105-11.
- [6] Boschitsch E. Women's well-being: the non-contraceptive benefits of Yasmin. *Gynaecology forum* 2002;7:23–6.
- [7] Parsey KS, Pong A. An open-label, multicenter study to evaluate Yasmin®, a low-dose combination oral contraceptive containing drospirenone, a new progestogen. *Contraception* 2000;61:105–11.
- [8] Bénéfices non contraceptifs de la contraception orale. Non contraceptive benefits of oral contraception. C. Quereux *, R. Gabriel. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité* 31 (2003) 1047–1051
- [9] Michaëlsson K, Baron JA, Farahmand BY, et al. Oral contraceptive use and risk of hip fracture : a case-control study. *Lancet* 1999;353:1481–4.
- [10] Kleerekoper M, Brienza RS, Schultz LR, et al., the Henry Ford Hospital Osteoporosis Cooperative Research Group. Oral contraceptive use may protect against low bone mass. *Arch Intern Med* 1991; 151:1971–6.
- [11] Quereux C, Gabriel R. Bénéfices non contraceptifs de la contraception orale. *Gynecol obstet fertil* 2003 ; 31 : 1047–51.
- [12] Hannaford PC, Selvaraj S, Elliott AM, Angus V, Iversen L, Lee AJ. Cancer risk among users of oral contraceptives: cohort data from the Royal College of General Practitioner's oral contraception study. *BMJ* 2007 ; 335 : 651.
- [13] Anderson FD, Hait H. A multicenter, randomized study of an extended cycle oral contraceptive. *Contraception* 2003 ; 68 :89-96.
- [14] Ness RB, Grisso JA, Klapper J, et al. Risk of ovarian cancer in relation to estrogen and progestin dose and use characteristics of oral contraceptives. SHARE Study Group. *Steroid hormones and reproductions. Am J Epidemiol* 2000 ; 152 : 233-41.
- [15] Tung KH, Goodman MT, Wu AH, et al. Reproductive factors and epithelial ovarian cancer risk by histologic type: a multi-ethnic case-control study. *Am J Epidemiol* 2003 ; 158 : 629-38.
- [16] Oral contraceptives, combined. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 1999 ; 72 : 49-338.
- [17] Schlesselman JJ. Risk of endometrial cancer in relation to use of combined oral contraceptives: a practitioner's guide to meta-analysis. *Hum Reprod* 1997;12:1851–63.
- [18] Vessey MP, Painter R. Endometrial and ovarian cancer and oral contraceptives findings in a large cohort study. *Br J Cancer* 1995;71:1340–2.
- [19] Sherman ME, Sturgeon S, Brinton LA, et al. Risk factors and hormone levels in patients with serous and endometrioid uterine carcinomas. *Mod Pathol* 1997;10:963–8.
- [20] Fernandez E, LaVecchia C, Balducci A, et al. Oral contraceptives and colorectal cancer risk: a meta-analysis. *Br J Cancer* 2001;84:722–7.
- [21] Barjot P. Les bénéfices non contraceptifs de la contraception orale : tumeurs bénignes et malignes. 3 mai 2002.
- [22] Graesslin O, Amour MC, Quereux C. : Contraception et os. XXIIe Journées aquitaines de perfectionnement en reproduction humaine, Bordeaux 3–4 mai 2002. À paraître dans : La lettre du gynécologue.
- [23] Non-contraceptive health benefits of combined oral contraception. *Hum Reprod Update* 2005 ; 11 : 513-25.
- [24] Meresman GF, Auge L, Baranao RI, Lombardi E, Tesone M, Sueldo C. Oral contraceptives suppress cell proliferation and enhance apoptosis of eutopic endometrial tissue from patients with endometriosis. *Fertil Steril* 2002 ; 77 : 1141-7.
- [25] Vercellini P, Fedele L, Pietropaolo G, Frontino G, Somigliana E, Crosignani PG. Progestogens for endometriosis: forward to the past. *Hum Reprod Update* 2003 ; 9 : 387-96.

- [26] Vercellini P, Frontino G, De Giorgi O, Pietropaolo G, Pasin R, Crosignani PG. Continuous use of an oral contraceptive for endometriosis-associated recurrent dysmenorrhea that does not respond to a cyclic pill regimen. *Fertil Ster* 2003 ; 80 : 560-3.
- [27] Kuohung W, Borgatta L, Stubblefield P. Low-dose oral contraceptives and bone mineral density: an evidence-based analysis. *Contraception* 2000 ; 61 : 77-82.

Prevention of the quality of cement from chemical and mineralogical parameters of the clinker

N. H. Mtarfi¹, Z. Rais¹, T. Saffaj², and K. M. Kada³

¹Laboratory of Engineering Materials, Modeling and Environment (LIMME),
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fes, Morocco

²City of Innovation and Technology Transfer, Fes, Morocco

³Quality Control Department, Cimenterie ASMENT TEMARA, Temara, Morocco

Copyright © 2015 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 quality of cement can be evaluated firstly, by measuring physicochemical parameters of the raw materials, and intermediate products (raw, flour, clinker), which is formed during the manufacturing process, and the cement as a final product. Secondly, by the measurement of physico-mechanical parameters: compressive strengths at early age and long-term, flexion.... etc..

To reduce the number of experiments, orient the use of clinker and predict the quality of cement, we used a mathematical model of multilinear regression to find a correlation between the chemical parameters of clinker and compressive strengths at 2, 7 and 28 days of portland cement without adding CPA.

The results of the statistical and experimental study are highly predictive and reliable.

KEYWORDS: Portland cement, multilinear regression, compressive strengths, clinker.

1 INTRODUCTION

The portland cement clinker is a hydraulic material obtained in the form of nodules after firing at 1450°C of a mixture of limestone clay and rich correction materials of aluminum oxide and iron oxide, followed by quenching up to a temperature equal to 100 ° C. It is composed mainly of four mineralogical phases namely : tricalcium silicate (C₃S) dicalcium silicate (C₂S) tricalcium aluminate (C₃A) and tetracalcium aluminoferrite (C₄AF). The abundance, size, reactivity and distribution of these phases are affected by complex interactions between cooking cooling regime and the nature of the raw material [1]. The nodules of clinker are ground with gypsum only which serves to control setting or with other additions, to obtain a fine powder called respectively portland cement without additions (CPA) or with additions (CPJ).

Cement plants in Morocco produce several types of cement such as: CPJ₃₅, CPJ₄₅, CPJ₅₅ and CPA which are differentiated particularly by the type, the percentage of addition, and their compressive strengths at 28 days which are respectively 35, 45 and 55 MPa, according to the standard Moroccan NM 10.1.005 [2]. Therefore, the quality of any type of cement strongly depends on the quality of the clinker. Several earlier work showed the existence of a relationship between the physico-mechanical composition of the cement, chemical and mineralogical composition of the clinker with the use of the univariate modeling [3-5]. These studies have been based on modeling the impact of each clinker factor separately on cement quality while setting the other factors but actually this is not the case, because for all clinker parameters vary simultaneously. The purpose of this is to predict the compressive strengths (RC) of 2, 7 and 28 days of portland cement CPA by determination a correlation between compressive strengths for different ages and mineralogical composition of the clinker, using a multivariate statistical model. In fact, this model has the advantage of putting in evidence the effect of all chemical and mineralogical parameters of the clinker.

The choice of cement CPA is based on the absence of additions in this type of cement in order to avoid interference between the different chemical compositions of cement components. To do this, we had developed 21 types of cement CPA with clinkers of different chemical compositions and with even gypsum. 17 samples were used for modeling and the remaining four samples were used to validate the statistical model applies. Physico-mechanical and chemical analyzes were performed for the thus manufactured cements. The experimental results of compressive strengths were modeled by the method of multiple linear regression.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

- The clinker is taken from the outlet of the cooler.
- The mixing water : Drinking water
- The Sand and the gypsum are supplied of cement industry "Asment Temara".

For each matter an average sample was prepared by the quartering method [6] and characterized by X-ray fluorescence Bruker type for determining the chemical composition. For all samples of clinker a chemical analysis of free lime CaO_f was affected in addition to the mineralogical composition C_3S , C_2S , C_3A and C_4AF . The thus produced cements were also characterized by X-ray fluorescence, physico-mechanical tests, refusal 80 microns and by mechanical resistances a 2, 7 and 28 days. All analyzes were performed according to the standard Moroccan NM.10.1.004 [7].

2.2 METHODS

2.2.1 PREPARATION OF CEMENT CPA

The portland cement without additions CPA are prepared from 97% clinker and 3% gypsum. Everything is grounded up to a fineness of $1 \pm 0.2 \mu\text{m}$ in a ball mill. The CPA is ready to physicochemical and mechanical tests according to standard NM 10.1.004.

2.2.2 PREPARATION OF MORTARS

The mortars were prepared with the crushed quartz sand of grain size 0 – 315 μm then the prepared mixed with cement and water in the weight ratios: 3: 1: 0.5 (1350 g of sand, 450 g of the binder and 225 mL of water to fill three specimens of rectangular 4 * 4 * 16 cm), according to the standard methods NM 10.1.004. These components are mechanically kneaded for 10 minutes and were set up by vibration in the test pieces. The latter, after 24 hours of storage at 100% humidity, they were unmolded and were placed in water at 20 °C in a humidity cabinet. They broke after aging of 2, 7 and 28 days, first by bending under constant moment, and the ends thus obtained were then subjected to a simple compression test.

2.2.3 MATHEMATICAL MODEL OF THE MULTILINEAR REGRESSION:

Multiple linear regression analysis is an extension of simple linear regression analysis, used to assess the association between two or more independent variables and a single continuous dependent variable. The multiple linear regression equation is as follows:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon_i \quad (1)$$

Where:

- y_i is the predicted or expected value of the dependent variable
- x_1 through x_p are p distinct independent or predictor variables
- β_0 is the value of y when all of the independent variables (x_1 through x_p) are equal to zero, and
- β_1 through β_p are the estimated regression coefficients. Each regression coefficient represents the change in y relative to a one unit change in the respective independent variable. In the multiple regression situation, β_1 , for example, is the change in y relative to a one unit change in x_1 , holding all other independent variables constant (i.e., when the remaining independent variables are held at the same value or are fixed). Again, statistical tests can be performed to assess whether each regression coefficient is significantly different from zero.

In our case: y_i is the compressive strength at 2, 7 and 28days x_{ij} is C_3S , C_2S , C_3A and C_4AF

The coefficient of determination R^2 was measured according to the following formula:

$$R^2 = \text{variability explained by the regression (SCE)} / \text{total variability (SCT)} = \text{SCE} / \text{SCT}$$

$$\text{SCE} = \sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad \text{SCE} = \sum_i (y_i - \bar{y})^2 \quad (2)$$

The coefficient of multiple determination measures the proportion of the variance of the dependent variable y explained by a set of k explanatory variables x , which was calculated according to the following equation [8]:

$$R_{\text{mult}}^2 = \sum_{j=1}^k a'_j r_{yx_j} \quad (3)$$

Where:

a'_j : regression coefficient centered-reduced of the j^{eme} predictor

r_{yx_j} : simple linear correlation coefficient between y and x_j

The results of R^2 and R_{mult}^2 were evaluated by Fisher's test [9] which consists to check:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{\frac{\text{SCE}_1}{\text{DDL}_1}}{\frac{\text{SCE}_2}{\text{DDL}_2}} \sim F(\text{DDL}_1, \text{DDL}_2) \quad (4)$$

With DDL_1 et DDL_2 : degrees of freedoms

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 CHARACTERIZATION OF MATERIALS

The mineralogical and chemical composition of samples of the clinker and the gypsum are presented in tables 1 and 2. Table 3 shows the chemical composition of cement CPA developed and table 4 describes the results of cements compressive strengths at different ages.

Table 1. Mineralogical composition of clinker (%)

clinker	MgO	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaO _i
1	1,75	56,85	18,18	8,67	8,48	1,62
2	2,60	57,33	17,01	7,19	10,85	0,67
3	2,24	53,52	19,43	7,21	10,58	2,18
4	1,98	55,00	18,31	7,27	10,28	2,41
5	1,46	50,42	23,40	8,33	10,67	1,06
6	2,66	62,01	10,07	7,15	9,25	2,10
7	1,50	65,02	9,18	3,64	15,34	0,82
8	2,75	58,22	16,88	7,29	10,29	0,71
9	1,07	54,14	19,76	8,99	9,95	1,28
10	1,07	55,73	16,92	9,23	10,29	0,88
11	7,47	57,35	14,38	3,62	12,17	0,51
12	2,73	60,44	11,02	11,12	9,07	0,60
13	7,28	55,33	15,05	3,99	11,99	0,65
14	3,86	57,35	15,64	5,74	9,65	0,96
15	1,55	48,40	23,95	8,35	10,19	2,07
16	2,58	63,46	8,20	7,51	9,37	2,32
17	1,37	57,62	15,10	9,44	9,86	0,88

Table 2. Chemical composition of gypsum (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	Gypsum Purity
1,95	0,29	0,30	34,82	40,36	0,73	0,07	0,02	0,02	0,00	0,177	86,77

Table 3. Chemical composition of CPA cement developed (%)

CPA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO	K ₂ O	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	CaO _i
1	20,89	5	2,7	64,22	2,77	1,7	0,81	0,36	0,07	0,23	0,067	1,62
2	20,2	4,84	3,76	63,38	2,8	2,56	0,78	0,4	0,08	0,22	0,06	0,672
3	20,19	4,77	3,6	64,03	2,88	2,22	0,82	0,35	0,08	0,22	0,066	2,18
4	20,25	4,74	3,44	64,39	3,08	1,9	0,82	0,36	0,07	0,22	0,063	2,41
5	20,55	5,12	3,63	64,64	2,8	1,37	0,82	0,36	0,08	0,26	0,066	1,064
6	19,1	4,5	3,04	62,87	2,33	2,57	1,24	0,31	0,038	0,076	0,046	2,02
7	19,6	4,33	5,04	63,05	1,30	1,46	1,091	0,23	0,11	0,093	0,018	0,78
8	20,4	4,66	3,38	62,39	0,60	2,65	0,17	0,42	0,045	0,067	0,816	0,67
9	20,2	5,28	3,27	63,28	1,41	1,04	0,28	0,33	0,12	0,13	0,3	1,23
10	19,94	5,42	3,38	62,94	2,00	1,03	0,84	0,26	0,027	0,046	0,019	0,83
11	19,38	3,76	4	58,55	0,38	7,24	1,32	0,25	0,14	0,094	0,036	0,5
12	19,12	5,85	2,98	62,62	1,57	2,61	1,03	0,31	0,067	0,069	0,09	0,56
13	19,16	3,87	3,94	58,38	1,34	7,06	0,22	0,4	0,18	0,78	0,7	0,56
14	19,89	4	3,17	60,88	1,85	3,72	1,33	0,2	0,076	0,16	0,32	0,9
15	20,19	5,09	3,35	62,57	1,75	1,51	0,8	0,38	0,074	0,27	0,054	2,02
16	18,96	4,55	3,08	63,02	2,13	2,52	1,27	0,3	0,045	0,086	0,038	2,24
17	19,85	5,43	3,24	62,85	1,67	1,31	1,15	0,22	0,076	0,076	0,019	0,84

Table 4. Compressive strength of CPA cement developed at different ages

Time CPA	Compressive strength at different ages (days)		
	2	7	28
1	16,55	27,6	41,20
2	21,85	28,3	49,55
3	17,8	20,3	41,2
4	16,65	27,15	39,60
5	16,75	27,00	40,20
6	32,8	48,5	59,2
7	26,4	42	55,9
8	22,1	37,9	53,4
9	22,5	39,5	57,6
10	23,9	41,3	56,1
11	18,6	32,3	42,1
12	28,9	42,6	53,7
13	15,6	28,4	51,4
14	26,4	41,2	53,7
15	20,8	33,8	49,3
16	29,6	46,5	56,7
17	31,8	46,5	56,8

3.2 DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS

The technique of multiple linear regression of data from 17 clinkers and cements CPA corresponding (Table 1 and 4) was performed using the statistical software treatment "MINITAB 15." The development of this regression from the terms tested was made by the method of step-down (search meaningful terms after discarding those whose contribution to the model is not significant). The rejection threshold was set at 5% and the model was retained to a maximum coefficient of determination after validation of the Fisher test.

The results of this treatment showed that the mathematical models which validating a model corresponding to a correlation between compressive mineralogical parameters of the clinker are:

❖ 2 days :

$$Y_{2jrs} = 283,18 - 3,95MgO - 2,55C_3S - 3,2C_2S - 2,36C_3A - 2,81C_4AF - 4,20CaO_I \quad (5)$$

❖ 7 days :

$$Y_{7jrs} = 449,94 - 6,18 MgO - 4,08C_3S - 4,72C_2S - 4,22C_3A - 4,56C_4AF - 6,77CaO_I \quad (6)$$

❖ 28 days :

$$Y_{28jrs} = 369,46 - 4,95MgO - 3,19C_3S - 3,51C_2S - 3,4C_3A - 3,2C_4AF - 5,65CaO_I \quad (7)$$

As for all analyzes of linear model, before looking at the results, we must check that the validation of the model assumptions are satisfied. For this, we use statistical tests that are the subject of the next section.

3.3 ADJUSTMENT MODELS

One of the objectives of modeling is to predict the value of the compressive strength with knowledge the chemical and mineralogical composition of the clinker. But if the fit is bad, the good prediction model can't be expected.

Table 5. Parameters for validating mathematical models

Time Parameters	Mathematical model of the compressive strength at different ages (days)		
	2	7	28
R^2_{mult}	0,93	0,95	0,92
R^2	0,86	0,90	0,85
Standard error	2,6	3,4	3,4

From the results of table 5, we find that:

- The variability explained by the model of 2, 7 and 28 days is respectively 93%, 95% and 92%, showing that the quality of the fit and the variance of the compressive strength explained by the models are good.
- The variation of the predicted value relative to the measured value is the order of 2.6 for the model of 2 days and 3.4 for the model of 7 and 28 days.

3.4 SIGNIFICANCE TEST OF THE REGRESSION FROM THE FISHER TEST F:

Fisher test shows that, the connection between C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF , CaO_I , MgO and compressive strength is significant, by suggesting the following assumptions:

- Assumptions :

$$H_0: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = b_6 = 0$$

Y isn't dependent on variables X_i .

Where: b_i = coefficient of factor i which can be C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF , CaO_I or MgO .

$$H_1: \text{At least one coefficient is non-zero}$$

Y depends at least on one variable X_i

- Decision Rule:

At risk 5%, H_0 is rejected if: $F \geq F_{0,95,(6,10)}$

Where: $F_{0,95,(6,10)}$ is a fractile of the Fisher law at 10 and 6 degrees of freedom, determined from the following table of Fischer:

Table 6. Test Fischer's data

	<i>Degree of freedom</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>Mean squares</i>	<i>F</i>	<i>F*0.95,(6,10)</i>
Mathematical model of the compressive strength at 2 days					
Regression	6	434,475	72,412	10,280	3,22
Residues	10	70,440	7,044		
Total	16	504,915			
Mathematical model of the compressive strength at 7 days					
Regression	6	1024,321	170,720	14,864	3,22
Residues	10	114,854	11,485		
Total	16	1139,175			
Mathematical model of the compressive strength at 28 days					
Regression	6	650,29	108,382	9,433	3,22
Residues	10	114,90	11,490		
Total	16	765,19			

The playing of the results of the test Fischer's analysis unveiled that the observed F is greater than the $F_{0,95,(6,10)}$ for the three models (Table 6). So we reject the null hypothesis H_0 , what means that we accept the alternative hypothesis H_1 that at least one of the six variables of the clinker, helps to explain the compressive strength at 2, 7 and 28 days. This allowed us to conclude that there is a linear relationship between chemical parameters of the clinker and the compressive strength at different ages.

3.5 THE EFFECT TEST OF FACTORS:

For each parameter, Table 7 gives the observed statistic and the critical probability associated to hypothesis tests:

$$H_0 \{\text{parameter is null}\} \quad H_1 \{\text{parameter is non-null}\}$$

This test checks whether the effect of factors is significant or not by analyzing its critical probabilities.

Table 7. Testing the effect of clinker factors on compressive strength of the CPA cements

Settings clinker	Mathematical model of the compressive strength at different ages (days)					
	2		7		28	
	Coefficients	probability	Coefficients	probability	Coefficients	probability
Constant	283,182	$1,924 \cdot 10^{-05}$	449,945	$2,77 \cdot 10^{-06}$	369,465	$1,60 \cdot 10^{-05}$
MgO (X_1)	-3,948	0,0004	-6,179	$8,53 \cdot 10^{-05}$	-4,953	0,0005
C₃S (X_2)	-2,554	$3,17 \cdot 10^{-05}$	-4,076	$4,52 \cdot 10^{-06}$	-3,187	$3,86 \cdot 10^{-05}$
C₂S (X_3)	-3,197	$2,72 \cdot 10^{-05}$	-4,723	$7,66 \cdot 10^{-06}$	-3,509	$9,62 \cdot 10^{-05}$
C₃A (X_4)	-2,364	0,0218	-4,222	0,0035	-3,401	0,0121
C₄AF (X_5)	-2,810	0,0124	-4,556	0,0031	-3,205	0,0217
CaO_i (X_6)	-4,203	0,0135	-6,769	0,0036	-5,650	0,0104

The analysis of results of table 7 reveals that:

The hypothesis $H_0 = a_{CaO} = a_{MgO} = a_{C_3S} = a_{C_2S} = a_{C_3A} = a_{C_4AF} = 0$ is rejected. So the critical probability of all the factors is less than 0,05. This has shown that the six parameters forming the equations of 2, 7 and 28 days, were significantly non-null, what means that these variables provide a significant and sufficient amount of information to the three models (5, 6 and 7). As these six variables are linearly related to the compressive strength and therefore they will be optimized. The results obtained must be validated experimentally to justify the reliability of the model applied.

3.6 EXPERIMENTAL VALIDATION TEST OF THE THREE MATHEMATICAL MODELS

This test consists in measuring the deviation between the calculated value of the compression strength, from mathematical equations established and experimentally measured value. This gap must be less than or equal to the standard error calculated for each model.

Table 8. Validation of the mathematical model established for the compressive strength of CPA cement

	mathematical model established for the compressive strength of CPA cement (days)											
	2				7				28			
	Y _{2jrs} = 283,18– 3,95X ₁ -2,55X ₂ - 3,20X ₃ -2,36X ₄ -2,81X ₅ -4,20X ₆				Y _{7jrs} = 449,94–6,18X ₁ -4,08X ₂ - 4,72X ₃ -4,22X ₄ -4,56X ₅ -6,77X ₆				Y _{28jrs} = 369,46–4,95X ₁ -3,187X ₂ - 3,51X ₃ - 3,40X ₄ -3,20X ₅ -5,65X ₆			
CaO _i	1,01	0,67	0,84	1,96	1,01	0,67	0,84	1,96	1,01	0,67	0,84	1,96
MgO	1,54	1,28	1,34	1,37	1,54	1,28	1,34	1,37	1,54	1,28	1,34	1,37
C ₃ S	57,09	55,50	59,47	55,44	57,09	55,50	59,47	55,44	57,09	55,50	59,47	55,44
C ₂ S	16,76	19,17	14,59	17,32	16,76	19,17	14,59	17,32	16,76	19,17	14,59	17,3
C ₃ A	7,17	8,07	7,78	7,80	7,17	8,07	7,78	7,80	7,17	8,07	7,78	7,80
C ₄ AF	11,80	10,94	11,13	10,95	11,80	10,94	11,13	10,95	11,80	10,94	11,13	10,9
RC measured	25,2	24,9	27,2	23,8	37,4	35,9	38,9	36,0	52,0	51,7	53,0	49,8
RC calculated	23,34	22,44	26,15	21,89	37,73	36,86	41,15	37,65	53,17	52,68	55,22	52,5
deviation calculated e _c [*]	1,86	2,46	1,05	1,91	0,3	1,0	2,2	1,6	1,2	1,0	2,2	2,7
Error model e _m [*]	2,7				3,4				3,4			
Remarque	e _c < e _m											

* $e_c = |Y_{measured} - Y_{calculated}|$ from the mathematical model

* e_m : calculated by the software MINITAB 15

The results in table 8 show that the variability explained by the models 1, 2 and 3 is good, seen that the results of calculated deviations are always less than 2.7, 3.4 respectively for the models of 2, 7 and 28 days. So, the three models are experimentally reliable and predictive.

4 CONCLUSION

The mathematical models developed to prevent the compressive strength of CPA cement at 2, 7 and 28 days, have the following characteristics:

- The R^2_{mult} established models for different ages vary between 0.92 and 0.95 (nearly 1), indicating that the models are able to properly present data distribution.
- The critical probability of each factor of the mineralogical composition of the clinker (CaO_i, C₃A, C₃S, C₂S, C₄AF and MgO) is less than 0.05 that is to say that these factors have significant influences to a level risk of 5%.
- The explanatory variables provide a significant amount of information to all three models, according to the Fisher test
- The practical test model validation is positive.

In conclusion, the established models are statistically and experimentally validated and predictive, ie the compressive strength at different ages could be theoretically expected from the mineralogical and chemical composition of the clinker without resorting to experiments and whatever the chemical and mineralogical composition of clinker. This will allow the manufacturer of industrial cement to gain time for the quality prediction of cement as well as economic and environmental gain.

REFERENCES

- [1] S. Horkoss. Influence of the clinker SO_3 on the cement characteristics. *Cem. Concr Resear*, 41, 2011,
- [2] Moroccan Industrial Standards Service (SNIMA), hydraulic binders - test techniques, NM 10.1.005, *Standard Moroccan*, 120 p, 2008.
- [3] S. K. Høskuldsson, H. Justnes. Prediction of compressive strength up to 28 d from microstructure of Portland cement. *Cem. Concr Compos*, 30, 138–51, 2008.
- [4] S. K. Justnes, H. Viggh, E. Bremseth, S.K. Johansson, Examination of clinkers from four Scandinavian plants with respect to microstructure and cement properties. In: *Proceedings of the 22nd international conference on cement microscopy*, Montreal, p.p. 137–53, 2000.
- [5] D. Türkay, T. Serkan, Prediction of cement strength using soft computing techniques. *Cem Concr Res*, 34, 2083–2090, 2004.
- [6] AFNOR, sampling and cement sample, NF EN 196-7, 15p, 2008.
- [7] Moroccan Industrial Standards Service (SNIMA), Binders Hydraulic-Cement-Composition, specifications and conformity criteria REV, NM 10.1.004, 24p, 2003
- [8] P. Besse. *Practical statistical modeling*, Labo. Pub. Statistics and Probability, 2003.
- [9] G. Saporta. *Probability, data analysis and statistics*. 2nd edition, Editions Technip, 2006.

Passage aux normes IFRS au Maroc : fondements théoriques, intérêt et enjeux

[Transition to IFRS in Morocco: Theoretical Foundations, benefits and issues]

Karima Haoudi

Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales-Souissi,
Université Mohamed V de Rabat,
Rabat, Maroc

Copyright © 2015 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 transition to IFRS has been described as an accounting revolution due to the profound changes brought by the new concepts on which is based this referential. Therefore, the objective of harmonization is achieved through a gradual global spread of the application of this new accounting system. Moroccan firms are also affected by this change. Considering the small number of existing research, this article tries to analyze the adoption of such standards in the Moroccan context. To do so, the paper recalls the process of transition to IFRS in Morocco considers the benefits for Moroccan companies and finally highlights the issues related to such a project.

KEYWORDS: Accounting harmonization, conceptual framework, fair value, general code of accounting standards, Moroccan GAAP.

RESUME: Le passage aux normes IFRS a été qualifié d'une révolution comptable du fait des changements profonds qu'apportent les nouveaux concepts sur lesquels se base ce référentiel. L'objectif d'harmonisation se réalise à travers une diffusion mondiale progressive de l'application de ce nouveau système comptable. Les entreprises marocaines sont également concernées par ce changement. Face à la rareté des travaux de recherche existants, cet article s'essaie d'analyser l'adoption de telles normes dans le contexte marocain. Pour ce faire, le papier rappelle le processus du passage aux normes IFRS au Maroc, étudie l'intérêt pour les entreprises marocaines et enfin met en évidence les enjeux liés à un tel projet.

MOTS-CLEFS: Harmonisation comptable, cadre conceptuel, juste valeur, code général de la normalisation comptable, référentiel comptable marocain.

1 INTRODUCTION

La mondialisation croissante de l'économie et sa financiarisation justifie l'obligation de la comptabilité à s'adapter aux exigences et aux besoins de la gestion moderne des entreprises. Le décloisonnement des marchés ainsi que les ententes économiques, monétaires et sociales qui en découlent, se répercutent jusque sur le plan comptable. De surcroît, le système comptable constitue la base de toute la production de l'information économique dont disposent les agents économiques en vue de prendre les décisions d'investissement les plus rentables. Dans cette perspective, l'harmonisation des normes comptables a constitué une mission incontournable, notamment au sein de l'Union Européenne. Le but étant de fournir une information accessible, pertinente et reconnue par les utilisateurs.

Pour ne pas être en marge des évolutions internationales qui, aujourd'hui, sont irréversibles, les autorités marocaines ont été conscientes que le référentiel IFRS représente aujourd'hui le langage comptable international sur les marchés internationaux et en ont, ainsi, rendu l'usage obligatoire pour certaines entreprises.

Par ailleurs, l'adoption d'un tel référentiel dans le contexte marocain n'est pas sans apporter quelques difficultés eu égard aux divergences des principes fondamentaux sur lesquels se basent les deux systèmes comptables, local et international. En effet, la transition aux normes IFRS implique la remise en question d'approches comptables traditionnelles au profit de nouveaux concepts marquant une véritable révolution comptable.

Ainsi, un rappel permettant de définir ce nouveau système comptable international et mettre en lumière sa philosophie nous paraît judicieux pour expliquer sa grande diffusion au niveau mondial et l'intérêt de son adoption par les entreprises marocaines.

Aussi, l'analyse des principales différences entre le référentiel comptable marocain et celui international permet de conclure qu'à première vue, le référentiel comptable international réussit à réaliser une traduction réelle et fidèle de la situation économique de toute entreprise adoptive. Néanmoins, le passage aux normes IFRS par les entreprises marocaines représente des enjeux majeurs qu'il conviendrait de bien appréhender et intégrer dans ce processus de mise en place.

2 LA GLOBALISATION COMPTABLE AUX NORMES IFRS

Le processus du phénomène d'harmonisation comptable internationale a été initié originellement en Europe avant de toucher d'autres pays compte tenu de l'accroissement des échanges et du décloisonnement des marchés. L'harmonisation européenne par voie de directives a montré ses limites à cause des nombreuses options possibles que le traitement des comptes admet, mais également à cause de la lenteur de la procédure à travers la nécessité d'obtenir un fort consensus politique des Etats membres. C'est ainsi que l'Union Européenne (UE) décide de soutenir officiellement les travaux d'harmonisation internationale conduits par l'IASC (International Accounting Standards Council).

L'an 2000 a été marqué par la décision prise par l'Europe suite à la proposition faite par la Commission Européenne (CE) concernant l'adoption généralisée des normes IFRS par les sociétés cotées. La grande volonté de voir appliquer un système comptable unique au sein de la communauté européenne a encouragé cette dernière à soutenir cette proposition et à la confirmer à travers un règlement du Parlement et du Conseil (règlement CE n° 1606/2002) du 19 juillet 2002 dont l'objectif est l'adoption et l'application des normes et interprétations de l'IASB (International Accounting Standards Board) dans tous les pays membres de l'UE pour les exercices ouverts à partir du 1er janvier 2005.

Cette décision de l'UE a suscité l'intérêt de plusieurs pays dans le monde entier. L'abandon complet des normes nationales et le passage à ce nouveau système comptable pour certains, l'harmonisation progressive ou encore la convergence partielle aux normes internationales pour d'autres, sont autant d'indicateurs sur la pertinence de ce référentiel par rapport aux systèmes comptables locaux et même par rapport aux normes américaines, les US-GAAP¹. On estime qu'elles sont appliquées directement ou par rapprochement dans une centaine de pays à travers le monde. Les partisans de ce courant ne cessent de prôner l'impact positif que ces normes ont apporté à la qualité du contenu informationnel des chiffres comptables. En effet, pour l'Europe, l'imposition de normes uniformes à partir de 2005 constitue une véritable révolution du fait du changement fondamental du rôle assigné à la comptabilité, passant d'une vision juridique à une vision économique.

Incarnée par les normes IAS/IFRS, la comptabilité est devenue plus moderne. En effet, les normes financières internationales IAS/IFRS sont basées sur des fondements théoriques nouveaux et présentent certaines caractéristiques qui les différencient de toute autre norme.

2.1 DEFINITION ET PHILOSOPHIE DES NORMES IFRS

Les normes internationales d'information financière, plus connues au sein de la profession comptable et financière sous leur nom anglais de « International Financial Reporting Standards » ou IFRS. Il s'agit de normes comptables élaborées par le Bureau des standards comptables internationaux (International Accounting Standards Board ou IASB, en anglais) et visent principalement à garantir une meilleure transparence comptable à travers la production d'informations financières établies selon des normes harmonisées qui en facilitera la compréhension et surtout la comparaison à l'échelle internationale. Wilkinson exprima pour la première fois cette idée en 1965 sous le vocable « uniformité comptable » qui signifiait « l'établissement d'un seul état financier pour tous les investisseurs, de n'importe quelle nationalité » (Barbu, 2004).

¹ *Generally Accepted Accounting Principles (United States). En français, les Principes Comptables Généralement Admis aux États-Unis.*

Ces normes comportent un certain nombre de paragraphes composés de : Introduction, objectif de la norme, champ d'application, contenu, date et guide d'application et enfin les annexes pouvant contenir les opinions des membres de l'IASB.

Inspiré du modèle comptable anglo-saxon et plus particulièrement des US-GAAP, le référentiel IAS/IFRS est issu de l'observation des pratiques et donc distinct du modèle continental qui s'appuie sur des plans comptables édictés par les pouvoirs publics. Il s'agit d'approches radicalement différentes (Pierrot, 2006).

▪ Les investisseurs : destinataires privilégiés de l'information financière

Les investisseurs et les créanciers sont reconnus comme étant les premiers utilisateurs de l'information comptable. L'objectif des états financiers est la production d'information utile aux investisseurs pour leurs prises de décision et l'allocation de leurs ressources (Cormier et al., 2007). En effet, parmi les différents destinataires potentiels des informations financières, l'IASB a affiché explicitement un intérêt particulier envers les actionnaires et investisseurs externes. La mise en place d'un système comptable uniforme permettra à ces derniers une meilleure comparaison de la performance de différentes entreprises appartenant au même secteur d'activité.

▪ La prééminence de la réalité économique sur la forme juridique

Un principe fondamental sur lequel se base le nouveau corpus comptable stipule que la substance économique d'une transaction ou d'un élément du bilan devient le critère déterminant pour l'intégration dans les états financiers, mettant ainsi de côté sa forme juridique. Ainsi, toute ressource économique contrôlée par l'entreprise est à paraître dans le bilan de cette dernière même si elle n'en détient pas le titre de propriété. Ce principe concerne aussi bien les biens que les entités contrôlées de fait qui doivent faire objet d'une obligation de consolidation.

Ce passage de la comptabilité d'une approche juridique et historique à une approche économique, plus ancrée dans la réalité, constitue un autre argument fréquemment utilisé pour défendre la thèse de la plus grande pertinence des données comptables établies selon le référentiel IFRS (Disle et Noël, 2007).

▪ Coût historique et juste valeur

Le principe de « *fair value* » ou juste valeur constitue la pierre angulaire du référentiel international compte tenu de l'ampleur de l'impact de son utilisation sur l'évaluation des entreprises.

Avec l'introduction du nouveau système comptable, la juste valeur remplace le coût historique pareillement que la substance économique l'emporte sur la forme juridique.

La juste valeur est présentée comme un principe permettant aux représentations comptables d'être plus ancrées dans la réalité économique. Elle est définie par l'IASB comme « *le montant par lequel un actif peut être échangé ou un passif émis entre deux parties volontaires et bien informées dans le cadre d'une transaction à intérêts contradictoires et effectuée dans des conditions de concurrence normale* » (normes IAS 32).

Une meilleure appréhension du patrimoine de l'entreprise passe par l'intégration des biens à leurs justes valeurs, permettant ainsi un reflet fidèle de la réalité économique. L'application de la juste valeur reste cependant partielle et assez limitée et ne s'applique pas à tous les actifs et passifs de l'entreprise.

La juste valeur est souvent abusivement assimilée à une valeur de marché (Lenormand et al. 2012). En effet, l'existence de biens particuliers dont l'évaluation ne peut se faire sur un marché, appelle l'introduction de nouveaux outils permettant cette évaluation. On passe alors d'une approche objective fondée sur les prix de marché (mark-to-market), à une approche subjective fondée sur des valeurs modélisées (mark-to-model).

Ce principe de juste valeur a connu le plus de critiques quant à la pertinence de son application en remplaçant dans certains cas l'évaluation au coût historique. En effet, le choix donné aux dirigeants entre le traitement comptable reflétant le mieux la réalité économique offre des opportunités de manipulation de données comptables notamment lors du choix du modèle d'évaluation. De surcroît, le fait d'utiliser des modélisations conduit forcément à intégrer une marge de subjectivité et des biais inhérents aux modèles eux-mêmes d'où un manque de comparabilité et de transparence (Lenormand et al. 2012).

2.2 LA DIFFUSION MONDIALE DES IFRS

L'objectif derrière la création de l'IASB en 1973 était l'élaboration d'un référentiel comptable à même de réaliser la transparence et la comparabilité des entreprises de différentes nationalités. Les efforts menés par ce conseil en vue de promouvoir une large utilisation et application des normes IAS à l'échelle mondiale n'ont pas abouti au résultat espéré. En

effet, ce n'est qu'à partir de l'an 2001, année marquée par le remplacement de l'IASB par l'IASB, qu'un changement notable a eu lieu. Les normes IAS sont désormais nommées normes IFRS et ont été choisies pour devenir obligatoirement à partir de l'exercice ouvert 2005, les normes en vigueur dans tous les pays membres de l'Union Européenne.

