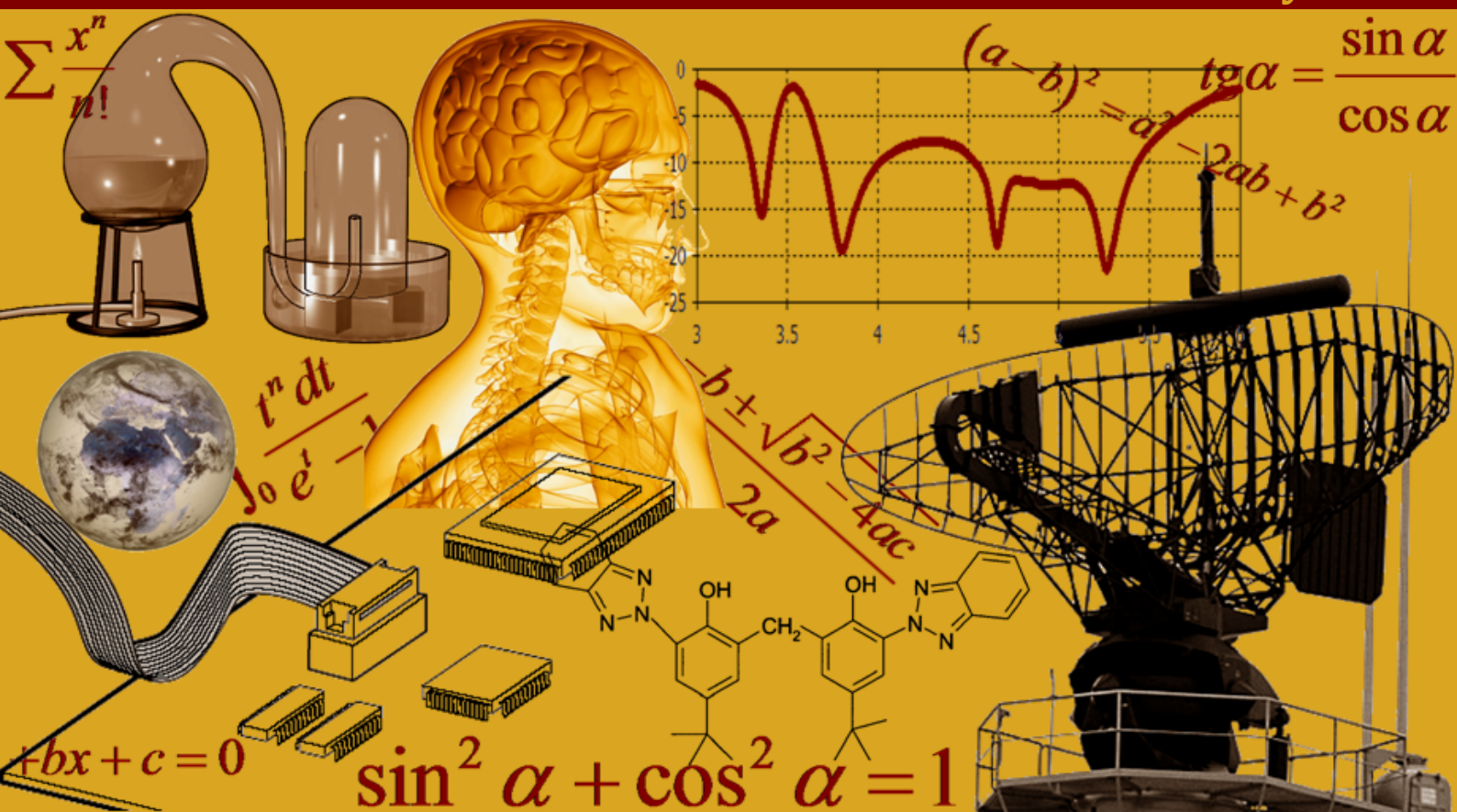


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 23 N. 1 May 2016



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

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

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

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

Table of Contents

Relative and efficient saccharification of waste office paper by different concentrations of <i>Aspergillus niger</i> cellulase at various temperatures	1-9
ADMINISTRATIVE PROFILE FOR IMPROVING THE PERFORMANCE OF TEACHERS IN THE SCHOOL SYSTEM	10-14
Production de la tomate, contraintes et opportunités en territoire de Walungu, Sud-Kivu à l'Est de la RD Congo	15-27
RELATIONSHIP BETWEEN PRINCIPALS' LEADERSHIP STYLES AND TEACHERS' INDISCIPLINE IN SECONDARY SCHOOLS IN EBONYI STATE OF NIGERIA	28-33
Saint Land of fires and Zodiac	34-40
VERS UNE OPTION FACE A LA SITUATION DE L'ELEVAGE BOVIN A MBINGA-SUD DANS LE TERRITOIRE DE KALEHE / SUD KIVU EN RD CONGO	41-50
Les aspects d'intégration de l'élevage du porc aux cultures maraichères dans les ménages de la Chefferie de Ngweshe en Province du Sud-Kivu / RDC	51-63
Analyse de comportements de la clientèle de particuliers et leur impact sur le risque actif-passif bancaire	64-77
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET PRODUCTION AGRICOLE : CAPITALISATION DES PRATIQUES CULTURALES POUR LA SECURITE ALIMENTAIRE AU BENIN	78-97
PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DES DECHETS MENAGERS DANS LA VILLE DE BUKAVU / DR CONGO : CAS SPECIFIQUE DU QUARTIER PANZI EN COMMUNE D'IBANDA	98-104
ETUDE COMPARATIVE DES FACTEURS AGRONOMIQUES DE RENDEMENT DES VARIETES DE RIZ DE MARAIS A KABARE, EST DE LA RD CONGO	105-112
FACTORS INFLUENCING THE ADOPTION OF ELECTRONIC BANKING: EXPANSION OF TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)	113-123
FLUE GAS DESULFURIZATION BY MECHANOCHEMICALLY ACTIVATED DOLOMITE	124-133
Investigation of Vital Risks in Construction Projects	134-141
Systèmes d'Information Logistiques et performance de l'entreprise: Une revue de la littérature	142-157
DESIGN AND COMPARISON OF ELECTROSTATICALLY ACTUATED MICRO MIRROR WITH DIFFERENT ASPECT RATIO	158-164
Dielectric behavior of the Aurivillius compound $\text{Bi}_{3.6}\text{La}_{0.4}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ prepared by hybrid process	165-170
Sample synthesis and characterization of $\text{SrBi}_{2-x}\text{La}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x=0, 0.5$) Aurivillius-type layered oxides	171-175
MANAGING OF INSTITUTIONAL SELF-ASSESSMENT PROCESSES AS APPROACH TO QUALITY ASSURANCE AT HAIL UNIVERSITY	176-184
Etude de l'influence de différents métaux sur le développement et l'activité saprophytique de deux espèces de <i>Trichoderma</i>	185-195
Factors determining the demand for health insurance among the migrant workers	196-200
Despite Symptoms, migrant's construction workers Delay Treatment for STIs, Have Unsafe Sex in Botswana	201-206
Evaluation of Effectiveness of Crop Production Programme under Lachi Poverty Reduction Programme (Lprp) In Tehsil Lachi of District Kohat	207-213
What challenges affects the implementation of E-learning in Ghana Tertiary Institutions?	214-225
MULTI WALLED CARBON NANOTUBES FOR DESALINATION: PERFORMANCE EVALUATION AND COMPARATIVE STUDIES	226-232

Relative and efficient saccharification of waste office paper by different concentrations of *Aspergillus niger* cellulase at various temperatures