L'objectif d'harmonisation ne peut se limiter au plan européen, l'évolution du cadre comptable doit prendre en compte les normes admises par l'ensemble de la communauté internationale (Elatife, 2012). Le Maroc comme les autres pays du monde doivent réfléchir quant à la pertinence de leurs référentiels comptables compte tenu de leur insertion dans l'économie mondiale. L'avènement des IFRS en tant que référentiel international admis par de grandes économies européennes a poussé les autres pays du monde à s'inscrire également dans ce processus d'harmonisation afin d'améliorer leur compétitivité.

Aujourd'hui, la donne a changé et l'on assiste à un changement fondamental dans la culture comptable de plusieurs pays. Presque toutes les sociétés cotées dans l'UE publient leurs comptes en utilisant les IFRS. En dehors de l'Union, un nombre croissant de pays en ont rendu l'usage obligatoire. D'autres ont totalement aligné leurs normes locales sur les IFRS ou s'apprêtent à le faire. D'autres encore, laissent le choix aux sociétés entre l'utilisation des normes nationales ou des IFRS (Véron, 2007).

Ainsi, aux Etats Unis, depuis novembre 2007, la SEC (Securities and Exchange Commission) permet aux émetteurs privés étrangers de présenter des états financiers préparés conformément aux IFRS publiées par l'IASB sans avoir à inclure un rapprochement des IFRS et des PCGR (Principes Comptables Généralement Reconnus) des États-Unis.

L'information financière au Canada a été marquée par une vague de changements importants depuis l'adoption des IFRS en tant que principes comptables généralement reconnus (PCGR) du Canada pour les entreprises ayant une obligation d'information du public et les entités commerciales du secteur public au plus tard en 2011.

Pratiquement tous les pays d'Amérique du Sud exigent ou autorisent les IFRS (ou sont en voie d'introduire ces exigences) pour établir les états financiers. L'Argentine a adopté les IFRS pour toutes les sociétés (sauf les banques et les sociétés d'assurance qui continuent de se conformer aux exigences locales) en 2012. Le Brésil a adopté les IFRS pour toutes les sociétés cotées et les banques en 2010. Le Chili a adopté les IFRS pour toutes les sociétés ouvertes en 2012. Les IFRS ont été adoptées au Mexique pour toutes les entités cotées, sauf les banques et les sociétés d'assurance qui appliquent les normes mexicaines d'information financière; d'ailleurs, un projet de convergence est en cours afin de supprimer toutes les divergences entre ce référentiel et les IFRS. Les IFRS sont déjà exigées dans plusieurs autres pays d'Amérique latine et des Caraïbes.

L'Accounting Standards Board of Japan (ASBJ) collabore avec l'IASB pour harmoniser les normes comptables visées par le protocole d'entente d'août 2007 appelé l'« Accord de Tokyo » conclu par les deux organismes. En juin 2011, l'IASB et l'ASBJ ont annoncé conjointement que les deux conseils avaient accompli de bons progrès sur le plan de la convergence et qu'ils s'entendaient pour continuer sur cette voie. De même, les Chinese Accounting Standards (CAS) tendent à se rapprocher des IFRS : chaque norme internationale, à de rares exceptions près, trouve son équivalent en CAS.

Le Capital Markets Board de la Turquie (CMB) a exigé aux sociétés turques cotées à appliquer les IFRS à compter au 1er Janvier 2005.

En Arabie Saoudite, l'application des normes internationales d'information financière est requise pour les banques et les sociétés d'assurance. Pour les autres entreprises, une pleine convergence avec les IFRS est actuellement (2013) à l'étude.

L'Argentine, le Mexique et la Russie verront l'utilisation obligatoire de ces normes pour tous les exercices commençant au ou après le 1er janvier 2012.

L'Inde, une autre puissance économique, envisage une convergence vers les IFRS dont la date n'a pas encore été déterminée, mais autorise pourtant les entreprises indiennes qui le désirent à suivre ces normes. En Indonésie, le processus de convergence est toujours en cours en essayant de minimiser au maximum le nombre de divergences entre l'Indonesian Financial Accounting Standards et les normes IFRS.

3 ADOPTION DES NORMES IFRS AU MAROC

3.1 CONTEXTE D'AVENEMENT DES NORMES IFRS AU MAROC

Ce nouveau référentiel, jadis européen et, maintenant, mondial, a introduit une véritable révolution culturelle en Europe et dans le monde en prônant des comptabilités plus réelles au lieu et place des comptabilités actuelles basées sur des informations plus juridiques et fiscales et le coût historique, ainsi a-t-il déclaré le grand expert-comptable Pierre Gatet lors

d'une conférence tenue à l'ISCAE², Casablanca en novembre 2007³. M. Gatet a déclaré que ce référentiel comptable constitue une opportunité d'optimisation des processus financiers, de la production des comptes au pilotage de la performance et à la communication financière externe et interne.

Conscient de la pertinence de ce langage comptable commun à produire une information financière à même de permettre une comparabilité des états financiers et de la performance des entreprises du monde entier, le Maroc, à l'instar des pays cités plus haut, choisit de s'inscrire dans ce processus d'harmonisation. En effet, plusieurs dispositions ont été prises en vue d'élargir le nombre de sociétés marocaines publiant leurs états financiers conformément aux normes internationales. A noter également que cet engouement pour les normes internationales résulte aussi des recommandations émises par la Banque Mondiale dans son rapport sur « le respect des normes et codes au Maroc » publié en 2002⁴. Les experts de la Banque Mondiale ont ainsi fait sortir les principales lacunes dont souffre le système comptable marocain en comparaison avec le référentiel comptable international. Dès lors, les autorités marocaines ont annoncé des mesures de réforme qui touchent à la fois, les normes comptables, les régulateurs comptables (le Conseil National de la Comptabilité, CNC) et les instances de contrôle du marché financier (le Conseil Déontologique des Valeurs Mobilières, CDVM).

▪ Sociétés marocaines cotées sur le marché européen et IFRS

Selon le règlement européen CE n° 1606/2002 du 19 juillet 2002, les entreprises cotées sur des places européennes devront, dès 2005, présenter obligatoirement leurs comptes consolidés suivant les normes IFRS. Cette obligation implique également que les filiales nationales ou étrangères de ces sociétés, qui entrent dans le périmètre de consolidation, adoptent les mêmes règles et principes de la société-mère. De ce fait, les entreprises marocaines cotées sur des places européennes ou les filiales marocaines de groupes européens intégrés dans un périmètre de consolidation devront nécessairement produire des états financiers selon les IFRS.

▪ Obligation de consolidation et IFRS

Le 26 mai 2005, lors de son Assemblée Plénière, le CNC, dans l'absence de législation nationale prescrivant des normes en matière de comptes consolidés, a émis un avis (l'Avis n°5) selon lequel les personnes soumises à l'obligation de présenter des comptes consolidés ou qui optent pour l'établissement de ces comptes doivent adopter soit les normes nationales telles que prescrites par la méthodologie adoptée par le CNC lors de sa 6ème Assemblée Plénière du 15 juillet 1999, soit les normes internationales qui s'entendent des IFRS et les interprétations s'y rapportant, telles que publiées par l'IASB et adoptées par l'Union Européenne. Il convient de souligner que le CNC s'est fortement inspiré, dans sa méthodologie, du Règlement européen CRC 99-02 publié le 29 avril 1999 relatif aux comptes consolidés des sociétés commerciales et entreprises publiques. La méthodologie adoptée par le CNC apparaît comme un référentiel de transition plus que des normes appelées à pérenniser puisque, certes, elle se base sur les méthodes et normes comptables applicables au Maroc mais réduit considérablement les divergences avec les IAS/IFRS liées aux traitements des comptes consolidés (Elatife, 2012).

De même, la circulaire du CDVM en date de Janvier 2012, modifiée le 08 avril et le 1^{er} Octobre 2013, stipule dans son article III.2.12 que les comptes consolidés doivent être présentés conformément :

- à la méthodologie relative aux comptes consolidés du CNC pour les sociétés autres que les établissements de crédit (avis n° 5) ou ;
- au modèle prévu par la circulaire du Gouverneur de Bank Al-Maghrib n°56/G/2007 relative aux conditions de tenue, par les établissements de crédit de leur comptabilité ou ;
- au référentiel de l'IASB (International Accounting Standards Board), qui comprend : les normes IFRS (International Financial Reporting Standards) et IAS (International Accounting Standards) ainsi que leurs annexes et guides d'application et les interprétations de l'IFRS Interpretations Committee, de l'IFRIC (International Financial Reporting Interpretation Committee) et du SIC (Standards Interpretation Committee).

² ISCAE pour Institut Supérieur de Commerce et d'Administration des Entreprises.

³ Ses principales déclarations ont été reprises par l'auteur Mohamed SOUAIDI dans son ouvrage intitulé « Comprendre et connaître la comptabilité des IFRS », 2011.

⁴ BANQUE MONDIALE (25 juillet 2002), « Royaume du Maroc : rapport sur le respect des normes et codes (RRNC) » ; En Anglais, Reports on Observance of Standards and Codes (ROSC), comptabilité et audit.

▪ Entreprise faisant appel public à l'épargne et IFRS

L'amendement du Dahir portant n°1-93-211 relatif à la Bourse des Valeurs a réservé l'accès au premier compartiment pour les sociétés ayant des filiales à celles établissant des comptes consolidés. Ledit amendement a prévu que les comptes soient consolidés selon la législation en vigueur ou à défaut, selon les normes internationales en vigueur. Cette exigence de consolidation a ensuite été élargie aux émetteurs d'obligation.

Ainsi, selon l'article 5 de la circulaire 06/05 « Obligation de consolidation », les émetteurs d'obligations ainsi que ceux dont les titres sont inscrits au premier compartiment de la Bourse des valeurs et qui contrôlent une ou plusieurs sociétés au sens de l'article 144 de la loi n° 17-95 relative aux sociétés anonymes, doivent établir et procéder à la publication des états de synthèse consolidés.

Ces états doivent être accompagnés du rapport ou attestation du ou des contrôleurs des comptes, selon le cas.

▪ Etablissements et Entreprises Publics et IFRS

Les établissements et entreprises publics ont également été concernés par l'introduction des normes comptables internationales au Maroc. En effet, la loi n°38-05 relative aux comptes consolidés des Etablissements et Entreprises Publics dispose, que les sociétés d'Etat, filiales publiques et entreprises concessionnaires, visées à l'article premier de la loi n° 69-00 relative au contrôle financier de l'Etat sur les entreprises publiques et autres organismes, possédant ou contrôlant des filiales et des participations au sens des articles 143 et 144 de la loi n°17-95 relative aux sociétés anonymes, doivent établir et présenter des comptes annuels consolidés selon la législation en vigueur ou à défaut, selon les normes internationales en vigueur.

3.2 INTERET DE L'ADOPTION DES NORMES IAS/IFRS AU MAROC

Face à une concurrence rude et des pratiques déloyales, l'État a en particulier la charge d'assister les entreprises dans leur quête des marchés étrangers. L'intervention porte sur plusieurs aspects dont le domaine des normes internationales, lesquelles deviennent progressivement la clé de voûte de tous les systèmes globalisés (télécommunications, normes comptables des grandes entreprises, processus de certification et de notification, etc.) et dans les organisations internationales qui régulent le processus de mondialisation (Dafir, 2013). Dans ce sens, le rôle fondamental joué par la comptabilité dans ce nouveau contexte explique la volonté grandissante des gouvernements à instaurer les règles d'un système comptable de haute qualité permettant de répondre au mieux aux exigences des investisseurs et bailleurs de fonds.

Au Maroc, la normalisation comptable a été initiée dès 1986 par le Ministère des Finances en collaboration avec les départements concernés et les organisations professionnelles intéressées et a été consolidée par la suite par les actions menées par le CNC au début des années 1990. L'analyse de cette réglementation comptable régie par le Code Générale de la Normalisation Comptable (CGNC)⁵ a permis de relever les différentes lacunes dont souffre ce référentiel national. En effet, le rapport de la Banque Mondiale de 2002 a attiré l'attention des autorités marocaines quant aux défaillances de la réglementation comptable en vigueur et à éveiller leur intérêt pour les normes comptables internationales.

Outre ces facteurs, l'intérêt pour l'adoption des normes IFRS au Maroc pourrait émaner d'un autre facteur moins contraignant. Les entreprises marocaines pourraient, en effet, appliquer le nouveau référentiel comptable international par simple effet de mimétisme. Dans ce cas, l'adoption des IAS/IFRS n'est pas perçue comme un levier de performance économique, mais plutôt comme un moyen d'asseoir la légitimité de l'entreprise (Barbu et Piot, 2012). Selon Meyer (1986), l'environnement instaure des procédures comptables que les firmes doivent utiliser pour asseoir leur légitimité.

▪ Une réponse au contexte international

Dans un contexte d'ouverture internationale marqué par le décloisonnement des marchés nationaux sur un marché devenu planétaire et la fluidité des mouvements financiers qui en découle, un référentiel comptable local ne peut plus répondre aux besoins de l'ensemble des partenaires (nationaux et étrangers), et le maintien de son adoption constitue de ce fait une entrave au développement des économies. Une économie ouverte sur l'international devra forcément parler le

⁵ LE CGNC est le 1^{er} plan comptable marocain élaboré par la commission de normalisation comptable qui a achevé ses travaux en Décembre 1986. La loi n°9/89 relative aux obligations comptables des commerçants ou loi comptable a rendu son application obligatoire pour l'ensemble des commerçants à partir du mois de Janvier 1994.

langage en vigueur au plan international. A cet effet, l'inscription au processus d'harmonisation du système comptable initié par l'IASC permet aux Etats d'intégrer la dimension internationale et les exigences des investisseurs étrangers et des marchés financiers en général.

Au Maroc, l'étude réalisée par Elatife en 2012 sur 43 entreprises marocaines avait pour objectif de répondre à la question suivante : quels sont les facteurs qui expliquent le choix d'adoption des normes internationales par les entreprises marocaines cotées ? Les réponses collectées ont permis de conclure que la taille de l'entreprise, la présence d'actionnaires institutionnels ainsi que l'appartenance à un secteur financier incitent davantage les sociétés marocaines à effectuer la transition aux standards comptables internationaux. Le choix de la transition aux normes IFRS est en relation directe avec la nature de l'entreprise et l'environnement dans lequel elle se développe et développe ses relations. Plus l'entreprise est grande ou appartient au secteur financier, plus elle a des partenaires étrangers et a tendance à placer ses fonds sur les marchés financiers internationaux. L'utilisation de normes comptables différentes d'un pays à un autre est coûteuse, inutile et potentiellement dangereuse, car elle multiplie les risques de fraudes (Véron, 2007). L'existence d'un référentiel de normes uniques facilite la lisibilité des comptes et par conséquent constitue un facteur de confiance supplémentaire pour l'investisseur et, ce faisant, permet de susciter l'investissement et favoriser le développement et la croissance des entreprises.

Ainsi, entreprises marocaines cotées ou non, elles peuvent être happées par ces normes à travers les exigences de leurs partenaires financiers privilégiés.

▪ Une réponse aux recommandations émises

Il s'agit principalement des recommandations ayant suivi l'analyse faite par les experts de la Banque Mondiale et qui ont fait l'objet d'un rapport intitulé « le respect des normes et codes au Maroc » et publié en 2002.

Le rapport fait état d'un référentiel comptable ne permettant pas de refléter d'une manière réelle la situation économique des entreprises. En effet, bien que largement inspiré de la quatrième directive européenne, le cadre marocain pour la préparation et la présentation des états financiers est fondamentalement différent du cadre approuvé par l'IASC en 1989⁶ et présente des lacunes ayant des implications significatives sur la transparence de l'information financière :

- La réglementation marocaine ne prévoit pas d'obligation de consolidation des comptes pour les entreprises commerciales ;
- La conséquence première de cette lacune est la fourniture d'états financiers des entreprises cotées ne répondants pas aux besoins des utilisateurs. Les investisseurs ne sont pas alors les destinataires privilégiés de ces états, et ce contrairement à l'objectif des normes IFRS ;
- Le droit comptable marocain est fortement inspiré de la doctrine continentale basée sur une approche juridique et historique et du fait, n'adhère pas au principe de prééminence de la substance économique sur la forme juridique ;
- Le droit comptable marocain consacre le principe de prudence. En effet, les normes comptables marocaines érigent le principe de prudence en haut de la pyramide des principes comptables, ce qui conduit en général à une sous-évaluation des actifs et à une surestimation des dettes (Asstour, 2009).

Face à ces insuffisances, l'autorité marocaine s'est engagée dans des mesures importantes visant l'amélioration et le renforcement du dispositif comptable. L'introduction de l'obligation de présenter des comptes consolidés, selon la législation en vigueur ou selon les normes comptables internationales IAS/IFRS, pour tous les établissements de crédit, entreprises d'assurances et sociétés faisant appel public à l'épargne, constitue une réponse directe aux recommandations émises afin de réaliser l'objectif de transparence et de répondre au mieux aux besoins informationnels des investisseurs.

▪ Un comportement isomorphique

Des études réalisées au niveau européen ont mis en avant l'existence d'autres facteurs pouvant être derrière l'adoption des normes internationales. Par manque d'études similaires dans le contexte marocain, nous ne pouvons extrapoler ces

⁶ Les normes IAS/IFRS et leurs interprétations s'inscrivent au sein d'un cadre préalable dénommé Cadre conceptuel (Frame work en anglais). Publié et approuvé initialement en juillet 1989 par l'IASC puis adopté en avril 2001 par l'IASB, le cadre conceptuel de l'IASB représente un ensemble de concepts qui sont la base de la préparation et de la présentation des états financiers.

résultats sur le choix d'adoption des normes IFRS par les entreprises marocaines. Néanmoins, nous pouvons poser des hypothèses sur la conformité de ces résultats par rapport au cas marocain.

Selon DiMaggio et Powell (1983), l'isomorphisme est un processus de contrainte qui force une unité appartenant à une population à ressembler aux autres unités qui sont confrontées aux mêmes conditions environnementales. Ils identifient trois mécanismes porteurs de changement institutionnel : l'isomorphisme coercitif, l'isomorphisme normatif et l'isomorphisme mimétique.

- L'isomorphisme prend une forme coercitive si les influences proviennent de l'État et des bourses de valeurs. Il est défini comme le résultat de pressions formelles et informelles. Ces pressions sont réalisées par la force, la persuasion ou par invitation de joindre le champ organisationnel ;
- L'isomorphisme prend une forme normative si le processus est influencé par les associations, le monde académique, les organismes de crédit et les auditeurs. Il s'agit de l'ensemble des efforts collectifs des membres d'une profession pour définir leurs conditions et méthodes de travail, et établir une base légitime à leurs activités, leur garantissant un degré d'autonomie suffisant ; et enfin
- L'isomorphisme prend une forme mimétique si d'autres entreprises du champ organisationnel influencent les entreprises analysées. Cette forme d'isomorphisme suppose l'imitation d'autres organisations considérées comme plus performantes. Démaria (2009) cite GOMEZ (1997) qui souligne que « *dans une situation d'incertitude, le choix rationnel de l'individu consiste non pas à décider selon des critères correspondant à son propre goût mais à découvrir comment les autres vont vraisemblablement décider* ».

L'étude de Barbu et Piot (2012) analysant les influences ressenties par les directeurs financiers des principales sociétés françaises cotées vis-à-vis de l'adoption de ces normes, a permis de relever que les 59 réponses exploitables obtenues confirment la prégnance du phénomène institutionnel dans l'adoption des normes IAS/IFRS en France. En s'appuyant sur la théorie néoinstitutionnelle qui met en évidence le niveau de légitimité de l'entreprise, l'analyse effectuée soulève notamment un isomorphisme coercitif marqué, souvent en coexistence avec un isomorphisme mimétique. Elle montre, en outre, que l'adoption des IAS/IFRS ne s'accompagne pas d'attentes notables en termes de performance financière des entreprises, mais plutôt d'enjeux axés vers un renforcement de leur légitimité.

Les résultats empiriques issus de l'étude réalisée par Démaria (2008) visant à appréhender au mieux le processus de choix comptables des groupes français confirment également qu'afin de répondre au contexte environnemental et institutionnel, les organisations adoptent un comportement isomorphique pour légitimer leurs choix.

Au niveau du Maroc, nous pouvons avancer que l'obligation d'adopter les normes IFRS pour les entreprises cotées au marché européen proviendrait d'un isomorphisme coercitif. Ces dernières subissent des pressions formelles de l'Etat et des bourses de valeurs. Le choix entre les normes comptables locales et celles internationales laissé aux entreprises marocaines ayant l'obligation de présenter des comptes consolidés est touché par un isomorphisme normatif. En effet, les efforts fournis par le Maroc en ce sens comme cité plus haut, attestent d'une grande volonté à établir une base juste à l'ensemble des informations financières établies par les entreprises marocaines. Les autres sociétés marocaines qui ne rentrent pas dans ces deux précédentes catégories peuvent, en effet, suivre l'influence d'un isomorphisme mimétique du fait des relations qu'elles peuvent entretenir avec des partenaires étrangers et dont les pratiques sont jugées pertinentes et performantes.

4 NORMES IFRS VS REFERENTIEL COMPTABLE MAROCAIN : ANALYSE DES PRINCIPALES DIFFERENCES

La réglementation comptable marocaine, bien que largement inspirée des dispositions de la quatrième Directive européenne, s'éloigne du cadre approuvé par l'IASC en 1989.

Les premières études (par exemple, Price Waterhouse International, 1973, 1975, 1979) considèrent les différences comptables à l'échelle internationale comme étant le résultat de différentes options adoptées par différents pays pour traiter la même opération. Aussi, l'étude réalisée par Ding et al. (2001) permet d'affirmer que les normes IAS sont comme des normes de référence pour les pays émergents qui s'en inspirent largement en vue d'améliorer leur système comptable. Ainsi, les différences entre leur référentiel comptable national et celui international ne sont pas considérables.

4.1 LE CADRE CONCEPTUEL, UN CADRE DESTINE AUX INVESTISSEURS

Alors que l'IASB affiche clairement que l'élaboration des normes comptables internationales viennent pour répondre d'abord aux besoins informationnels des investisseurs, destinataires privilégiés de la comptabilité, le CGNC, dans ses dispositions ne fait pas cette distinction entre les utilisateurs des informations comptables.

4.2 PATRIMONIALITE VS PREEMINENCE DE LA REALITE ECONOMIQUE SUR LA FORME JURIDIQUE

Selon les normes IFRS : « un actif est une ressource économique actuelle sur laquelle l'entité a un droit ou un autre accès que d'autres n'ont pas » sachant que la ressource est « la capacité à générer des entrées de trésorerie ou à réduire des sorties de trésorerie »⁷. De cette définition, nous pouvons relever un principe fondamental sur lequel se basent les normes internationales : « Substance over form ». Ainsi, selon ces dernières, les traitements comptables doivent traduire le plus fidèlement possible les opérations en tirant toutes les conséquences des droits et obligations issus des contrats sans s'attacher sur la forme juridique.

Fondé sur une approche juridique et fiscale qui a l'avantage d'être simple (Véron, 2007), marqué par l'influence des juristes et par le souci d'une stricte traduction de la forme juridique des transactions, le CGNC demeure fortement attaché aux conditions contractuelles et aux mouvements de trésorerie, et partant, au principe de patrimonialité fondé sur une analyse juridique susceptible d'exprimer de la manière la plus complète et la plus fidèle la substance juridique d'une opération (Raybaud-Turrillo, 1995).

Dans ce sens, lors des dernières assises organisées en 2013 par le Conseil national des experts-comptables, le président du conseil, M. Mohamed Hdid, est revenu sur les difficultés et les lacunes du plan comptable marocain actuel et a déclaré que « le souci fiscal prime encore sur celui purement comptable chez les opérateurs. Les deux sont entremêlés actuellement dans la vie courante des entreprises, ce qui réduit leur efficacité économique ».

4.3 JUSTE VALEUR VS COUT HISTORIQUE

Le principe d'évaluation à la juste valeur présente une différence majeure avec son équivalent en normes marocaines, le coût historique. En effet, l'évaluation au coût historique consiste à enregistrer les éléments du bilan à leur coût d'entrée qui reste fixe. Le principe du coût historique veut que l'entreprise enregistre des montants correspondant à des valeurs d'acquisition, celles-ci devant être entendues, selon les cas, comme étant un prix d'achat, un coût de revient ou la valeur d'apport.

Cette façon d'évaluer les actifs à partir de leur coût historique relève du principe de prudence qui, par ailleurs, interdit de constater les accroissements éventuels de valeur de certains biens. Cet aspect de l'application du principe de prudence a pour conséquence une sous-évaluation de certains actifs. La valeur initiale, dite historique ou brute, perd plus ou moins rapidement sa signification économique à mesure que le temps passe. Chacun sait par exemple que la valeur d'un véhicule automobile s'écarte de son prix d'achat dès qu'il est acheté. Le problème de l'évaluation se pose donc en particulier à chaque fois que l'entreprise élabore son bilan.

4.4 PRIMAUTE DU BILAN SUR LE COMPTE DU RESULTAT

La comptabilité marocaine tenue d'après les dispositions du CGNC a pour objectif de rendre compte à l'administration fiscale, ce qui traduit l'importance accordée au compte du résultat avec un rattachement des charges aux produits. En effet, les informations enregistrées sont utilisées par la fiscalité comme la base de l'imposition des entreprises.

Tandis que les normes internationales accordent une importance particulière au bilan en fournissant des informations claires et détaillées sur la définition, la comptabilisation ainsi que l'évaluation des actifs et passifs. Les charges et produits ne résultant que des variations de ces actifs et passifs.

De surcroît, ces normes marquent une rupture avec un principe fondamental de la comptabilité marocaine, celui de l'intangibilité du bilan qui impose que le bilan d'ouverture doit correspondre au bilan de clôture de l'exercice précédent. Ainsi, selon les IFRS des changements peuvent affecter le bilan de clôture d'un exercice après sa publication. Dans ce cas, le bilan d'ouverture de l'exercice suivant sera produit en prenant en charge tous les changements effectués.

⁷ Lettre d'actualité comptable et financière du CDVM, Septembre 2010.

5 ENJEUX DE L'ADOPTION DES IFRS AU MAROC

La comparaison des principes fondamentaux sur lesquels se basent les deux référentiels, permet de conclure qu'à première vue, le référentiel comptable international réussit à réaliser l'objectif escompté du processus d'harmonisation initié par l'IASC, à travers une traduction réelle et fidèle de la situation économique de toute entreprise adoptive. Les normes comptables IFRS ont l'avantage de mettre en avant la situation économique des entreprises, alors que les normes locales ont une vision plus patrimoniale. Ainsi, l'adoption des normes IFRS améliorerait la présentation de l'information financière et réduirait les problèmes de son efficience.

Toutefois, l'adoption de telles normes, bien qu'elle parait bénéfique, elle est porteuse de nombreux enjeux de taille auxquels devraient face les entreprises marocaines. Ces dernières doivent être fortement sensibilisées et guidées pour ne pas être en marge des évolutions internationales qui, aujourd'hui, sont irréversibles.

5.1 DU COUT HISTORIQUE A L'EMERGENCE DE LA JUSTE VALEUR

Dans le référentiel international, la juste valeur s'est imposée comme modèle d'évaluation en comptabilité, et en constitue une véritable pierre angulaire. Ce concept n'est pas nouveau, son apparition date de 1953, lorsqu'il a été recommandé par l'Accounting Research Bulletin comme solution à la réévaluation des bilans. Dumontier et Raffournier (2005) précisent dans ce sens que « l'utilisation de la juste valeur en comptabilité n'a pas attendu l'application des normes internationales ».

Le concept de juste valeur est remis en cause et fait aujourd'hui l'objet d'un profond débat. Dans certains cas, l'absence de marchés dynamiques et efficients et la valorisation des actifs qui ne sont pas négociés sur des marchés efficients et dont l'estimation renvoie à des modèles internes, l'attitude conservatrice des managers et dirigeants et parfois le manque de neutralité favorisé par un recours souvent démesuré à la technique de lissage, mettent en échec une adoption du concept de la juste valeur là où les normes IFRS préconisent de le faire.

Il convient aussi de dire que les avantages de l'introduction d'un tel principe ne sont pas négligeables. Casta (2003) synthétisent les qualités attribuées à la juste valeur dans le sens où :

- Elle permet aux représentations comptables d'être plus ancrées dans la réalité économique ;
- En présentant des valorisations équivalentes pour un même instrument financier, quelle que soit sa date d'acquisition, la juste valeur enlèverait tout intérêt aux pratiques opportunistes de gestion du résultat (cherry picking) dues à une utilisation perverse du principe de réalisation;
- Elle permet d'obtenir une information comptable cohérente avec la gestion opérationnelle du risque, mais également une information neutre produite par rapport à l'entreprise, en raison de la référence à des données exogènes (les valeurs de marché ou, à défaut de marché actif, les valeurs de modèle reposant sur des paramètres externes) et facilement accessibles (valeurs de marché).

Ainsi, selon Achir et Chaban (2009), une normalisation par les principes met l'accent plus sur l'esprit de la norme que sur la lettre, et elle oblige le préparateur des états financiers ainsi que l'auditeur à analyser le problème comptable dans son contexte économique et juridique. L'enjeu serait de taille pour les entreprises qui doivent prendre le recul suffisant et s'assurer au terme d'une analyse approfondie de la substance de l'opération à comptabiliser que la méthode ou le traitement envisagé est cohérent avec les principes sous-jacents. Ces normes font ainsi appel à un niveau élevé de capacité d'analyse et d'interprétation.

5.2 COMPLEXITE DE L'APPLICATION DE CERTAINES NORMES

▪ L'approche par composants

L'IAS 16 relative au traitement des immobilisations corporelles stipule que lorsqu'une immobilisation corporelle est composée de parties ayant des durées d'utilité différentes, les différents composants de l'immobilisation doivent être inscrits séparément à l'actif. Ils seront ensuite amortis selon leur propre durée d'utilité. Cette approche n'est pas prévue au niveau du CGNC marocain, ce qui rend son application peu aisée dans le cadre de la transition aux normes internationales. Il s'agit de ventiler les immobilisations déjà inscrites en des parties selon les durées d'utilité de chaque composant.

▪ Les engagements de retraite

L'IAS 19 « Avantages du personnel » distingue deux types de régimes de retraite : les régimes à cotisations définies et les régimes à prestations définies.

En ce qui concerne les régimes à cotisations définies, aucun engagement n'existe, si ce n'est de verser aux adhérents le montant des cotisations encaissées au fil des ans, augmenté des produits des placements et diminué des frais de gestion.

Dans le cas des régimes à prestations définies, l'employeur s'engage à verser des prestations définies sous forme de pensions ou d'indemnités de départ à la retraite (indemnités de fin de carrière). Dans ce cas, régi par IAS 19, un engagement de retraite doit être calculé. La valeur actuarielle des prestations de retraite promises correspond à la valeur actuelle des prestations que le régime de retraite aura à verser aux employés, au titre des services déjà rendus.

La complexité des calculs actuariels à effectuer pour déterminer l'engagement de l'entreprise vis-à-vis du personnel rend cette norme difficile à être appréhendée et correctement appliquée par les entreprises marocaines.

▪ Instruments financiers : actifs, passifs et instruments de couverture

Selon l'IAS 32 « Instruments financiers: présentation », un instrument financier est tout contrat qui donne lieu à un actif financier d'une entité et à un passif financier ou à un instrument de capitaux propres d'une autre entité.

La norme IAS 39 relative à la comptabilisation et l'évaluation des instruments financiers a élargi le champ d'application du principe de juste valeur comme méthode d'évaluation aux instruments financiers alors que les normes marocaines en vigueur autorisent à retenir le coût historique, voire à ne pas les comptabiliser du tout, comme c'est le cas pour les produits dérivés.

L'IAS 39 s'est heurtée à l'hostilité de nombreuses banques européennes, pour diverses raisons. Il s'agissait d'une norme complexe, techniquement critiquable par certains aspects (Véron, 2007). L'application de l'IAS 39 entraînera une volatilité extrême du résultat et des capitaux propres.

5.3 LES IFRS : DES NORMES A PLUSIEURS OPTIONS

Pour les entreprises, la possibilité de choisir, en raison des différentes options des normes créées par l'IASC, est métaphoriquement considérée comme un vagabondage comptable (Barbu, 2004).

En effet, bien que l'IASB ait fourni des efforts en vue de trouver la comparabilité et réduire les options, l'application des normes internationales offre toujours aux préparateurs des comptes une possibilité de choix entre plusieurs options pour traiter la même opération, puisque dans certains cas l'IASB a jugé opportun de laisser une marge de manœuvre aux préparateurs des comptes.

Les options offertes sont de deux ordres :

- Soit, elles sont liées à la première application des normes, c'est-à-dire applicables une seule fois. Il s'agit d'un assouplissement prévu au niveau de la norme IFRS1 « Première adoption des normes IFRS », qui «s'applique lorsqu'une entité utilise pour la première fois les IFRS par une déclaration explicite et sans réserve de conformité aux IFRS »;
- Soit, elles peuvent appartenir à des normes « permanentes », dès lors le choix de méthode s'appliquera pour tous les exercices à venir.

Que l'on se situe sur une application ponctuelle ou une application récurrente, le choix d'options est somme toute capital pour l'entreprise et sa valorisation actuelle et future (Déméria, 2008).

L'adoption des normes internationales a pour objectif de permettre plus de transparence et un contenu informationnel plus important des informations financières. Néanmoins, la marge de manœuvre laissée aux préparateurs des comptes à travers le nombre d'alternatives comptables autorisées par ces normes constitue une source de divergence entre les états financiers des entreprises et par conséquent nuit à la comparabilité des comptes (ERNST & YOUNG, 2006b, p.16).

L'hétérogénéité des options retenues est un facteur limitant les bénéfices attendus du passage aux normes IAS/IFRS, que l'on peut avancer que les groupes ont la possibilité de présenter des comptes sur-mesure.

6 CONCLUSION : UN PROCESSUS PAS ENCORE INTEGRALEMENT MAITRISE

Bien qu'elles permettent aux entreprises adoptives de donner plus de visibilité aux marchés internationaux, le passage aux normes IFRS pour les entreprises marocaines constitue un vrai challenge.

En effet, le passage vers ces normes considéré comme véritable virage comptable, représente un chantier technique complexe qui mobilise des ressources considérables. Au-delà des changements et implications de nature comptable, le passage aux normes IFRS impose des moyens techniques, humains et financiers à mobiliser aussi bien au niveau de l'organe de normalisation (le normalisateur) qu'au niveau de l'entreprise elle-même (Derbel, 2010).

L'abandon de vieux principes et l'introduction d'un nouveau vocabulaire et de certaines nouvelles procédures est un enjeu majeur, surtout pour les entreprises structurellement plus petites ne disposant pas de la même surface financière ni des mêmes ressources internes comparativement avec les grandes entreprises cotées.

De surcroît, la complexité normative et technique des normes IAS/IFRS a mis en lumière les capacités cognitives limitées des praticiens qui ne sont pas en mesure d'appréhender l'intégralité du corpus de façon optimale et encore moins d'anticiper les effets du passage sur les états financiers.

Néanmoins, les études réalisées jusque-là permettent de confirmer que les entreprises marocaines sont favorables aux normes IFRS car ces normes s'inscrivent dans la suite logique de la mondialisation des marchés.

Cette modification de la conception et de la pratique comptable à travers l'adoption des normes IFRS par les entreprises marocaines, nous pousse forcément à s'interroger quant à la pertinence de cette harmonisation internationale à produire des informations financières d'une meilleure qualité comparativement aux normes locales marocaines. Les chercheurs marocains y verront de nouvelles voies de recherche.

REFERENCES

- [1] E. Barbu, "L'harmonisation comptable internationale : d'un vagabondage comptable à l'autre, " *Association Francophone de Comptabilité, Comptabilité - Contrôle – Audit*, Tome 10, p. 37-61, juin 2004.
- [2] F. Pierrot, "Les normes comptables internationales et le reporting de la performance, " *Comptabilité, contrôle, audit et institution(s), Tunisie*, mai 2006.
- [3] D. Cormier et al., "Le référentiel IFRS : nous dirigeons-nous vers une comptabilité au-delà du réel ?, " *Comptabilité – Contrôle – Audit / Numéro thématique*, p. 43-56, décembre 2007.
- [4] C. Disle et C. Noël, "LA RÉVOLUTION DES NORMES IFRS, Une convergence de la comptabilité vers la finance ?, *La Revue des Sciences de Gestion*, n°224-225, p. 17-27, 2007.
- [5] G. Lenormand et al., " LES IAS/IFRS, Bilan et perspective, " *Revue française de gestion*, n° 222, p. 55-66, 2012/3.
- [6] H. Elatife, "Passage aux normes comptables internationales IAS/IFRS : Essai d'observation et de compréhension des choix effectués par les sociétés cotées à la Bourse des Valeurs de Casablanca, " *Thèse de doctorat*, 2011-2012.
- [7] N. Véron, "Histoire et déboires possibles des normes comptables internationales, " *L'Économie politique*, n° 36, p. 92-112, 2007.
- [8] A. Dafir, "La diplomatie économique marocaine en Afrique subsaharienne : réalités et enjeux, " *Géoéconomie*, n° 4, p. 73-83, 2013.
- [9] E. Barbu et C. Piot, "L'adoption des IAS / IFRS par les groupes français cotés. Volonté ou contrainte ?, " *Revue Française de Gestion*, n°226, p. 53-74, 2012.
- [10] M. Asstour, "Le reporting du capital formation : Les normes comptables internationales, *Supplément à la Revue Comptable et Financière*, n° 3, 2009.
- [11] J. MEYER, "Social environments and organizational accounting, " *Accounting, organizations and society*, Volume 11, n°4/5, p.345-356, 1986.
- [12] S. Démaria, "Changement de normes : la stabilité des choix comptables, " 29^{ème} Congrès de l'AFC, 29 et 30 mai 2008, ESSEC Cergy Pontoise, 2008.
- [13] J. DiMaggio and W. Powell (1983), "The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields, " *American Sociological Review*, Volume 48, Issue 2, p.147-160, avril 1983.
- [14] S. Démaria, "Les choix d'options comptables lors de la première application des normes IAS/IFRS : Observation et compréhension des choix effectués par les groupes français », *Thèse de doctorat*, 2009.
- [15] P.Y. Gomez, "Economie des conventions et sciences de gestion, " *Encyclopédie de gestion*, p.1059-1072, 1997.
- [16] Ding et al., "Differences between domestic accounting standards and IAS: Measurement, determinants and implication, " *Journal of Accounting and Public Policy*, Volume 26, p. 1-38, 2007.