J Pieter H van Wyk and J Boitumelo M Sibiya

Department of Pharmacology and Therapeutics, Sefako Makgatho Health Sciences University, Ga-Rankuwa, South Africa

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

ABSTRACT: Waste office paper is a major component of solid waste of which thousands of tons are produced daily. The cellulose section of waste office paper can be hydrolyzed by cellulase enzymes into glucose a fermentable sugar. Relative high and low cellulase concentrations from *Aspergillus niger* have been used to degrade waste office paper that was 100% and 50% covered with ink. Office paper free of ink was also exposed to these enzyme concentrations at incubation temperatures of 30°C, 40°C, 50°C and 60°C. The ink free office paper showed the highest degree of sugar formation at a concentration of 23 mg.ml⁻¹ during an incubation at 50°C and when treated with the highest enzyme concentration. The highest amount of sugar (18 mg.ml⁻¹) produced from office paper 50 % covered with ink when exposed to the high cellulase concentration was obtained at 40°C whilst an incubation at the same temperature resulted in the paper 100 % covered with ink to be maximally degraded producing a sugar concentration of 17 mg.ml⁻¹. When exposed to the lower enzyme concentration maximum bioconversion of all office paper materials (100 % as well as 50 % covered with ink and ink free) was obtained at 40°C with sugar produced at concentrations between 2,8 and 6,6 mg.ml⁻¹.

KEYWORDS: Waste office paper, ink, saccharification, *Aspergillus niger*, efficiency, cellulose.

1 INTRODUCTION

Environmental pollution as a result of increasing volumes of solid waste as well as the effect of global warming are topical issues currently addressed by many scientists and environmental concerning groups [1]. The production of solid waste is mainly the result of household, industrial and agricultural activities [2] while global warming results from fossil fuel combustion [3]. With the effects of climate change becoming more evident the search for alternative and renewable energy resources will intensify [4]. Also of major concern is the land used for landfilling with the consequent release of greenhouse gases from these sites [5].

Bioenergy [6] besides solar [7], wind [8] and geothermal energy [9] has been identified as a resource of renewable energy. All plant materials have a structural component known as cellulose that is composed of glucose units connected by means of β -1,6-glucosidic bonds [10]. Cellulose can be hydrolyzed into glucose a fermentable sugar by an enzyme system known as cellulase [11]. A major component of municipal or agricultural solid waste is of plant origin and examples of these materials are food, paper, garden and plant waste, thus a major amount of cellulose is dumped annually. Most solid waste management procedures include incineration, and landfilling that result in waste cellulose to be degraded with the formation of dangerous substances such as greenhouse gases like carbon dioxide and methane. These chemical compounds have a negative effect on the atmosphere that could be linked to current changes in global climate patterns [12], [13].

Waste cellulose, with glucose as its structural and fermentable building block is considered as a renewable energy resource and when bio-recycled can be converted into biofuels, bio-chemicals or bio-pharmaceuticals [14]. The cellulase catalyzed degradation of cellulose is a complex procedure and the presence of ink on the paper materials could further complicate the degradation procedure as ink acts as a barrier between the paper material and cellulase enzyme. The effective cellulase activity could also be influenced by variables such as enzyme concentration and temperature that could determine the amount of glucose released during hydrolysis of waste cellulose.

Organic substances are a major component of solid waste with cellulose a structural component thereof. Examples of organic waste include paper and kitchen waste or waste food, garden trimmings as well as many residuals from the agricultural industry. A potential process of bio-recycling waste cellulose is the treatment of these materials with cellulase enzymes converting it into fermentable sugars. Waste paper a major component of organic and solid waste has already been identified as a potential resource of bio-energy [15]. Different types of waste paper such as office paper, newspaper, foolscap paper have been treated with cellulases from different sources in order to saccharified these materials [16].

During this investigation ink free, as well as office paper covered 50 % and 100 % with ink have been exposed to a relative high and low concentration of cellulase from *Aspergillus niger*. These incubations were also performed at different temperatures in order to determine the effect of ink on the bio-degradation of waste office paper. The development of organic waste such as waste office paper as a resource of bioenergy would not only address the issue of an alternative for fossil fuel combustion but will also limit the volumes of solid waste occupying valuable land which then could be used for agricultural purposes or residential development.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 ENZYME AND SUBSTRATE

Commercial cellulase from *Aspergillus niger* (0,5 g) [ICN, Biomedical Inc. 9012-54-8] was prepared in 50 ml, 0,005 M Tris buffer, pH 5,0. Waste office paper disks with diameter of 5 mm were prepared as free of ink, 50 % and 100 % covered with ink. The paper disks weighed at masses of 0,004 g, 0,012 g, 0,02 g, 0,028g, 0,036 g and 0,044 g were exposed separately to the hydrolytic action of the cellulase enzyme concentrations of 4,7 mg.ml⁻¹ and 10,6 mg.ml⁻¹.

2.2 CELLULASE INCUBATION, SUGAR AND PROTEIN DETERMINATION

All waste office paper treatments with the cellulase enzyme were performed in triplicate. The different masses of paper materials were mixed with the Tris buffer (400 ul) and finally with the various enzyme solutions (100 ul). The incubation mixtures were incubated at temperatures of 30°C, 40°C, 50°C and 60°C during a period of 2 h. At the end of the incubation period the sugar concentration of each sample was determined with the DNS-method using glucose as a standard [17]. The concentrations of cellulase solutions were determined by using the biuret test for proteins with BSA as standard [18].

3 RESULTS AND DISCUSSION

The search for alternative and renewable energy resources will have to be intensified in order to limit the growing negative effects which the excess production of greenhouse gases has on the environment. Various waste cellulose products have already been exposed to cellulase catalyzed saccharification [19] and during the current investigation all office paper materials showed an increased amount of sugar production when increasing masses of paper was degraded. The amount of sugar released from the various paper materials increased when increasing masses of paper were hydrolyzed until a unique optimum sugar concentration was obtained that was maintained when further increased paper masses were degraded. During incubations at different temperatures the maximum saccharification was obtained when ink free office paper was degraded with the highest enzyme concentration of 10,6 mg.ml⁻¹ at 50°C (fig. 3) resulting in a sugar concentration of 23 mg.ml⁻¹. The second highest sugar concentration (21 mg.ml⁻¹) produced from ink free office paper was obtained at 40°C (fig. 2) while the lowest sugar concentration (3,67 mg.ml⁻¹) was formed during an incubation at 30°C (fig. 1). The second lowest amount of sugar produced (15 mg.ml⁻¹) from ink free office paper when treated with the highest enzyme concentration was obtained during incubation at 60°C (fig. 4). Degradation of office paper 50 % covered with ink showed the highest degree of saccharification (18 mg/ml) when this paper material was incubated at 40°C with the high cellulase concentration. Office paper completely covered with ink was maximally degraded with the highest cellulase concentration at an incubation temperature of 40°C that resulted in a sugar concentration of 17 mg/ml (Fig. 2). The maximum amount of sugar released from the ink free paper was 27 % higher than the maximum amount of sugar released during degradation of office paper 50 % covered with ink and 37 % more than the maximum amount of sugar released during degradation of office paper fully covered with ink.

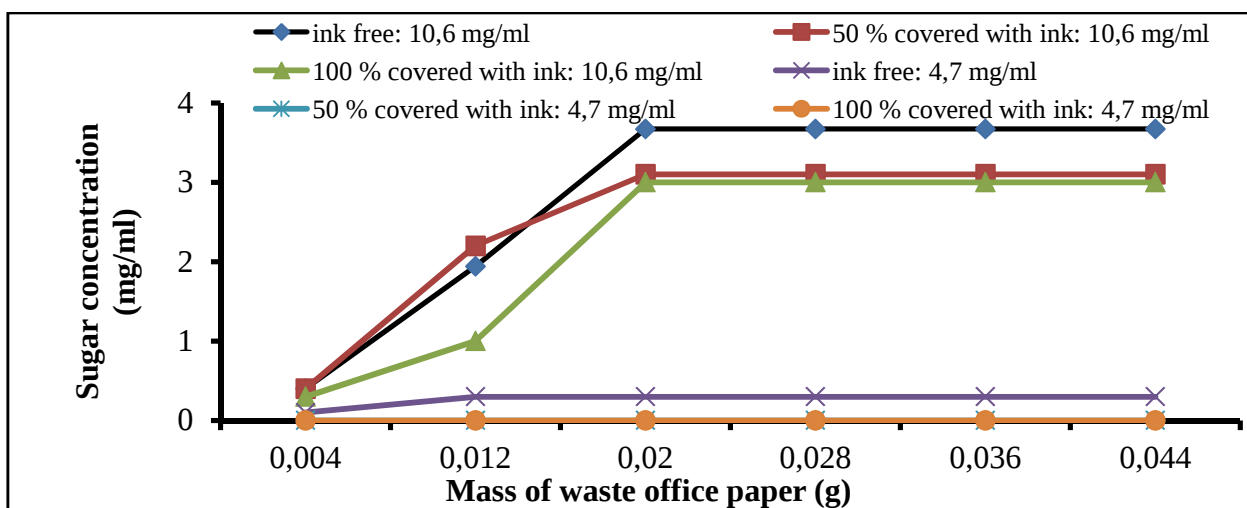


Fig. 1 - Saccharification of waste office paper with cellulase from *Aspergillus niger* at an enzyme concentration of 10,6 mg.ml⁻¹ and 4 mg.ml⁻¹ at an incubation temperature of 30°C

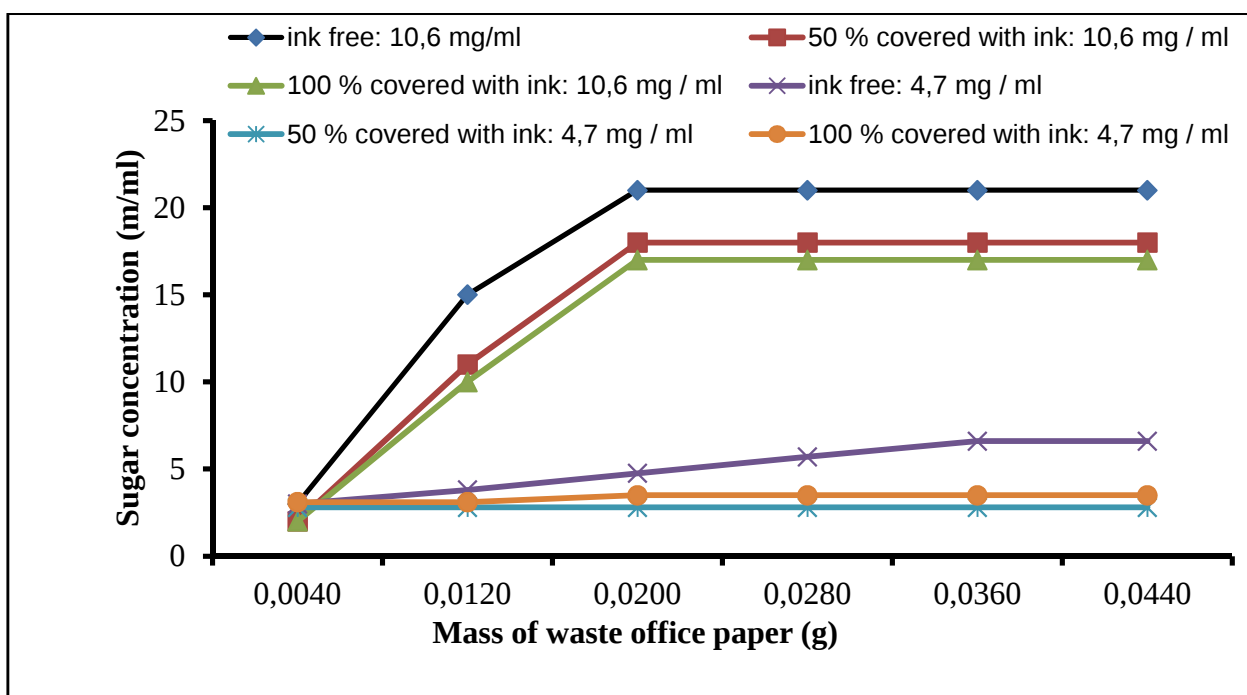


Fig. 2 - Saccharification of waste office paper with cellulase from *Aspergillus niger* at an enzyme concentration of 10,6 mg.ml⁻¹ and 4 mg.ml⁻¹ at an incubation temperature of 40°C.

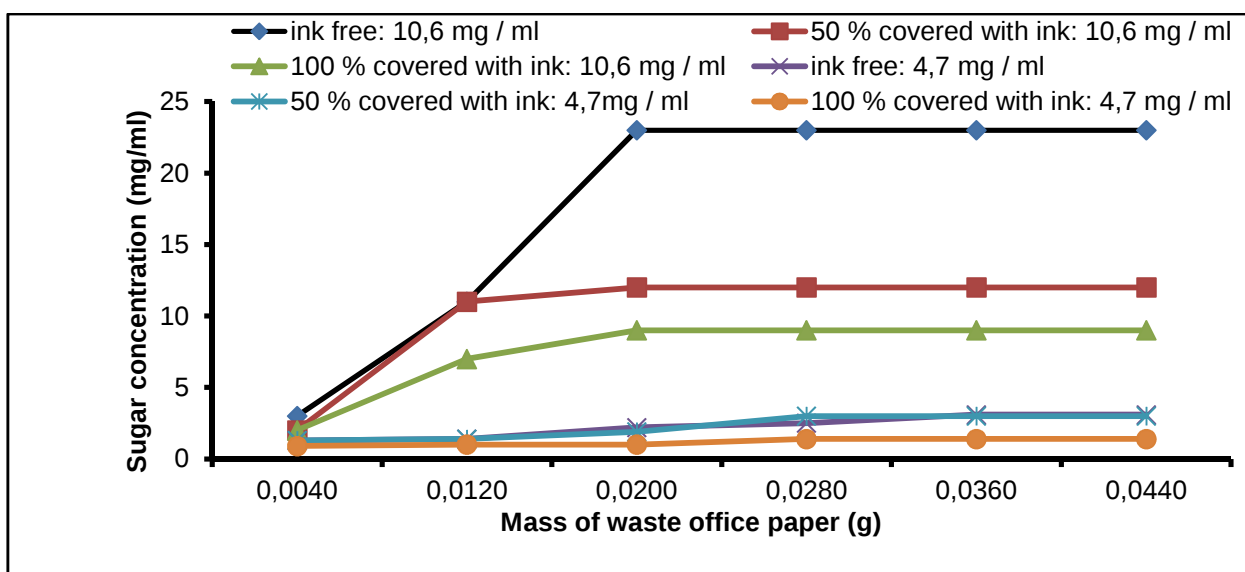


Fig. 3 - Saccharification of waste office paper with cellulase from *Aspergillus niger* at an enzyme concentration of 10,6 mg.m⁻¹ and 4 mg.m⁻¹ during 1h at an incubation temperature of 50°C.