-
- [17] B. Raybaud-Turrillo, "Droit comptable et droit économique : une approche renouvelée de la patrimonialité, " *Association Francophone de Comptabilité, Comptabilité - Contrôle – Audit*, Tome 1, p. 25- 44, 1995.
- [18] P. Dumontier et B. Raffournier, "L'application des IFRS ou l'importance croissante de la juste valeur en comptabilité, " *Banque et marchés*, n°79, p.56-62, novembre-décembre 2005.
- [19] JF. Casta, "La comptabilité en « juste valeur » permet-elle une meilleure représentation de l'entreprise ?, " *Revue d'économie financière*, Juillet 2003.
- [20] Achir et Chaban, "Les IAS/IFRS sont-elles au service de la sphère réelle ? La juste valeur : enjeux informationnels et organisationnel ? , " *Colloque du Centre d'Etudes du Développement International et des Mouvements Economiques et Sociaux*, Octobre 2009.
- [21] F. Derbel, IFRS : comment réussir leur mise en œuvre en Tunisie, 2010. Article paru sur le site www.leaders.com, 28 mai 2010.

Data Mining in Healthcare for Heart Diseases

Umair Shafique, Fiaz Majeed, Haseeb Qaiser, and Irfan Ul Mustafa

Department of Information Technology,
University of Gujrat,
Gujrat, Pakistan

Copyright © 2015 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: Data Mining is the area of research which means digging of useful information or knowledge from previous data. There are different techniques used for the data mining. Data mining may be used in different fields including Healthcare. Heart or Cardiovascular diseases are the very hot issue in Healthcare industry globally. Many patients died due to insufficient amount of knowledge. As Healthcare industry produces a huge amount of data, we may use data mining to find hidden patterns and interesting knowledge that may help in effective and efficient decision making. Data mining in Healthcare is a crucial and complicated task that needs to be executed accurately. It attempts to solve real world health problems in diagnosis and treatment of diseases. This work is also an attempt to find out interesting patterns from data of heart patients. There are three algorithms used with two different scenarios. These implemented algorithms are Decision Tree, Neural Network and Naïve Bayes.

KEYWORDS: Heart Diseases, Decision Tree, Weka, Neural Network, Naïve Bayes.

1 INTRODUCTION

Data Mining or Knowledge Discovery in Databases (KDD) [1] is one of the most motivated areas of research which means finding of interesting patterns and meaningful information of data. Different Data Mining tools and techniques are used to predict behavior and trends in the data which allow the experts to make active and more accurate decision based on the knowledge. World Wide Data mining has successfully been used in different fields of life including marketing, banking, businesses etc; however it may also be used in the field of Healthcare.

Now a day's Heart or Cardiovascular diseases are the very hot issue in Healthcare industry globally. In April 2011, World Health Organization (WHO) published the latest data [2] According to that Coronary Heart Disease Deaths reached 15.36% of total deaths in Pakistan and according to World Health Organization by the year 2030 more than 23 million people will die annually from heart diseases [3].

Healthcare industry produces a huge amount of data about heart diseases but all is waste and nothing as it does not help in effective and efficient decision making. Doctor's as well health care expert has their own experience on the bases of which they predict about particular heart disease of the patient which may sometime leads to the false results. So there is need to apply data mining by using the patient's data and implemented and analyzing different data mining techniques to find hidden patterns that may support in many ways also each data mining technique have a different purpose depending on the need and use. Although Data mining in Healthcare is an important yet complicated task that needs to be executed accurately. It attempts to solve real world health problems in diagnosis and treatment of diseases.

There will be many advantages of the Data Mining in Healthcare e.g. it may provide benefits of grouping the patients having similar type of diseases or health issues so that they can be provided with effective treatments, check or provide availability of medical solution to the patients at lower cost, safe healthcare treatment, reducing the time for medical treatment, providing detection of causes of diseases and identification of medical treatment methods and efficient use of other resources etc. It also helps the Healthcare organizations and experts in making efficient healthcare policies.

In our study we will use online available dataset of heart patients with Weka data mining software. We implements three different algorithms named as Decision Tree, Neural Network and Naïve Bayes with and without attributes selection and check the performance of each.

2 OVERVIEW OF DATA MINING

Due to huge amount availability and the need to convert that data into useful knowledge Data mining techniques can be useful. In recent years, Data mining has found significance in almost every field including health care. The abundance of data and the need of powerful analysis tool for that data, described as “data rich but information poor” situation. Knowledge Flow Diagram is shown in Figure 1.

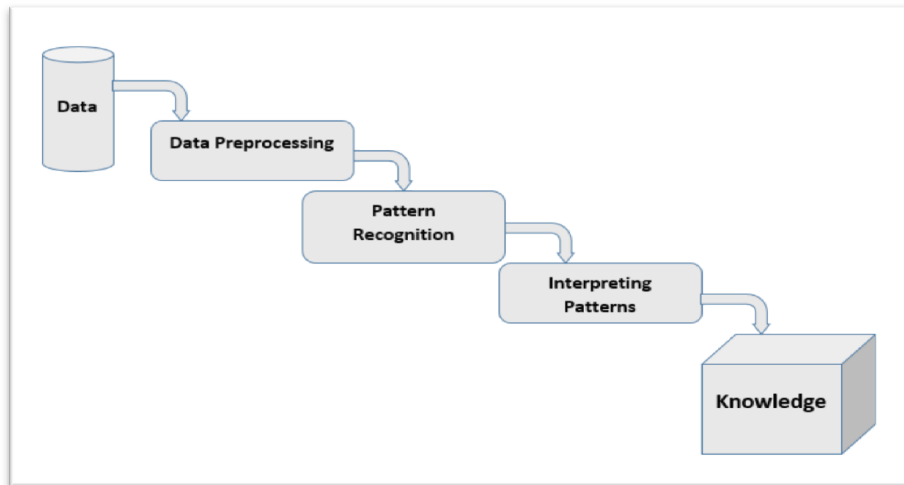


Fig. 1. Knowledge Flow Diagram

The large dataset become data tombs. Data mining has some other names such as knowledge mining from databases, pattern analysis, knowledge extraction, data dredging, and data archaeology. Mining process is more than the data analysis it includes classification, clustering, and association rule discovery etc.

3 DATA MINING APPLICATIONS IN HEALTH SECTOR

The health sector [4] without any argue has more need for data mining today and the applications of data mining are getting popularity in that field. There has been reported of successful data mining applications in health sector and has vast potential. For example data mining applications can evaluate the effectiveness of medical treatments by comparing and contrasting causes, symptoms and can also identify successful standardized treatments for specific diseases. These can also help in health care management by identify and track the states and risk to the patients of the diseases. Quality improvement at low cost in health sector is another important task [5]. The healthcare insurers use data mining to reduce the existence of medical insurance fraud and abuse. The diagnostic and laboratory procedures are costly and painful to patients that increases data mining popularity in the health sector in diagnosis and decision support.

There are some limitation of data mining in health care sector one of them is the integration and collection of data, raw data for data mining exist in different places and systems the solution for this is to collect all the data in a data warehouse. The next one is the quality of data, efficient results needs quality data to be input and missing, inconsistent, or non-standardized data which may be in different formats may cause lack of quality. The domain knowledge and the knowledge of data mining tools and techniques are also very important. Finally, healthcare organizations must make substantial investment on resources, time, effort, and money and mining team should work collaboratively. Data mining requires intensive planning and technological preparation.

4 OVERVIEW OF HEART DISEASES

Human’s life fully depends upon the efficient working heart without any break or pause. The term heart or cardio disease refers to such disease that related to the heart and its blood circulatory system. It is a general name for a wide variety of

diseases and disorders that affect the heart and sometimes the blood vessels as well. These are caused by disorder of heart and its pumping system. That may results illness, disability or may be death.

4.1 FACTORS LEADS TO HEART DISEASES AND TREATMENTS TO AVOID THEM

There are number of factors that increase the risk of heart disease. These factors lead to the heart problems and diseases. These factors are Family History, Hyper Tension, Blood Pressure, Cholesterol, Smoking or Tobacco, Poor or Unhealthy Diet, Physical Inactivity etc.

In early stages many Heart Diseases can be avoid by the patients by simply preventing or controlling, prevention measures include regular exercise, healthy and well balanced diet, avoid smoking, maintaining the normal healthy weight etc. Risk factors such as diabetes, cholesterol, hyper-tension etc can also be control or prevented through regular medicine care and by changing life style.

Critical type of heart disease such as heart attack, heart failure or stroke required hospitalization and the treatment for these diseases include supplement amount of oxygen that is deliver to the heart tissues. It also includes monitoring of vital signs and advance life support measures.

5 RELATED WORKS

A lot of work has been done related to heart diseases using data mining techniques. Some of them are given below.

In 2010, Enhanced Prediction of Heart Disease with Feature Subset Selection using Genetic Algorithm [6] was proposed. The Genetic Algorithm is an optimization techniques inspired by natural selection and natural genetics. A Heart disease system was developed to predict accurately the presence of heart disease with reduced number of attributes. In their proposed system they enhanced prediction of heart disease using feature based subset selection in which they used 6 attributes instead of 13 attributes that were originally used. There are three classifiers Decision tree, Classification with clustering and Naïve Bayes were used for diagnosis of patients with heart disease and the Weka data mining tool was used for experiments. These experiments show that the Decision tree has highest accuracy as well as construction time as compare to others Naïve Bayes and Classification via clustering.

In 2011, HDPS: Heart Disease Prediction System [7] is introduced in which only one data mining algorithm is used that is artificial neural network (ANN) that is used to classify the heart disease based on 13 different attributes. The data set is used in this system is taken from UCI machine learning repository having 303 instances.

In 2012, data mining neural network approach used for prediction about heart disease [8]. This shows about 100% accuracy. Multilayer Perceptron Neural Network (MLPNN) with Back propagation algorithm (BP) was used in the system and multilayer preceptron is one of the most important models in neural networks. It consists of different levels that are connected with each other by small circles called nodes. The back propagation algorithm is widely used algorithm that calculates the difference between actual and predicted values from output nodes to the previous layer of the nodes. WEKA data mining tool is used for the experiments and the data set for this contains 573 records which are divided into two parts training and testing. Total 15 attributes were used in this to increase the accuracy of the prediction.

In 2013, intelligent and effective heart disease prediction system was introduced using Weighted Associative Classifiers (WAC) [9], in WAC different weights are assigned to the attributes according to their capability about predicting. The system is implemented by using JAVA platform and benchmark data from online available UCI repository. The data set contain 303 records and 14 different attributes. The results of experiments show about 80% accuracy of WAC.

In 2013, different data mining approaches are used to predict heart diseases [10]. Different experiments were conducted using Weka tool. The results of these experiments were compared with each other using 10 cross validations with and without bagging. Bagging means Bootstrap aggregation which is used to increase the accuracy of the classification. Three techniques were used and compare in this research i.e. Naïve Bayes, J48 Decision Tree and Bagging. The data set was taken from Hungarian Institute of Cardiology, that have 76 raw attributes but only 11 attributes were selected for experiments. The experiments also shows that the bagging has the highest accuracy i.e. 85.03 % and J48 decision tree and naïve bayes have 84.35% and 82.31% accuracy respectively.

In March 2014, Frequent Feature Selection method was used for predicting about the heart diseases [11] fuzzy measure and the relevant nonlinear integral are use with this method to give good performance. The experiments were conducted using WEKA data mining tool, 8 attributes are used with 1000 records. Weights are assigned to the attributes to predict about heart attack. There are different stages of mining using feature subset selection method, first is Weighted Support in

which each record contain relative weight of all transaction and the second is MAXimal Frequent Itemset Algorithm (MAFIA) which combines old and new algorithmic ideas which mine the frequent item set and at the end significance weight age of each pattern is calculated.

6 MATERIALS AND METHODS

6.1 DATA SET FOR EXPERIMENTS

We took online available heart disease datasets from UCI (University of California, Irvine C.A) Machine Learning Repository [12]. These dataset have the same instance format and attributes. These datasets have 76 raw attributes including predicted attribute but only 14 of them are actually most important. Cleveland Clinic Foundation data set contain 303 patients record and Hungarian Institute of Cardiology data set contains 294 patient records. We integrate both of these datasets. So it means that there are total 597 instances in our dataset. The attributes of the dataset and their description is given in Table 1.

Table 1. Attributes and their Descriptions

Serial #	Attributes	Description	Values	Type
1	Age	Patient's age in years		Numeric
2	Sex	Sex of Patient	Male, Female	Nominal
3	ch_pain	chest pain	Value 1: typical angina Value 2: atypical angina Value 3: non-anginal pain Value 4: asymptomatic	Nominal
4	r_B_Pressure	resting blood pressure (in mm Hg on admission to the hospital)		Numeric
5	Chol	serum cholesterol in mg/dl		Numeric
6	f_B_sugar	fasting blood sugar > 120 mg/dl	1 = true 0 = false	Nominal
7	r_ECG_results	Resting electrocardiographic results	0: normal 1:having ST-T wave abnormality (T wave inversions and/or STelevation or depression of > 0.05 mV) 2: showing probable or definite left ventricularhypertrophyby Estes' criteria	Nominal
8	maxi_heart_rate	maximum heart rate achieved		Numeric
9	Exercise	exercise induced angina	1 : yes 0 : no	Nominal
10	Oldpeak	ST depression induced by exercise relative to rest		Numeric
11	Slope	the slope of the peak exercise ST segment	1: upsloping 2: flat 3: down sloping	Nominal
12	no_of_majorvessels	number of major vessels (0-3) colored by fluoroscopy		Numeric
13	Defectype	defect type	3 = normal 6 = fixed defect 7 = reversible defect	Nominal
14	Class	diagnosis of heart disease	no_heart_disease have_heart_disease	Nominal

6.2 FILLING THE MISSING VALUES

The dataset for our experiments had some missing records, those missing records were find and replaced with appropriate value using ReplaceMissingValues filter from Weka tool. This filter scans all the records and replaces the missing values by mean mode method.

6.3 ATTRIBUTE SELECTION DATA REDUCTION TECHNIQUE

Attribute selection or Feature selection is a data reduction technique that is applied to the dataset. This technique reduces the size of the dataset by removing the irrelevant or redundant attributes. Other than this attribute selection method has other benefits such as the reduce number of attributes helps to make patterns easier and understandable. The Selected Attributes in Weka using BestFirst search method is shown in Figure 1.

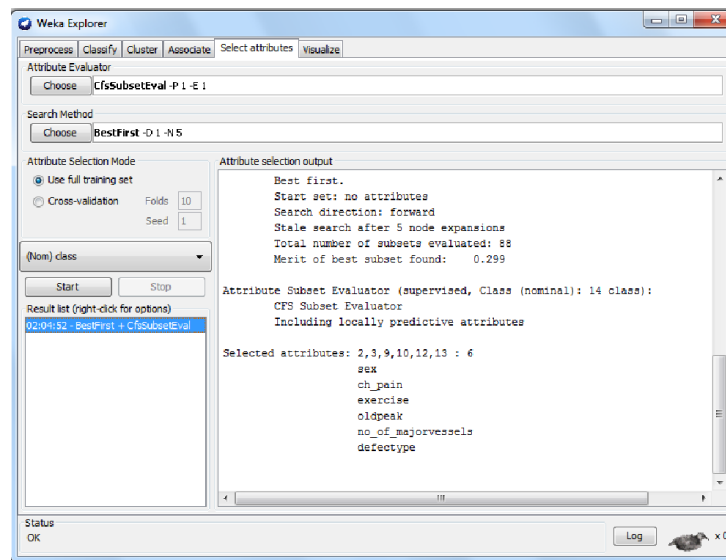


Fig. 2. Attribute Selection in Weka

For our experiments we will select CfsSubsetEval attribute filter. This filter evaluates the worth of subset of attributes in the given dataset by considering the individual predictive ability of each feature and with this filter we will use the Best First searching method. In this method, after each of the iteration the best of the original remaining attributes are added to the dataset. This method selects 7 attributes from the total of 14 attributes. These selected attributes are sex, ch_pain, exercise, oldpeak, no_of_majorvessels and defectype.

6.4 WEKA MACHINE LEARNING SOFTWARE

WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) developed at the University of Waikato, New Zealand which is a popular suite of machine learning software. Weka [13] is freely available software under the GNU General Public License that is written in java.

Weka workbench contains a collection of visualization tools and state of the art machine learning algorithms for data analysis and modeling. Different data mining tasks are supported by Weka these tasks are data preprocessing, clustering, classification, regression and visualization. Weka support data set in ARFF (Attribute-Relation File Format) format. ARFF file has two section first section contains Header information and second section contains Data information.

6.5 ALGORITHMS USED FOR EXPERIMENTS

6.5.1 DECISION TREE

Decision Tree is a flowchart like tree structure which contains leafs, nodes and branches [14]. Decision Tree has become popular in knowledge discovery because the construction of decision tree classifier does not require any domain knowledge. Successful decision tree model depends upon the data but in general it has good accuracy. The sample decision tree is shown in Figure 3.

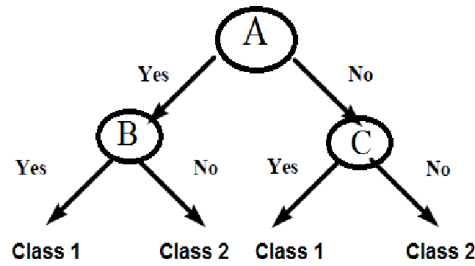


Fig. 3. Sample Decision Tree

J-48 is a type of decision tree algorithm that generate pruned and un-pruned decision tree for classification of data. The un-pruned trees are simply the larger in size where as pruning is a feature of J-48 decision tree that used to correctly classifying the subsets in the dataset. When a decision tree is built many branches shows anomalies in data due to outliers and tree pruning address this problem in data. This method removes the least reliable branches. It follows the facts in which each attribute of data can be used by splitting the data into subsets [15]. It uses the concept of information entropy. To make the decision the attribute with highest information gain is used and information gain is basically the difference in entropy. This algorithm can handle both continuous and continual attributes.

6.5.2 ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Artificial Neural Networks are the human neurons type network structure which consists of number of nodes that are connected through directional links where each node represents a processing unit and the links between them specify the casual relation between them. This classification technique is becoming powerful tool in data mining and may be used for different purposes in descriptive and predictive data mining. The sample artificial neural network is shown in Figure 4.

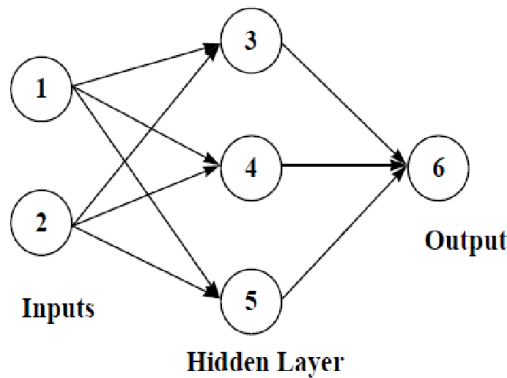


Fig. 4. Sample Artificial Neural Network

Many studies [16] shows that Artificial Neural Networks used in clinical decision making and helps the doctors to analyze and make sense if complex clinical data and medical applications. A Neural Network start with an input layer where each node is corresponds to a predictor variable [17]. The nodes of input layer are connected to the nodes of hidden layers and the nodes of hidden layer may be connects to each other or to an output layer. Multilayer Perceptron is a feed forward neural network with one input and output layer with several possible hidden layers that are totally interconnected.

6.5.3 BAYESIAN CLASSIFIERS

Bayesian classifiers are the classifiers that based on Bayes theorem [18]. They can predict about class probabilities such as which record is belong to a particular class and shows high speed and accuracy when applied to large databases.

Naïve Bayes algorithm is easy to construct and easy to interpret. It generally performs well as compare to other methods. Naïve Bayes classifier is based on conditional probability rule. It uses all the attributes in given dataset and analysis them individually.

7 EXPERIMENTAL SETUP

For our experiments we use Weka machine learning tool and we will select EXPLORER tab. Different experiments are conducted on full dataset. This dataset contains 597 unique attributes. We do experiments under two different scenarios, the first scenario is that in which all the attributes are used for experiments and the second scenario is that in which some most suitable attributes are selected using attribute selection method. The Visualization of the Dataset is shown in Figure 5.

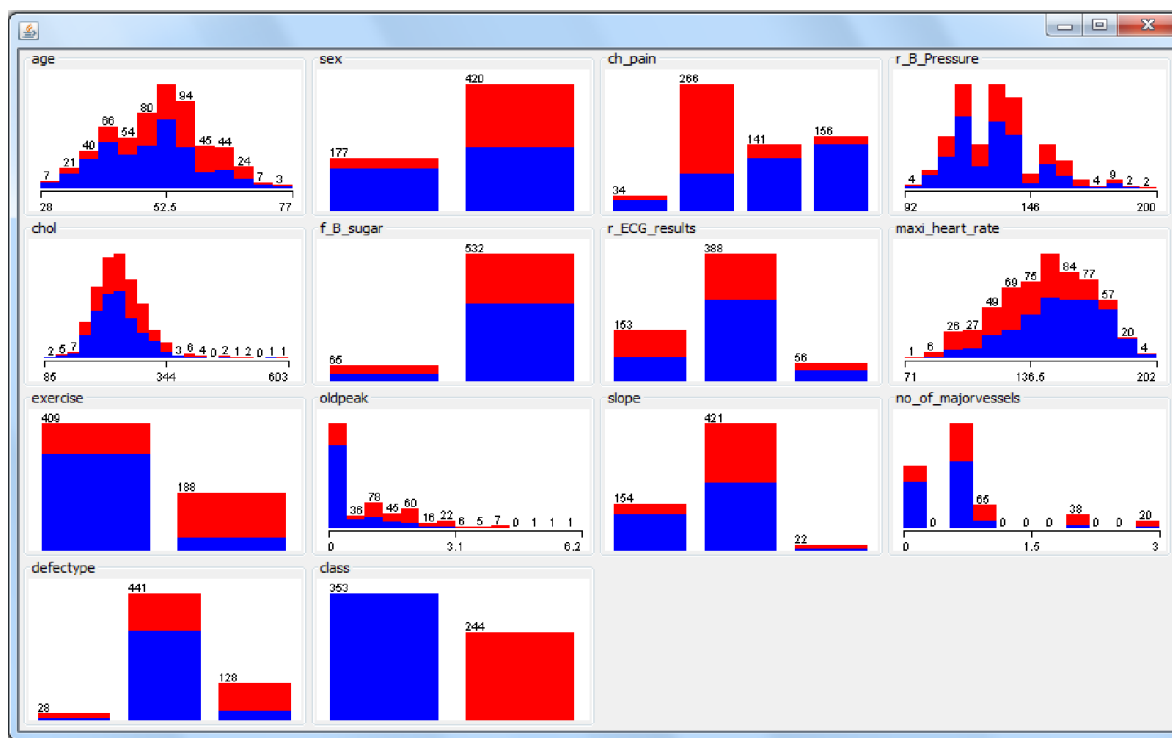


Fig. 5. Visualization of the Dataset

Mainly three algorithms are used in our bench mark data for experiment on both of the scenarios that are Decision Tree, Neural Network and Naïve Bayes. For sampling the training and testing dataset we use 10-fold cross validation. The performance and the accuracy of each experiment is evaluated by standard metrics such as TP rate, TN rate, precision, recall and F-measure which are calculated by Confusion Matrix which is known as predictive classification table. All these measures will be used to compare the performance of these selected and implemented algorithms.

8 DISCUSSION

The focus of our study was on using data mining in healthcare for heart diseases. For this purpose we do some experiments on our data about heart disease patients by applying different data mining algorithms. By implementing different classification algorithms we try to find out which one from the following algorithms is best in predicting about heart diseases.

There are four experiments were performed and these experiment are designed for the different purposes, these purposes are to investigate the difference between pruned and un-pruned decision tree, the affects of attribute selection method on implemented algorithms and to compare the results of J-48 Decision Tree, Neural Networks and Naïve Bayes.

8.1 COMPARISON OF IMPLEMENTED ALGORITHMS

After the experiments the next step is to compare algorithms used in these experiments and select the best one, as we already know every experiment conducted in two different scenarios, in first scenario all the attributes were used and in second scenario only the selected attributes were used. To compare these experiments different performance measures are taken into consideration like accuracy, TN and TP rate, ROC curve and the time taken to built a model. The summary of implemented algorithms is given in Table 2.

Fig. 6. Summary of Implemented Algorithms Performance

Algorithm	Accuracy (%)	TP rate	FP rate	Precision	F-measure	ROC Curve	Time (sec)
J48 decision tree (pruned) with all attributes	78.057	0.781	0.253	0.779	0.778	0.786	0.11
J48 decision tree (pruned) with selected attributes	78.727	0.787	0.246	0.786	0.785	0.778	0.04
J48 decision tree (un-pruned) with all attributes	77.219	0.772	0.257	0.770	0.770	0.788	0.03
J48 decision tree (un-pruned) with selected attributes	79.062	0.791	0.233	0.789	0.789	0.821	0.01
Multilayer perceptron with all attributes	79.89	0.799	0.214	0.799	0.799	0.867	8.24
Multilayer perceptron with selected attributes	80.402	0.804	0.218	0.803	0.803	0.870	3.73
Naïve Bayes with all attributes	82.914	0.829	0.194	0.828	0.828	0.898	0.03
Naïve Bayes with selected attributes	82.077	0.821	0.197	0.820	0.820	0.898	0.01

In general the results of all the implemented algorithms with selected attributes are much better than algorithms with all attributes except Naïve Bayes. The table above presents the great accuracy of implemented algorithms on the given heart disease dataset, the lowest accuracy is 77.219% and the highest accuracy is 82.914%. The Naïve Bayes classifier algorithm with all attributes shows the highest accuracy i.e. 82.914 % and Navie Bayes with selected attributes is nearest to it with 82.077 % accuracy. On the other hand, J-48 decision tree (un-pruned) with all attributes score the lowest accuracy i.e. 77.219 %.

If we look at the time (sec) taken to built a model for selected algorithm we will find that the Neural Networks takes the longest time while Decision Tree and Naïve Bayes takes shortest time in building the model.

Other performances measures like TP rate and FP rate that are also used compare the results also achieve remarkable performance and are shows very close difference. The TP rate and the FP rate were, (0.781, 0.253) for J-48 (pruned) with all attributes, (0.787, 0.246) for J-48 (pruned) with selected attributes, (0.772, 0.257) for J-48 (un-pruned) with all attributes, (0.791, 0.233) for J-48 (un-pruned) with selected attributes, (0.799, 0.214) for multilayer perceptron with all attributes, (0.804, 0.218) for multilayer perceptron with selected attributes, (0.829, 0.194) for naïve bayes with all attributes, and (0.821, 0.197) for naïve bayes with selected attributes respectively.

This shows that the Naïve Bayes with all attributes score the highest TP rate i.e. 0.829 while J-48 (un-pruned) Decision Tree with all attributes score the lowest TP rate. We compare the entire TP rate and FP rate scored by all the algorithms we found that all of these algorithms were better in predicting positive cases as TP rate in them is always greater than FP rate.

Precision score and F-measure of all the algorithms were quite balance, the highest precision scored are 0.828 and 0.820 by Naïve Bayes with all attributes and Naïve bayes with selected attributes respectively while Multilayer Preceptron with selected attributes was closet by 0.803 precision score. If we look at ROC curves we found that the Multilayer Precptron and Naïve Bayes are relatively close and accurate algorithms. ROC curve value for Naïve Bayes classifier was 0.898 which is nearest the "Perfect Classification Point" i.e. 1.

Based on above results and comparisons we found that the Naïve Bayes performs the highest Accuracy, TP rate, Precision, F-measure and ROC curve value. Naïve Bayes also score the fastest execution time as compare to other algorithms. Multilayer Perceptron take the longest time to build a model.

We know heart disease is a fatal disease which causes the death of millions people annually so there is need to keep the number of True Positives high and number of False Positives low. Early diagnosis is the key factor for a successful treatment of a disease, therefore classification algorithms are expected to perform well and emphasis is given to select the algorithms having high TP rate. Accuracy is also worth considering that is accurately identifying heart patients as much as possible.

Based on these results and comparisons we will select Naïve Bayes classifier with all algorithms is selected algorithms to predict the heart diseases for our study. The experiments shown that Naïve Bayes algorithm outclass the Decision Tree and Neural Networks in the domain of predicting of heart diseases.

8.2 EFFECT OF ATTRIBUTE SELECTION METHOD

Our all the experiments are consists of two scenarios, one scenario with all 14 attributes and the other scenario with 8 selected attributes. Attribute selection method helps in increase of classification accuracy and decrease the time and complexity by ignoring irrelevant attributes from given dataset. The results of experiments shows that the accuracy of the implemented algorithms increased and the execution time was decreased by using attribute selection method.

8.3 SELECTED ALGORITHM BASED ON PERFORMANCE

Different objectives were defined at the start of our research. Those were evaluated against our selected algorithm. Results of the experiments show that the selected algorithms had achieved the highest score which suggest that this algorithm better in heart disease diagnosis.

9 FUTURE RECOMMENDATION

Our research indicates that data mining can be used and applied in healthcare industry to predict about heart diseases and implemented algorithms are worth considering. Further research should be conducted to increase the classification accuracy by using different classification algorithms such as Bagging, Support Vector Machine or Decision Table etc.

In our experiments we do not change the default parameters of algorithms, in future this study can be enhanced and expand by changing the parameters for experiments. The patterns and relationships found in heart disease dataset can be used to design a complete Knowledge Based system.

In future, more work can be done by using more data set related to heart diseases and by using different data reduction methods to improve the classification. For better accuracy and prediction of heart diseases the datasets that will be used must be quality oriented and free from outliers, inconsistencies and missing values.

10 CONCLUSION

Our study was focused on the use of data mining techniques in healthcare specifically in Heart Diseases. Heart disease is a fatal disease which may cause life threatening complications such as death. We use online available heart patient's data from UCI repository. There were 597 unique instances in our data set. The classification which is a data mining technique was implemented with following algorithms, Decision Tree, Neural Networks and Naïve Bayes. Some important point were considered to choose suitable tool for mining, on the basis of them Weka machine learning software were used for experiments. To evaluate the performance of the algorithms different performance metrics were considered that are accuracy, precision, F-measure, ROC curve value, TP rate and FP rate.

Four experiments were conducted in two different scenarios, in first scenario all attributes were used and in second scenario selected attributes were used and data set was in ARFF format that is supported by Weka. The experiments show that Naïve Bayes classification algorithms have the highest accuracy among all that is 82.914%. This study shows that the data mining can be used to predict about heart disease efficiently and effectively. The results or the outcomes of our thesis may be used as assistant tool to help in making more consistent diagnosis of heart diseases.

REFERENCES

- [1] Jiawei Han and Micheline Kamber, "Data Mining: Concepts and Techniques 2nd Edition" The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, Jim Gray, Series Editor Morgan Kaufmann Publishers, March 2006.
- [2] WORLD HEALTH RANKING 2014 [online] available: <http://www.worldlifeexpectancy.com/cause-of-death/coronary-heart-disease/by-country/> (May 7, 2014).
- [3] WORLD HEALTH ORGANIZATION 2014 [online] available: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/ (May 7, 2014).
- [4] Hian Chye Koh and Gerald Tan, "Data Mining Applications in Healthcare" Journal of Healthcare Information Management — Vol. 19, No. 2, 2005.

- [5] Greg Rogers and Ellen Joyner, "MINING YOUR DATA FOR HEALTH CARE QUALITY IMPROVEMENT", SAS Institute, Inc., Cary, NC, January 1, 2009.
- [6] M. Anbarasi, E. Anupriya and N.Ch.S.N.Iyengar, "Enhanced Prediction of Heart Disease with Feature Subset Selection using Genetic Algorithm" International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(10), 2010.
- [7] AH Chen, SY Huang, PS Hong, CH Cheng, EJ Lin, "HDPS: Heart Disease Prediction System", IEEE-Computing in Cardiology, September 2011.
- [8] Chaitrali S. Dangare and Sulabha S. Apte, "A DATA MINING APPROACH FOR PREDICTION OF HEARTDISEASE USING NEURAL NETWORKS" International Journal Of Computer Engineering & Technology, Volume 3, Issue 3, 2012.
- [9] Jyoti Soni, Uzma Ansari and Dipesh Sharma, "Intelligent and Effective Heart Disease Prediction System using WeightedAssociative Classifiers" International Journal on Computer Science and Engineering, Vol. 3 No. 6 June 2011.
- [10] Vikas Chaurasia and Saurabh Pal, "Data Mining Approach to Detect Heart Dieses", International Journal of Advanced Computer Science and Information Technology Vol. 2, No. 4, 2013.
- [11] S.Saravanakumar and S.Rinesh, "Effective Heart Disease Prediction usingFrequent Feature Selection Method" International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol.2, March 2014.
- [12] UCI (University of California, Irvine C.A) Machine Learning Repository, 2014 [online] available: <http://repository.seasr.org/Datasets/UCI/arff/> (June 1, 2014).
- [13] Remco R. Bouckaert, Eibe Frank, Mark Hall, Richard Kirkby, Peter Reutemann, Alex Seewald and David Scuse "WEKA Manual for Version 3-6-8" THE UNIVERSITY OF WAIKATO, August 13, 2012.
- [14] Larose, D., "Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining." New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [15] Quinlan Ross J., "C4.5: Programs for Machine Learning". Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA.1993.
- [16] Qeethara Kadhim Al-Shayea, "Artificial Neural Networks in Medical Diagnosis", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 2, March 2011.
- [17] Two Crows Corporation, "Introduction to Data Mining and Knowledge Discovery. Third Edition." Two Crows Corporation. 10500 Falls Road, Potomac, USA, 2005.
- [18] George John and Pat Langley. "Estimating continuous distributions in Bayesian classifiers" In Proceedings of the Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, pages 338–345, 1995.

AUTHOR'S BIOGRAPHY



UMAIR SHAFIQUE- Received M.Sc Degree in Information Technology, from University of Gujrat, Gujrat Pakistan in 2014. He is the member of this research work "Data Mining in Healthcare for Heart Diseases".



FAIAZ MAJEED- Received MS degree from COMSATS Institute of Information Technology (CIIT) Lahore Pakistan in 2009. He is currently PhD scholar in University of Engineering and Technology (UET) Lahore Pakistan. Further, he is Lecturer in University of Gujrat (UOG), Gujrat, Pakistan and working on couple of research projects. His research interests include data warehousing, data mining, data streams and information retrieval. He has published more than 10 research papers in refereed journals and international conference proceedings in the above areas. He is the supervisor of this project and this paper is part of that research project "Data Mining in Healthcare for Heart Diseases".



HASEEB QAISER- Received M.Sc Degree in Information Technology, from University of Gujrat, Gujrat Pakistan in 2014. He is the member of this research work "Data Mining in Healthcare for Heart Diseases".



IRFAN_UL_MUSTAFA- Received M.Sc Degree in Information Technology, from University of Gujrat, Gujrat Pakistan in 2014. He is the member of this research work "Data Mining in Healthcare for Heart Diseases".

Pratiquer la gestion des connaissances dans les petites organisations

[Practice knowledge management in small organizations]

Miloudi KOBİYH

Ecole Nationale de Commerce et de Gestion, Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Maroc

Copyright © 2015 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 focuses on the development of a knowledge management system to improve the process of accumulation and dissemination of knowledge in small organizations. The problem of non-shared knowledge and not used effectively are the theoretical foundations. Combining theory and practice, the goal is to expose the steps of setting up this device. It is first to examine the mode of acquisition, modeling and knowledge capitalization, then discuss the approach in practice in the design and implementation of a software tool for knowledge management.

KEYWORDS: knowledge, Knowledge management, experience, know, Know how.

RESUME: L'étude porte sur le développement d'un dispositif de gestion des connaissances visant à améliorer les processus de capitalisation et de diffusion des connaissances au niveau des petites organisations. Le problème des connaissances non partagées et non utilisées efficacement en est les fondements théoriques. En combinant la théorie et la pratique, le but est d'exposer les étapes de mise en place de ce dispositif. Après avoir examiné les processus d'acquisition, de modélisation et de capitalisation des connaissances, l'étude aborde la démarche en pratique de la conception et de l'implémentation d'un outil informatique de gestion des connaissances.

MOTS-CLEFS: Connaissance, Gestion des connaissances, Expérience, Savoir, Savoir-faire.

1 INTRODUCTION

Un travail de terrain visant à mettre en place un dispositif de gestion de connaissances a révélé que cette démarche n'est pas dédiée uniquement aux grandes organisations mais est aussi intéressante pour les entreprises de petites tailles telles que les PME (Petite et Moyenne Entreprise) et les TPE (Très Petite Entreprise). En effet, la gestion des connaissances constitue un nouveau type de fonctionnement des organisations, autrement dit une nouvelle manière de manager les activités où l'individu et ses connaissances sont au centre de l'efficacité organisationnelle. Cette démarche consiste à définir un ensemble de méthodes et outils afin d'amplifier l'utilisation de savoir et savoir-faire (Benmahamed et Ermine, 2009).