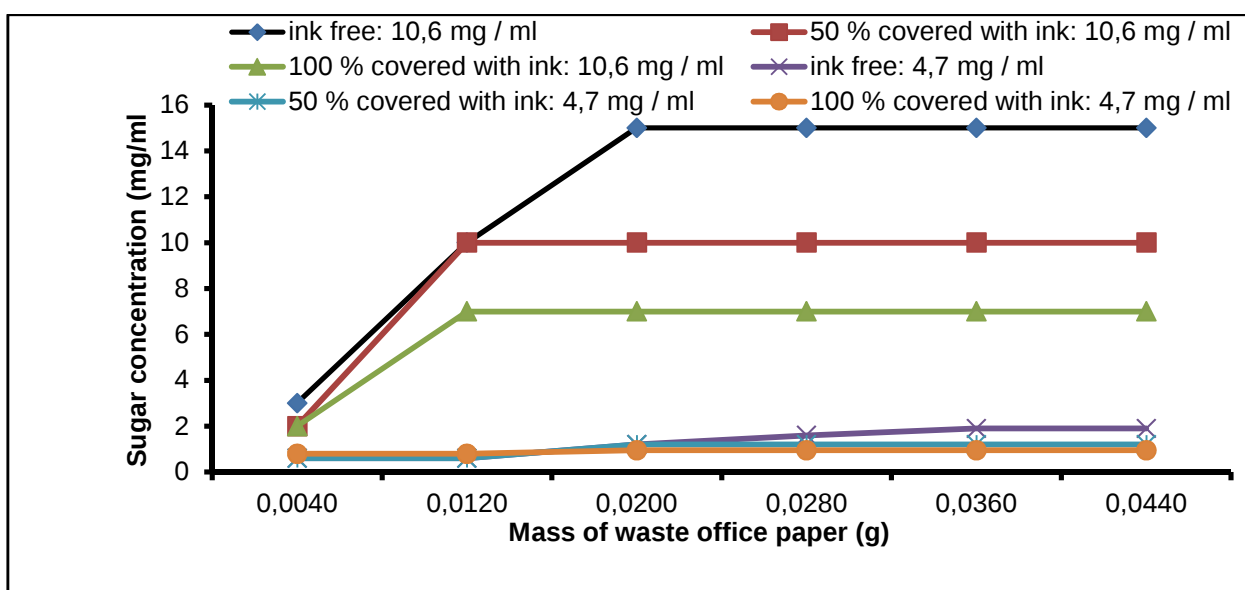


Fig. 4 - Saccharification of waste office paper with cellulase from *Aspergillus niger* at an enzyme concentration of 10,6 mg.m⁻¹ and 4 mg.m⁻¹ during 1h at an incubation temperature of 60°C.

The bio-degradation of the various office papers with the lower enzyme concentration followed the same saccharification tendency as observed when treated with the higher enzyme concentration. Ink free paper proved to be the most susceptible for degradation followed by paper 50% covered with ink while the lowest degree of saccharification was experienced with office paper 100 % covered with ink. When exposed to the lower enzyme concentration a maximum sugar formation was obtained at an incubation temperature of 40°C with the highest sugar concentration obtained from ink free office paper (6,6 mg/ml), followed by paper 50 % covered with ink (5,0 mg/ml) and 3,5 mg/ml sugar obtained from paper fully covered with ink (Fig. 2).

Overall the maximum sugar formation released from the ink free office paper when treated with the higher enzyme concentration was 248 % higher than the maximum amount of sugar released from the same paper when treated with the lower enzyme concentration. The maximum concentration of sugar released from the waste office paper 50 % covered with

ink was 266 % higher than the amount of sugar released from the identical paper when treated with the lower enzyme concentration. An increase of 500 % of sugar formation from the office paper fully covered with ink when treated with the 10,6 mg/ml enzyme solution relative to the sugar formation when this paper was exposed to the lower enzyme concentration.

Although the amount of sugar released from waste office paper is increased when increasing masses of these materials were treated with a fixed enzyme concentration the effectiveness of the saccharification process does not follow the same tendency. The effectiveness of the biodegradation process is expressed in terms of percentage saccharification of waste office papers when treated with the different enzyme concentrations at the different temperatures. The percentage saccharification of waste office paper at an incubation temperature of 30°C is reflected in table 1 indicating that the highest percentage conversion of ink free office paper with the low enzyme concentration was obtained from a mass of 0.004g and 0,012g whilst the highest cellulase concentration produced maximal percentage saccharification from an office paper mass of 0,02 g producing a 9.1 % saccharification. During the treatment of office paper that was 50 % covered with ink only the high cellulase concentration could affect degradation and at a degree of 9,1 % from 0,012 g paper whilst a mass of 0,02 g of office paper that was fully covered with ink was optimally degraded by the same high enzyme concentration to an extend of 7,5 % degradation.

Table 1 - Percentage (%) saccharification of waste office paper with different concentrations of cellulase from *Aspergillus niger* during an incubation temperature of 30°C.

Percentage (%) ink coverage of office paper	Mass of office paper (g)	Percentage (%) saccharification when exposed to the different cellulase concentrations:	
		Low cellulase concentration (4,7 mg.ml ⁻¹)	High cellulase concentration (10,6 mg.ml ⁻¹)
0	0.004	1.25	5.0
	0.012	1.25	8.0
	0.02	0.75	9.1
	0.028	0.5	5.0
	0.036	0.4	4.0
	0.044	0.3	2.0
50	0.004	0	5.0
	0.012	0	9.1
	0.02	0	7.7
	0.028	0	5.5
	0.036	0	4.3
	0.044	0	3.5
100	0.004	0	3.7
	0.012	0	4.1
	0.02	0	7.5
	0.028	0	4.1
	0.036	0	3.4
	0.044	0	3.4

During an incubation of ink free office paper at 40°C (Table 2) the lowest cellulase concentration resulted in the highest percentage saccharification of 37,5 % obtained from a mass of 0,004 g while a 63 % sacchrification was obtained from a higher mass of 0,012 g when exposed to the highest enzyme concentration of 10,6 mg.ml⁻¹. The office paper 50 % covered with ink was 11,6 % saccharified when 0,012 g were treated with the lowest enzyme concentration whilst 0,02 g of this office paper was 47 % degraded when exposed to the highest enzyme concentration. The maximum degradation of paper 100 % covered with ink was 13 % saccharification obtained from 0,012 g of the paper with the low enzyme concentration and 43 % degradation when 0,02 g paper was exposed to the highest cellulase concentration.

Table 2 - Percentage (%) saccharification of waste office paper with different concentrations of cellulase from *Aspergillus niger* during an incubation temperature of 40°C.

Percentage (%) ink coverage of office paper	Mass of office paper (g)	Percentage (%) saccharification when exposed to the different cellulase concentrations:	
		Low cellulase concentration (4,7 mg.ml ⁻¹)	High cellulase concentration (10,6 mg.ml ⁻¹)
0	0.004	37.5	37.5
	0.012	15.8	63.0
	0.02	11.8	52.5
	0.028	10.1	37.5
	0.036	9.1	29.1
	0.044	7.5	23.0
50	0.004	35	25.0
	0.012	11.6	45.0
	0.02	7.0	47.0
	0.028	5.0	33.0
	0.036	3.8	25.0
	0.044	3.5	20.8
100	0.004	12.0	25
	0.012	13.0	41
	0.02	8.7	43
	0.028	6.2	31
	0.036	4.8	25
	0.044	3.9	19

When exposed to 50°C during incubation with cellulase from *A. niger* the maximum degree of saccharification from all three types of office paper when treated with the lower enzyme concentration were obtained during degradation of the lowest amount of paper of 0,004 g (Table 3). During these treatments both ink free office paper and 50 % covered with ink resulted in 16,25 % saccharification, followed by office paper fully covered with ink that were 11,25 % degraded into sugars. When treated with the higher cellulase concentration at 50°C the maximum percentage saccharification of 59 % was obtained from 0,02 g of ink free office paper while 0,012 g of office paper 50 % covered with ink resulted in 45 % saccharification. The paper completely covered with ink was maximally saccharified at 29 % when 0,012 g of this paper was degraded with the high enzyme concentration.