En ce sens, les savoirs comparativement aux ressources matérielles semblent moins contrôlables. Il s'agit de gérer une chose aussi insaisissable que le savoir (Mbengue, 2004). Pourtant, Tarondeau (1998) souligne que les savoirs constituent la spécificité de l'organisation, ils doivent être gérés comme les ressources matérielles, et c'est là que réside désormais la clé de la compétitivité des organisations. Dans le contexte actuel de l'économie de savoir, l'adoption d'une démarche de gestion des connaissances s'est affirmée comme un enjeu majeur (Benmahamed et Ermine, 2006), et présente des avantages concurrentiels durables. Elle nécessite un environnement qui se base sur trois piliers à savoir la culture de l'organisation, son mode de fonctionnement et l'outil technique de support (Balmisse et Meignan, 2008). Elle est apparue comme un nouveau mode de management et un concept managérial renvoyant à la fois aux savoirs et aux savoir-faire, à l'individu et à

l'organisation. Selon Prax J-Y. (2003), il s'agit de combiner les savoirs et les savoir-faire dans les processus et les produits, pour créer de la valeur.

De ce fait, l'approche de gestion de connaissances est à la fois économique et managériale. Dans l'approche économique, la connaissance constitue un capital immatériel avec une valeur économique dont beaucoup d'outils et méthodes ont été développés afin de maîtriser sa gestion. Quant à l'approche managériale, elle met l'accent sur la connaissance comme un levier de compétitivité dont la gestion a un impact considérable sur la performance de l'organisation (Benmahamed et Ermine, 2007). Elle permet de faire face aux problèmes liés au turn-over et aux départs à la retraite (Balmisse et Meignan, 2008). Ceci souligne le rôle déterminant du capital immatériel dans la valorisation de l'organisation. Ainsi, les organisations ne se différencient plus par les outils de production, mais de plus en plus par les savoir-faire propres à chaque organisation. Dans ce sens, Grundstein (2001) souligne que ces savoir-faire constituent le principal facteur de compétitivité.

C'est ainsi que nous introduisons cette analyse pour réfléchir sur la manière de permettre à un acteur d'une organisation, sans avoir les compétences propres d'un cogniticien, de comprendre et d'apprendre à partir d'une base de connaissance. Cette dernière, avec le soutien de l'outil technique, consiste à modéliser et stocker de manière informatique un ensemble de connaissances et de concepts permettant leur consultation et leur utilisation. Il s'agit spécifiquement des connaissances distinctives et souvent inimitables qui construisent la spécificité de l'organisation. Dans cette perspective, le passage va être progressif de la théorie à la pratique. Il s'agit d'examiner d'abord le mode d'acquisition, de modélisation et de capitalisation des connaissances, ensuite, aborder la démarche en pratique de la conception et l'implémentation d'un outil informatique de gestion des connaissances.

2 ACQUISITION DES CONNAISSANCES

Généralement, les modes d'acquisition des connaissances peuvent être classés comme suit :

- L'observation de l'expert dans le cadre de sa fonction : suivre l'expert dans l'exercice de ses fonctions afin de recueillir ses connaissances tacites.
- Les interviews d'experts : poser les questions directement à l'expert, cela permet de comprendre le fond de l'activité en posant les questions qui s'imposent au cours de l'interview.
- Les questionnaires : laisser une série de questions à l'expert qui répondra en temps voulu.
- Les tests ou les simulations : les connaissances tacites sont déduites à travers une série de tests de situation par la pratique des expérimentations au sein de l'activité.
- La bibliographie : étudier les ouvrages et articles parus dans le domaine.
- Les données : déduire les connaissances tacites de données recueillies ou déduites par l'expert, cela demande aussi des connaissances sur le domaine étudié.

2.1 L'ENTRETIEN SEMI DIRECTIF OU DIRECT

L'entretien peut être direct (guidé) ou semi directif, autrement dit, il s'agit soit de structurer des questions dont on peut répondre généralement par oui ou non (entretien direct), soit d'élaborer des questions afin de favoriser l'exploration de la pensée et l'acquisition des connaissances souhaitées (entretien semi directif). Il est important d'instaurer un climat de confiance afin de savoir ce que pense réellement la personne interviewée, mais il est aussi important de rester directif afin d'obtenir les informations sur les thèmes déterminés auparavant.

Lors des entretiens, les questions doivent être posées et les réponses doivent être notées au fur et à mesure. Après avoir réalisé l'entretien, la conversation doit être ensuite mise en forme dès que possible. Une fois que les entretiens effectués sont sauvegardés, l'analyse peut commencer et sera conduite en fonction des réponses reçues.

L'approfondissement de l'analyse et la précision des thèmes abordés peuvent être effectués par d'autres moyens de recueil de connaissances comme l'observation, les tests ou les questionnaires. Toutefois, la démarche basée sur l'entretien jouit d'une importance particulière et constitue la pierre angulaire de tout projet de mise en place d'un dispositif de gestion des connaissances.

2.2 LES ÉTAPES DE LA DEMARCHE DE L'ENTRETIEN

Pour collecter les connaissances, il faut préparer un certain nombre de questions clés à poser. L'observation du domaine à formaliser favorise la préparation de ces questions. Cela revient à avoir l'expression du quoi, du pourquoi et du comment de l'activité. Il faut procéder par étapes et s'assurer que celles-ci sont bien respectées. Les étapes peuvent être explicitées comme suit :

2.2.1 LA PRISE DE RDV

Cette étape est généralement la plus facile. Malgré leur concentration sur leurs missions ou leurs activités, les acteurs sont souvent disponibles et compréhensifs. Afin de fixer un RDV, il faut donc faire en fonction de leur emploi du temps. L'agenda électronique offre la possibilité de consulter leurs disponibilités et d'organiser les RDV.

2.2.2 MENER L'ENTRETIEN

Le contact doit être direct avec les acteurs interviewés. Des qualités relationnelles permettent de pouvoir mener l'entretien correctement, sans timidité ni réserve. Lors des entretiens, il faut faire preuve d'écoute active et particulière sur les réponses de l'interviewé.

Les entretiens peuvent durer généralement en moyenne une heure afin de faciliter le travail d'analyse qui suit. Cependant, si la durée des entretiens se révèle insuffisante pour obtenir les informations recherchées, il ne faut pas hésiter à demander plus de temps. Cela doit être fait dans l'objectif de récolter les informations pertinentes et d'approfondir les questions jugées intéressantes pour l'étude. La durée totale consacrée aux entretiens ne dépasse pas généralement trois à quatre demi-journées.

2.2.3 RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN

Une fois l'entretien terminé, il est très important de retranscrire le compte rendu de celui-ci dans les plus brefs délais. De cette manière, on a encore en tête les informations et on est certain de ne passer à côté d'aucune information.

La solution est donc de faire des comptes rendus et de noter seulement les informations intéressantes qui ressortaient des entretiens.

2.2.4 ANALYSE DE L'ENTRETIEN

Une fois tous les entretiens rédigés, cette analyse peut évoluer et prendre forme. Cela permet d'extraire les connaissances utilisées dans l'activité exercée par l'organisation.

Le résultat attendu est la constitution d'un répertoire des connaissances explicites cruciales, associé à un document comportant une description et une classification de ces connaissances. Il peut être accompagné d'un répertoire des acteurs porteurs de connaissances tacites cruciales et d'une fiche descriptive de leurs compétences. Ceci peut être complété par une grille qui établit les relations formelles et informelles entre les acteurs porteurs de ces connaissances et les acteurs amenés à les utiliser.

2.3 INGÉNIERIE DES CONNAISSANCES

L'ingénierie des connaissances a été développée pour donner des systèmes à bases de connaissances. Selon l'Association Française d'Intelligence Artificielle, AFIA, (AFIA, 2005), l'ingénierie des connaissances propose des concepts, méthodes et techniques permettant d'acquérir, de modéliser et de formaliser des connaissances pour les mobiliser dans l'activité au sein de l'organisation. Pour Trichet (1998), il ne s'agit pas de reproduire le processus cognitif d'un expert pour une tâche particulière, mais de construire un modèle de connaissances acceptable à partir duquel un système sera capable de résoudre une classe de problèmes associés à cette tâche. Ces techniques de l'ingénierie des connaissances se présentent comme suit :

- **RECUEIL DE DONNÉES** : le recueil de données brutes du domaine de métiers (interviews, questionnaires),
- **CONSTRUCTION DE SCHEMA** : la construction d'un schéma de modèle conceptuel : la définition d'un vocabulaire abstrait pour décrire et structurer les connaissances,

- **DEFINITION D'UN MODELE** : la définition du modèle conceptuel complet qui comprend l'identification des connaissances à acquérir et des différents types de connaissances à manipuler,
- **IMPLEMENTATION DE CE MODELE** : l'implémentation de ce dernier dans une base de connaissances opérationnelle avec le choix d'un langage pour l'implémentation du système final.

L'approche globale de l'ingénierie des connaissances s'appuie sur les méthodes suivantes pour recueillir les connaissances et la définition d'un modèle conceptuel :

- **INTERVIEWS** : Parmi les types d'interviews qui existent, l'ingénierie des connaissances utilise plus fréquemment l'entretien libre (avec une question globale) et l'entretien dirigé (avec un questionnaire). Les talents dans la communication et dans les relations entre personnes sont d'une grande importance dans la réalisation de ces interviews. Pour sa réalisation il faut être spécifique et non général, ne pas interrompre, enregistrer les informations au fur et à mesure et noter la façon dont on se sert de son savoir.
- **OBSERVATIONS DE L'ACTIVITE** : C'est un type de recueil de connaissances très utilisé. Il s'agit d'observer les tâches de l'activité, cela consiste à accompagner l'expert ou le chef de projet dans l'exercice de ses fonctions afin de recueillir ses connaissances tacites.
- **DEFINITION D'UN MODELE CONCEPTUEL** : L'ingénierie des connaissances propose l'analyse et la structuration de l'activité afin de définir un modèle conceptuel qui représente un cadre sémantique partagé favorisant la communication. C'est une abstraction qui permet de réduire la complexité en se focalisant sur les aspects essentiels, c'est-à-dire de façon indépendante des aspects concrets de l'activité (Trichet, 1998). C'est pourquoi ces modèles peuvent être modifiables ou adaptables aux besoins de l'utilisateur.

Trichet (1998) souligne que le modèle conceptuel de raisonnement est utilisé pour représenter une interprétation satisfaisante de la démarche de résolution de problèmes étudiés. C'est une description abstraite d'un raisonnement en termes de buts poursuivis (souvent modélisés sous forme de tâches), d'inférences à réaliser (souvent modélisées sous forme de méthodes) et de connaissances manipulées (souvent modélisées sous forme de rôles).

3 MODÉLISATION ET CAPITALISATION DES CONNAISSANCES

Les processus de modélisation et de capitalisation des connaissances commencent par le repérage des connaissances cruciales, et la construction d'une mémoire formalisant le savoir faire et restructurant les ressources des connaissances. Ces dernières peuvent être représentées par des cartographies qui sont des schémas composés représentant les compétences identifiées. Les connaissances représentent une richesse susceptible d'augmenter la valeur de l'organisation. Ces connaissances dépendent des acteurs et donc de leur présence dans l'organisation. Ainsi, il est nécessaire de formaliser ces connaissances de manière à pouvoir les préserver pour être en mesure de les réutiliser ultérieurement et surtout en leur absence. La modélisation des connaissances consiste à mener un travail de formalisation qui permette de transformer les savoir faire en connaissances explicites. Cela rend les connaissances accessibles et exploitables.

Le processus de réutilisation des connaissances s'attache à définir les modes selon lesquels les utilisateurs souhaitent recevoir ou restituer les connaissances. Ainsi il faut tenir compte des éléments suivants :

- les modes de recherche : navigation dans une arborescence, recherche par mot-clé ou texte libre,
- l'interface de recherche : qui doit favoriser l'adhésion des utilisateurs,
- le support des connaissances : c'est la façon dont ces connaissances doivent être restituées.

D'un point de vue pratique, la capitalisation des connaissances permet de produire différents dispositifs comme des livres des connaissances, des cartographies et des bases des connaissances (Balmisse et Meignan, 2008).

3.1 PROTOTYPAGE

Dans le cadre de la capitalisation, le prototypage est une étape importante consistant à élaborer un modèle de connaissance qu'il faut évaluer et valider. La méthode consiste à représenter les connaissances et les implémenter dans un système opérationnel selon un modèle donné. Elle est consacrée à la saisie de l'information tout en détaillant le modèle de connaissances proposé afin d'illustrer la manière de saisir l'information.

L'importance de commencer par un modèle de connaissance particulier se voit dans la détection des manques et la recherche de leur amélioration. Il s'agit aussi de déterminer les éléments pédagogiques expliquant la démarche de la saisie des connaissances. C'est-à-dire, déterminer pourquoi et comment saisir chaque type de connaissances en tenant compte de la relation entre ces connaissances, ainsi que le choix des critères descripteurs qui garantissent le sens sans pour autant appauvrir le contenu.

3.2 ALIMENTATION ET PARTAGE

Le processus décrit ci-dessus consiste à faire émerger la connaissance individuelle implicite pour la verser dans le collectif explicite. Cette phase occupe une place particulière dans la mesure où elle remplit l'objectif de la préservation des connaissances dans le temps. C'est une succession d'étapes d'acquisition, de conservation et d'actualisation des connaissances. Les opérations élémentaires de mise à jour sont effectuées attribut par attribut, il en existe trois sortes :

- Ajouter : l'attribut n'existe pas et il est créé.
- Modifier : l'attribut existe et sa valeur est à changer.
- Supprimer : l'attribut existe et il est éliminé.

L'actualisation des connaissances consiste à les évaluer, les mettre à jour et les enrichir au fur et à mesure des retours d'expérience et de l'apport de connaissances externes. Ces connaissances sont destinées à être interprétées par l'acteur dans son interaction avec le système de base de connaissances construit. Il faut chercher à construire des modèles et des méthodes aussi réutilisables que possible. L'alimentation de la base de connaissances repose sur la formalisation d'un certain nombre de documents, sur le partage d'informations quand plusieurs acteurs interviennent et enfin sur une méthodologie commune qui doit faire l'objet d'une amélioration continue.

4 CONCEPTION D'UN OUTIL DE GESTION DES CONNAISSANCES

Un outil de gestion des connaissances se distingue d'un outil de gestion de l'information par le comportement des individus qui manipulent l'objet de chaque outil. Un outil de gestion de l'information ne peut manipuler que des informations en se préoccupant de leur diffusion. Par contre un outil de gestion des connaissances se préoccupe de l'appropriation et de l'assimilation des informations par les individus en vue de les transformer en connaissances. Ainsi, la dimension humaine et l'importance de l'acteur dans la démarche de gestion des connaissances permettent de différencier la gestion de l'information de la gestion des connaissances.

La gestion de l'information se préoccupe beaucoup plus de la structure technique, tandis que la gestion des connaissances s'intéresse aux acteurs et à la place qu'ils vont jouer dans le partage des connaissances au sein de l'organisation. Autrement dit, la vocation d'un outil de gestion des connaissances n'est pas de procéder à une simple diffusion de l'information, mais de faciliter sa compréhension pour favoriser son utilisation et son appropriation par les acteurs.

4.1 OUTIL DE GESTION DES CONNAISSANCES

La mise en place d'un outil de gestion des connaissances peut se faire par la conception d'un outil adapté aux spécificités de l'organisation. Cette conception permet d'élaborer les différentes fonctionnalités nécessaires pour répondre aux besoins des processus de capitalisation et de diffusion des connaissances. En effet, un outil de gestion des connaissances est un outil de partage qui représente un levier soutenant et accélérant ces processus de capitalisation et de diffusion.

Il s'agit donc de trouver des fonctionnalités précises et une présentation claire et simplifiée afin d'offrir une utilisation facile et intuitive. Cela doit être fait sans empêcher cet outil de remplir pleinement ses fonctions de création, gestion et listage des contenus de connaissances. C'est aussi le moment de réfléchir sur la manière de structurer ces connaissances et de les catégoriser.

Généralement, la connaissance peut être structurée sous forme de mémoire métier ou de retour d'expérience. Le savoir recueilli combine d'une part ce qui représente les informations stockées dans le système d'information (prestataires, partenaires, outil et solution techniques ...), et d'autre part la connaissance issue de l'expérience représentant le mode opératoire de l'activité.

La mémoire organisationnelle peut être assimilée à la mémoire métier si toutes les connaissances de l'organisation sont assimilées à celles du métier exercé par l'organisation. Ainsi, cela conduit à implémenter un outil permettant de configurer les différentes catégories des connaissances de l'organisation en mémoire métier et en retour d'expérience. Ce choix présente un intérêt particulier puisqu'il rend l'exposition des connaissances plus claire et leur utilisation plus directe.

4.1.1 MÉMOIRE MÉTIER

Il s'agit de décrire les procédures et méthodes qui sont nécessaires pour l'accomplissement de l'activité. Cela fait que les démarches engagées peuvent être achevées et reconduites dans de bonnes conditions comme le listage des ressources de l'environnement à maîtriser (coordonnées des personnes clefs, sources d'information disponibles et leur localisation...). Ces connaissances peuvent être présentées selon différents contenus : *liens*, *tableaux*, *cartes heuristiques* et sous forme d'autres documents (*Word*, *pdf*,...):

- Liens : ils indiquent des adresses internes, comme les liens vers les solutions techniques mises en place par l'organisation, ou externes comme les adresses électroniques des partenaires ou prestataires qui contribuent à la réalisation des objectifs de l'organisation.
- Tableaux : fichiers de type tableurs représentant les différentes connaissances par catégories comme par exemple les partenaires, les prestataires ou les différents types de sources d'informations disponibles. Cette présentation selon des catégories facilite la localisation des connaissances et donc leur recherche.
- Cartes heuristiques : elles peuvent reprendre les connaissances déjà représentées dans les tableaux en cherchant une meilleure présentation, comme elles peuvent en présenter d'autres. Il apparaît que la cartographie présente une utilité importante pour un acteur qui doit savoir par thème donné, les informations recherchées comme celles relatives aux clients, aux concurrents et aux entreprises partenaires, et faire une sélection des informations les mieux adaptées.
- Autres documents : cela comprend les documents utilisés dans l'activité de l'organisation et qui explicitent soit des méthodes pour manager l'activité, soit des solutions techniques développées pour gérer les projets,....

Cette présentation favorise le recueil des informations en les localisant selon le mode de représentation du contenu (lien, tableau, carte,...).

4.1.2 RETOUR D'EXPÉRIENCE

4.1.2.1 METHODE POUR LES PETITES ET MOYENNES ORGANISATIONS (CAPEX)

La capitalisation de l'expérience fait l'objet d'un processus de retour d'expérience adapté aux besoins et à la taille des petites organisations dont le nombre d'individus peut diminuer jusqu'à 10 membres. Dans ce cadre, le savoir-faire fait l'objet d'une capitalisation par notes de synthèses thématiques, qui sont ensuite enregistrées sur une base qui retranscrit les différentes expériences réalisées.

Il s'agit d'abord d'identifier clairement les savoir-faire stratégiques à capitaliser, ensuite, procéder au recensement des savoirs à partager par domaines. La formalisation de la connaissance se fait donc selon une logique qui permet sa compréhension rapide en suivant une pédagogie qui facilite son assimilation.

Cette démarche se réalise avec l'ensemble des membres intéressés et se renouvelle jusqu'à la finalisation du support définitif qui intègre la base initiale de connaissances et les expérimentations réalisées. Il tient compte également des expériences à réaliser et fournit les différents éléments pédagogiques comme le guide du formateur et les supports visuels de formation (slides, transparents, vidéo...).

Les détenteurs des connaissances visées sont formés aux règles de cette procédure pour qu'un suivi soit également réalisé afin de vérifier les premières retombées de cette procédure. Ce travail peut s'étaler sur une durée de deux à trois ans, en fonction des besoins de capitalisation, et nécessite des ressources humaines, financières et matérielles suffisantes.

4.1.2.2 MEMOIRE A BASE DES CAS

Lieber (2008) définit le raisonnement à partir de cas (RÀPC) comme une façon de raisonner qui se fonde sur la notion de *base des cas*, cette notion est définie comme l'ensemble constitué par un problème et sa solution, représentant la mémoire à base des cas. Le raisonnement RÀPC a deux phases principales qui sont la remémoration et l'adaptation. Le principe est qu'il utilise des expériences passées pour résoudre des problèmes actuels à condition de s'assurer de l'existence d'une analogie.

Armaghan (2009) définit un cas comme l'ensemble constitué par le problème rencontré et sa solution associée. Un cas source est un cas dont on va s'inspirer pour résoudre un problème appelé cas cible. Cela consiste à sélectionner un cas jugé similaire au problème à résoudre, ou problème cible, pour une adaptation consistant à modifier le cas source en vue de la résolution du problème cible.

D'après Armaghan (2009), cette méthode une fois assimilée permet l'évolution continue de la mémoire et donc de son importance par l'ajout progressif de nouveaux cas.

L'utilisation de ce raisonnement est étroitement liée à l'usage d'un outil informatique adapté. Une interface capture les caractéristiques significatives des cas et les distingue les uns des autres, cela permet d'aider l'utilisateur à formuler une requête via le vocabulaire relatif à l'activité (Armaghan, 2009). Le raisonnement à partir de cas repose sur le cycle suivant :

- Rechercher dans la base des cas un problème similaire au problème actuel,
- Adapter la solution trouvée du problème antérieur au cas présent,
- Mémoriser le problème présent et sa solution sous forme d'un nouveau cas dans la base des cas.

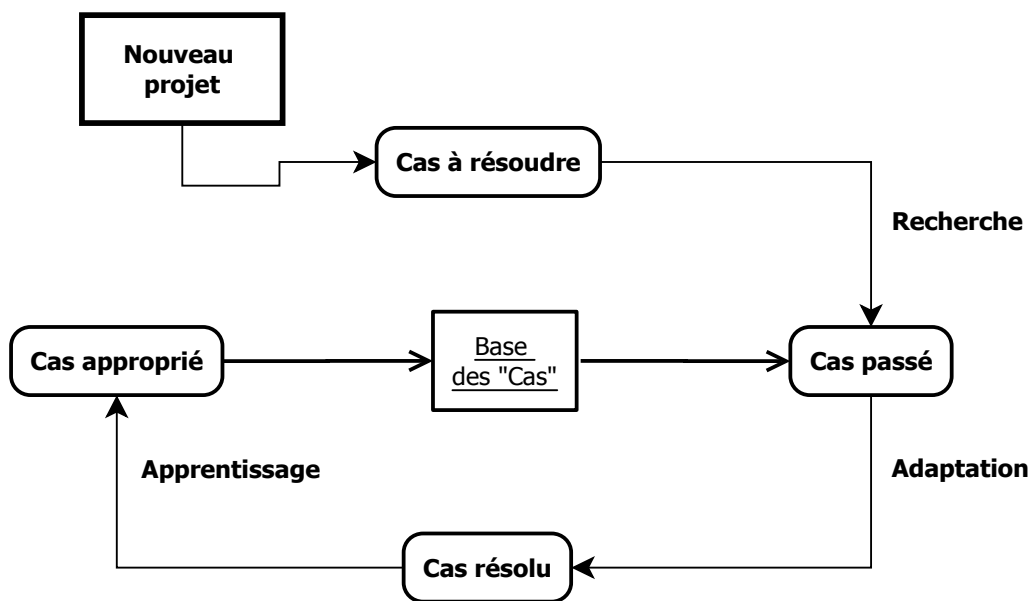


Fig. 1. Raisonnement à partir de cas

4.2 PRÉSENTATION ET FONCTIONNALITÉS

4.2.1 PRÉSENTATION

Un outil adapté est basé sur un gestionnaire de contenu, c'est une catégorie de logiciels qui se caractérise pour sa facilité à créer de nouveaux types de fonctions en adéquation avec les besoins exprimés en matière de gestion des connaissances. Plus précisément, le choix de cet outil représente deux avantages :

- il rend facilement transposable les idées conçues,
- il permet la gestion fine et modelable de classement et de catégorisation des connaissances (c'est à dire un classement des connaissances par thème, catégorie,...).

Selon la catégorisation des connaissances décrite plus haut, nous distinguons trois types de classement :

- par type de contenu (liste fermée : lien, carte, tableau, ...)
- par catégorie de connaissances (liste fermée : prestataires, partenaires, clients, fournisseurs,...)
- par mots clés (liste ouverte)

La description de l'interface peut se faire selon la navigation à travers les différents contenus de connaissances en utilisant d'*icônes* ou d'*onglets*. Ces éléments représentent aussi bien les connaissances explicites, sous forme de différents types de contenus : liens, tableaux, cartes, et autres documents support, que les connaissances implicites qui reflètent le retour d'expérience (REX).

4.2.2 FONCTIONNALITÉ

Elle représente les différentes fonctionnalités permettant d'ajouter ou de chercher des contenus de connaissances, elle peut comprendre :

- le menu qui permet à l'utilisateur d'ajouter des connaissances,
- une syndication pour s'abonner au flux RSS qui permet d'obtenir directement les nouveautés de la plateforme,
- un moteur de recherche,
- la partie qui prend en charge la configuration du contenu des connaissances à afficher.

Les fonctionnalités se répartissent selon les fonctions suivantes :

- Lexique : il représente le vocabulaire nécessaire pour comprendre les termes et les définitions relatifs à la démarche de gestion des connaissances propre de l'organisation,
- Mémoire métier : elle comprend les connaissances explicites catégorisées selon les différents types de contenus : liens, cartes, tableaux,...,
- Retour d'expériences : il décrit le mode opératoire de l'activité selon les cas et les expériences passés,
- Moteur de recherche : il permet de chercher selon le principe de la recherche avancée qui permet de tenir compte des trois catégories : mots clés, types de contenus (liens, tableaux, cartes, ...) et catégories de connaissances (prestataires, partenaires, clients, fournisseurs,...),
- Flux de syndication : permettant de suivre l'évolution des contenus suivant les mises à jour des connaissances,
- Nuage de mots clés : il représente l'équivalent de *TAG Cloud* en permettant d'accéder à la connaissance différemment. C'est une autre façon de naviguer et faire la recherche selon les thèmes les plus abordés, si le thème est abordé le plus souvent, ce dernier apparaît plus grand.

Le processus de restitution de la connaissance conduit à sa réutilisation, il se fait par navigation sur les différents types de contenus ou par usage du moteur de recherche en utilisant les mots clés appropriés. La capitalisation commence par le repérage des connaissances critiques à capitaliser et qu'il faut ajouter dans la base de connaissances selon la nature de la connaissance : explicite ou tacite. S'il s'agit d'une connaissance explicite, il faut la représenter selon le type de contenu convenable : lien, tableau ou carte heuristique, ... Dans le cas d'une connaissance tacite, il faut l'explicitier sous forme de mode opératoire puisqu'elle relate la démarche de l'activité.

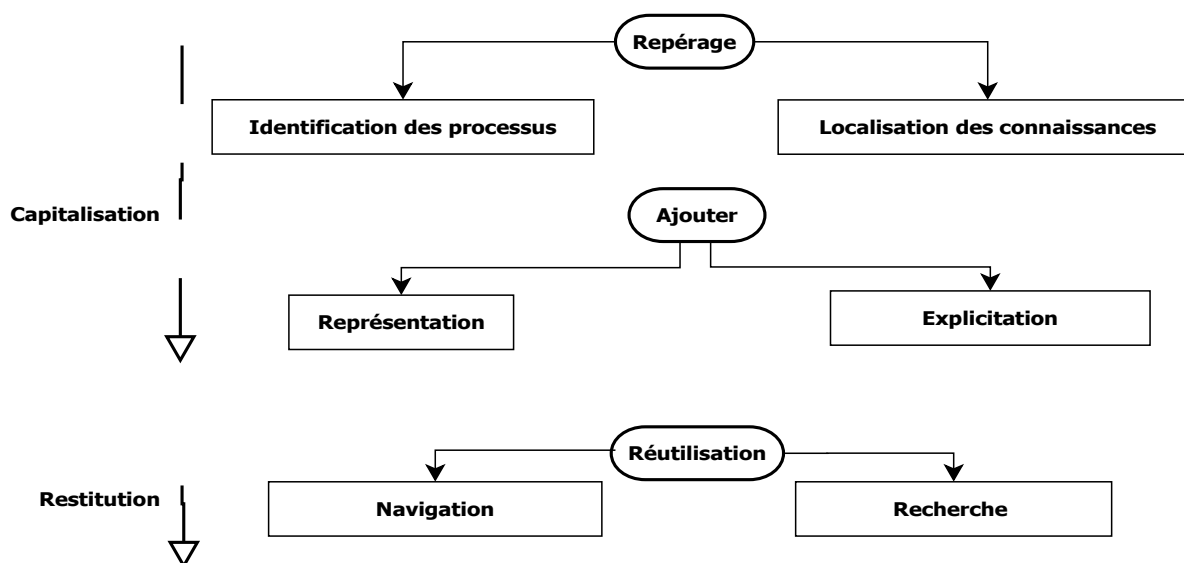


Fig. 2. Processus de capitalisation et de restitution des connaissances

4.2.3 TROIS ÉTAPES FONDAMENTALES

Finalement la localisation des connaissances critiques de l'organisation se fait selon trois étapes cruciales :

- **DETERMINER LES PROCESSUS SENSIBLES** : Un processus sensible présente des enjeux ayant une utilité collective capitale pour l'organisation. L'identification de ce processus permet de préciser le domaine d'activité et de définir le périmètre de l'intervention qui permet de déterminer les connaissances qui feront l'objet d'une analyse approfondie et d'une capitalisation. L'identification des processus de l'activité permet d'envisager les opérations de modélisation des connaissances appropriées. La représentation des processus de l'activité en modèle fonctionnel permet de localiser les connaissances cruciales.
- **LOCALISER LES CONNAISSANCES CRUCIALES** : Comme le souligne l'étape précédente, la détermination des processus sensibles permet de localiser les connaissances critiques à capitaliser. Cela consiste à localiser et à caractériser les connaissances pertinentes pour l'activité de l'organisation. En effet, cerner les connaissances cruciales et mesurer leur fragilité offre la possibilité de connaître les problèmes qui surgissent lors de la perte de ces connaissances. Cela conduit à clarifier les besoins de l'organisation en matière de connaissances nécessaires pour le déroulement de son activité ainsi qu'à adapter la mise en place de gestion des connaissances à ces besoins.
- **CERNER LES PROBLÈMES DETERMINANTS** : Cerner les problèmes qui peuvent affecter l'activité de l'organisation est une priorité absolue. Pour cela, il faut repérer le domaine de l'activité qui peut donner lieu à des problèmes menaçant l'activité et fragilisant ses processus critiques. Il s'agit d'ausculter les processus sensibles afin de déterminer les connaissances qui font l'objet des compétences clés, ensuite déterminer les dysfonctionnements qui peuvent affecter l'activité et entraver son fonctionnement normal.

5 IMPLÉMENTATION DE L'OUTIL DE GESTION DES CONNAISSANCES

5.1 DESCRIPTION DU CHOIX TECHNIQUE

L'implémentation de l'outil est le plan d'action qui constitue le prolongement évident de cette étude. Cette implémentation peut être adaptée aux besoins de l'organisation en matière de capitalisation et de diffusion des connaissances grâce à un logiciel libre (open source) qui se nomme « *Drupal* (<http://drupal.org/>) ».

Pour utiliser *Drupal* il faut un serveur web *Apache*, et une base de données nommée *MYSQL*, il fonctionne sur *Linux* et autres logiciels. Pour permettre l'exécution de *Drupal* il faut le langage *PHP* qui permet de le faire fonctionner. Ces éléments, *Linux*, *Apache*, *MYSQL*, *PHP*, sont souvent regroupés sous l'acronyme *LAMP* qui constitue une configuration standard pour

réaliser et exécuter des applications web. Il faut noter que ces éléments nécessitent des capacités techniques relevant des compétences du développeur media.

L'installation peut se faire sur le serveur local de l'organisation comme sur chaque autre serveur externe au réseau de l'organisation, sachant que seuls les acteurs à qui l'on a attribué un droit par un mot de passe peuvent intervenir sur l'outil pour consulter les contenus des connaissances et éventuellement changer ou mettre à jour ces connaissances.

5.2 LES TROIS PHASES DE L'IMPLÉMENTATION

L'implémentation de l'outil doit passer par trois phases à savoir le développement, la pré-production et la production :

- Développement : cette phase consiste à transposer les idées conçues au niveau théorique ce qui conduit à réaliser les différentes fonctionnalités.
- Pré production : c'est la mise sur le serveur où il ne pourra être consulté que par quelques acteurs pour s'assurer du bon fonctionnement, et éventuellement effectuer les modifications nécessaires. Cette phase est concomitante avec celle de l'expérimentation. Une fois cette phase est validée, elle permet de passer à celle qui suit à savoir la phase de la production.
- Production : c'est la mise sur le serveur pour qu'il soit accessible à tous les acteurs de l'organisation. Cette utilisation de grande envergure peut permettre de soulever de nouveaux besoins et nécessite un nouveau développement pour l'adapter au besoin des utilisateurs finaux. Tout affinage et développement ne peut qu'améliorer sa présentation et ses fonctionnalités, néanmoins son expérimentation permet de vérifier sa faisabilité ainsi que la facilité de son utilisation.

5.3 EXPÉRIMENTATION

L'expérimentation permet de chercher le meilleur usage possible pour capitaliser et diffuser les connaissances. Cette étape valide l'outil en permettant de passer à la phase de l'utilisation de grande envergure. Cela consiste à tester les différentes fonctionnalités en validant la conception faite au niveau théorique. Cette expérimentation s'effectue principalement selon trois niveaux :

- Recherche de contenus : il s'agit de trouver les mots clés propices et significatifs, et une catégorisation suffisante permettant de trouver aisément le contenu recherché.
- Accessibilité : cela consiste à chercher la manière la plus simple et intuitive pour gérer les listes des connaissances, autrement dit, il s'agit de trouver comment lire, ajouter et chercher du contenu. Cette phase s'occupe également d'améliorer l'affichage du contenu et de le rendre plus accessible. Il s'agit de veiller à ce que tous les contenus soient facilement accessibles et de façon désirée.
- Présentation : tout ce qui est présentation peut se faire dans un second temps, c'est-à-dire après la finalisation de la partie qui concerne l'accessibilité. La présentation concerne la configuration de l'interface qui consiste à trouver la meilleure visibilité de ce que l'interface communique, et en cherchant la manière d'améliorer l'affichage et la présentation des connaissances. Cela se fait dans un objectif d'assurer une bonne ergonomie et donc une meilleure adhésion de la part des utilisateurs.

Cette expérimentation veille à ce que l'outil remplisse sa mission et que l'échange des connaissances puisse s'amplifier.

6 CONCLUSION ET PRÉCONISATIONS

Ce travail propose une méthode simple et accessible pour l'élaboration et l'implémentation d'un dispositif de gestion des connaissances, la pérennité de ce projet et l'appréciation de son dispositif renvoient principalement aux éléments suivants :

6.1 UN PLAN DE COMMUNICATION INTERNE

Deux optiques à évoquer dans le cadre de la gestion des connaissances, la première optique est formelle, elle correspond à l'implantation de l'outil informatique. La deuxième est informelle ou culturelle, elle relève de l'animation des communautés professionnelles et du fonctionnement en réseau. Il s'agit de mobiliser les acteurs en suscitant les comportements et les attitudes de partage souhaités. Cela repose sur la motivation des acteurs à transmettre leurs

connaissances, ainsi il faut envisager un plan de communication interne visant à sensibiliser les acteurs de l'importance de diffuser leurs connaissances et partager leurs idées.

Dans une démarche de gestion des connaissances, un bon plan de communication tient à expliciter les flux de connaissances et les personnes responsables. En effet, il est primordial que chacun connaisse son rôle dans le système de gestion des connaissances, il doit savoir de qui il dépend pour avoir l'information et les informations que chaque acteur peut partager avec les autres. Ce plan de communication peut nécessiter, pour sa mise en forme, des réunions de coordination et des séminaires de sensibilisation et d'information en ayant une visibilité sur le processus globale de gestion des connaissances et ses objectifs. Dans le cas échéant, ce plan conduit à mener des entretiens informels avec les différents collaborateurs pour les convaincre de l'importance de la démarche.

6.2 ACCOMPAGNEMENT À L'USAGE

Généralement, une culture d'organisation consiste en des normes, des valeurs et des pratiques, cette culture est efficace pour la gestion des connaissances s'il favorise la libre circulation d'informations et de savoirs parmi les acteurs. La participation commune, la confiance et les incitations sont des éléments essentiels pour créer des pratiques propices à cette démarche. Néanmoins, le pré requis culturel pour réussir un dispositif de gestion des connaissances se présente principalement dans l'accompagnement à l'usage et le climat de confiance. L'accompagnement permet à ce que le système de base des connaissances soit plus utilisé. En effet, la coordination des acteurs via leur coopération permet de mobiliser efficacement les connaissances. Cet esprit de partage permet d'alimenter le système et de maintenir sa richesse en connaissances.

Les outils informatiques de soutien nécessitent eux aussi une adaptation au contexte particulier de l'organisation pour une utilisation facile et efficace. Cela constitue un aspect primordial pour la réussite du projet. En outre, la formation constitue un bon facteur de motivation et d'appropriation du projet en permettant une utilisation efficace de l'outil mis en place. Le système de base de connaissances doit avoir la particularité d'être applicable et adaptable en fonction de l'activité de l'organisation. Pour que la formalisation puisse servir de base à l'échange, elle doit permettre la production des documents explicites qui décrivent les tâches traitées et les pratiques mises en œuvre. Ce dispositif doit faciliter le transfert des connaissances et leur appropriation.

Le terme partage implique une action consciente de la part de l'individu qui possède une connaissance pour la communiquer à d'autres. Au-delà d'une transmission, le terme partage est nécessaire pour l'accompagnement puisqu'il s'agit de rendre la connaissance utile aux autres. Il s'agit bien d'un processus par lequel un acteur convertit sa connaissance dans une forme qui pourra être comprise, appropriée et utilisée. Ainsi, l'accompagnement peut être aussi fait d'une manière indirecte via l'outil, ce dernier doit être doté d'éléments pédagogiques facilitant la transmission.

6.3 ACCÈS AUX SOURCES D'INFORMATIONS ET DE CONNAISSANCES

L'accès à l'information est devenu un enjeu majeur avec l'augmentation de la masse d'information traitée au cours de l'activité de l'organisation. Ce magma informationnel pose d'énormes contraintes en matière de gestion avant de garantir une amélioration en termes de performance. Le savoir acquis par l'organisation au cours de son processus d'activité est primordial pour gérer le capital d'informations. Ainsi, beaucoup d'auteurs et spécialistes ont mis en évidence l'importance du projet de gestion des connaissances pour toute organisation qui veille sur la préservation de son patrimoine informationnel (Benmahamed et Ermine, 2006).

Traditionnellement, on distingue deux approches de gestion des connaissances à savoir l'approche *top down* et l'approche *bottom up*. L'approche *top down* relève de la vision stratégique de la direction qui engage l'ensemble des collaborateurs. Dans cette approche, la culture de l'organisation joue un rôle capital où les engagements doivent être à tous les niveaux. A l'opposé de cette approche, on trouve le *bottom up* qui se caractérise par un projet pilote où un chef de projet est désigné. Les résultats sont suivis par la direction générale et le projet pourra être déployé à l'ensemble de l'organisation.

L'objectif est d'obtenir un dispositif opérationnel permettant de renforcer la synergie entre les acteurs et de faire émerger une nouvelle culture favorable à l'échange et au partage des connaissances. Cela suppose que la connaissance soit capturée dans son contexte d'action, partagée par les acteurs, et finalement appliquée aux processus de l'organisation (Prax J-Y, 2003). De sa part, Simon (1980) assimile la gestion des connaissances à un système intelligent qui développe au sein de l'organisation un comportement capable de s'adapter à un environnement complexe. Ce système tente de manager aussi bien les pratiques et les expériences (connaissances tacites) que les règles et les procédures (connaissances explicites) afin d'obtenir des résultats en termes de performance et de compétitivité.

Le but ultime d'une démarche de gestion des connaissances est la construction d'un système qui s'intègre parfaitement au travail quotidien des acteurs. Les pratiques liées à ce système doivent devenir des tâches à part entière incluses dans le fonctionnement de l'organisation.

REFERENCES

- [1] Armaghan N. (2009), *Contribution à un système de retour d'expérience basé sur le raisonnement à partir de cas conversationnel : application à la gestion des pannes de machines industrielles*, Thèse de Doctorat en génie des systèmes industriels. Nancy : Laboratoire ENSGSI, Université de Nancy, Institut National Polytechnique de Lorraine.
- [2] Balmiss G. et Meignan D. (2008), « le management des connaissances : une pratique encore méconnue », *économie et management, Dossier*, n° 126, pp. 20-24.
- [3] Benmahamed D. et Ermine J-L. (2009), « Une démarche Knowledge Management, de la stratégie au système de l'Information de l'entreprise », *Communications of the IBIMA*, Vol. 10, pp. 16-23. ISSN: 1943-7765
- [4] Benmahamed D. et Ermine J-L. (2006), « Techniques Knowledge Management pour le transfert des savoir-faire métiers pétroliers », *17^e journées francophones de l'Ingénierie des connaissances (IC 2006), Semaine de la connaissance du 26 au 30 juin*, Université de Nantes, France.
- [5] Benmahamed D. et Ermine J-L. (2007), *Concevoir des dispositifs de transfert des savoir faire métiers dans une démarche de management des connaissances*, management des connaissances en entreprise, chapitre 15, 2^e édition par Lavoisier, France.
- [6] Grundstein M. (2001), *Ingénierie et capitalisation des connaissances*, Traité IC2, Série Informatique et SI, Ouvrage collectif dirigé par Manuel Zacklad et Michel Grundstein. Hermès Sciences.
- [7] Lieber J, (2008), *Contributions à la conception de systèmes de raisonnement à partir de cas*, Mémoire pour l'obtention de l'habilitation à diriger les recherches. Nancy : Laboratoire LORIA, l'université Henri Poincaré – Nancy 1.
- [8] Mbengue A. (2004), « Management des savoirs », *Revue française de gestion*, vol. 2, n° 149, p. 13-31. ISSN 0338-4551
- [9] Prax J-Y. (2003), *Le Manuel du Knowledge Management. Une approche de 2^e génération*, Dunod, Paris.
- [10] Simon H. (1980), « Cognitive Science »: *The Newest Science of the Artificial. Cognitive Science*, vol. 4, pp. 33-46.
- [11] Tarondeau J-C. (1998), *Le management des savoirs*, Que sais-je. PUF, Paris, 127p. ISBN 0063104057
- [12] Trichet F. (1998), *Un environnement de modélisation et d'opérationnalisation de la démarche de résolution de problèmes d'un Système à Base de Connaissances*, Thèse de Doctorat en Informatique : Laboratoire IRIN, Université de Nantes, Faculté des Sciences et des Techniques.

Corrosion protection of Stainless Steel Used in Orthopedic Implants by Chemical and Physical Treatment

E. A. Ayob¹⁻², D. M. El-zeer³⁻⁴, and O. S. Shehata⁵

¹Taif University, Faculty of Science and Education in Al-khurma (girls branch), Chemistry Dep., Al-khurma, KSA

²Nuclear and Radiological Regulatory Authority, Nasr City, Cairo, Egypt

³Taif University, Faculty of Science and Education in Al-khurma (girls branch), Physics Dep., Al-khurma, KSA

⁴Center of plasma technology, Al-Azhar Univesity, Nasr City, Cairo, Egypt

⁵Physical Chemistry Department, National Research Centre, Dokki, Giza, Egypt

Copyright © 2015 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: Austenitic Stainless Steel is one of the most widely used biomaterials for implants process. In the present study chemical and physical treatment have been used on two types of austenitic Stainless, 316L and 310S to compare their corrosion performance on both samples before and after both treatments. Corrosion rate for two samples was decrease with both treatments; polarization is confirming the open circuit potential and weight loss results. Metallography was studied by electron microscopy and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) method to evaluate the effectiveness of the proposed method and to determine the chromium concentration in the surface layer after treatment.

KEYWORDS: Stainless steel, Biomaterials, Chemical Treatment, Physical Treatment, XPS.

1 INTRODUCTION

One of the most important process in developing medical science is Orthopedic Implants. The first requirement for any material to be placed in the human body is that it should be biocompatible and not cause any adverse reaction in the body, this materials names is biomedical materials. Stainless steel 316L are one of the most widely used biomaterials for implants process, because of its capability to resist corrosion, mechanical properties and cheaper price according to another materials. Corrosion test is important consideration for a material used as biomedical materials because metal ion release takes place mainly due to corrosion of surgical implants. The first requirement for any material to be placed in the human body is that it should be biocompatible and not cause any adverse reaction in the body. The material must withstand the body environment and not degrade to a point that it cannot function in the body as intended [1]. Metallic materials are widely used as biomedical materials and are indispensable in the medical field. In particular, toughness, elasticity, rigidity, and electrical conductivity are essential properties for metallic materials used in medical devices [2, 3]. The performance of a biomaterial is determined by its chemical, physical and biological properties [4]. In the complex environment of the human body, biomedical materials are subject to electrochemical corrosion mechanisms, with bodily fluids acting as an electrolyte [5-8].

Corrosion is the first consideration for a material of any type that is to be used in the body because metal ion release takes place mainly due to corrosion of surgical implants [9] and it can adversely affect the biocompatibility and mechanical integrity [1] and the high concentration of Cl⁻ and the temperature range of 36.7–37.2°C, the human body fluid is considered a severely corrosive environment and localized corrosions such as pitting and crevice corrosion [10]. Stainless steel are used

as temporary implants to help bone healing, as well as fixed implants such as for artificial joints. In terms of corrosion resistance in the human body, stainless steels are inferior compared to cobalt chromium alloys and titanium alloys [11-14]. However, large amounts of stainless steel are used for implant devices because they are less expensive than cobalt-chromium alloys, pure titanium, and titanium alloys [15].

Presence of Cr results in the formation of a thin, chemically stable, and passive oxide film on the surface of the stainless steels [16, 17]. The oxide film forms and heals itself in the presence of oxygen. The physical-chemical properties of this passive film control the material's corrosion behavior, its interaction with the body, and thus the degree of the material's biocompatibility [18]. There have been numerous in-vivo and in-vitro studies focused on corrosion in metal implants. However, many of the in-vitro studies employed simulated body fluids such as Ringer's or Hanks' solutions [19]. It has been reported that corrosion resistance of stainless steel is closely related to chromium concentration in the film formed by surface treatment methods [20-22]. The aim of this research is to compare the electrochemical corrosion behaviours of 316L and 310S stainless steel alloys using Tafel Extrapolation, weight loss test before and after chemical and physical (plasma) surface treatment. The metallography by electron microscopy were used to evaluate the effectiveness of the proposed method. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) method was used to determine the chromium concentration in the surface layer after surface treatment.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS PREPARATION

Materials used in this research were two different types of Austenitic Alloys AISI types 316L, 310S which was cut into small sheets of dimensions 15x 20 x2 mm, their chemical composition of samples are presented in Table 1. Prior to each experiment the electrode surface was mechanically abraded with 400 up to 2000, grit emery papers, rinsed with distilled water, degreased in acetone, absolute ethanol and dried in air. The biological fluid test is Hank's solution at pH 7.4, the chemical compositions of it is shown in Table 2 [19]. The cell used contained typically three electrode for electrochemical measurement. The counter electrode was made of platinum, saturated calomel electrode (SCE) as a reference electrode and the samples as the working electrode, the exposed area into test solution was 1cm².

2.2 SURFACE TREATMENT

Surface treatments were employed for all test samples of stainless steel: Mechanical Polish, Chemical Polish, Chemical Polish & Passivation and Physical Treatment by plasma. Chemical Passivation was carried out in a glass cell under certain conditions as presented in Table 3. The samples were washed, cleaned and dried with hot air after surface treatment. Physical Treatment (plasma) employed in the discharge cell which consists of two movable parallel electrodes enclosed in a cylindrical Pyrex glass tube of 7 cm diameter and 20 cm length. Each electrode consists of a disk made of steel of 4 cm in diameter. The stainless steel samples were pasted to the cathode by silver paste. The temperature of the sample is controlled by using an electric heater that is placed under the cathode. The glass tube is evacuated by using a vacuum system to a base pressure about 2×10^{-3} Torr. A mixture of N₂-H₂ gases are entered the tube through needle valves (type Leybold AG 283 40) to control the pressure, and the percentage of the gas mixture inside the reactor. The temperature of the cathode is measured by a copper-constantan thermocouple imbedded in the cathode. The two electrodes are connected to the dc power supply of variable output voltage. Two types of stainless steel samples have been treated by plasma. The stainless steel samples are treated under the same conditions that are placed in the Table 3.

Table 1. Chemical composition of different types of austenitic steel in the present study.

Type of steel	C	Cr	Ni	Mo	Mn	P	Si	S	Fe
316 L	0.021	17.7	10.5	2.76	1.56	0.017	0.71	0.002	66.73
310 S	0.08	25	20	0.3	0.1	0.0425	0.85	0.02	53.6

Table 2. Chemical compositions of Hank's solution.

Compound	Composition (g/l)
NaCl	8.00
KCl	0.40
CaCl ₂	0.14
NaHCO ₃	0.35
Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O	0.06
KH ₂ PO ₄	0.60
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.06
MgCl ₂ ·6H ₂ O	0.10
Glucose	1.00

Table 3. Surface treatment conditions for all stainless steel types

Sample name	Treatment types	Treatment Condition				
MP	Mechanical polish	used SiC papers of number 400,600,1000, 1200 and 2000				
CP	Chemical polish	12.5 ml HNO ₃ + 4 ml HF + 33.5 ml H ₂ O at 30°C for 20 min.				
CP+P	Chemical polish + Passivation	12.5 ml HNO ₃ + 4 ml HF + 33.5 ml H ₂ O at 30°C for 20 min. Then passive in 30% HNO ₃ at 70 °C for 20 min				
PT	Plasma treatment	N ₂ :H ₂ %	Discharge current (mA)	Temp. (°C)	time (sec)	Total pressure of the gases mixture (Torr)
		80:20	30	500	30	4

2.3 ELECTROCHEMICAL MEASUREMENT

All the measurements was performed at the Open Circuit Potential and Potentiodynamic Polarization, the data were obtained in the range of potentials from 1.5 to -1.6 V vs. SCE with the scan rate of 1 mV/s. at 37°C the device used is the workstation Auto lap 302N potentiostat/galvanostat instrument, Corrosion current density (i_{corr}) which is equivalent to the corrosion rate of the specimen was estimated using Tafel extrapolation.

2.4 WEIGHT LOSS MEASUREMENT

The decrease in metal weight during the reference time period called weight loss methods was recorded by immersed the samples in Hank's solution during 200 days at temperature 37°C ±2 by water bath after clean with water, alcohol and degreased in acetone and dried in 100°C and then weighted before and after exposure

2.5 MICROSTRUCTURE ANALYSIS

Composition of sample surface after treatment studied by the scanning electron microscope (SEM) Micrographs was collected using A JEOL JSM-5300 instrument attached by OXFORD and X-Ray photoelectron spectroscopy (XPS).

3 RESULTS AND DISCUSSION

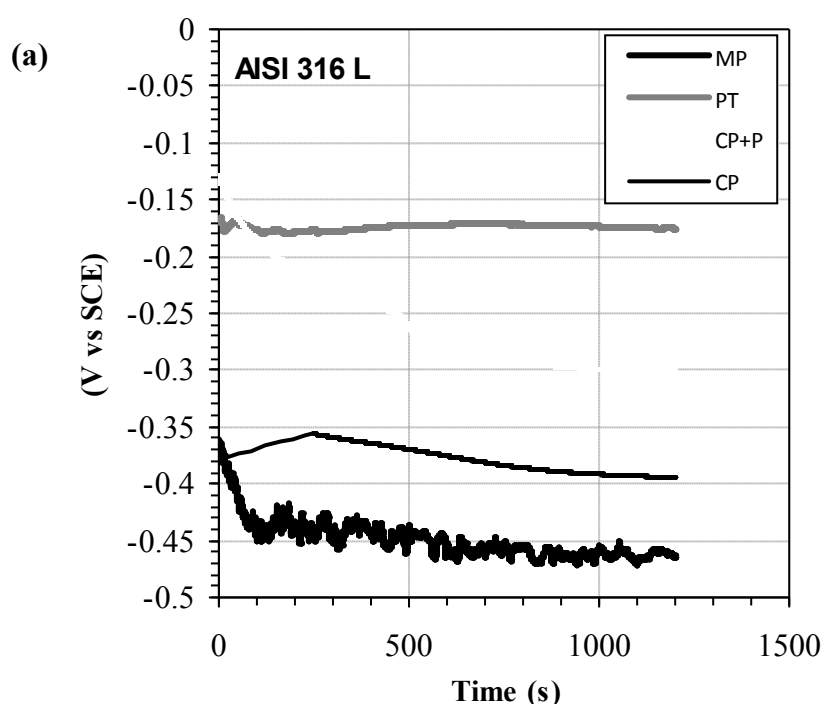
3.1 ELECTROCHEMICAL MEASUREMENT

3.1.1 OPEN CIRCUIT POTENTIAL MEASUREMENTS

When a metal is immersed in a given solution, electrochemical reactions of the metal-solution interface occur at the surface of the metal, causing corrosion of the metal. These reactions create an corrosion potential or the open circuit potential (measured in volts), at the metal-solution interface [23]. The simple way determine the chemical interaction of metallic materials/bone prosthesis with the body fluid environment is essential in order to understand their stability in the human body and to study the film formation and passivity of implants/alloys in a Hank's solution.

Measurement open-circuit electrode potentials OCP as function of time is important for estimating the effect of depolarizers of corrosion reactions and useful to detect the initiation or an accelerated attack. An increase of open-circuit potentials OCP means depolarization of cathode and increase corrosion, a drop in potential is evidence for decreased corrosion. The rapid changes in the corrosion potential indicate a depolarization or enhancement of the anodic reaction, or to the formation of a semi-protective film [24].

An open circuit potential OCP as a function of time over 1200 S for two different types of stainless steel after Mechanical Polishing (MP), Chemical Polishing (CP), Chemical Polishing+Passive (CP+P) and Plasma Treated (PT) in the Hank's solution is provided in Fig.1. The evolution with time for the OCP (E_{oc}) for AISI 316L SS samples are shown in Fig.1 a. It seems that, the potential is nearly constant after Plasma Treatment (PT) which means almost quasi-stationary state. The initial E_{oc} value shifts continuously towards the negative direction of potential with a faster rate and then slowly until it reaches steady state after Mechanical Polishing (MP) also after Chemical Polishing and Passive (CP+P) due to formation of a semi-protective film but the initial E_{oc} value shifts continuously towards the positive direction of potential with a faster rate and then to negative direction with slow rate until it reaches an almost quasi-stationary state after Chemical Polishing (CP). Samples can be arranged according to the shift of E_{oc} potential towards the positive direction with time as follow MP, CP, CP+P, PT



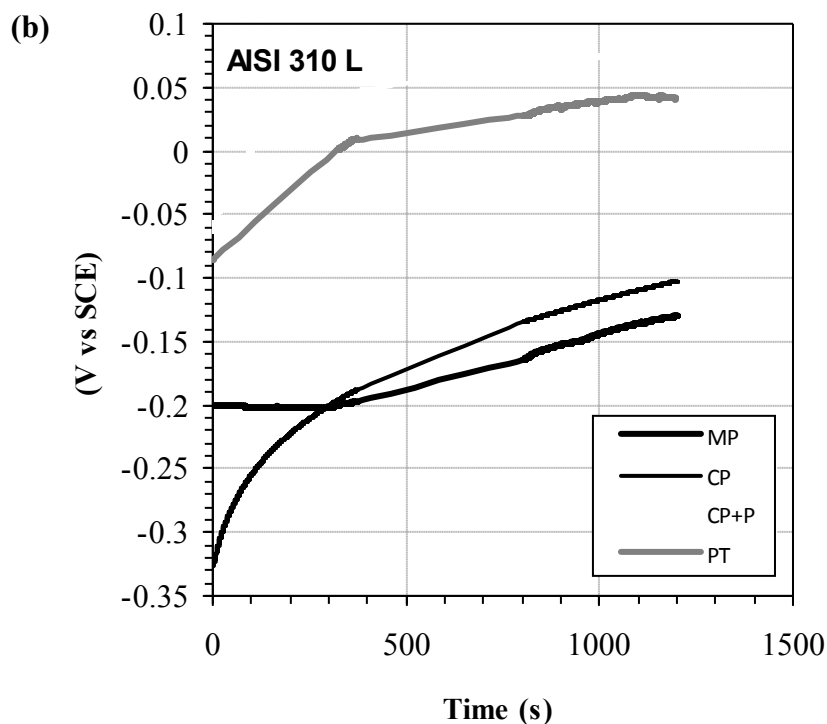


Fig. 1. Evolution of the open circuit potential (E_{oc}) for both Stainless Steel samples at different treatment conditions in Hank's solution (a) AISI 316 L stainless steel and (b) AISI 310 S stainless steel

As shown in Table 4a. While Samples can be arranged according to the shift of E_{oc} potential towards the positive direction with time as follow MP, CP, PT and CP+P respectively as shown in Table 4b. This indicates a propensity for the sample to passivity due to its interaction with test solution and deposition of protective corrosion products according types of surface treatment. The evolution with time for the OCP (E_{oc}) can be shown for AISI 310S SS in Fig.1 b, As can be seen, the initial E_{oc} value shifts continuously towards the positive direction of potential with a faster rate and then slowly until it reaches an almost quasi-stationary state after all surface treatments. Values of the E_{oc} implies that CP+P sample possesses thicker native oxide film relative to PT sample which is relative to CP sample which is relative to that for MP sample respectively.

In general it can noticed that the E_{oc} more positive potential for AISI 310S SS samples than for AISI 316L SS samples. This implies that AISI 316L SS samples possesses thicker native oxide film relative to AISI 310S SS, while for AISI 316L SS samples, the ion have initially to penetrate an oxide film corresponding to high anodic polarization with respect to AISI 310S. Shifting the potential to more positive or negative values is not main factor affected on the corrosion rate. This is because thickness alone is not assumed to provide a criterion of protection, as the kinetics of attack is related to a variety of other factors such as surface film composition, microstructure, continuity and adhesion to the substrate [25, 26]. The nature of the formed film being protective will be further clarified based on the data of potentiodynamic polarization techniques.

3.1.2 POTENTIODYNAMIC POLARIZATION MEASUREMENTS

It is a technique where the potential of the electrode is varied at a selected rate by application of a current through the electrolyte, the polarization curves usually show linear behavior of E vs. $\log(i)$. This is called Tafel behavior. The anodic and cathodic polarization linear curves are extrapolated to E_{corr} to get i_{corr} . The electrochemical parameter obtained from the polarization curves for both AISI stainless steel samples after all surface treatment types have been reported in Table 4. These include the corrosion potential (E_{corr}), the corrosion current density (i_{corr}), anodic and cathodic Tafel slopes (θ_a , θ_c), breakdown potential and current (E_{bd} , i_{bd}) and the corrosion rate (CR). In some cases, the corrosion potentials are somewhat more negative than those obtained from the OCP measurements. This is because the polarization scans were started at a more cathodic potential relative to the OCP, so that the passive film at the surface was at least partially removed due to the highly reducing initial potential [27,28]. The potentiodynamic polarization scans (Tafel curves) for both stainless steel types after surface treatments; Mechanical Polishing (MP), Chemical Polishing (CP), Chemical Polishing+Passivity (CP+P) and

Plasma Treated (PT) in Hank's solution behave a very similar manner. The curves can be divided in several potential domains. In the cathodic domain where at this potential, the current can be determined by the reduction of water and partially of dissolved oxygen. Another potential domain is transition domains which the cathodic current changes to anodic current at the corrosion potential, in this intersection can be obtained current density of corrosion [29]. The other domains correspond to the passive plateau, before passivity was broken due to pitting corrosion is anodic domains. The smooth transition from domains potential to another occurs in all stainless steel types after all surface treatments were shown in Fig. 2. It can be seen from Fig. 2a that corrosion potential for 316L is arranged according to nobler (more positive) first, PT next, CP+P then, CP and finally, MP indicating that former is more corrosion resistant than later respectively. In Fig. 2b the corrosion potential for 310S is nobler (more positive) first, CP+P next, PT then, CP and finally, MP indicating that former is more corrosion resistant than later respectively.

We notice sharp increase after E_{corr} with a very small break in the current and well-defined current plateau after E_{corr} suggesting the existence of a partially protective film on the alloy surface [30, 31]. This domain corresponds to an apparent passivation zone, where the duration of its current plateau is very dependent on the solution composition and its aggressive nature. Over the potential region of the passive current zone a steady state is established between the rates of metal dissolution and passive film formation. Generally, the breakdown potential (E_{bd}) of a given metal or alloy in corrosive environments is considered as an indication of the capability of its anodic passive film to resist localized corrosion damage [30, 32] and it is the major factor for selecting biomedical materials applications at the critical potential value E_{bd} . Breakdown of the passive film through its defective sites would expose the underneath substrate to the corrosive environment. Therefore, a more positive E_{bd} for surface treatment alloy in a test solution implies that its formed anodic film is more stable in terms of its localized corrosion performance and minimum corrosion rate accrued at sample. The maximum values of E_{bd} is observed for 316L stainless steel after treated by PT, and followed treated by CP+P, and followed treated by CP. The minimum E_{bd} is observed for 316L SS after treated by MP only. The maximum corrosion rate was observed for the 316L SS after treated by MP, then treated by CP, and then treated by CP+P, and the last is PT. The maximum values of E_{bd} is observed for 310S stainless steel after treated by CP+P, and followed treated by PT, and followed treated by CP. The minimum E_{bd} is observed for 310S SS after treated by MP. The maximum corrosion rates were observed for the 310S SS after treated by MP, then treated by CP, then treated by PT, and the last is CP+P.

It can be possible to obtain the anodic and cathodic Tafel slopes for each stainless steel type at every surface treatment from polarization curves, it was possible analytically to determine the value of corrosion rate by using Stern-Geary [33].

$$I_{corr} = \frac{\beta_a \times \beta_c}{2.303 \times [\beta_a + \beta_c]} \times \frac{1}{R_p} \quad (1)$$

Where R_p is the polarization resistance, β_a and β_c are the anodic and cathodic Tafel slopes. From corrosion potential values, it was possible to demonstrate that treatment types affected the electrochemical behaviour, in this sense the Fig. 3 shows the relation of corrosion rate with different types of treatment for both stainless steel. From values of polarization resistance it could be possible to determine a porosity factor according with other authors [34, 35]. The total film porosity factor calculated from Eq. (2), it corresponds to the ratio between the polarization resistance of abrasive sample (MP) and the other polishing treatments CP, CP+P and PT.

$$P = R_{pr-u} / R_{pr-u} \quad (2)$$

Where P is the total porosity, R_{pr-u} is the polarization resistance of mechanical polishing and R_{pr-u} is the measured polarization resistance of other polishing treatments. Fig. 4 represents the porosity factor values obtained replacing the electrochemical values of Eq. (3) for each treatment type.

$$Ef\% = \frac{I_{corr \text{ free}} - I_{corr}}{I_{corr \text{ free}}} \times 100 \quad (3)$$

Where E_f is the total protective efficiency, I_{corr} is the corrosion intensity of the mechanical polishing, and $I_{corr \text{ free}}$ is the corrosion intensity of the other polishing treatments.

3.2 WEIGHT LOSS MEASUREMENT

Fig. 5. represent the corrosion rate-time curves for both stainless steel types treated by MP, CP and CP+P. It can be seen from the figures, the corrosion rate decreases in both SS samples prepared under all treatment types by increasing the immersion time. The corrosion rate is a function of weight loss according to Eq. (4). The decreasing of corrosion rate is confirming the open circuit potential and polarization results, that the samples reach steady state potentials. It can be seen

from the Fig. 5, the CP+P treated types have lower CR with respect CP and MP is almost higher corrosion rate in both SS types. The verity of corrosion rate according to stainless steel types and surface treatment are mainly caused by selective dissolution of iron in both SS types and surface treatment and therefore surface treatment of samples because passive layer

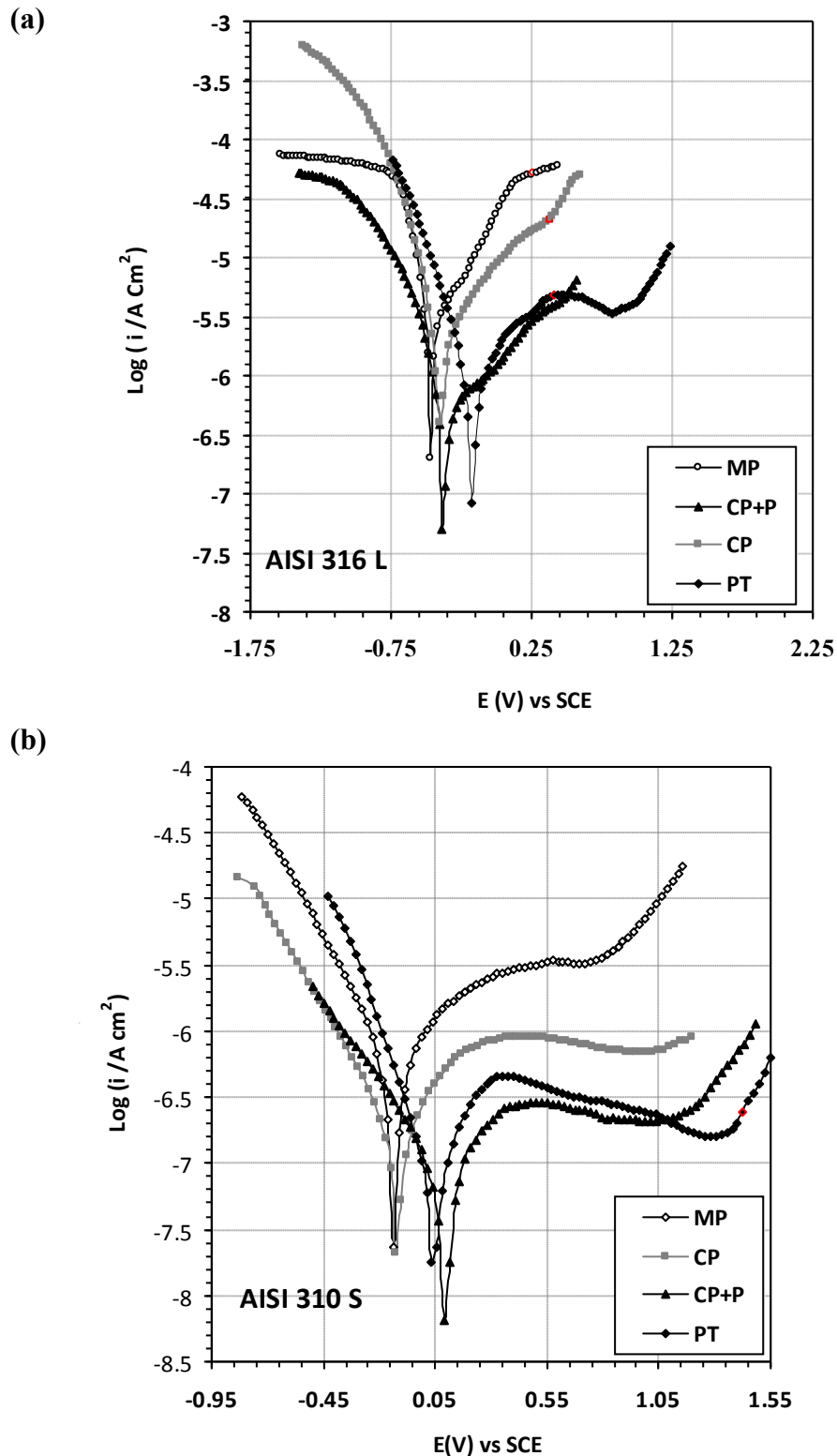


Fig. 2. Potentiodynamic polarization curves for both types of Stainless Steel at different treatment conditions in Hank's solution
(a) AISI 316 L SS and (b) AISI 310 SS.

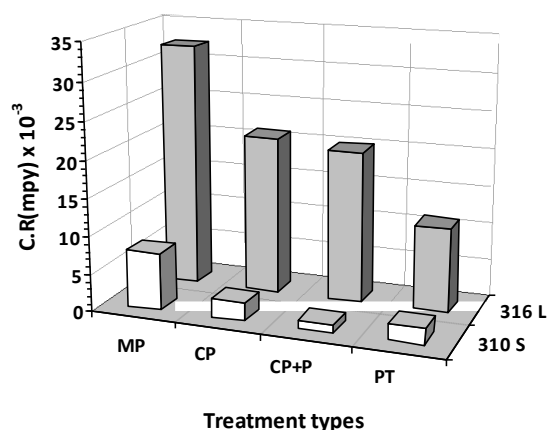


Fig. 3. Corrosion rate for AISI 316 L and AISI 310 S Stainless Steel at different treatment conditions in Hank's solution.

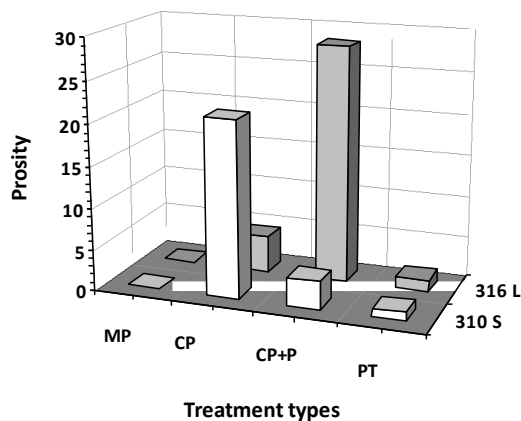


Fig. 4. Surface porosity of AISI 316 L and AISI 310 S Stainless Steel types at different treatment conditions.

Table 4. Electrochemical corrosion parameters for each treatments surface of both austenitic stainless steel in Hank's solutions as a function of pretreatment at 37°C.

316L	E_{oc} V(SCE)	E_{corr} V(SCE)	E_{bd} V(SCE)	R_p $\Omega \text{ cm}^2$	I_{corr} $\mu\text{A cm}^{-2}$	I_{bd} $\mu\text{A cm}^{-2}$	β_a mV dec^{-1}	β_c mV dec^{-1}	CR $\text{mpy } 10^{-3}$
MP	-0.464	-0.464	0.269	-0.886	1.56	51.611	236	-139	32.39
CP	-0.395	-0.403	0.378	-3.933	1.01	20.775	332	-166	20.97
CP+P	-0.298	-0.384	0.398	-25.203	0.97	1.135	610	-278	20.14
PT	-0.175	-0.178	0.408	-1.228	0.54	4.745	235	-203	11.21
310S									
MP	-0.130	-0.135	0.793	-4.835	0.365	3.590	292	-232	7.58
CP	-0.102	-0.124	1.096	-102.725	0.116	0.757	489	-305	2.39
CP+P	0.078	0.088	1.357	-16.590	0.053	0.164	375	-360	1.10
PT	0.041	0.035	1.329	-5.255	0.101	0.242	238	-214	2.10

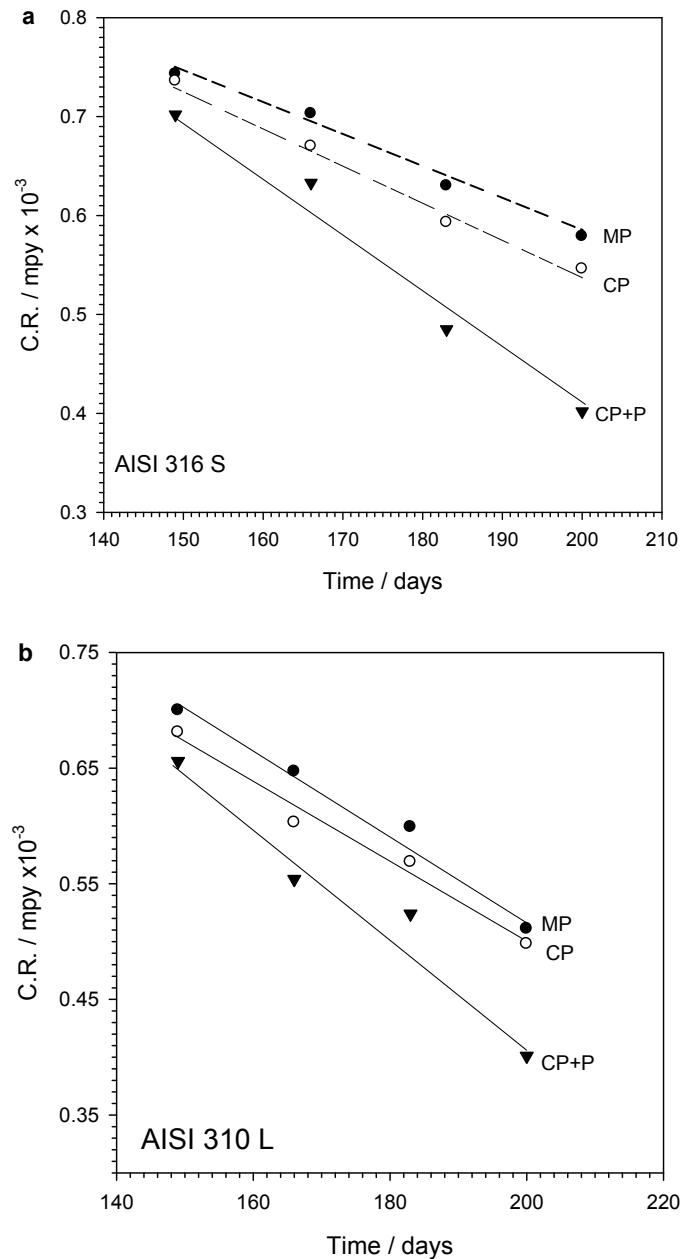


Fig. 5. Corrosion rate deduced from Weight loss data at different treatment conditions in Hank's solution (a) AISI 316 L SS and (b) AISI 310.

formed presents the lowest corrosion rate (weight loss) in the field of exposure to calculate the corrosion rate from metal loss we used the following Equation [36]:

$$C.R. = \frac{W_2 - W_1}{A \times d \times t} \quad (4)$$

Where (W_2 , W_1) is weight before and after exposure periods, (A) is area, (d) is density and (t) is immersion time.

3.3 SURFACE ANALYSES

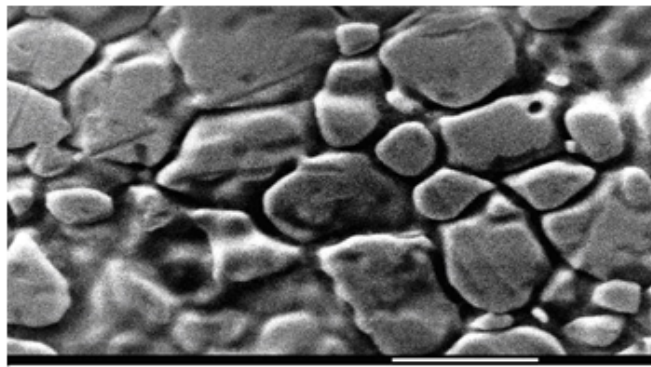
The surface morphology and XPS spectra for 316L and 310S stainless steel in hank's solution after MP, CP, CP+P and PT surfaces treatment are generally consistent with the above electrochemical behavior. The resolution XPS data are summarized in Table 5. This information was used to deduce the changes in surface chemistry that occur as a result of the surface treatments employed. XPS spectrum of SS types exhibit various peaks pertinent to the elements composing the

sample, For both the alloys, the content of the elements in decreasing order were: Fe > Cr > Ni. The total content of these as shown in Table 5.