Table 3 - Percentage (%) saccharification of waste office paper with different concentrations of cellulase from *Aspergillus niger* during an incubation temperature of 50°C.

Percentage (%) ink coverage of office paper	Mass of office paper (g)	Percentage (%) saccharification when exposed to the different cellulase concentrations:	
		Low cellulase concentration (4,7 mg.ml ⁻¹)	High cellulase concentration (10,6 mg.ml ⁻¹)
0	0.004	16.25	37.0
	0.012	5.8	45.0
	0.02	5.5	59.0
	0.028	3.4	42.0
	0.036	3.3	32.8
	0.044	3.0	26.8
50	0.004	16.25	25.0
	0.012	5.8	45.0
	0.02	4.75	30.0
	0.028	5.3	21.0
	0.036	4.1	16.0
	0.044	3.4	13.0
100	0.004	11.25	25.0
	0.012	4.1	29.0
	0.02	2.5	22.0
	0.028	2.5	16.0
	0.036	1.9	12.5
	0.044	1.5	10.2

Table 4 reflects the percentage saccharification of the various ink covered office papers when treated with the cellulase enzyme at an incubation temperature of 60°C. A mass of 0,12 g of office paper resulted in all three type of papers to be saccharified to the highest percentage by the higher cellulase concentration with ink free office paper degraded to an extent of 42 % followed by paper covered 50 % with ink bio-converted to an extent of 41 % and finally a 29 % saccharification of office paper fully covered with ink. The lowest mass of 0,004 g of all three types of office paper materials were maximally degraded at this temperature by the lowest cellulase concentration. The percentage saccharification of office paper with both low and high cellulase concentrations at 30°C resulted in the lowest percentage degradation of all incubation temperatures with no degradation observed when office paper 50 % and 100 % covered with ink was exposed to the low cellulase concentration at different temperatures.

Table 4 - Percentage (%) saccharification of waste office paper with different concentrations of cellulase from *Aspergillus niger* during an incubation temperature of 60°C.

Percentage (%) ink coverage of office paper	Mass of office paper (g)	Percentage (%) saccharification when exposed to the different cellulase concentrations:	
		Low cellulase concentration (4,7 mg.ml ⁻¹)	High cellulase concentration (10,6 mg.ml ⁻¹)
0	0.004	7.5	37.5
	0.012	2.5	42
	0.02	3.0	37.5
	0.028	2.8	26.0
	0.036	2.6	21.0
	0.044	2.1	17.0
50	0.004	7.5	25.0
	0.012	2.5	41.0
	0.02	3.0	25.0
	0.028	2.1	17.0
	0.036	1.6	13.0
	0.044	1.3	11.0
100	0.004	10.0	25.0
	0.012	3.3	29.0
	0.02	2.3	17.5
	0.028	1.7	12.5
	0.036	1.3	9.7
	0.044	1.1	7.9

Different organic waste materials such as banana agro-waste [20], waste paper, kitchen waste and animal waste [21] have been identified as possible resources for bio-energy development. These types of bio-developments would become more topical as it is environmental friendly as organic waste is used as a resource for bio-energy production.

4 CONCLUSIONS

The development of renewable energy resources would become more topical as the negative environment effects of fossil fuel combustion are realized. Also of major concern is the accumulation of solid waste of which waste paper is a major component. Waste office paper offers a relative high susceptibility to be developed as a resource of bioenergy due to its cellulose content. In order to optimize the bioconversion of waste office paper as a resource of bioenergy the process needs to be optimized in terms of maximum sugar production that requires exposure of different masses of paper waste to various enzyme concentrations. Bioconversion conditions in terms of pH, temperature and type of cellulase also need to be optimized.

REFERENCES

- [1] M. Z. Jacobson, "Review of solutions to global warming, air pollution and energy security," *Energy Environmental Sciences*, vol. 2, pp. 148 – 173, 2009.
- [2] B. Staley and M. Barlaz, "Composition of municipal solid waste in the United States and implication for carbon sequestration and methane yield," *Journal Environmental Engineering*, vol. 135, pp. 901 – 909, 2009.
- [3] E. E. Escultura, "Is human activity linked to climate change?" *Atmospheric Climate Sciences*, vol. 4, pp. 305 – 316, 2014.
- [4] D. M. Wall, P. O'Kiely and J. D. Murphy, "The potential of biomethane from grass and slurry to satisfy renewable energy targets," *Bioresource Technology*, vol.143, pp. 425 – 431, 2013.
- [5] X. F. Lou and J. Nair, "The impact of landfilling and composting on greenhouse gas emission – A review," *Bioresource Technology*, vol. 100, no. 6, pp. 3792 – 3798, 2009.
- [6] A. Lethomaki, T. A. Viinikainen and J. A. Rintala, "Screening boreal energy crops and crop residues for methane biofuel production," *Biomass Bioenergy*, vol. 32, pp. 541 – 550, 2008.

- [7] L. Gouveia, C. Neves, D. Sebastiao, B. P. Nobre, and C. T. Matas, "Effect of light on the production of bioelectricity and added-value microalgae biomass in a photosynthetic alga microbial fuel cell," *Bioresource Technology*, vol. 154, pp. 171 – 177, 2014.
- [8] X. Yunqi, W. Kunpeng, H. Guanju and Y. Xiyun, "An operating condition fuzzy assessment strategy for large scale double-fed wind power generator system," *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, vol. 6, 2014, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4878996>.
- [9] P. Mielke, D. Bauer, S. Homuth, A. Gotz and I. Suss, "Thermal effect of a borehole thermal energy store on the subsurface," *Geothermal Energy*, vol. 2, no. 5, (2014).
- [10] S. Kalia, A. Dufresne, B. M. Cherian, B. S. Kath, L. Averous, J. Njuguna and E. Nassiopoulou, Cellulase-bases bio- and nanocomposites: A review, 2011, Article id: 837875.
- [11] Y. H. P. Zang, J. Hong and X. Ye, Cellulase Assays, *Method Molecular Biology*, vol. 581, pp. 213-231, 2009.
- [12] N. S. Bolan, R. Thangarajah, B. Seshadri, U. Jena, K. C. Das, H. Wang and R. Naidu, "Landfills as a biorefinery to produce biomass and capture biogas," *Bioresource Technology*, vol. 135, pp. 578 – 587, 2013.
- [13] R. Klein, T. Baumann, E. Kahapka and R. Niessner, "Temperature development in a modern municipal solid waste incineration (MSWI) bottom ash landfill with regards to sustainable waste management," *Journal of Hazard Materials B*, vol. 83, pp. 265 – 280, 2001.
- [14] J. P. H. van Wyk, A Review: "Biotechnology and the utilization of organic waste as a resource for bioproduct development," *Trends in Biotechnology*, vol. 19, no. 5, pp. 172 -177, 2001.
- [15] A. S. Meor-Hussin, S. P. A. Collins, Z. Merali, M. L. Parker, A. Elliston, N. Wellner and K.W. Waldron, "Characterization of lignocellulosic sugars from municipal solid waste residue," *Biomass Bioenergy*, vol. 51, pp. 17 – 25, 2013.
- [16] L. Peng and Y. Chen, "Conversion of paper sludge to ethanol by separate hydrolysis and fermentation (SHF) using *Saccharomyces cerevisiae*," *Biomass Bioenergy*, vol. 35, no. 4, pp. 1600 – 1606, 2011.
- [17] G. L. Miller, "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars," *Analytical Chemistry*, vol. 31, pp. 426-129, 1959.
- [18] G. Janairo, M. L. Sy, L. Yap, N. Llanos-Lazaro and J. Robles, "Determination of the sensitivity of Buiret Test for undergraduate biochemistry students," *E-JST*, vol. 6, no. 5, pp. 81 – 87, 2011.
- [19] M. Bonsal, M. Hall, M. J. Realff, J. H. Lee and A. S. Bommarius, "Modelling cellulase kinetics on lignocellulosic substrates," *Biotechnology Advances*, vol. 27, pp. 833 – 848, 2009.
- [20] M. M. V. Baig, M. L. B. Baig, M. I. A. Baig and M. Yasmeen, "Saccharification of banana agro-waste by cellulosic enzymes", *African Journal of Biotechnology*, vol. 3, no. 9, pp. 447-450, 2004.
- [21] K. A. Wani, Mamta and R. J. Rao, "Bioconversion of garden waste, kitchen waste and cow dung into value-added products using earthworm *Eisenia fetida*", *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 20, pp. 149-154, 2013.