Table 5. XPS data and Composition of surface film after each surface treatment for both austenitic stainless steel in mass percent.

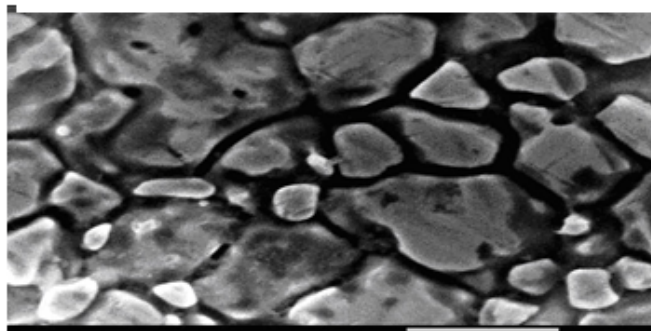
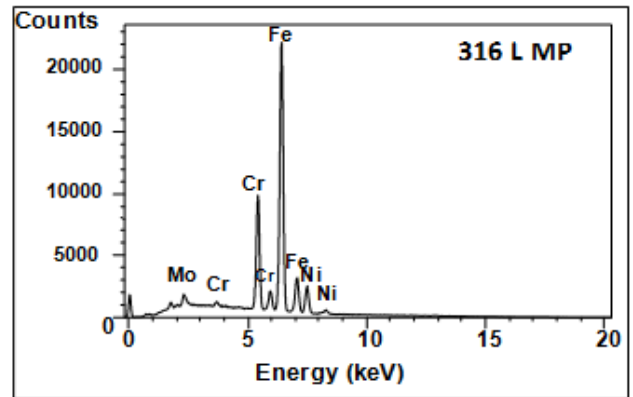
316 L	Fe Ka	Fe Kb	Cr/Fe	Cr Kesc	Cr Ka	Cr Kb	Ni Ka	Ni Kb	Mo L1	Mo La1
MP	56.4	7.3	0.273	0.8	23.7	3.5	6.3	0.7	1.3	-
CP	56.4	7.4	0.431	0.2	23.7	3.6	6.2	0.8	1.6	-
CP+P	56.9	7.5	0.432	0.2	24.1	3.5	6.3	-	0.1	1.4
PT	56.2	7.7	0.445	-	23.8	3.5	6.5	0.9	1.4	-
310 S										
MP	47.6	6	0.466	-	26.7	4.3	13.3	1.8	0.3	-
CP	45.5	6.1	0.688	-	31	4.5	11.1	1.6	0.3	-
CP+P	47.1	6	0.637	-	29.6	4.2	11.4	1.7	0.1	-
PT	44.8	6.1	0.717	-	32	4.5	10.9	1.4	0.3	-

The Cr increase in surface samples after CP, CP+P and PT than the sample treated by MP in 316 L only is accomplished by increasing corrosion resistance of these samples is due to two different mechanisms according to treatment types. The first one is for sample treated by CP and CP+P, suggesting that the surface passive film is formed by mixture of oxides [37] representing those elements. The passive film consists of water molecules, cations, anions and highly oxidized metal, such as Fe, Cr. The thickness of the passive layer ranges from a few nanometer to 10 nm. The ambient medium (wet air) reacts with metallic surfaces, especially with Cr which is more easily oxidizable than iron. Several structure models of the passive film have been proposed [38], two types being mainly mentioned, $(\text{Fe,Cr})_2\text{O}_3$ and $(\text{Fe,Cr})(\text{OH})_n$. When mechanically polished the sample surfaces, the characteristics of the oxygen bonds changed. There was a drop in oxygen bonding in the oxide form and a dramatic increase in oxygen bonding as a hydroxide. The chemical composition of Cr on the surface also changed with chemical polishing. In mechanically polished samples Cr was bound primarily in the oxide form (Cr_2O_3). After chemical polishing, the proportion of Cr in the hydroxide form increased significantly through the majority of the Cr was still bound as an oxide. Chemical polishing also caused a change in the binding of the Fe on the surface. There was a decrease in metallic Fe, and an increase in Fe bound as FeO, which is adherent to steel substrate. This was offset by a drop in Fe bound as Fe_2O_3 and the hydroxide. However, more than 50% of Fe is still bound as Fe_2O_3 . The Cr/Fe ratio, in these samples, increases after surface treatment by CP and CP+P, leading to an "enrichment" of Cr on the surface. It must be pointed out that the Cr/Fe ratio for the mechanically polished samples, also indicates surface enrichment of Cr, as compared to the bulk, probably due to preferential atmospheric oxidation of the Cr. As shown in Table 5 CP+P can result in further enrichment of Cr as Cr_2O_3 on the surface. Further analysis is necessary to determine the exact composition. It resulted also, in FeO concentration increasing and the Fe, Fe_2O_3 and Fe-OOH concentrations decreasing. The Cr increase in SS 316L after all surface treatments and this is agreed with Hyniewicz [39]. Some researcher [40] suggested that the improved corrosion behavior of 316L can be attributed to increase Cr and other elements contributing to the formation of passive film. Based on the surface analysis, a three-layer model has been suggested for passive films formed on austenitic stainless steel in acid solutions: the outer part of the film consists of a hydroxide film on the top of an oxide layer [41]. The oxy-hydroxide film is formed on the top of a Ni-enriched layer, the origin of which is the selective oxidation of Fe and Cr during anodic polarization [40].



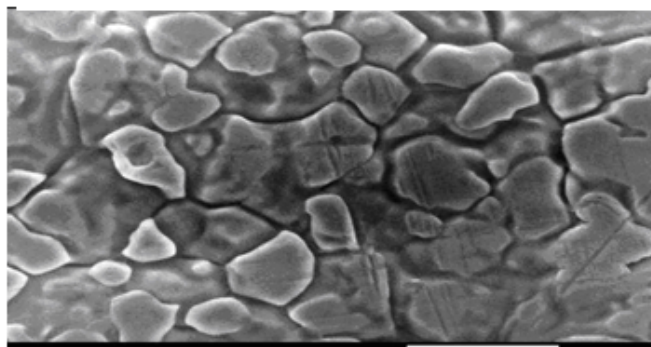
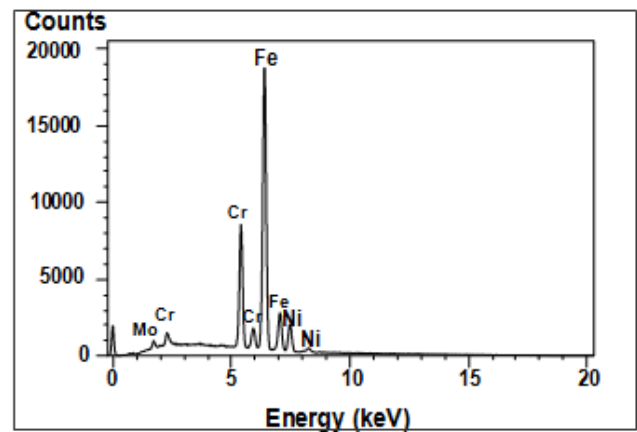
316 L MP X5.000

5 µm



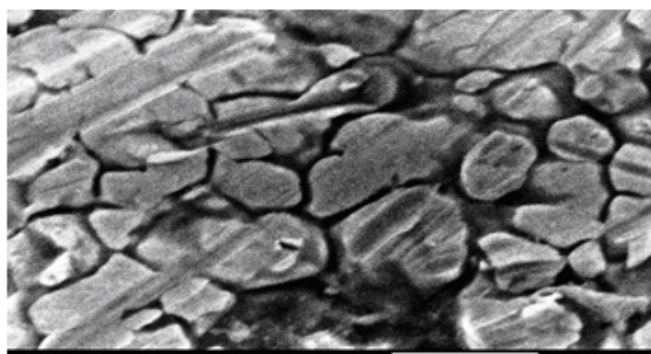
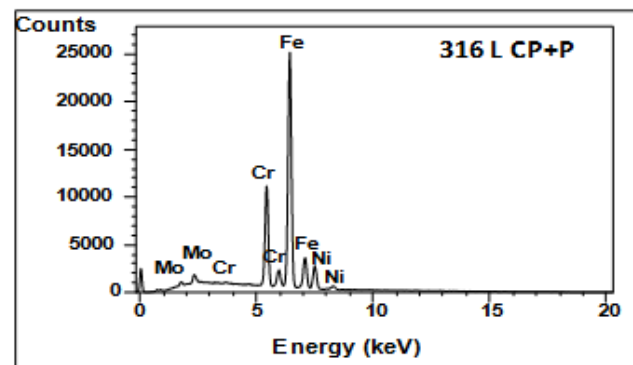
316 L CP X5.000

5 µm



316 L CP+P X5.000

5 µm



316 L PT X5.000

5 µm

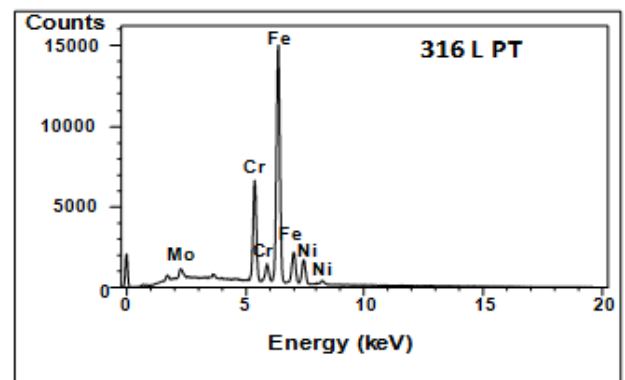


Fig. 6. SEM micrographs and EDX surface analysis of AISI 316 L stainless steel at different treatment conditions after polarization in Hank's solution.

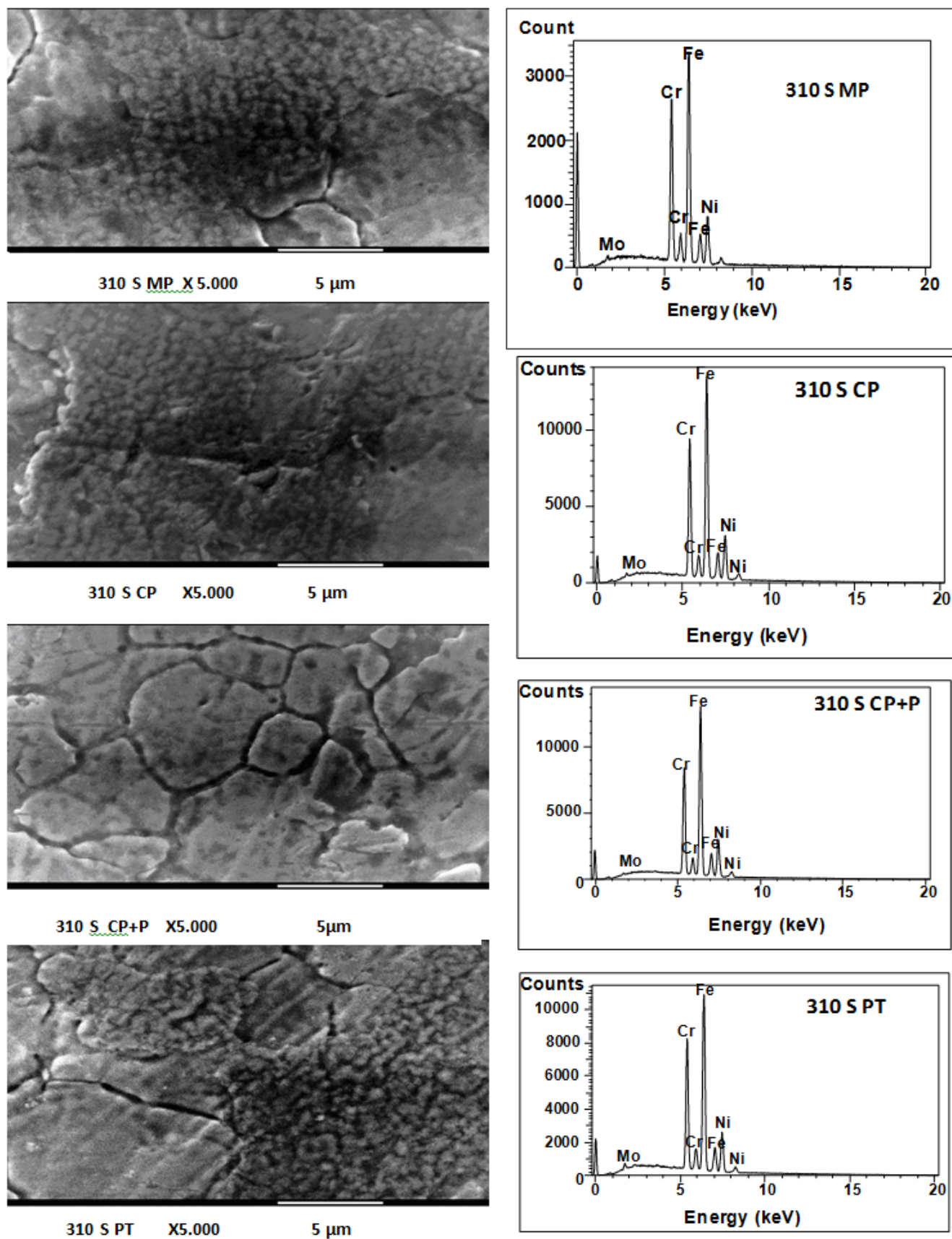


Fig. 7. SEM micrographs and EDX surface analysis of AISI 310 S stainless steel at different treatment conditions after polarization in Hank's solution

Total Ni % which surface contains changed from 7% after MP, and CP, 6.3% after CP+P and 7.4% after PT in AISI 316 L, while in 310 S 15.1 after MP, 12.7% after CP, 13.1% after CP+P and 12.3% after PT. Benard [42] has shown that, the Ni was not present in the products formed at the start oxidation of austenitic steels; since Ni is more noble than Fe, it would be rejected to the metal/oxide interface. This phenomenon is confirmed by the concentration of Ni in the Cr depleted region. For biomedical applications this can be a desirable finding as nickel has been known to cause allergic reactions in some individuals. Other [41] have proposed that immersion in nitric acid removes sulfide inclusions of the stainless steel thus eliminating preferential sites for corrosion attack. The practical use of the nitric acid treatment might be limited if the treatment leads to formation of a Cr-depleted zone underneath the passive film, since damage of the passive film leads to Cr-depleted zone exposure to the environment. The atomic ratio Cr/ (Cr+Fe+Ni) under the passive film was found to vary between 20-25% in the passivation treated samples which is somewhat higher than in the bulk (20%). On the other hand, Ni-enrichment was detected and Fe was found to be depleted. The results suggest that Fe is selectively dissolved during the passivation treatment and Cr does not seem to be depleted underneath the passive film [43]. The XPS results represent that increase Cr percentage in the surface of both stainless steel types after plasma treated PT is good qualitative agreement with the enhanced corrosion resistance after plasma from polarization and weight loss results, is due to a second mechanism occurred.

It is known that if the stainless steel samples are treated by plasma under 400°C-450°C, nitrogen rich iron phase (γ^N) that is called S-phase will be formed [44]. This phase is characterized by its corrosion resistance due to the compressive stress that is formed inside it. If the treatment temperature increases above 500°C, the CrN phase starts to grow along the grain boundaries of the stainless steel. The CrN phase increases the corrosion resistance, is due to the fact that nitrogen atom in the nitride layer firstly dissolved into the solution, and it could repel the chloride ion (Cl^-) away from the sample surface. The nitrogen anion (N^-) then combines with hydrogen ion (H^+) in the solution to form the ammonium (NH_4^+) resulting increase of solution pH. Finally, corrosion attack from the solutions decreases [45-47].

Fig. 6 shows that the grain size of SS 316L is affected by type of surface treatments, as can be seen the grain size of untreated by chemical polishing CP or passivity CP+P or plasma treated PT are greater than treated surface, the small grain size appears after CP+P. It can be also seen the distortion of the grains of the stainless steels after PT and the surface of all SS 316 L samples have a crystalline structure after all treatment types. While in Fig. 7 the grain size of SS 310S is affected by type of surface treatments, as can be seen the grain boundary of MP and CP samples are not clear as in sample treated by CP+P and PT, the big grain size appears after CP+P. It can be also seen the grain size decreases after plasma treatment and treatment types change the amorphous to crystalline structure of the surface of SS 310 S. The morphology of SS 316 L and 310 S austenitic SS is different although it has the same main component at different ratio. From SEM photographs of both stainless steel samples treated by plasma, it can be noticed a distortion of the grains of the stainless steels as shown in 316 L samples. The grain size decreases as in the case of 310 S samples. This behavior is due to the bombardment of the nitrogen and hydrogen positive ions, that are formed in the plasma discharge, on the sample surface which causes the crystalline of the stainless steels will change to be nano-crystals or even amorphous. In some cases this change of the grain size improves the corrosion resistance of the stainless steels [17].

4 CONCLUSION

It can be concluded that different types of treatments affected the electrochemical behavior of samples. Every stainless steel sample has lower corrosion current density I_{corr} has lower corrosion rate that occurred maximum breakdown potential E_{bd} for both SS types sample and this means improved corrosion resistance of these samples. These results are in good agreement with corrosion rate calculated by weight loss test. OCP of AISI 316 L displays that, the PT is shifted to noble direction than CP+P, CP, MP respectively. While the value of OCP of AISI 310S displays that the CP+P is shifted to noble direction than PT, CP, MP respectively. The passivation treatment significantly increases the corrosion resistance due to a high Cr content in the passive film and increased film thickness. From the results it can be concluded the AISI 310 S has higher corrosion resistance than AISI 316 L, so it can be recommended use in biomedical application as 316 L which is widely used biomaterials.

REFERENCES

- [1] I. Gurappa, Characterization of different materials for corrosion resistance under simulated body fluid conditions, J. Materials Characterization 49 (2002) 73–79.
- [2] C.V. Vidal, A.I. Muñoz, Electrochemical characterisation of biomedical alloys for surgical implants in simulated body fluids, Corrosion Science 50 (2008) 1954–1961.

- [3] M. Sumita, T. Hanawa and D. H. Teoh: Development of nitrogen-containing nickel-free austenitic stainless steels for metallic biomaterials-review, *Mater. Sci. Eng., C24* (2004) 753-760.
- [4] B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons, *Biomaterials science: an introduction to materials in medicine*. San Diego: Elsevier/Academic Press (2004).
- [5] A.C. Fraker, Corrosion of metallic implants and prosthesis devices. In: *ASTM metals handbook* (9th ed.) Corrosion. Metals Park, OH: ASM International , 13 (1987) 1324–35.
- [6] M.F. Leclerc, Surgical implants. In: *ASTM metals handbook* (9th ed.) Metals Park, OH: ASM International 2 (1987) 164–80.
- [7] J.J. Jacobs, J.L. Gilbert, R.M. Urban, Current Concepts Review - Corrosion of Metal Orthopedic Implants, *J. Bone Joint Surg* 80-A (1998) 268–82.
- [8] S.G. Steinemann, Metal implants and surface reactions, *Injury* 27:SC (1996) ,16–22.
- [9] M. Donachie, Biomedical alloys., *Adv Mater Process* 7 (1998) 63– 65.
- [10] H. Yang, K. Yang, B. Zhang, Pitting corrosion resistance of La added 316L stainless steel in simulated body fluids, *Mater. Lett.* 61 (2007) 1154–1157.
- [11] Y. Nakayama, T. Yamamura, Y. Kotoura, M. Oka, Measurement of anodic polarization of orthopaedic implant alloys: comparative study in vivo and in vitro experiments *J. Biomaterials* 10 (1989) 420.
- [12] M. Morita, N. Nakamura, Y. Tsukamoto, T. Sasada, *J. Jpn. Soc. Biomater*, 10 (1992) 209-212.
- [13] H. Bidhendi and M. Pouranvari, Corrosion study of metallic biomaterials in simulated body fluid, *Metalurgija-M J o M* 17 (2011) 13-22.
- [14] M. talha, C.K. Behera and O.P. Sinha, Potentiodynamic polarization study of Type 316L and 316LVM stainless steels for surgical implants in simulated body fluids, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4 (2012) 203-208.
- [15] M. Sumita, *Orthop. Surg.*, 48 (1997) 927.
- [16] Y. Okazaki, E. Gotoh, Metal Release from Stainless Steel, Co-Cr-Mo-Ni-Fe and Ni-Ti Alloys in Vascular Implants *Corros. Sci.*, 50 (2008) 3429–3438.
- [17] S. Mukherjee, et al, Effect of Plasma Nitriding and Nitrocarburising Process on the Corrosion Resistance of Grade 2205 Duplex Stainless Steel,13th International Conference on Plasma Surface Engineering Garmisch- Partenkirchen, Germany, September 10-14 (2012).
- [18] A. Shahryari, S. Omanovic, J. A. Szpunar, Electrochemical formation of highly pitting resistant passive films on a biomedical grade 316LVM stainless steel surface *Materials Science and Engineering C* 28 (2008) 94–106.
- [19] C. Tang, S. Katsuma, S. Fujimoto, S. Hiromoto, and 316L stainless steels in simulated body fluids and cell cultures, *Acta Biomaterialia*, 2 (2006) 709–715.
- [20] C.C. Shih, C.M. Shih, Y.Y. Su, L.H.J. Su, M.S. Chang and S.J. Lin, An impedance study of two types of stainless steel in Ringer physiological solution containing complexing agents, *Corrosion. Sci.*, 46 (2004) 427.
- [21] H.D. Pletka, U. Reichau and K.G. Schutze, Surface treatments to improve corrosion resistance of austenitic stainless steels, *Prog.Un-der & Pre.Corros.*, bf2 (1993) 1101.
- [22] J.F. Grubb, J. Fritz and R.E. Polinski US Patent, No.6709528 (2004).
- [23] H.A. Videla, Microbially induced corrosion: An updated overview. In: *Biodeterioration and Biodegradation*, H.W. Rossmore (ed.). London: Elsevier Applied Science, London, pp 63-88ce. (1991).
- [24] Little, B.J., Wagner, P. Hart, K., Ray, R., Lavoie, D., Neelson, K. & Aguilar, C. The role of metal-reducing bacteria in microbiologically influenced corrosion. Paper No. 215, *Proc. Nace Corrosion*. Houston, TX: National Association of Corrosion Engineers International (1997).
- [25] F. El-Taib Heakal, A.M. Fekry, A.A. Ghoneim, Corrosion characterization of new tin–silver binary alloys in nitric acid solutions, *Corros. Sci.*, 50 (2008) 1618-1626.
- [26] L.L. Shreir, ed., *Corrosion Metal/Environment Reactions*, Vol. I, New-Butterworth, Boston (1976).
- [27] S. Luiz de Assis, S. Wolyneć, I. Costa, Corrosion characterization of titanium alloys by electrochemical techniques, *Electrochim. Acta*, 51 (2006) 1815-1819.
- [28] W.Y. Guo, J. Sun, J.S. Wu, Electrochemical and XPS studies of corrosion behavior of Ti–23Nb–0.7Ta–2Zr–O alloy in Ringer's solution, *Mater. Chem. Phys.*, 113 (2009) 816-820.
- [29] K.Salma, L. Berzina-Cimdina, N. Borodajenko, Influence of calcium phosphate synthesis parameters on properties of bioceramics, *Processing and Application of Ceramics*, 4(2010) 45.
- [30] G.T. Burstein, Size and Solid Solubility in Electrodeposited Ag-Ni Nanoparticles, *Corros. Sci.* 47 (2005) 2858–2870.
- [31] G. Wu, Y. Fan, A. Atrens, C. Zhai, W. Ding, Electrochemical behavior of magnesium alloys AZ91D, AZCe2, and AZLa1 in chloride and sulfate solutions, *J . Appl. Electrochem.* 38 (2008) 251–257.
- [32] J. Liang, P. Bala Srinivasan, C. Blawert, W. Dietzel, Influence of chloride ion concentration on the electrochemical corrosion behaviour of plasma electrolytic oxidation coated AM50 magnesium alloy, *Electrochim. Acta* 55 (2010) 6802–6811.

- [33] J.Reeve, G Nielsen, The Stern-Geary method. Basic difficulties and limitations and a simple extension providing improved reliability, 13,5(1973) 351.
- [34] W.Tato, D.Landolt, Electrochemical Determination of the Porosity of Single and Duplex PVD Coatings of Titanium and Titanium Nitride on Brass J. Electrochem. Soc. 145 (1998) 4173.
- [35] J.C. Caicedo, C. Amaya, G.Cabrera, J.Esteve, W. Aperador, M. E. Gomez, P. Prieto. Corrosion surface protection by using titanium carbon nitride/titanium–niobium carbon nitride multilayered system, Thin Solid Films 519 (2011) 6362.
- [36] Jan. 1, ASTM D2688 Standard Test Method for Corrosively of Water in the Absence of Heat Transfer (Weight Loss Method) Current edition approved Published January 2005.
- [37] J. Kruger, Passivity in ASM Handbook Volume 13A Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection, S.Cramer & B.Covino Editors, ASM International, 2003, p61-67. M.F. López, A. Gultiérrez, J. A. Jiménez, Surf. Sci., 482-485 (2001) 300-305.
- [38] M. Pourbaix Atlas d'équilibres électrochimiques, Gauthier-Villars, Paris, 1963; English translation: Atlas of electrochemical, Equilibria in aqueous Solutions, Pergamon Press, Oxford, 1966.
- [39] T. Hryniewicz, R. Rokicki, K. Rokosz, Corrosion Characteristics of Medical-Grade AISI Type 316L Stainless Steel Surface After Electropolishing in Magnetic Field, Corrosion, (The Journal of Science and Engineering), Corrosion Science Section Corrosion Science Section 8 (2008) 660-665.
- [40] O. A. Olsson, D. Landolt, Passive films on stainless steels-chemistry, structure and growth, Electrochimica Acta 48 (2003) 1093-1104.
- [41] P. Stefanov, D. Stoychev, M. Stoycheva, T. Marinova, Chromium Oxide Films Chemically Formed on Stainless Steel 316L, Mat. Chem. Phys. 65 (2000) 212-215
- [42] J. BENARD Oxydation des métaux [Oxidation of metals] Pub. Gauthier Villars Paris, 1962 J. Benard, Oxydation des métaux [Oxidation of metals] Pub. Gauthier Villars Paris, 1962
- [43] D. Wallinder, J. Pan, C. Leygraf, A. Delblanc-Bauer, EIS and XPS study of surface modification of 316LVM stainless steel after passivation Corrosion Sci. 41 (1998) 275-289.
- [44] Z. Yu, L. Wang, X. Xu and J. Qiang, Growth Process of Low-Temperature Plasma-Nitriding Layer on Austenitic Stainless Steel, Acta Metallurgica Sinica (English letters) 17, 2 (2004) 210-214
- [45] S. D. Chyou, H.C. Shih, The Effect of Nitrogen on the Corrosion of Plasma-Nitrided 4140 Steel, Corrosion, 47,1 (1991) 31-34.
- [46] A. Triwiyantol, P. Hussain², M. C. Ismail, Behavior of Carbon and Nitrogen after Low Temperature Thermochemical Treatment on Austenitic and Duplex Stainless Steel, Applied Mechanics and Materials 110 (2012) 621-626.
- [47] H. J. Grabke, High Nitrogen Steels. The Role of Nitrogen in the Corrosion of Iron and Steels, ISIJ. International, 36, 7(1996) 777-786.

Les Systèmes Nationaux d'Information d'Eau dans la région sud-ouest de la mer Noire

[The National Water Information Systems in the south-western basin of Black Sea]

Gabriela Adina Moroşanu¹, Mohamed Ben-Daoud², Aniss Moumen³, Hassane Jarar Oulidi⁴, Bouabid El Mansouri³, Ali Essahlaoui², and Samir Eljaafari²

¹Faculté de Géographie, Université de Bucarest, Roumanie

²Université Moulay Ismail Faculté des sciences de Meknès, département de biologie, Maroc

³Laboratoire de Géosciences des ressources naturelles (GeoNaRes), Université Ibn Tofail, Faculté des sciences, Campus Maamora, BP 133, 14000 Kenitra, Maroc

⁴Ecole Hassania des Travaux Publics (EHTP), KM 7, Route D'EL JADIDA, B.P 8108, Oasis, Casablanca, Maroc

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this article, we intend to raise the issue of water information systems of the countries bordering the Black Sea. The watershed tributaries of the Black Sea basin belong to the Danube, the most developed of them, Dniester, Bug, Kamchia, Kuban, etc. Because the coordination of information systems for water throughout the basin of the Black Sea would have been very difficult due to lack of linguistic, geographical, political and economic homogeneity of neighboring countries, this research will focus on three countries of the southern and eastern shores of the Black Sea, such as Romania, Bulgaria and Turkey. Thus, the thread of this article will be to provide an overview of the concepts, methods and available information systems for water that all three countries have developed so far, in order to draft some recommendations and develop possible solutions in terms of water resources and hydro-informatics management in the countries with the biggest deficits from this point of view, from North Africa and not only.

KEYWORDS: NWIS, the Black Sea, European Union, Directive Water, Hydro-Informatics, Metadata, Europe,

RESUME: Différents modes de gestion des ressources en eau ont été mis en place au cours de ces dernières années dans différentes localités à travers le monde pour tenter de gérer, d'une manière plus efficace les ressources qui devenaient relativement plus rare. Par ailleurs l'une des obstacles soulevés dans la majorité des situations, concerne l'accès à l'information et aux données relatives à l'eau. Dès lors dans le cadre de cet article, nous avons l'intention de mettre en question les systèmes d'information de l'eau des pays riverains de la mer Noire. Les bassins hydrographiques affluents de la mer Noire appartiennent au Danube, le plus développé d'entre eux, au Dnieper, Bug, Kamchia, Kuban, Sakarya etc. Dans ce territoire la coordination des systèmes d'information de l'eau dans l'ensemble du bassin de la Mer Noire aurait été très difficile en raison du manque d'homogénéité linguistique, géographique, politique et économiques des pays limitrophes. La méthodologie suivie dans le cadre de cette recherche passe par une analyse systémique interdisciplinaire pour étudier les composants constituant le système d'information dans leur complexité, sur trois pays de la rive méridionale et orientale de la mer Noire, à savoir, la Roumanie, la Bulgarie et la Turquie. Cet article nous a permis de fournir un aperçu général des concepts, des méthodes et des systèmes d'information de l'eau que chacun des trois pays ont mis au point jusqu'à présent, et également de formuler des recommandations et élaborer des solutions possibles de management et de gestion hydro-informatique des ressources en eau.

MOTS-CLEFS: SNIE, Mer Noire, Union Européenne, Directive Eau, Hydro-Informatique, Métadonnée, Europe.

1 INTRODUCTION

De nos jours, les branches de la science de l'environnement qui traitent l'étude et la gestion de l'eau, va de pair avec les sources d'information électroniques relatives à l'eau. Par ailleurs ces dernières années, l'information hydrologique est évaluée par le nombre de programmes et bases de données, employées par les chercheurs et les institutions dans le domaine de l'hydrologie et sciences connexes [1]. Avec la mise en œuvre des systèmes d'information de l'eau dans les institutions publiques spécialisées, dans les universités ou les opérateurs privés, les acteurs impliqués dans le domaine législatif, opérationnel et de la recherche ont commencé à agir conjointement pour alléger les procédures de l'utilisation, la conservation et l'aménagement des rivières, des lacs, des eaux souterraines et également la prévention des risques hydrologiques[2]..

Les systèmes d'information de l'eau (SIE) représentent le point de départ pour trouver des informations sur les ressources en eau, telles que des données sur les eaux de surface, les eaux souterraines, la qualité de l'eau, les zones riveraines, le droit de l'eau, les données climatiques [3]. Par ailleurs les SIE rendent l'information relative à l'eau de haute qualité, y compris les données SIG, applications interactives, des supports de cartes, avec un accès rapide et facilement accessibles au public.

Par conséquent, cet article vise à mettre en évidence les programmes et actions dans le domaine des systèmes d'information de l'eau au niveau des trois pays riverains de la mer Noire, la Roumanie, la Bulgarie et la Turquie, en les présentant en ordre de leur importance pour les bénéficiaires de l'information contenue, que ce soit les collectivités locales, les autorités, les chercheurs ou d'autres institutions/ Acteurs.

2 METHODOLOGIE

La méthodologie suivie dans le cadre de ce travail est basé dans un premier temps sur une analyse par approche systémique des différents composants qui déterminent le système d'information de l'eau au niveau des trois pays riverains de la mer Noire. En effet plusieurs données ont été mise en jeu, elles concernent la législation en matière de l'eau, le mode de gestion et de partage de l'information et de données sur l'eau auprès de ces trois pays et également les besoins exprimés des parties prenantes publiques ou privées, agissant dans le domaine de l'eau.

La deuxième phase concerne l'analyse bibliographique à l'échelle européenne, en tenant compte de la législation et les programmes mis en œuvre à la suite de l'adhésion (Roumanie et Bulgarie) et l'association (pour la Turquie) des trois pays concernés, dans les structures de l'Union Européenne, en suivant que l'image de perspective formée de cette manière soit être renforcée par l'étude des programmes et de la documentation spécifique à chaque pays [4].

La troisième phase concerne l'exploration des outils logiques et GIS employées dans l'analyse des systèmes d'information de l'eau des trois pays riverains de la mer Noire ont été destinés aussi bien pour répondre aux questions législatives, opérationnelles, historiques, techniques et de recherche [5][6][7].

3 ETAT D'ART

3.1 VUE D'ENSEMBLE DES SNIE DANS LA REGION DE LA MER NOIRE

Comme étant l'une des mers les plus contaminés de la planète, la mer Noire est polluée par les six Etats côtiers (Fédération Russe, l'Ukraine, la Roumanie, la Bulgarie, la Géorgie et la Turquie) et aussi par les dix pays riverains des grands fleuves européens qui se jettent dans la mer Noire [8].

Le bassin de la mer Noire (Figure 1) est le foyer de 160 millions de personnes dont certaines représentent environ la moitié de la population de l'Europe [9]. Parmi les bassins les plus importants, en directe liaison avec la mer Noire, se trouve le bassin du Danube, qui couvre presque tout le territoire de l'Ukraine, de la Roumanie et de la Bulgarie.

En raison de ces caractéristiques physico-géographiques et humaines, la situation écologique naturelle de la mer Noire a été rapidement détériorée au cours des 30 dernières années. A titre d'exemple, la surexploitation des ressources, qui s'ajoute aux facteurs environnementaux, tout en conduisant à la rupture de la chaîne alimentaire dans les pays riverains de la mer Noire) [10].



Fig. 1. Carte de localisation des pays visés dans l'étude

Ainsi, la nature transfrontalière des problèmes de la mer Noire en ce qui concerne la gestion des ressources en eau, la coopération internationale et la création des systèmes hydro-informatiques a devenu absolument nécessaire [9].

Sans aucune doute, le système côtier de la mer Noire soulève une question complexe, qui a nécessité plus de temps une attention particulière en ce qui concerne la gestion de l'information sur tous les types de ressources d'eau, aussi que le partage des tâches de management et de l'actualisation des informations sur l'eau. Pour rassembler les informations des bassins affluents de la mer Noire d'une façon cohérente, ainsi que le renforcement des liens entre les pays riverains de la mer Noire, des différents organismes transnationaux de protection politique, économique, et environnementale ont été créés, comme la Commission du Danube, l'Euro-région de la Mer Noire (qui inclut la Roumanie et la Bulgarie), également le Programme des Nations Unies pour l'environnement – Section de la mer Noire [8].

Par ailleurs la Conférence des Nations Unies sur l'environnement à Rio de Janeiro en 1992 a marqué le début des activités sur l'introduction du développement durable Agenda 21 [8]. Comme état de réussite, tous les pays du bassin de la mer Noire ont été impliqués activement dans le processus. A part de cet organisme, plusieurs informations sur les SNIE peuvent être trouvées dans les rapports nationaux ou européens sur la qualité de l'eau, les sites Internet des conventions internationales, les stratégies nationales dérivées de la Directive Cadre sur l'Eau 2007/60/CE, les stratégies nationales de la gestion des risques d'inondation, la législation sur la gestion des situations d'urgence, les commissions nationales pour la sécurité des barrages et aussi les projets des systèmes d'information de l'eau et les géo-portails de type open data sur l'eau au niveau national [9].

Afin d'aller plus loin à partir des données de l'information pertinente à la prise de décision et la performance, les institutions dans le domaine de l'eau des pays de la mer Noire ont subi des rénovations sur l'organisation des bases de données des ressources en eau [10][11]. Cela comprend la définition des séries de données sur le rôle de l'eau pour le développement durable et l'environnement en général, mais aussi l'évaluation des indicateurs et des informations économiques, des politiques environnementales et l'amélioration de la qualité des ressources en eau [12].

3.2 LE SNIE EN ROUMANIE

3.2.1 LES PROJETS QUI DIRIGENT DIRECTEMENT LES SYSTEMES D'INFORMATION L'EAU

La Roumanie est un pays situé au bord de la Mer Noire, avec une longueur de côte de 244 km et une superficie totale de 238 391 kilomètres carrés [12]. Sur son territoire coule le Danube, la plus longue artère d'eau de l'Europe centrale et occidentale et la seconde après la Volga à travers le continent européen entier. Son L'adhésion dans l'UE depuis 2007, a facilité en Roumanie un certain nombre de programmes visant à rendre l'information environnementale accessible, en particulier ceux dans le domaine de la climatologie et de l'hydrologie [13].