ADMINISTRATIVE PROFILE FOR IMPROVING THE PERFORMANCE OF TEACHERS IN THE SCHOOL SYSTEM

PASTOR PAUL NWAKPA

Department of Educational Foundations,
Faculty of Education, Ebonyi State University, Abakaliki, Nigeria

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

ABSTRACT: It has been observed that no organization can exist without human and material resources. In the educational organization, teachers and students are the basic factors for which the school as an organization is established. Therefore, the success of any educational programme in Nigeria greatly depends on the performance of the teachers on their job. The scenario here depicts that, any nation who desires to achieve the set objectives of her educational organization must recognize the teacher factor. It is necessary to reiterate that the central process of quality and quantity in education boarder on the impressive array of teachers' performance spectrum. In lieu of this exposition, the teachers in the school system should be adequately remunerated for vital service and proficiency in their job.

KEYWORDS: Administrative Profile, Performance, Teachers, School System.

INTRODUCTION

Often we hear people talk of falling standard of education or low standard of education in Nigeria. The standard and quality of education rest to a great extent on the teacher. This is because, no education system can rise above the quality of its teachers since nobody can give what he/she does not have. The low quality of education could be attributable to low performance of teachers. This situation is real and presents challenges such as:

- i. What specific factors are responsible for low performance of teachers?
- ii. What should be done to improve their performance? In the light of the above, this paper aims at.
 - a. Examining the concept of performance.
 - b. Discussion on the factors that affect performance of the teachers.
 - c. Identifying ways to improve performance of the teachers so that those who perform poorly could improve for the overall improvement in teaching and learning.

WHAT IS PERFORMANCE?

Moorhead and Griffin (1992: 784), succinctly stated that "performance is the total set of job-related behaviours engaged in by employees". Performance level shows what has been accomplished; what the workers has contributed to the achievement of the objectives of her unit and her organization. Hence, performance has to do with behaviour in organization.

In a school setting, teacher performance means all intervening variables affecting pupils' learning in addition to the competence of She teacher (Encyclopedia of teaching and learning: 1987). Results of both external and internal examinations taken by pupils could indicate the level of performance of the teacher. Onwuegbu (1979: 14), stated that "when a class or a student that is expected to perform well, performs poorly, then the teacher is often at fault". This indicates that test results

do not only reveal the performance of the student, they also reveal the instructor's performance. Performance can be classified into two namely:

1. In role performance
2. Extra-role performance.

IN- ROLE PERFORMANCE: This according to Organ and Bateman (1991: 259) consists of "those functions or contributions that are required by the job description or qualifies contractually, for compensation from the organization's formal reward system". In-role performance is usually what we have in mind when we refer to a person's productivity. For a Professor, in role performance consists of preparing for and teaching classes, advising students during office hours, conducting research and writing paper and various forms of administrative chores specified by the system. For a secondary school teacher, in-role performance includes writing lesson notes, actual teaching in the classroom, making of attendance register of students, keeping record of students, continuous assessment scores etc. Typically, some minimally acceptable level can be specified for in-role performance, and performance beyond the minimum often qualifies for increased reward.

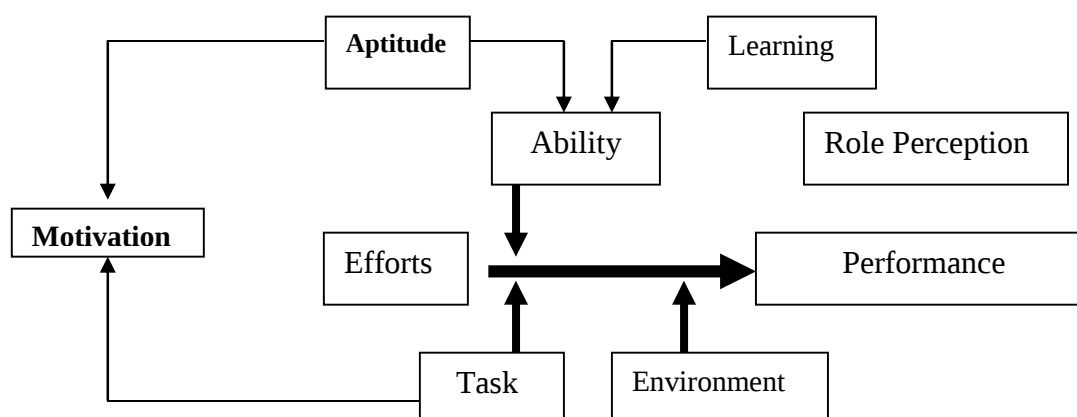
EXTRA-ROLE PERFORMANCE: This consists of functions or contributions that are not required by the system and for which there is no contractual guarantee of increased reward. This role is to a large degree discretionary in so far as the individual is concerned. It consists of types of performance that a person would not be disciplined for not doing and would not be automatically rewarded for doing. For instance, a professor who reads a colleagues manuscript and makes suggestion for improving the performs in this extra-role capacity. However, this paper is concerned with in-role performance of the teacher.

Bateman and Snell (1991: 61), pointed out that "to perform means that once employees are at work, they should work hard to achieve high out put (productivity) and high quality". They went further, to posit that there could be a gap in performance. Performance gap portrays the difference between actual performance and the performance that should or could exist. A gap, typically, implies poor performance or when performance is good but someone realizes that it could be better. Succinctly put, a performance gap is a gap between what is and what could be. For example, the ability to cover half of the scheme of work and the ones they do not cover.

FACTORS THAT DETERMINE PERFORMANCE

A number of factors determine the performance of an individual. They include:

- a. Motivation
- b. Ability
- c. Role perception
- d. Physical environment and
- e. Task. Model of Factors Underlying



Source: Adapted from Organ p. W. and Bateman T.S., *Organization Behaviour* (1991: 260); Illinois, R.D. Irwin

From the model above, it could be inferred that the variable are not independent of each other. They are interrelated in the sense that one's aptitude and learning lead to ability. Adequate motivation leads to effort. The degree of effort exerted

will depend on the teacher's ability, role, perception, task assigned and the environment. All these put together will determine the level of performance.