Par ailleurs plusieurs projets de SNIE, ont été mis en place par les institutions dans le domaine de l'environnement et de l'eau, il ya également d'autres projets qui contiennent des informations gratuites et accessibles sur l'eau, tels que le projet Géo-Spatiale, lancée par un groupe de chercheurs géographes de l'Université de Bucarest [14].

Bien qu'elle puisse être complétée, cette brève présentation ne comprendra que les projets d'information de l'eau avec la plus grande portée institutionnelle et stratégique en Roumanie.

Tout d'abord, le projet pionnier dans le domaine des systèmes d'information, avec un financement PHARE de l'UE est WIMS (Système intégré de gestion de l'eau dans la région). Il a débuté en 2004 et les premiers résultats ont allé dans le monde en 2005 [12]. Le projet, financé et dirigé par l'Administration Nationale "Eaux Roumaines", a établi un système d'information et une base de données cohérente pour le domaine de la gestion de l'eau, selon les exigences de la Directive Européen Cadre sur l'Eau (2000/60/CE).

Ce projet comprenait les activités suivantes:

- Développer et améliorer le fonctionnement de la base de données nationale de gestion de l'eau par l'analyse de la circulation de l'information existante;
- Mise en place d'un programme d'information du public et la participation au processus de prise de décision, ainsi que le développement de nouvelles méthodes d'accès aux informations contenues par la base de données géo-référencées nationale;
- Mise en place d'un système d'échange de données entre les unités spécialisées et les utilisateurs de données hydrologiques.

Le projet WIMS utilise les applications de communication GIS suivantes: Hydromap, Mike Basin et DWFA (management des documents). Ce système permet à l'Administration Nationale "Eaux Roumaines" d'améliorer la gestion de l'eau conformément à la directive européenne cadre sur l'eau.

Les opérateurs de l'eau en Roumanie ont été obligés, en vertu des directives de l'UE, afin d'élargir les compétences et devenir des opérateurs régionaux en 2018, et également de développer une infrastructure informationnelle adéquate de prévention des risques hydrologiques. Pour ce faire, ils ont eu non seulement besoin d'énormes fonds, mais aussi d'un système d'information intégré pour aider à la décision à long terme [12]. En effet le projet bénéficiaire de cette initiative a été WATMAN (Système d'information pour la gestion intégrée de l'eau), financé dans le cadre du Fond de Cohésion [12]. Outre la valeur pratique de ce système d'information de l'eau en Roumanie est donnée par les outils et fonctionnalités conçues pour appuyer une prévention appropriée de l'infrastructure de l'eau du pays contre les inondations et l'atténuation de leurs conséquences.

Le système d'information de l'eau WATMAN couvre dès lors, toutes les données géo-référencées, une plate-forme informatique centralisée et des machines ou matériels inclus dans le réseau national DESWAT, SIMIN et les stations hydrologiques fixes, au niveau des bassins versants.

Un autre projet qui peut être aussi attribué aux systèmes d'information de l'eau en Roumanie, cette fois de nature hydrotechnique, est MIKE URBAN. Ce projet représente un outil le plus efficace pour la modélisation urbaine de l'eau [15]. La sélection du modèle est basée sur des critères importants à savoir : la facilité d'utilisation, le flux de travail, l'ouverture, la flexibilité et l'intégration de SIG ainsi que l'efficacité et la stabilité de moteurs de simulation. En effet MIKE URBAN couvre toutes les eaux dans la ville étudiée, y compris:

- Les égouts - systèmes combinés ou séparés.
- Les systèmes de drainage des eaux pluviales, y compris les flux 2D de l'eau.
- Les systèmes de distribution d'eau.

3.2.2 LES SYSTEMES D'INFORMATION DE L'EAU DISPONIBLES SUR LES PORTAILS DE L'ENVIRONNEMENT DES INSTITUTIONS DE RECHERCHE A L'ECHELLE INTERNATIONALE, DONT LA ROUMANIE EST PARTIE

La Roumanie est également incluse dans les différents programmes européens d'information géographique dans le domaine des sciences de l'eau. Dans plusieurs portails hydro-informatiques, des cartes et des informations spatiales sont proposées et affichées de manière interactive sur les différents aspects hydrologiques à travers des institutions administratives et de recherche apparus dans l'Union Européenne afin d'harmoniser la législation d'environnement des États membres.

- A) Un premier exemple est concerné le système d'information de l'eau pour l'Europe, plus communément connu sous le nom WISE. Il est peut-être le plus notable portail d'information sur les questions européennes de l'eau. Il comprend un large éventail de données et les informations collectées par les institutions européennes [16].
- B) Danube FLOODRISK, est un autre projet de contribution importante à la mise en œuvre du Schéma de Développement Territorial (PESD), la Stratégie du Danube et de la politique de l'UE contre les inondations [17].

Les cartes des risques hydrologiques au long du fleuve Danube représentent la spatialisation géo-référencées de dommages potentiels, en contenant des valeurs en euros/ m² pour les différents types d'utilisation des terres. Les cartes des risques inondation sont conçues pour le scénario d'événement extrême, avec 1000 ans période de retour.

Le troisième projet européen intéressant à mentionner concerne l' WISYS, qui constitue, un système basé sur l'information de l'eau sous ArcGIS, pour appuyer la gestion des bassins versants et la mise en œuvre de la Directive cadre européenne sur l'eau [12]. Le système d'information WISYS a été créé par les autorités allemandes et soutiennent les autorités de gestion de l'eau des pays européens dans la création et le maintien d'un aperçu des caractéristiques des bassins hydrographiques tels que les réseaux de rivières, des lacs, des terres humides, des zones protégées, des sites d'élimination des déchets, ainsi les champs et les différents types de données administratives et d'infrastructure de l'eau. Il prend en charge la gestion des données temporelles et spatiales dans un système de gestion de l'information multi-utilisateurs et il est idéal pour le partage de l'information entre les parties prenantes.

3.3 LE SNIE EN BULGARIE

3.3.1 LE CADRE JURIDIQUE POUR L'IMPLEMENTATION DES SNIES EN BULGARIE

La République de Bulgarie couvre un territoire de 111 000 km² de la péninsule des Balkans et a une sortie à la mer Noire de 378 km. Environ la moitié de ce territoire est montagneuse. La Bulgarie occupe trois zones géographiques disposées est-ouest en parallèle: La Plaine du Danube dans le nord, les montagnes des Balkans (Stara Planina) au centre, et la plaine de Thrace et Rhodopes, les montagnes Rila et Pirin dans le sud [18].

Les entités administratives en charge de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique de l'eau, sont le Ministère de l'Environnement et de l'Eau (MEE), ses organes régionaux (15 agences régionales de l'environnement et de l'eau, quatre divisions des bassins des rivières, trois directions des parcs nationaux) et les municipalités [19].

La politique de créer et développer les bases de données et les instruments d'information sur l'eau a commencé à être développé dans les années 1960 avec la création de la législation environnementale. A titre d'exemple, de puis le début des années 1970, les plans quinquennaux de la Bulgarie ont consacré plusieurs chapitres à fixer des objectifs pour l'investissement dans la protection des ressources d'eau au niveau des entreprises et au niveau régional, tandis que la valeur écologique de l'eau a soulevé des questions de plus en plus importantes dans les années 1990 au début de l'ère démocratique [18].

Tout cela est démontré par l'adoption d'une loi des eaux et l'application de la directive 60/2006/CE, et du rôle de plus en plus actif joué par les ONG environnementales [19]. Surtout, depuis 1998, la Bulgarie a adopté un programme national sur l'introduction de l'acquis (PNAA) pour l'environnement, y compris les stratégies de l'eau (le programme AQUASTAT), et cinq stratégies nationales sectorielles, qui sont déjà mis en œuvre [19] [20]. En outre, un certain nombre de directives et de règlements de l'UE ont été transposées dans le droit national (dont le plus important est le projet WISE -Water Information System for European Countries [21].

3.3.2 LE CADRE INSTITUTIONNEL

La surveillance de la qualité de l'eau est réalisée par un certain nombre de programmes coordonnés dans le cadre ministériel, par lequel les 78 bassins fluviaux de la Bulgarie sont couverts dans les bases de données et un système hydro-informatique nouveau, mais déjà compréhensif [18]. À cet égard, les institutions dans lesquels les bases de données sur l'eau et les géo-portails ont été créés sont les suivants [19]:

- Le Ministère de l'environnement (MEE) qui est responsable du Système national de surveillance des crues et de la pollution de l'eau (Automated NWIS), à travers lequel une partie importante de l'information hydrologique est recueillie.
- L'administration de l'environnement qui est responsable des données sur la qualité physique, chimique et de surveillance biologique des eaux superficielles et les eaux douces, aussi que les eaux côtières, y compris la publication des rapports informatifs et l'actualisation des bases de données des géo-portails environnementaux.
- L'administration de la santé qui est principalement responsable de suivi de la qualité de l'eau dans les sources qui fournissent de l'eau potable et de superviser les eaux de baignade (effectuer les analyses physiques, chimiques et microbiologiques).
- L'Institut national de statistique (INS), fondé en 1880, traite et gère les SNIE liés à:
 - L'approvisionnement en eau, la consommation d'eau et le traitement des eaux usées, sur la base des informations fournies par les entreprises, les municipalités et autres institutions;
 - Le contrôle des eaux côtières, sur la base des informations de l'Inspection d'Etat d'expédition (Ministère des transports et des communications).
- L'Institut national d'hydrologie et de la météorologie (NIHM), de l'Académie Bulgare des Sciences, recueille des données hydrologiques et météorologiques et gère les bases de données connexes, par exemple, les conditions météorologiques, les prévisions hydrologiques et les quantités d'eau de surface et des eaux souterraines. Le NIHM est responsable de l'information relative à la pollution hydrologique des cours d'eau continentaux et de la mer Noire à long terme, ainsi le changement climatique et les engagements internationaux (par exemple en ce qui concerne le projet de l'Union Européen Danube Flood Risk) [22].

3.3.3. La concrétisation du rôle du SNIE en Bulgarie

La surveillance des eaux de surface joue un rôle de premier plan dans la collecte, la publication et la diffusion de l'information de l'eau. Ainsi, les principaux projets sur le réseau de surveillance nationale de l'eau sont les suivants:

- Le modèle de simulation pour le système d'égout dans la ville de Sofia [23]. dont l'exécution a été soutenue par l'utilisation d'outils hydro-informatiques pour des données avant et après le traitement (par exemple les bases de données, SIG, outils spatiaux).
- Le projet intitulé « Provision d'outils de diagnostic et de modélisation, formation et services pour 13 entreprises régionales de l'eau en Bulgarie » (réf. n ° EuropeAid / 121561 / D / S / BG)[2] . Il est financé par le budget général de l'UE pour l'environnement et le client et le Ministère bulgare de l'Environnement et de l'Eau.

La portée du ce projet est de fournir la livraison des logiciels (Mike Urban CS - Système de collecte et Mike Urban WD - système de distribution), ainsi que la formation substantielle sur la modélisation avec Mike Urban et l'utilisation de diagnostic [15]. Les bénéficiaires cibles sont les 13 grands services d'eau bulgares Plovdiv, Vidin, Vratza, VelikoTarnovo, Burgas, Sliven, Kardjali, Kyustendil, Dobric, Ruse, Yambol, Gabrovo et Pernik [1]. La propagation de l'usage de la technologie hydro-informatique a été accélérée par des transferts de savoir-faire dans le cadre de préadhésion européenne et des plans de cohésion (exemple de : ISPA, EuropeAid) [23].

- Le système hydro-informatique EUROWATERNET, dans lequel Bulgarie indique les résultats de la surveillance des 111 stations d'eau de surface [24].
- Le projet WISE—dont également a pour but de mettre en œuvre les systèmes d'information géographique (SIG) concernant la problématique de l'eau, sous la politique UE de l'eau et la mise en commun des stratégies sur la gestion de l'eau et les risques hydrologiques en Europe [9].
- Les critères et méthodes pour la détermination des risques hydrologiques et des zones à fort potentiel d'inondation (APSFs). A cet égard, il a été nécessaire que l'information d'entrée disponible sur les régions de gestion du bassin (BMR) soit structurée dans une base de données SIG [25].

Enfin, l'existence du fleuve Danube, comme une axe d'information hydrologique, au long de la frontière Roumano-Bulgare-Hongroise, mais aussi autre cinq bassins principaux d'eau affluents au Danube a intégré le pays à un réseau de surveillance transfrontalier [26]. Les données hydro-informatiques sont régulièrement soumises à la Commission sur la protection du Danube à Vienne et à la base de données de Bratislava [25].

3.4 LE SNIE EN TURQUIE

3.4.1 GÉNÉRALITÉS

La Turquie occupe une superficie totale d'environ 783.560 km² et constitue le pont entre l'Europe et l'Asie, avec environ 3% de son territoire en Europe (Thrace) et le reste en Asie (Anatolie). La Turquie est divisée en 26 bassins hydrologiques avec de grandes différences de débit spécifique [27]. La plupart des rivières sont originaires de Turquie et il y a plus de 120.579 lacs naturels et des lacs artificiels [28].

La Turquie, un pays au bord de la mer Noire, mais aussi de la mer Méditerranée, dispose d'un support hydro-informatique, institutionnel et juridique beaucoup plus grande que la Bulgarie et la Roumanie, qui n'est soumis seulement aux directives et des programmes proposés et développés dans l'UE [21]. Entre eux, les deux programmes qui doivent être mentionnés sont WISE (acronyme de Système d'information sur l'eau pour l'Europe), conjointe avec la Roumanie et la Bulgarie, et MedWIS (acronyme de Système d'information sur l'eau en Méditerranée) [29].

En bref, le système WISE est une base de données européenne qui englobe toutes les données liées à l'eau à travers les pays européens. D'autre, le Med WIS est un système régional multi-couche qui fédère des données partagées entre les pays riveraines de la mer Méditerranée et dans lequel tout pays est responsable de l'ensemble des données, la qualité et le contrôle de la qualité [30].

3.4.2 LES PROJETS EXISTANTS EXCLUSIVEMENT DU POINT DE VUE DE LA PROBLÉMATIQUE DE L'EAU

Bien que la Turquie ne fasse pas partie de l'Union Européenne, elle bénéficie d'un certain nombre de programmes environnementaux pour les pays membres [31]. En termes de l'hydro-informatique, la Turquie gère deux grands projets:

3.4.2.1 WEB TURQUE

Lors de l'association avec l'Union Européenne, la mise en application des directives Européennes dans le domaine de l'eau potable et des eaux de baignade vient de faire l'objet d'un projet soutenu par la Commission Européenne de jumelage entre le Ministère de la santé turc et les ministères français en charge de la santé et de l'environnement (mai 2006 - juin 2008). S'inspirant de l'expérience française, ce projet a permis le développement d'une application Web Turquie visant à faciliter la collecte et l'exploitation automatisée des données issues des opérations de contrôle de la qualité de l'eau potable et des eaux de baignade [27].

3.4.2.2 SEMIDE

La Turquie a lancé une large concertation pour définir son système d'information national de l'eau (SNIE) lors d'un atelier organisé par le Ministère des Forêts et de l'eau le 23 Septembre 2014 à Ankara [32]. Avec cette occasion, l'Unité Technique du SEMIDE a fourni une formation initiale pour la construction du système d'Information sur l'Eau turque. Le développement et l'exploitation de tels NWIS est soutenu par un article dans le nouveau projet de loi sur l'eau et une étude de définition a commencé au début Septembre pour une mise en œuvre prévue entre 2014 et 2016 [9] [3].

Le projet a été conçu pour être compatible avec l'information sur l'eau pour l'Europe et contient tout ce que possèdent d'autres projets similaires développés par les pays membres de l'Union Européenne à savoir :

- Un catalogue de métadonnées (découverte de données);
- Les modèles de données;
- Les réseaux et les programmes de surveillance de la qualité de l'eau;
- Une mise à jour continue sur les systèmes d'information nationales sur l'eau des pays concernés: Tunisie, Liban, Jordanie, Egypte, Palestine, Maroc, Turquie, Syrie.

En dehors de cela, l'ensemble de données référencées de SEMIDE pour la Turquie est composé, entre autres de [31]:

- Les réseaux hydrologiques (par exemple, les rivières, les bassins versants, les lacs, les nappes aquifères)
- Les zones de gestion de l'eau (par exemple, zones protégées, unités administratives)
- Les dictionnaires de données (modèles de données, listes de référence)
- La définition des indicateurs, des méthodes de collecte de données
- Le géo-catalogue avec les sources et les services de données
- Les spécifications d'interopérabilité (formats d'échange / services protocoles)
- Les recommandations sur les normes à utiliser (pour SEIS/ WISE/ INSPIRE)

3.4.3 AUTRES PROGRAMMES ENVIRONNEMENTAUX, LES RESSOURCES ET LA GEO-INFORMATIQUE GEO-SPATIALES, ET LES SECTIONS CONSACREES A LA PRESENTATION DES SYSTEMES D'INFORMATION DE L'EAU

a. **Le Géoportail Gezgin**, lancé en Aout 2014, est un outil contenant des données fournies par le satellite turque RASAT, qui met en ligne des informations sur une large palette des milieux géographiques[33]. Entre eux, les plus importants pour le SNIE de la Turquie sont les données sur les risques de danger des inondations et les sécheresses.

Le Géo-portail est très efficace dans les études de SIG en hydrologie et a été influencé par le projet INPIRE (L'infrastructure d'information spatiale en Europe). Dans ce concept, la Directive de l'eau de l'Union Européenne (UE) est considérée comme un document de base, qui a permis le développement de ce projet national à long terme [34].

b. **Le géo-portail AQUASTAT** est également présent en Turquie, en fournissant, en plus des informations générales sur l'hydrographie Turque, les types de données shapefile suivantes [31]:

- Les zones humides, les mangroves et les bas-fonds;
- Types inondation des terres;
- risques naturels;
- Ressources en eau (irrigation et drainage).

c. **Le projet « Géo-portail de la Turquie »** a été créé sous la direction de GDLRC (la Direction générale du registre de la Terre et du cadastre).Ce site web est responsable d'enregistrer et de publier des informations sur les cartes et assurer la coordination des institutions subordonnées aux différents ministères et les fournisseurs des données spatiales. Entre eux, les données sur l'état des corps de l'eau jouent un rôle assez important [28].

4 DISCUSSION

Au cours des dernières années, les pays de la région sud-ouest de la mer Noire ont fait des progresss significatifs dans le domaine des systèmes d'information de l'eau, tant en termes de ressources informatiques existantes et de plus en plus diversifiées, mais aussi en ce qui concerne les arrangements institutionnels connexes, afin d'assurer la transparence des données dans un milieu démocratique et communautaire [9].

Des évolutions positives ont été faites pour préserver une plus grande coopération horizontale entre les administrations impliquées dans la production, le traitement et la diffusion de l'information de l'eau, une plus grande implication de la société civile dans l'utilisation de la connaissance et un savoir-faire des outils disponibles sur les géo-portails dédiées a la question de l'eau. Le résultat a été, évidemment, la consécration de l'efficience dans la mise en place des systèmes d'information de l'eau, plus particulièrement les systèmes de surveillance.

Beaucoup de progrès ont été rendus possibles grâce au soutien de l'UE et d'autres organisations internationales [10]. La Roumanie, la Bulgarie et la Turquie ont un noyau solide de systèmes de collecte d'informations de l'eau, en particulier en ce qui concerne la gestion des ressources en eau et leurs risques. Cela est démontré par la nature et le sujet favori de la plupart des programmes et projets nationaux, européens ou mondiaux, dont les trois pays font partie. L'un des apports de cette étude est synthétisé dans la Figure 2:

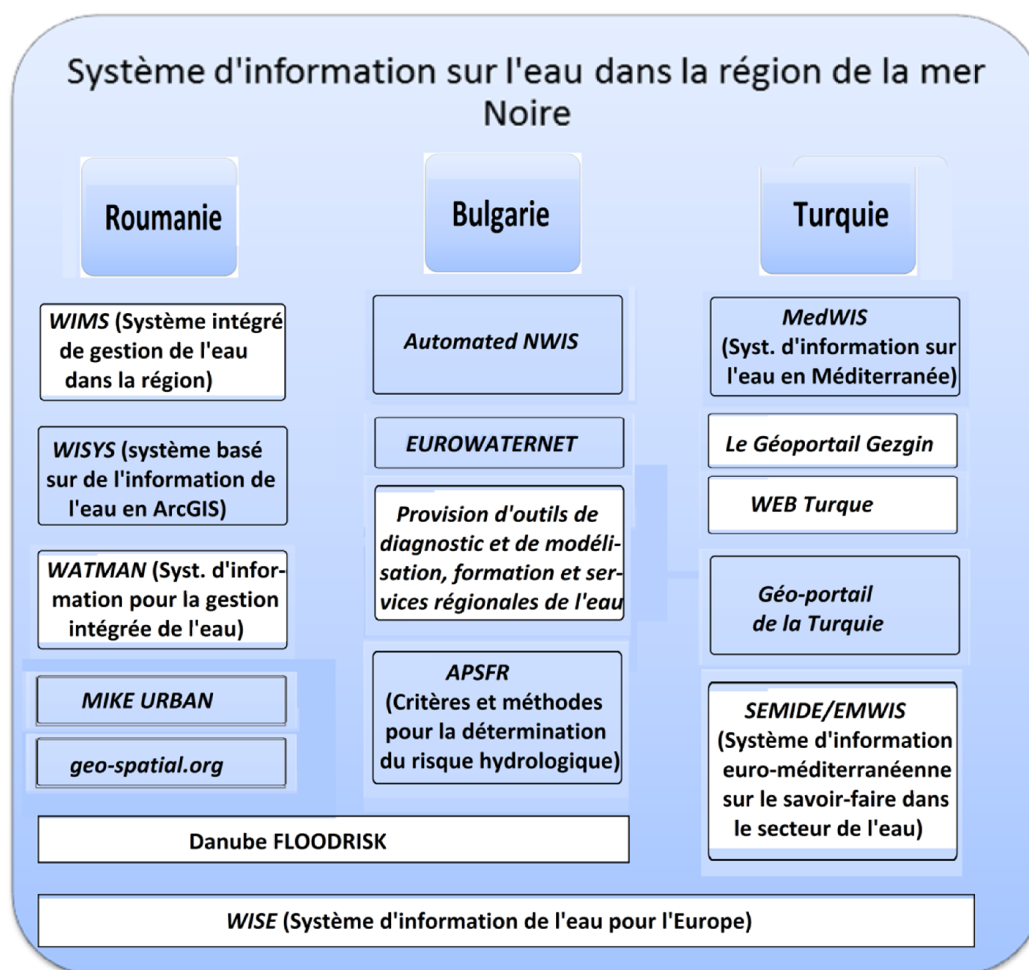


Fig. 2. Tableau sur les SNIE dans les trois études de cas du bassin de la mer Noire

La figure 2 donne un aperçu général des informations recueillies à partir des données rapportées, basées sur les dispositions de l'eau existantes et appliquées dans les trois pays, mais aussi sur les projets hydro-informatiques implémentés dans la région de la mer Noire. Ces réalisations constituent une bonne base pour renforcer l'information des systèmes de l'eau, afin de mieux suivre les progrès réalisés, pour aider à l'élaboration de politiques dans la région mais pas seulement, mieux informer le public sur les questions de l'eau et, également la possibilité d'afficher pas à pas les résultats obtenus.

Les deux projets communs entre les trois pays sont Med WIS, initiative SEMIDE et WISE, l'initiative de l'Union européenne pour les états membres et non membres. En bref, l'objectif du projet Med WIS est de préparer une information Méditerranéenne sur le mécanisme hydro-informatique de l'eau qui peut devenir compatible avec le système d'information pour l'eau utilisé par l'Union Européenne [30].

Ce projet fournit également des outils et des lignes directrices pour aider les pays à mettre en place leur système national de données sur l'eau d'une manière harmonisée, leur permettant de signaler facilement les données lorsque cela est nécessaire et en prenant les avantages de capitaliser ces expériences dans d'autres pays euro-méditerranéens.

Quoiqu'il s'agit des géo-portails généralistes, avec des sections consacrées à l'eau, ou bien sur des systèmes d'information de l'eau conçus au niveau national, régional ou européen, le bassin de la mer Noire est un véritable pôle d'attraction des solutions logicielles open source disponibles sur l'eau (la pollution côtière, la pêche, les extrêmes hydrologiques, les eaux de baignade, les nappes, l'eau disponible à l'agriculture, etc.). Finalement, l'existence et surtout l'intégration des systèmes d'information sur l'eau dans les trois pays de la mer Noire dans le processus de démocratisation de l'accès aux données géographiques suggèrent que l'outil universel de communication et d'enregistrement des rapports autour de la problématique de l'eau entre les composants (scientifiques, politiques, culturels, religieux, économiques) a une profonde dimension géo-spatiale [8].

5 CONCLUSION

En guise de conclusion la présente analyse nous a permis de démontrer l'interdépendance des liens liés à la mise en place de système d'information sur l'eau dans la mer Noire et les solutions soulevées par la nécessité d'une organisation judicieuse des données sur les ressources en eau dans cette région.

En ce qui concerne le cadre juridique, la Roumanie et la Bulgarie ont commencé à être intégrées dans les processus environnementaux européens et internationaux, ces demandes ont même élargi et accéléré, comme ont des demandes d'information concernant d'autres domaines tels qu'économique, sociale et politique. Aujourd'hui, la Roumanie et la Bulgarie sont confrontées à des demandes multiples et parallèles pour l'information environnementale provenant à la fois de processus de transition et d'obligations de l'UE [24].

En Bulgarie, la production et l'accès aux informations sur l'eau sont régies par un certain nombre de lois et règlements, aussi que des codes de pratique des institutions concernées [25][19]. En Roumanie, les principaux projets hydro-informatiques ont été adoptés par l'Agence Nationale des Eaux Roumaines (ANAR), pour fournir des prévisions hydrologiques et des rapports sur l'état des réservoirs [12]. En Turquie, quand même, le plus notable projet est Med WIS, qui assure l'échange et l'expertise pour l'élaboration des stratégies communes qui permettront une plus grande connaissance et une meilleure gestion des ressources hydrologiques disponibles [29].

En dernier recours, le suivi de la mer Noire se déroule dans le cadre de la Convention de la mer Noire, qui a été signé par tous les six pays limitrophes [8]. De plus, la mer Noire bénéficie de l'interopérabilité des bases données et géo-portails sur l'eau existants au niveau européen, dont la création et le maintien sont soumis à une législation rigoureuse, sous la tutelle générale de la directive cadre sur l'eau 2000/60/CE [21][10].

En effet, la recherche a accompli le but principal de réaffirmer l'importance des données spatiales et statistiques des informations et métadonnées sur l'eau et d'identifier des moyens pour une stratégie de communication adaptée aux normes convenues au niveau international. Le défi pour le Système d'Information de l'Eau du bassin de la mer Noire reste de faire appel à l'harmonisation des initiatives et les réseaux hydro-informatiques méditerranéens et de la mer Noire par le biais de l'UE et autres programmes pertinents.

RÉFÉRENCES

- [1] Metelka, T., Pryl, K., Suchanek, M., 2010, L'utilisation de la technologie hydro-informatique en Europe centrale et orientale au cours de la dernière décennie. In Novatech2010, France.
- [2] Système d'information sur l'eau pour l'Europe: <http://water.europa.eu/>
- [3] Geological Survey (U.S.), 2010, USGS National Water Information System, Western U.S. University Library Forum, Denver, USA. Disponible à <http://www.crl.edu/sites/default/files/attachments/events/Faundeen-USGS-GRN.pdf>
- [4] Le site européen pour l'information au niveau national de l'eau - floods.jrc.ec.europa.eu/national-water-level-information.html
- [5] Mohamed Ben-Daoud, Omar Mouhaddach, Ali Essahlaoui, Marie-Paule Kestemont, Samir El Jaafari (2011). « Conception d'un SIG pour l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux superficielles de la ville de Meknès (Maroc) ». Accepté le 31 août 2011, publié le 07 septembre 2011, European Journal of Water Quality.- Volume 16, Numéro 1, pages : 7 – 25.
- [6] Mohamed Ben-Daoud, Omar Mouhaddach, Ali Essahlaoui, Marie-Paule Kestemont, Samir El Jaafari. "Diagnosis of potential water contamination by pesticides in the sub-basin R'Dom (Morocco)", Research Journal of Earth Sciences, (2012). ISSN 1995-9044, Volume 4 (1): 30-36.
- [7] Mohamed Ben-Daoud, Omar. Mouhaddach, Ali Essahlaoui, Marnik Vanclooster, Marie-Paule Kestemont, Samir El Jaafari (2012). "Évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution à l'aide des Systèmes d'information géographique". Journal of Hydrocarbons Mines and Environmental Research, ISSN: 2107-6510, Volume 3, Issue 2, December 2012, 97-103
- [8] Programme des Nations Unies pour l'environnement.
La mer Noire : <http://www.unep.org/regionalseas/programmes/nonunep/blacksea/>
- [9] Bassin versant de la mer Noire.
Disponible à : <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/blanks/assessment/black.pdf>
- [10] E-plateforme roumaine géo-spatiale. Disponible à www.geo-spatial.org

- [11] Moumen A., H. Jarar Oulidi, M. Nehmadou, M. Ben-daoud, A. Barich, A. Mridekh, B. El mansouri, S. Boutaleb, A. Essahlaoui, S. Eljaafari, (2014). A Sensor Web for Real-Time Groundwater Data Monitoring in Morocco. *Journal of Geographic Information System*, 2014, accepté en septembre 2014,
- [12] Moumen A., M. Ben-daoud, H. Jarar Oulidi, B. El Mansouri, A. Essahlaoui, and S. Eljaafari, (2014). Initiative SAWIS : Une plate forme communautaire pour le partage des données sur l'eau au Maroc *International Journal of Innovation and Scientific Research*, ISSN 2351-8014 Vol. 10 No. 2 Oct. 2014, pp. 450-457 © 2014 Innovative Space of Scientific Research Journals. <http://www.ijisr.issr-journals.org/>
- [13] Molkenhuth, F., Belleudy, P., Holz, K.-P. , Jozsa, J., Price, R., van der Veer, P., 2001, HydroWeb: 'WWW based collaborative engineering in hydrosience'— a European education experiment in the Internet. In *Journal of hydroinformatics*, 03.4, 2001.
- [14] Le groupe international DHI pour le projet MIKE URBAN - mikebydhi.com/Products/Cities/MIKEURBAN.aspx
- [15] Le premier Géo-portail de la Turquie : http://cbs.ormansu.gov.tr/cob2011/?page_id=433&lang=en
- [16] Système Euro-Méditerranéen d'information sur les savoir-faire dans le secteur de l'eau : <http://www.emwis-tr.org/>
- [17] Le site du projet Danube FLOODRISK - www.biodiversity.ro/atlas
- [18] Working Group on Environmental Information and Outlooks, (2001), *environmental information systems in bulgaria. an OECD assessment*
- [19] AQUASTAT system : http://www.apipnm.org/swlwpnr/reports/y_nr/z_tr/tr.htm
- [20] Le site de la Commission Européenne pour l'environnement/ Section de l'eau - water.europa.eu
- [21] ONEMA 2009. Le système d'information sur l'eau : un dispositif fondamental de la politique de l'eau les dossiers de l'ONEMA N°3 MARS 2009
- [22] Le site officiel de l'Administration Nationale "Eaux Roumaines" - www.rowater.ro
- [23] Metelka T., Suchánek M., Raikova A., 2004, Application of WaPUG guidelines on skeletal sewerage model for the city of Sofia. In *Proceedings from NOVATECH 2004*, Lyon, France
- [24] EUROWATERNET and Waterbase, L'Agence européenne pour l'environnement. Disponible a: http://edz.bib.uni-mannheim.de/daten/edz-bn/eua/04/Eurowaternet_final_low_res.pdf
- [25] Législation sur l'utilisation de l'eau en agriculture de la Turquie : <http://www.loc.gov/law/help/water-law/turkey.php>
- [26] Jelinek, G., Radulescu, D., 2006, HUNGARIAN/ROMANIAN KÖRÖS/CRISURI WATER INFORMATION SYSTEM, Fourth World Water Forum – Mexico
- [27] KISA, K., BAKICI, S., 2011, Spatial Data Infrastructure in Turkey and Projects, In *Spatial Data Infrastructures III*, 5255, Maroc
- [28] Mohamed Ben-Daoud, Omar Mouhaddach, Ali Essahlaoui , Marie-Paule Kestemont, Samir El Jaafari (2011). « Conception d'un SIG pour l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux superficielles de la ville de Meknès (Maroc) ». Accepté le 31 août 2011, publié le 07 septembre 2011, *European Journal of Water Quality*.- Volume 16, Numéro 1, pages : 7 – 25.
- [29] Système d'information sur l'eau basée sur le Web utilisant le SIG en Turquie : <http://www.slideshare.net/metalalp/esri-euc-2007-webbased-water-information-system-using-gis-in-turkey-presentation>
- [30] Mohamed Ben-Daoud, Omar Mouhaddach, Ali Essahlaoui , Marie-Paule Kestemont, Samir El Jaafari. "Diagnosis of potential water contamination by pesticides in the sub-basin R'Dom (Morocco)", *Research Journal of Earth Sciences*, (2012). ISSN 1995-9044, Volume 4 (1): 30-36.
- [31] Mino, E., 2010, Developing harmonized national water information systems in the Mediterranean, Ankara
- [32] Les résultats du premier atelier de travail sur le problème des SNIE en Turquie : <http://www.semide.net/documents/meetings/fo1791509/TR2010>
- [33] Gezgin Géo-portail de la Turquie : <http://www.un-spider.org/news-and-events/news/turkey-new-geoportal-launched>
- [34] Serter, G., 2012, Implementing INSPIRE Geoportal in Turkey, Ministry of Environment and Forestry Department, Turkey

درجة إشراكية الطالب في محتوى كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق و كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة (دراسة تحليلية مقارنة)

[Sharing Student Degree in content of Biology Book for second secondary class in Republic of Iraq, and Science book for Eighth class in Unit Arabic states (comparative, analytic study)]

أ.م.د. قحطان فضل راهي

جامعة الكوفة / كلية التربية للبنات، العراق

Assist. Professor Dr. Qahtan F. Rahi

Kufa University, Iraq

Copyright © 2015 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 know the sharing student degree in the content of Biology Book for second secondary class in Republic of Iraq, and Science book for Eighth class in UAS. This study depends on the analytic, descriptive way, using the analytic style of the content for the two books

- The conclusion of this study which is associated with the biology book of second secondary class in Republic of Iraq to the student share by :-

- The Learn object widen equal (0.134), it is unacceptable rate object challenged the student thought.

- Paintings equal (0.285), this means that the structures structures and paintings him to use these in formation.

- Activities equal (0.6) ie. , the student gets an acceptable sharing with these activities

(The conclusion associate with science book for UAS)

- Paintings equal (1), it means that, equals the structure and paintings of the book which share the student and urge him to think with the other unshared half.

- Activities equal (2,2), it means the activities in the book do not give a completed data to deal in active way .

According to the previous, some recommendations and suggestions that give the benefit according to Roomy method to analyses the biology book for the other next classes to know the sharing of student.

KEYWORDS: Sharing Student Degree, analytic study, Biology Book.

ملخص: هدفت الدراسة إلى التعرف على درجة إشراكية الطالب في محتوى كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق و كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة, واعتمدت في إجراءاتها على المنهج الوصفي التحليلي مستخدمة أسلوب تحليل المحتوى بهدف تحليل محتوى الكتابين. وتوصلت نتائج الدراسة المتعلقة بكتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق إلى أن اشترائية الكتاب للطالب من خلال:

- عرض المادة التعليمية يساوي (0,134) وهي نسبة غير مقبولة حسب المعيار الذي حددته طريقة رومي , فهذا يعني ان مادة تسلطية تتضمن تحديات قليلة لفكر الطالب.

- الرسوم يساوي (0,285) فهذا يعني ان رسوم وأشكال الكتاب لا تشرك الطالب بالمستوى المطلوب ولا تحته على استخدام المعلومات.

- النشاطات يساوي (0,6) ويعني اعطاء قدرا مقبول من المشاركة للطالب في النشاطات.

اما النتائج المتعلقة بكتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة, فقد توصلت الى ان إشراكية الكتاب للطالب من خلال :

- المادة التعليمية يساوي (0,647) فهذا يعني ان مادة تعطي قدرا لا بأس به من المشاركة للطالب يساعده على التحليل والتفكير

- الرسوم يساوي (1) فهذا يعني تساوي رسوم وأشكال الكتاب التي تشرك الطالب وتحته على التفكير مع النصف الآخر الذي لا يشركه .

- النشاطات يساوي (2,2) فهذا يعني ان نشاطات الكتاب لا تعطي الطالب البيانات الكافية ليتعامل معها بفاعلية

وفي ضوء النتائج السابقة تم تقديم بعض التوصيات والمقترحات منها الاستفادة من طريقة رومي لتحليل كتاب الاحياء الاخرى في المراحل اللاحقة لمعرفة مدى اشراكها للطالب , وكذلك إجراء دراسة مماثلة لكتب الأحياء في الصفوف اخرى لمعرفة مستوى مقروئيتها واشراكها للطالب.