MOTIVATION

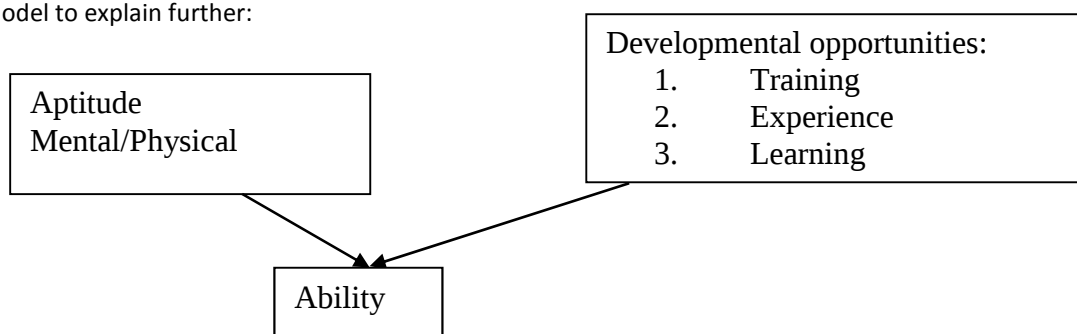
Motivation is defined by Huse and Bowditch (1977: 74), as "the conditions responsible for variation in the intensity, quality, and direction of ongoing behaviour". Most, if not all behaviour is caused by the individual's attempts to satisfy his or her needs. If the organization/school is capable and willing to help him satisfy this needs, the teacher would be motivated to exert effort to work. However, in the olden days, the concept of motivation was simply, how to get more out of people but the old practice changed during the era of scientific management. For instance, famous Hawthorne experiment of the late 1920s and early 1930s set a new course for management in its concept of motivating employees. The conclusion of the study was as follows: human performance in the job situation was not solely a function of the aptitudes or skills that the employee brought to the work place ... that the average worker did indeed think about his job, had various kinds of reactions to it, and most importantly, believed his feelings affected how hard he worked. (Akanwa: 1998). His feelings in this case is a function of motivation since reward is an instrument of motivation, behaviour that is reinforced by rewards will continue whereas behaviour that is not reinforced by reward will cease, i.e. if (he outcome of the reward is pleasing to the individual, the probability of his repeating his response is apt to be increased. It is on this premise that psychologists maintain that every rational human behaviour has a cause. People behave in a certain way because they are motivated to do so. Motivation consists of a driving force or state of need deficiency, which drives a person to behave in a particular manner. The drive relates to the person's needs. Thus, behaviour is basically goal-oriented. For example, if a teacher is in need of promotion, he will participate in a high productive cycle. The need to find ways of motivating workers has led practitioners into coming up with different motivational theories like- McGregor's theory x and y, Maslow's hierarchy of needs theory, Nigerian hierarchy of needs theory: a modified version of Maslow, job enrichment, Herzberg motivation -hygiene theory, Alderfer's ERG theory, equity theory, expectancy theory etc. From the above explanation, it is axiomatic to note that the basic elements that influence the motivation of individual are beliefs, attitude, values, needs and goals. This is because people behave in accordance with how they perceive their world (Ukeje, Okorie and Nwagbara: 1992).

ABILITY

Ability determines the quality of effort expended on a job. Ability is the result of aptitude and learning. Aptitude refers to individual differences in the facility for learning and mastering a task. According to Organ et al (1991: 266), aptitude represents "a person's potential for performance, his latent ability that may lie fallow until the proper amount of training, experience and motivation transform it into actual performance". A person with greater aptitude for a task will learn the task more easily, make faster progress, and exhibit a higher level of stable performance. Fleishman (1954: 56), listed some kinds of aptitude as abstract reasoning, facility with numbers deductive logic and verbal comprehension and fluency - these are related to intelligence. While eye-hand co-ordinator, reaction time, manual dexterity etc are physical and motor skills. The nature of the activity to be performed determines the type of aptitude required for its effective performance.

It is necessary to provide a person with learning opportunities for him/her to develop the aptitude for relevant activities in real work setting. These opportunities could be in form of training and experience. Ukeje et al (1992: 272), summarized this by stating that "effective performance in the organization depends to a considerable extent on his ability". His ability to perform is influenced by his mental and physical aptitude and the development opportunities in form of training, experience and learning he has been exposed to:

Below is a model to explain further:



Source from Ukeje, B. O. et al (1992) (Educational Administration: Theory and Practice, Owerri: To tan Publishers Ltd),

ROLE PERCEPTION

People may be predisposed (motivated) and eminently qualified to perform a task but their talent and good will are lost unless they know exactly what we expect of them. The teacher has a lot of tasks to accomplish. The overall performance of the teacher depends not only on motivation to perform, his aptitude but also on how he perceives what is expected of him. There are three potential breakdowns in role perception. They are as follows: (a) role ambiguity, (b) role conflict, (c) outright wrong perception. Effective performance will result if the perceptions of the message are congruent with the organization's expectations from the content of the message. Otherwise, the members of the organization are likely to engage in inappropriate behaviours and ineffective performance. The following factors can influence an individual's perception.

- (a) characteristics of the person.
- (b) characteristics of the object
- (c) characteristics of the situation.

PHYSICAL ENVIRONMENT

It is essential to provide individuals a work with required space, and equipment for them to do the job. Davis (1984: 271), indicated that the nature and design of the organization's physical facilities can have a significant influence on the attitudes, motivation and performance of individual members of the organization some of the physical variable are: (a) noise (b) climatic temperature (c) level and quality of illumination (d) amount of physical space (extent of crowding) (e) availability of furniture.

TASK

The way a task is arranged can influence an individual's performance at the work. A simplified task may indeed lower motivation, yet still increase performance. Task simplification does not always adversely affect performance. Although good compensation arrangement such as incentive pay and goals- setting can off-set any negative effect on motivation and in the long run performance.

In summary, individual's in role performance is a function of motivation, the task, ability, the physical environment, and role perceptions. Motivation underlies the effort that person expends on a job. The other factors determine how efficiently effort is translated into performance.

PROFILE FOR IMPROVING THE TEACHER'S PERFORMANCE

Administrators of educational institutions are faced with the problems of teachers who either neglect or handle poorly some part of their jobs. Such problems could be poor classroom instruction, poor record keeping, inability to use instructional materials etc. Whatever the case may be, it is pertinent to note that motivation is a major factor that determines individual's performance level. As a result, efforts should be made to ensure that teachers are motivated. This can be done through, various ways. According to Onyene (2002), they are; commensurate salary, pension, social status, esteem and propensity to rise on the job, professional development. The above factors will lead to highly motivated teachers that will exhibit behaviours in form of willingness to teach, contentment, increase productivity, efficiency, effectiveness and society selflessness. The enumerated factors above are indicators of teacher's high-level performance.

Sequel to this, other conditions that will propel or induce teachers to work effectively in the system is the provision of enough instructional material, adequate facilities and equipment. These include libraries, textbooks, visual and audio-visual aids, staff quarters, dining halls, laboratories, dormitories' etc. Subsequently, in any working environment, good human relationship enhances productivity and job satisfaction. Commenting on the principle of human relations Uwazuruike (1997:20), stated that good relationship with staff encourage sense of belonging among staff ... Administrators who foster good relationship with staff under them often times motivate them to reward high productivity at work." Therefore, good relationship should exist between the school administrator, the teachers and the students.

RECOMMENDATIONS

In order to improve the performance of teacher in the school system, a number of the following proposals need priority attention:

1. The government should provide adequate instructional materials of varying make in schools.
2. Teaching in the school system should be preserved for professionally qualified teachers. This will boost the image and status of teachers.
3. Instructional emphasis with regard to methods must be on pedagogical strategies that enhance creativity, resourcefulness and reflective thinking.
4. Teacher: student ratio should be realistic in the school system.
5. Teachers' should be encouraged to undergo in-service training and to attend seminars, workshops and conferences in order to improve their knowledge and methodology in teaching.
6. Teachers' should be placed on a better salary scale and wage to motivate them for greater achievement.