مشكلة البحث :

شهد قطاع التربية والتعليم في العقدين الأخيرين من القرن الماضي والعقد الأول من القرن الحالي جهوداً كثيرة لتطوير المناهج الدراسية وخاصة مناهج العلوم بنصيب وافر من تلك الجهود والتطورات، إذ يقع عليها العبء الأكبر في تحقيق كم هائل من الأهداف التربوية والتي من ضمنها أشرك الطلبة في المادة العلمية والرسوم الأشكال والأنشطة، إذ يحتل الكتاب المدرسي مكانه رئيسه في العملية التربوية لأنه يشكل أهم العناصر المنهج الدراسي نظراً لدوره الفاعل في العملية التربوية كونه اللبنة الأساسية لعملية التعليم والتعلم، وبعد الأداة الرئيسة وليس مجرد وسيلة للطلاب بل الركيزة الأساسية لأنه يقدم إطاراً عاماً للمادة الدراسية وتوجيه ومشاركته الطالب للمعلومات التي سدرسها، فهو الكتاب المتخصص الذي يجده الطالب بين يديه ويمكنه الرجوع إليه متى شاء، وقد يكون تأثيره عليه أكثر من بقية الوسائل التعليمية الأخرى، كما يعد الإطار التنظيمي للمحتوى العلمي في المنهج المقرر للاحتياج إلى مراجعة مستمرة للوقوف على جوانب القصور التي قد تعتريه من حيث الأسلوب والمحتوى وإشراك الطالب ومدى تحقيق الأهداف والرسوم والأشكال والنشاطات التي تحت الطالب على إجرائها، وذلك من خلال مقارنة الكتب المدرسية في بلدنا مع بقية البلدان الإقليمية والعالمية لمعرفة موقعنا منها، لذا ارتأى الباحث إجراء الدراسة مقارنة لمعرفة درجة إشراك الطالب في محتوى كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق و كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة.

أهمية البحث :

ادراكاً لأهمية المناهج الدراسية باعتبارها أبرز عناصر العملية التربوية ومدخلاتها، ولأهميتها في تشكيل شخصية الطالب وبنائها المتوازن وغرس القيم المرغوب فيها لديهم فإن تطوير وتحديثها يعد من أولويات التطوير التربوي بغية تلبية الحاجات الفردية والاجتماعية للطلاب ومواكبة التغيرات الاجتماعية والاقتصادية والعلمية والتكنولوجية في مجتمع سريع التغير، وانطلاقاً من أهمية النهج المتداخل للتخصصات في بناء المناهج وتطويرها لتكون قادرة على استيعاب التدفق الهائل في المعارف والعلوم وتطبيقاتها ومواجهة المشكلات المعاصرة ولما كان الكتاب المدرسي هو الترجمة الوظيفية للمنهج، واحد الوسائل الرئيسة التي يعتمد عليه الطالب في العملية التعليمية والتعلم فإن الاهتمام يجب أن ينصب في مراعاة أن تكون الأنشطة التي يتضمنها الكتاب المدرسي وظيفية وترتبط بالمجتمع والبيئة المحلية، والافادة من تجارب البلدان الأخرى في تطوير كتبها المقررة، وضرورة اتباع سياق جديد في التأليف يبتعد عن السرد ويعتمد على أساسيات المعرفة والتفكير الناقد والتحليل والربط والتفسير يبعث على التعلم الذاتي والتفكير العلمي عند الطالب وتساهم أنشطته في استغلال مواد البيئة المتاحة في اكتساب الخبرات التعليمية وتزويد الكتاب بالأشكال والرسوم والصور التوضيحية الملونة والمزودة بالشروح الكافية وتوفير الرسوم البيانية والجداول الإحصائية الحديثة. (دروزة، 2000، 103)

وفي ضوء أهمية مناهج العلوم في العملية التعليمية التي أكدت على عملية تحليل وتقييم الكتب المدرسية للاطلاع على مدى توافقها مع الأهداف التي بنيت من أجلها وبالتالي تطويرها كلما دعت الحاجة لذلك وانسجاماً مع هذا التوجه فإن الحاجة تدعو إلى تحليل وتقييم محتوى كتب الأحياء والعلوم وذلك من أجل تطويرها في عملية تحليل وتقييم محتواها لمدى إشراك الطالب فيها وتنوع الأسئلة والأنشطة التي تتضمنها. (خطابية، 2005، 193)

ومما سبب يمكن تلخيص أهمية البحث الحالي بـ:-

- 1- عدم وجود البحوث التي تناولت مدى إشراك الطالب مجال علم الأحياء -على حد علم الباحث- .
- 2- عدم وجود البحوث والدراسات التي تناولت مقارنة بين الكتب العراقية والإمارات العربية المتحدة -على حد علم الباحث- .
- 3- تلقي الضوء على مدى إشراك الطالب في محتوى كتب الأحياء العلوم من ناحية المادة العلمية والأنشطة والرسوم والأشكال التوضيحية .
- 4- قد تفيد مخططي مناهج الأحياء و العلوم في تضمين إشراك الطالب في محتواها .
- 5- تحقيق الأهداف التربوية التي وضعتها وزارة التربية العراقية الخاصة بمادة علم الأحياء (وزارة التربية، 1991، ص131). وكذلك مع توجهات وزارة التربية والتعليم في دولة الإمارات العربية المتحدة في تطوير وتحليل المناهج الدراسية (الناجي، 1997، 153)

أهداف البحث :

يهدف البحث الحالي إلى إجراء دراسة مقارنة لمعرفة درجة إشراك الطالب في محتوى كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق و كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة.

حدود البحث : يتحدد البحث الحالي بـ :-

- 1- كتاب علم الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق، تأليف شهاب وآخرون، لسنة 2013 .
- 2- كتاب العلوم للجميع للصف الثامن الجزء الأول في الإمارات العربية المتحدة، تأليف النجار وآخرون، لسنة 2013.

تحديد المصطلحات :

إشراكية الطالب "مدى اعطاء الكتاب للطالب بيانات خام اولية وتفسيرات خاصة واعطاء الطالب مواقف تتحدى التعلم وتوفر الانشطة وارتباطها ببيئة المتعلم لتلائم الفروق الفردية وتحفز على التعلم الذاتي " (خطابية , 2008 , 191)

التعريف الإجرائي لإشراكية الطالب

مدى مناسبة عرض مادة كتاب الاحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق و كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة للطالب وما يتضمنه من نشاطات وبشكل يتحدى افكارهم لجعلهم مشاركين وفاعلين أكثر ، ونقاس باستخدام طريقة رومي.

الاطار النظري

إشراكية الكتاب للطالب

تعني الإشراكية الأسلوب الذي يتم فيه عرض المادة التعليمية في الكتاب المدرسي بشكل يساعد الطالب على الاستيعاب ويحفزه على الاستقصاء والاستفسار وحل المشكلات متحدياً بذلك تفكيره ومفسحاً له الفرصة ليناقدش ويعبر عن آرائه من خلال تضمين الكتب المدرسية النشاطات الهادفة والتدريبات اللغوية والأسئلة السابرة التي تشجع على تبادل وجهات النظر بين المعلم والطلاب من جهة وبين الطلاب أنفسهم من جهة أخرى، مبتعدة عن أسلوب السرد والتلقين الذي يقيد أفكار الطالب. (خطابية , 2008 , 191)

ويسعى الكتاب المدرسي الى ان يكون مناسباً لاشراك الطالبة مخاطبهم ومحاورتهم دون ان يملئ عليهم المادة العلمية ويكشف عن مدى قدرة الطالب على استنتاج الافكار واستخدام الاسلوب العلمي (العفون , 2011 , 235) ، ويتضمن هذا المفهوم عدة انواع من الاشراكية للطالب :

1- اشراكية الطالب من خلال المادة العلمية .

2- اشراكية الطالب من خلال الرسوم والاشكال .

3- اشراكية الطالب من خلال النشاطات .

اذ يجب على الكتاب المدرسي ان يحقق نمو للطلبة بما يتفق مع حاجاتهم وميولهم وقدراتهم ويقدم لهم معلومات اولية لغرض تفسيرها وجعل الطلبة في مواقف جديدة تتلائم مع مايمتلكون من خصائص شخصية مختلفة بينهم لتحفيزهم على انتاج المعرفة والتعلم الذاتي (فرج , 2009 , 61) ، اذ ان كتب العلوم تزود بالاشكال والرسوم والصور التوضيحية وتوفر الرسوم البيانية ، وان تعرض الموضوع حيثما لزم بشكل يكسب الطالب المهارات الضرورية للتصميم و التشغيل والصيانة . لذا يجب ان يتضمن الكتاب المقرر جميع الانشطة الواجبة كجزء اساسي مع المادة التعليمية بحيث تثير لدى الطالب تساؤلات وتحته على التفكير والتي يجب ان تكون ملائمة مع الارتقاء المعرفي لديه . (خطابية , 2008 , 191)

إن تطوير الكتاب المدرسي في العالم العربي أصبح ضرورة ملحة ليستطيع الطالب مواجهة المستجدات ووضع الحلول للمشكلات وإبداء الرأي، لذا ينبغي التركيز على تزويد الطلاب بالمعلومات التي تمكن الطلاب من إشباع حاجاتهم وتتماشى والتقدم العلمي بما فيه من اختراعات وتكنولوجيا حديثة بحيث يساعد على تكوين اتجاهات إيجابية قادرة على بناء الشخصية القوية للطلاب والتركيز على التفكير الناقد من خلال التعلم النشط وتشجيع الطلبة على المطالعة (الحذيفي ، 2002 ، 6) وقد أدركت وزارة التربية والتعليم في دولة الإمارات العربية المتحدة على إحداث نقلة نوعية في الكتب المدرسية لتواكب متطلبات العصر وتجعل من الطالب محوراً للعملية التعليمية التعلمية، وذلك من خلال الانتقال من الدور التقليدي للطالب كمتسمع إلى مشارك فعال في الموقف الصفّي ولا يكون هذا إلا من خلال كتب تتضمن نشاطات تشرك الطالب تتيح له الفرصة العملية في البحث والمناقشة وإبداء الرأي. (الناجي ، 1997 ، 153)

ونقاس إشراكية الكتاب باستخدام طريقة رومي (romey's formula) أول من استخدم هذه الطريقة فعرفت باسمه وبحسب معامل إشراكية الكتاب حسب هذه الطريقة من خلال عرض المادة التعليمية والرسومات والأشكال والخلاصات والنشاطات، ويتم ذلك عن طريق الاختيار العشوائي لبعض صفحات الكتاب ورسومه وخلاصاته ونشاطاته وتحليلها وحساب إشراكية الكتاب من خلال معادلات خاصة لحساب معامل الإشراكية . (خطابية , 2008 , 195)

الدراسات السابقة:

إبراهيم ، 2007

هدفت الدراسة إلي تقويم مقرر العلم في حياتنا للصف السابع مرحلة الأساس للتعرف علي الأهداف التربوية ومدى تحقيقها ، محتوى المقرر ومدى توافقه مع الأهداف وطرق التدريس المتبعة في تنفيذ المقرر ، كفاية الوسائل التعليمية والأنشطة المصاحبة للمنهج ، وأساليب التقويم المتبعة في تنفيذ المقرر ، الإخراج الفني

للكتاب و مدى إشراكه الكتاب للتعلم في عملية التعلم ، وقد استخدمت الباحثة المنهج الوصفي واستخدمت الاستبانة والمقابلة وتحليل المقرر باستخدام طريقة رومي كأدوات لجمع البيانات. وقد استخدمت الباحثة بعض القوانين الإحصائية لتحليل البيانات مثل النسبة المئوية واختبار مربع كاي لمعرفة الفروق بين النسب في المحاور، وتوصلت الباحثة إلى جملة نتائج أهمها أن أهداف مقرر الإنسان والكون (العلم في حياتنا) للصف السابع تتناسب مع أهداف مرحلة الأساس. محتوى مقرر الإنسان والكون (العلم في حياتنا) للصف السابع يساهم في تحقيق الأهداف طرق التدريس المستخدمة في تنفيذ المقرر مناسبة. الوسائل التعليمية المستخدمة في تنفيذ المقرر كافية. أساليب التقويم المستخدمة لتقويم أداء التلاميذ كافية. الشكل الخارجي للكتاب لا يلائم مستوي تلاميذ الصف السابع. الكتاب لا يشرك التلميذ في عملية التعلم. وعلى ضوء النتائج توصلت الباحثة لعدة توصيات أهمها الاهتمام بمقررات الإنسان والكون في مرحلة الأساس. والاهتمام باستخدام وسائل معينة وحديثة وتوفير الأجهزة والمواد لتنفيذ مقرر العلم في حياتنا. وإعداد وتأهيل معلمين مختصين لتدريس مادة الإنسان والكون. والاهتمام بالإخراج الفني للكتاب المدرسي. والاهتمام بتطوير الامتحانات التقليدية المستخدمة في تقويم أداء التلاميذ. وقد قدمت الباحثة بعض المقترحات لدراسات وبحوث مستقبلية.

الرويس وآخرون، 2012

هدفت الدراسة الى التعرف على درجة اشراك الطلاب في محتوى مناهج الرياضيات المطورة للصفوف الرابع والخامس والسادس الابتدائي في المملكة العربية السعودية ، واعتمدت في اجراءاتها على المنهج الوصفي التحليلي مستخدمة اسلوب تحليل المحتوى بهدف تحليل محتوى كتب الرياضيات المطورة للصفوف المختارة . وتوصلت نتائج الدراسة المتعلقة بكتاب الرياضيات المطورة للصف الرابع الابتدائي الى ان اشراكه الكتاب للطلاب من خلال عرض المادة التعليمية تساوي (1,18) ، وهي نسبة مقبولة حسب المعيار الذي حددته طريقة رومي ، حيث يعد معامل اشراكه الكتاب مقبولا اذا كان بين (0,4 - 0,5) وهذا يعني ان الكتاب يساعد الطالب على التفكير والتحليل والاستقراء . اما نتائج المتعلقة بكتاب الرياضيات المطور للصفين الخامس والسادس الابتدائي ، فقد توصلت الى ان اشراكه تلك الكتب للطلاب من خلال عرض المادة التعليمية كانت على الترتيب (1,84) ، (1,57) ، وتعد تلك النسب غير مقبولة حسب المعيار الذي حددته طريقة رومي وفي ضوء النتائج السابقة تم تقديم بعض التوصيات والمقترحات .

نوافلة، 2012

هدفت الدراسة الى الكشف عن درجة اشراكه كتب العلوم لطلبة صفوف السادس ، والسابع ، والثامن في الاردن ، من خلال كل من عرض المحتوى ، والرسوم والاشكال ، والانشطة كما هدفت الى الكشف عن الفروق في درجة اشراكه كتب العلوم للطلاب حسب الصف الدراسي ان وجدت . ولتحقيق اهداف الدراسة استخدمت طريقة رومي لحساب معاملات اشراكه الطالب واستخدام اختبار كاي تربيع لاختبار الفروق في درجات اشراكه الكتاب حسب الصف الدراسي ، وظهرت النتائج انخفاض اشراكه الطالب للانشطة في جميع كتب العلوم ، اما فيما يتعلق بالاشراكه من خلال الرسوم والاشكال فقد كانت جيدة عدا كتاب الجزء الاول للصف السابع الذي كان معامل اشراكه (1,76) والذي لا تقدم رسوماته واشكاله البيانات الكافية لقيام الطالب بالاستقصاء كما ظهرت النتائج انه لا يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (0,05) باختلاف الصفوف في كل من (عرض المحتوى ، والانشطة) ، ووجود فروق دالة احصائيا باختلاف الصف عند مستوى دلالة (0,05) للرسوم والاشكال واوصت الدراسة بزيادة الاهتمام باشراكه كتب العلوم للطلاب وخصوصا الانشطة التي جاءت اشراكه للطلاب منخفضة واجراء المزيد من الدراسات التحليلية لكتب العلوم في ضوء الاشراكه .

المؤشرات والدلالات من الدراسات السابقة:

من خلال استعراض الدراسات السابقة يتبين الكتاب لا يشرك التلميذ في عملية التعلم (ابراهيم، 2007) و ان كتاب الرياضيات المطورة للصف الرابع الابتدائي نسبته مقبولة اما نتائج المتعلقة بكتاب الرياضيات المطور للصفين الخامس والسادس الابتدائي كانت النسب غير مقبولة (الرويس وآخرون ، 2012) وانخفاض اشراكه الطالب للانشطة في جميع كتب العلوم (دراسة النوافلة ، 2012) وكذلك الدراسة الحالية ، حيث لا تحفز الطالب على البحث والاستقصاء، ولا تتضمن خلاصات ونشاطات مثيرة لتفكير الطالب. وأن جميع الدراسات التي توصل لها الباحث استخدمت صيغة رومي لقياس إشراكه الكتب المدرسية للطلاب وكذلك ان الدراسة الحالية استخدمت نفس الطريقة. الا ان هذه الدراسة تميزت عن الدراسات السابقة كزن ان هناك مقارنة لدرجة إشراكه الطالب في محتوى كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق و كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة.

إجراءات الدراسة:

تم استخدام طريقة رومي (romy's formula) لقياس إشراكه الكتاب للطلاب، ويمكن تلخيصها في الإجراءات التالية:

اولا - تقدير إشراكه الكتاب من خلال عرض المادة التعليمية، حيث قام الباحث باختيار (10) صفحات من كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق وكذلك اختيار (10) صفحات من كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة بطريقة عشوائية، وتم تصنيف الجمل في الصفحات المختارة حسب الفئات التالية:

- أ - عبارات الحقائق، وهي جمل بسيطة تمثل عينة من المعلومات او المشاهدات قام بها شخص اخر غير الطالب .
- ب - الاستنتاجات أو التعميمات الصريحة، وهي رأى المؤلف المتخصص من معنى او العلاقة الفقرات او سلسلة من الحقائق .
- ج - التعريفات، وهي مايعرضه الكتاب من عبارات تحدد معاني المصطلحات والمفردات فيه.
- د - الأسئلة التي تسأل ويجب عنها الكتاب مباشرة.
- هـ - الأسئلة التي تتطلب قيام الطالب بتحليل المعلومات.
- و - الجمل الإخبارية التي تتطلب من الطالب القيام بتحليل المعلومات وان يصوغ استنتاجه الخاص.
- ز - الإرشادات التي تتطلب من الطلب أداء وتحليل نشاط ما، والعبارات التي تطرح مشكلة ليقوم الطالب بحلها.
- ح - الأسئلة التي تسأل لإثارة اهتمام الطالب ولا توجد لها إجابة مباشرة في الكتاب المدرسي.
- ط - الجمل لتي توجه القارئ للنظر إلى شكل أو رسم، والتعليمات الإجرائية في النشاطات والجمل التي لا تلائم أيًا من التصنيفات السابقة.
- ي - الأسئلة البلاغية التي تطرح لمجرد التأثير في النفوس وليس بقصد الحصول على جواب.
- ويحسب من العلاقة التالية:

$$\text{معامل إشراكية الكتاب للطالب من خلال عرض المادة التعليمية} = \text{هـ} + \text{و} + \text{ز} + \text{ح} + \text{ب} + \text{ج} + \text{د}$$

من الملاحظ أن الفقرات أ، ب، ج، د، لا تحتاج مشاركة الطالب وهي تمثل المستويات الدنيا. أما الفقرات هـ، و، ز، ح، فهي تحتاج إلى مشاركة الطالب وتخلق التوجه الاستقصائي لديه، وهي تمثل مستويات عليا. أما الفقرات ط، ي، فهي لا تؤثر بشكل حقيقي على فائدة الكتاب وإشراكه للطالب فتم تجاهلها. (خطابية , 2008 , 195-199)

تفسير قيم المعاملات:

حسب القوانين السابقة لحساب معامل إشراكية الكتاب تم اعتماد المعايير التالية التي اعتمدها (Axar, 1982) و (عبدالله وماهر , 1994) عند تفسير النتائج:

- 1 - إذا كان معامل إشراكية الكتاب للطالب يساوي صفرًا، فهذا يعني انعدام إشراكية الكتاب للطالب.
- 2 - إذا كان معامل إشراكية الكتاب للطالب يساوي واحدًا، فهذا يعني أن نصف عبارات الكتاب تشرك الطالب وتحثه على التفكير والنصف الآخر لا يشركه.
- 3 - كلما زادت قيمة معامل الإشراكية ارتفعت نسبة إشراكية الكتاب للطالب وزادت نسبة المادة التي تتطلب الاستقصاء والبحث مقارنة بالمادة التي لا تتطلبه.
- 4 - إذا قل معامل إشراكية الكتاب عن (4, 0) فيعد الكتاب تسلطياً، أي أنه يتضمن تحدياً قليلاً لفكر الطالب.
- 5 - إذا كان معامل إشراكية الكتاب أكثر من (5, 1) فهذا يعني أن الكتاب لا يحوي إلا أسئلة، ومثل هذا الكتاب لا يعطي الطالب لبيانات الكافية ليتعامل معها بفعالية.

ثانياً- تقدير اشراكية الكتاب من خلال الرسوم والاشكال , حيث قام الباحث باختيار شكل من كتاب الاحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق وكذلك اختيار شكل من كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة بطريقة عشوائية، وتم تصنيف شكل المختار حسب الفئات التالية:

- أ - استخدام الرسم او الشكل مباشرة لغرض توضيحي .
- ب- يحتاج من الطالب اداء نشاط او استخدام معلومات .
- ج - يوضح كيفية تركيب جهاز لنشاط ما .
- د - لايلئم أي من الفئات السابقة .

ويحسب من العلاقة التالية:

$$\text{معامل إشراكية الكتاب للطالب من خلال الرسوم و الأشكال} = \text{ب} + \text{ا}$$

ثالثاً : تقدير إشراكية الكتاب من خلال النشاطات , حيث قام الباحث باستخدام نفس عينة (إشراكية الكتاب من خلال عرض المادة) من كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق وكذلك من كتاب العلوم للصف الثامن في الإمارات العربية المتحدة , وبذلك تم احصاء عدد النشاطات المقترح قيام الطالب بها في هذه الصفحات المختارة. ويحسب من العلاقة التالية:

معامل إشراكية الكتاب للطالب من خلال النشاطات = عدد النشاطات المقترح قيام الطالب بها \ عدد الصفحات المختارة . (العبدالله وماهر , 1994 , 152)

صدق التحليل: للتأكد من صدق التحليل تم عرض انموذج من المادة المحللة على مجموعة من الخبراء (Ferguson, 1981, P; 104) من اختصاص طرائق تدريس علوم الحياة , وقد اجمعوا على صدق التحليل وصلاحيته. (عمر واخرون , 2010, 189)

ثبات التحليل:

للتأكد من ثبات التحليل قام الباحث بتزويد ثلاثة من أساتذة المناهج وطرائق تدريس العلوم بإجراءات طريقة رومي لقياس إشراكية الكتاب من خلال (عرض المادة التعليمية , الرسوم والاشكال , النشاطات) ومناقشتها معهم ومن ثم تزويدهم بالصفحات المختارة عشوائياً , ليقوم كل واحد منهم بتصنيف الجمل التصنيفات الواردة في طريقة رومي وقام الباحث بمقارنته بتصنيفه لتصنيفات الأساتذة ليحدد نقاط الالتقاء والاختلاف في التصنيف، وكالاتي :-

الثبات عبر الزمن (من قبل الباحث نفسه بينهما فترة زمنية قدرها اسبوعين بين التحليل الاول والثاني) . (Nelson, 1978, p.11) وكذلك بين المحللين (طلافحة, 2013, 289) .

وبعد تطبيق معادلة هولستي تم التوصل الى النتائج الثبات الآتية :-

. الثبات بين المحلل الاول والثاني (0,89) .

. الثبات بين المحلل الاول والثالث (0,84) .

. الثبات بين المحلل الثاني والثالث (0,87) .

. الثبات عبر الزمن للباحث (0 , 92) .

الوسائل الإحصائية:

معادلة هولستي لايجاد ثبات التحليل .

$$R = \frac{2(C1 + 2)}{C1 + C2}$$

(القرشي, 2007, 127) (Kiess,1996 ,p;459)

واعتمد الباحث النسب المئوية وكان المعيار المحدد لإشراكية الكتاب للطالب (4 , 0) فأكثر الذي اعتمد حسب طريقة رومي. (خطابية, 2008, 197-198)

عرض النتائج ومناقشتها:

كشفت نتائج معاملات إشراكية الكتاب للطالب على النحو التالي:

اولاً: إشراكية كتاب الأحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق من خلال:-

1 -عرض المادة التعليمية: صنفت المادة التعليمية في الصفحات المختارة (عينة الدراسة) في الفئات المحددة في طريقة رومي، ويبين الجدول (1) تكرار هذه الفئات ونسبتها في صفحات العينة.

جدول (1)

تقدير اشراكية الطالب من خلال عرض المادة التعليمية (كتاب الاحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق)

ت	الفئات	التكرارات
ا	عبارات الحقائق.	152
ب	الاستنتاجات أو التعميمات الصريحة.	21
ج	التعريفات .	21
د	الأسئلة التي تسأل ويجب عنها الكتاب مباشرة.	0
هـ	الأسئلة التي تتطلب قيام الطالب بتحليل المعلومات.	7
و	الجمال الإخبارية التي تتطلب من الطالب لقيام بتحليل المعلومات.	12
ز	الإرشادات التي تتطلب من الطلب أداء وتحليل نشاط ما، والعبارات التي تطرح مشكلة ليقوم الطالب بحلها.	6
ح	الأسئلة التي تسأل لإثارة اهتمام الطالب ولا يوجد لها إجابة مباشرة في الكتاب.	4
ط	الجمال التي توجه القارئ للنظر إلى شكل أو رسم، والتعليمات الإجرائية في النشاطات والجمال التي لا تلائم أيًا من التصنيفات السابقة.	30
ي	الأسئلة البلاغية التي تطرح لمجرد التأثير في النفوس وليس بقصد الحصول على جواب.	1

تم حساب معامل إشراكية الكتاب من خلال عرض المادة التعليمية باستخدام طريقة رومي: تم حساب معامل إشراكية الكتاب من خلال الرسوم والاشكال باستخدام طريقة رومي: وقد تبين ان معامل اشراكية الطالب من المادة التعليمية يساوي (0,134) فهذا يعني ان مادة تسليطية تتضمن تحديات قليلة لفكر الطالب لارتفاع عن مستوى الحقائق والتعاريف، إذ يعد معامل الإشراكية يكون مقبولا إذا كان بين 0,40 - 0,5، 1، بمعنى يستطيع الطالب أن يتعامل مع الكتاب بفعالية.

2- الرسوم والاشكال : صنف الرسوم والاشكال المختارة (عينة الدراسة) في الفئات المحددة في طريقة رومي، ويبين الجدول (2) تكرار هذه الفئات ونسبتها في العينة.

جدول (2)

تقدير اشراكية الطالب من خلال الرسوم والاشكال (كتاب الاحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق)

ت	الفئات	التكرارات
ا	استخدام الرسم او الشكل مباشرة لغرض توضيحي .	7
ب	يحتاج من الطالب اداء نشاط او استخدام معلومات .	2
ج	يوضح كيفية تركيب جهاز لنشاط ما .	0
د	لا يلائم أي من الفئات السابقة .	0

تم حساب معامل إشراكية الكتاب من خلال الرسوم والاشكال باستخدام طريقة رومي: وقد تبين ان معامل اشراكية الطالب من خلال الرسوم يساوي (0,285) فهذا يعني ان رسوم واشكال الكتاب لا تشرك الطالب بالمستوى المطلوب ولا تحته على استخدام المعلومات.

3-النشاطات : صنف النشاطات المختارة (عينة الدراسة) في الفئات المحددة في طريقة رومي، ويبين الجدول (3) تكرار هذه الفئات ونسبتها في العينة.

جدول (3)

تقدير اشراكية الطالب من خلال النشاطات(كتاب الاحياء للصف الثاني متوسط في جمهورية العراق)

ت	الفئات	التكرارات
ا	عدد النشاطات المقترح قيام الطالب بها	6
ب	عدد الصفحات المختارة	10

تم حساب معامل إشراك الكتاب من خلال النشاطات باستخدام طريقة رومي: وقد تبين ان معامل إشراك الطالب من خلال النشاطات يساوي (0,6) فهذا يعني ان نشاطات الكتاب تعطي قدرا مقبول من المشاركة للطالب في النشاطات.

ثانيا: إشراك كتاب العلوم للصف الثامن في دولة الامارات العربية المتحدة من خلال:-

1 -عرض المادة التعليمية: صنفنا المادة التعليمية في الصفحات المختارة (عينة الدراسة) في الفئات المحددة في طريقة رومي، ويبين الجدول (4) تكرار هذه الفئات ونسبتها في صفحات العينة.

جدول (4)

تقدير إشراك الطالب من خلال عرض المادة التعليمية (كتاب العلوم للصف الثامن في دولة الامارات العربية المتحدة)

ت	الفئات	التكرارات
ا	عبارات الحقائق.	76
ب	الاستنتاجات أو التعميمات الصريحة.	13
ج	التعريفات .	30
د	الأسئلة التي تسأل ويجيب عنها الكتاب مباشرة.	5
هـ	الأسئلة التي تتطلب قيام الطالب بتحليل المعلومات.	26
و	الجميل الإخبارية التي تتطلب من الطالب لقيام بتحليل المعلومات.	28
ز	الإرشادات التي تتطلب من الطلب أداء وتحليل نشاط ما، والعبارات التي تطرح مشكلة ليقوم الطالب بحلها.	22
ح	الأسئلة التي تسأل لإثارة اهتمام الطالب ولا يوجد لها إجابة مباشرة في الكتاب.	16
ط	الجميل التي توجه القارئ للنظر إلى شكل أو رسم، والتعليمات الإجرائية في النشاطات والجميل التي لا تلائم أيًا من التصنيفات السابقة.	92
ي	الأسئلة البلاغية التي تطرح لمجرد التأثير في النفوس وليس بقصد الحصول على جواب.	0

تم حساب معامل إشراك الكتاب من خلال عرض المادة التعليمية باستخدام طريقة رومي: تم حساب معامل إشراك الكتاب من خلال الرسوم والاشكال باستخدام طريقة رومي: وقد تبين ان معامل إشراك الطالب من المادة التعليمية يساوي (0,647) فهذا يعني ان مادة تعطي قدرا لايأس به من المشاركة للطالب يساعده على التحليل والتفكير، إذ يعد معامل الإشراك يكون مقبولا إذا كان بين 40 ، 0 - 5 ، 1، بمعنى يستطيع الطالب أن يتعامل مع الكتاب بفعالية.

2 -الرسوم والاشكال : صنفنا الرسوم والاشكال المختارة (عينة الدراسة) في الفئات المحددة في طريقة رومي، ويبين الجدول (5) تكرار هذه الفئات ونسبتها في العينة.

جدول (5)

تقدير إشراك الطالب من خلال الرسوم والاشكال (كتاب العلوم للصف الثامن في دولة الامارات العربية المتحدة)

ت	الفئات	التكرارات
ا	استخدام الرسم أو الشكل مباشرة لغرض توضيحي .	2
ب	يحتاج من الطالب اداء نشاط أو استخدام معلومات .	2
ج	يوضح كيفية تركيب جهاز لنشاط ما .	0
د	لا يلائم أي من الفئات السابقة .	0

تم حساب معامل إشراك الكتاب من خلال الرسوم والاشكال باستخدام طريقة رومي: وقد تبين ان معامل إشراك الطالب من خلال الرسوم يساوي (1) فهذا يعني تساوي رسوم واشكال الكتاب التي تشرك الطالب وتحثه على التفكير مع النصف الآخر الذي لا يشركه .

3 -النشاطات : صنفنا النشاطات المختارة (عينة الدراسة) في الفئات المحددة في طريقة رومي، ويبين الجدول (6) تكرار هذه الفئات ونسبتها في العينة.

جدول (6)

تقدير إشراكية الطالب من خلال النشاطات (كتاب العلوم للصف الثامن في دولة الإمارات العربية المتحدة)

ت	الفئات	التكرارات
أ	عدد النشاطات المقترح قيام الطالب بها	22
ب	عدد الصفحات المختارة	10

تم حساب معامل إشراكية الكتاب من خلال النشاطات باستخدام طريقة رومي؛ وقد تبين أن معامل إشراكية الطالب من خلال النشاطات يساوي (2,2) فهذا يعني أن نشاطات الكتاب لا تعطي الطالب البيانات الكافية ليتعامل معها بفاعلية .

الاستنتاجات:

أن كتاب الإحياء للصف الثاني المتوسط تضمن إشراكية الكتاب للطالب من خلال عرض المادة التعليمية تساوي (0,134) ومن خلال الرسوم والاشكال تساوي (0,285) وهي نسبة غير مقبولة حسب المعيار الذي حددته طريقة رومي (0,4) وهذا يعني أن الكتاب لا يساعد الطالب على التفكير والتحليل والاستقراء بينما أعطت إشراكية النشاطات والتي تساوي (0,6) قدراً مقبولاً من المشاركة.

أن كتاب العلوم للصف الثامن في دولة الإمارات العربية المتحدة :- تضمن إشراكية الكتاب للطالب من خلال عرض المادة التعليمية تساوي (0,647) وهي نسبة مقبولة حسب المعيار الذي حددته طريقة رومي (0,4) وهذا يعني أن الكتاب يساعد الطالب على التفكير والتحليل والاستقراء ومن خلال الرسوم والاشكال تساوي (1) فهذا يعني تساوي رسوم واشكال الكتاب التي تشرك الطالب وتحثه على التفكير مع النصف الآخر الذي لا يشركه بينما أعطت إشراكية النشاطات والتي تساوي (2,2) فهذا يعني أن نشاطات الكتاب لا تعطي الطالب البيانات الكافية ليتعامل معها بفاعلية

التوصيات:

في ضوء ما توصلت إليه نتائج الدراسة الحالية توصي بالآتي :

- 1- الاستفادة من طريقة رومي لتحليل كتاب الإحياء الأخرى في المراحل اللاحقة لمعرفة مدى إشراكها للطالب .
- 2- توظيف نتائج هذه الدراسة في تطوير وتحسين كتاب الإحياء للصف الثاني المتوسط في العراق .
- 3- الاستفادة من نتائج هذه الدراسة في تطوير برامج دورات التعليم المستمر لمدرسي الإحياء في المرحلة الثانوية .

المقترحات :

- 1- إجراء دراسة مماثلة لكتب الأحياء في الصفوف أخرى لمعرفة مستوى مقروئيتها وإشراكها للطالب .
- 2- مقارنة محتوى كتب الأحياء في العراق مع محتوى كتب الأحياء المناظرة في الدول المتقدمة.

المصادر:

- [1] إبراهيم، ندى محمود محمد أحمد (2007). تقويم مقرر الإنسان والكون (العلم في حياتنا) للصف السابع مرحلة الأساس , رسالة ماجستير غير منشورة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا والتربية .
- [2] الحذيفي ، خالد بن فهد (2002) . مشروع تضمين الثقافة العلمية في مناهج التعليم العام بالملكة العربية السعودية ، الرياض .
- [3] خطابية ، عبد الله محمد (2005) . تعليم العلوم للجميع ، ط 1 ، عمان ، الأردن .
- [4] خطابية ، عبد الله محمد (2008) . تعليم العلوم للجميع ، ط 2 ، عمان ، الأردن .
- [5] دروزة ، افنان نضير (2000) . النظرية في التدريس وترجمتها عملياً ، ط 1 ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان .
- [6] الرويس ، عبد العزيز بن محمد ، عبد الناصر محمد عبد الحميد و سمر بنت عبد العزيز الشلهوب (2012) . درجة إشراكية الطلاب في محتوى مناهج الرياضيات المطورة بالمرحلة الابتدائية (دراسة تحليلية) ، جامعة الملك سعود كرسي العبيكان لتطوير تعليم العلوم والرياضيات .
- [7] شهاب ، أحمد سلمان ، وآخرون (2013) . علم الأحياء للصف الثاني متوسط ، جمهورية العراق ، وزارة التربية ، المديرية العامة للمناهج .
- [8] طلالحة ، حامد عبد الله (2013) . المناهج تخطيطها تطويرها تنفيذها ، دار رضوان للنشر والتوزيع ، عمان .
- [9] العبد الله ، عبد الله محمد ، ماهر أبراهيم عنيزة (1994) . دراسة تحليلية تقويمية لكتاب الأحياء للصف العاشر الأساسي في المدارس الأردنية . مجلة مركز البحوث التربوية ، جامعة قطر ، (3) 140 - 167 .
- [10] العفون ، نادية حسين يونس ، وفاطمة عبد الأمير الفتلاوي (2011) . مناهج وطرائق العلوم لطلبة الصف الثالث، دار الكتب والوثائق ببغداد .
- [11] عمر ، محمود احمد ، وآخرون (2010) . القياس النفسي والتربوي ، دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان .
- [12] فرج ، عبد اللطيف حسين (2009) . تخطيط المناهج وصياغتها ، دار حامد للنشر والتوزيع ، عمان .
- [13] القرشي ، أحسان كاظم شريف (2007) . الطرائق العملية والطرائق اللامعلمية في الاختبارات الإحصائية . مطبعة الديواني ، بغداد .
- [14] الناجي، حسن علي (1997): نحو اشتقاق معايير صادقة لتقويم المنهج المدرسي بمراحله المختلفة، مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط، ع 13، ج 2.

- [15] النجار. احمد جاسم محمد, واخرون (2013). كتاب العلوم للجميع للصف الثامن الجزء الاول, المطبوعات للتوزيع والنشر. الإمارات العربية المتحدة .
- [16] نوافله , وليد حسين (2012).إشراكية كتب العلوم العامة لطلبة المرحلة الأساسية في الاردن ,مجلة جامعة النجاح للابحاث العلوم الانسانية ,م (26) 369 - 398 .
- [17] وزارة التربية(1991). منهج الدراسة المتوسطة، مديرية مطبعة وزارة التربية، بغداد.

REFERENCES

- [18] Ferguson, G. Taken, Y.(1989). statistical Analysis in psychology and Education, Mc Grew – Hill , book co . New York.
- [19] Kies H .o.(1996). Statistical concepts for Behavioral science , London , Sidney, Torony , Ellyn an Bacon .
- [20] Nelson , Bess , J ,(1978). carrel atonal Relationship between the role of the elementary teacher while teaching science and science teaching.