CONCLUSION

The current trend in the standard of education could be changed if the performance of teachers improves. Improvement in the performance of the teachers could be achieved by motivation, selection of the right cahber of persons to teach, well arrangements of tasks etc. in addition, the physical environment of the teachers' work places should be made conducive for effective teaching and learning.

REFERENCES

- [1] Akanwa, P.U. (1998). Organizational Behaviour and Human Relations Management. Owerri: Kosoko Press Ltd.
- [2] Bateman, T.S and Snell, S.A. (1999). Management Building Competitive Advantage (4lh ed.). USA McGrawhill.
- [3] Encyclopedia of Teaching and Teacher Education (1987). England: Dunkin Pergamon Press.
- [4] Fleishman, E.A. (1954). Dimensional Analysis of Psychomotor Abilities. Journal of Experimental Psychology 48 (56).
- [5] Huse, E.F. and Bowditch, J.L. (1977). Behaviour in Organization: A Moorhead,
- [6] G and Griffin, R.W, (1992). Organizational Behaviour: Managing People and Organization (3rd ed). New Jersey: Iloughton Mifflin Coy.
- [7] Onwuegbu, I. Obed (1979). Discover Teaching. Enugu: Fourth Dimension.
- [8] Onyene, V.E. (2002). Dynamics of Institutional Management: Towards Strategic Administrative Competence. Lagos: Sam Orient Publisher
- [9] Organ, D.W. and Bateman, T.S. (1991). Organizational Behaviour (4th ed) U.S.A.: Irwin Inc.
- [10] Ukeje, B. O., Okorie, N.C. and Nwagbara, U.A. (1992). Educational Administration: Theory and Practice. Owerri: Total Publishers Ltd.

Production de la tomate, contraintes et opportunités en territoire de Walungu, Sud-Kivu à l'Est de la RD Congo

Thierry HERI CISHESA

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU), Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: Over 50 years, some local NGOs and partners fight against malnutrition as a whole in the region and other support vitamin deficiencies (A) without tackled the problem upstream.

Food insecurity, far from being fought from the causes and curb, moved with acuity despite the potential available to households involved in the production of tomato.

The answer to food insecurity would increase by a tomato crop, which requires just the minimum phytotechnic appropriate care in the conduct for growth and maintains the production that previously did not respond to the overcrowding due to leakage demographics.

In precarious conditions and substantive in nature, the production of tomato knows several constraints and cause it does not grow, in order of importance note that we found that 64, 8% of our small producers reach not 20 meters of usable area, but also the land imbalance over 90% do this activity with the same period of the year by purchasing more than 90% do this activity with the same period of the year by a discount price to markets and 80% do not use soil management systems (without cultural association, rudimentary techniques, not improved seeds) and not followed in the conduct of Culture (the phytosanitary control, respect to pyrotechnic standards).

By the time the needs of the everyday use of qualitative and tomato in households falling in step with its production which pushed to seek opportunities and whose intensification ISFM practices (Integrated Management of Soil Fertility) and integration into the mini-livestock (guinea pigs, rabbits, chickens, pigs ...) seem convincing to go up the balance in the diet.

KEYWORDS: Tomato, Constraints, Opportunities, Malnutrition, Walungu.

RESUME: Plus de 50 ans, certaines ONG locales et partenaires luttent contre la malnutrition dans sa globalité dans la région et d'autres prennent en charge des carences en vitamines (A) sans en abordé le problème en amont.

L'insécurité alimentaire, loin d'être combattu à partir des causes et les juguler, s'installe avec acuité malgré le potentiel dont disposent les ménages impliqués dans la production de la tomate.

La réponse à l'insécurité alimentaire passerait par une culture de tomate, laquelle qui exige juste le minimum des soins phytotechniques appropriés dans la conduite pour l'accroissement et le maintien de la production qui jusque-là ne répond pas à la surpopulation suite à la fuite de la démographie.

Dans les conditions précaires et de nature substantielle, la production de la tomate connaît plusieurs contraintes et qui font qu'elle ne se développe pas, par ordre d'importance notons que nous avons relevé que 64,8 % de nos petits producteurs n'atteignent pas 20 mètres de superficies exploitables, mais aussi le déséquilibre foncier plus de 90% font cette activité à la même période de l'année par achat plus de 90% font cette activité à la même période de l'année par un rabais de prix aux marchés et 80% n'utilisent pas les systèmes de gestion des sols (sans association culturales, techniques rudimentaires, semences non améliorées) et non suivi dans la conduite de la culture (la lutte phytosanitaires, respect aux normes pyrotechniques).

Au moment où les besoins de l'utilisation de la tomate quotidienne et qualitative dans les ménages de la baisse au même rythme que sa production ce qui a poussé de rechercher les opportunités et dont les pratiques d'intensification par la GIFS

(Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols) et l'intégration au mini-élevage (cobayes, lapins, poulets, porcins...) semblent probant pour remonter l'équilibre dans la ration.

MOTS CLES : Tomate, Contraintes, Opportunités, Malnutrition, Walungu.

1 INTRODUCTION

Les cultures maraichères en général et particulièrement la tomate demeurent jusqu'à nos jours une préoccupation majeure et là du fait de son importante contribution de la sécurité alimentaire et l'accroissement de revenus des producteurs surtout en agriculture familiale [1], [3].

Dans une étude faite sur la nutrition en milieux Africains, il est démontré que la moitié de la population africaine pourrait être considérée en surpoids [2].

La Tomate est riche en Lycopène, une substance qui peut prévenir certains types de cancers, ensuite une richesse de 94 % en eau, 0, 8g de protides, 0, 1 de lipides ; 15 Kcal ; et enfin plusieurs Vitamines des groupes B et carotènes [3].

La malnutrition protéinique reste un point critique dans l'alimentation des Africains. La viande y apparait comme une denrée de luxe, pour ces populations, les légumes spécifiquement la Tomate constitue les principales sources en protéines végétales et remplace les protéines des sources animales pour les populations pauvres.[4][5].

Bien qu'il y ait présence des plusieurs marais en territoire de Walungu pour des activités maraichères, la production en culture des Tomates reste critique d'où le recours aux importations. Cette culture est confrontée à plusieurs contraintes. C'est en ce sens qu'on parte avec un soubassement d'un questionnement de recherche pour comprendre les vrais problèmes. Les contraintes d'ordre agronomiques, fonciers, édapho-climatiques et économiques seraient un frein actif pour cette activité agricole dans les milieux paysans, d'où une production insatisfaisante, un faible revenu et une insécurité alimentaire comme impact négatif y résultant [6].

La sous production en cultures de Tomates et les jeux d'importations semblent un fait réel dans les milieux paysans de l'entité.

La consommation des fruits de la tomate contribue à un régime sain et équilibré. Les fruits sont riches en minéraux, en vitamines, en acides aminés essentiels, en sucres ainsi qu'en fibres alimentaires. La tomate contient beaucoup de vitamines B et C, de fer et de phosphore. Les tomates se consomment fraîches en salade ou cuites dans des sauces, des soupes ou des plats de viande ou de poisson. Il est possible de les transformer en purée, en jus et en ketchup. Les fruits séchés et les fruits mis en conserve sont des produits transformés qui ont également une importance économique. [7].

Deux types de mode de croissance conduisent à deux types de culture tout à fait différents. Il faut choisir une variété à croissance indéterminée lorsque l'on souhaite une longue période de récolte.

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. La tomate réagit aux variations de température qui ont lieu pendant le cycle de croissance.

Le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité est très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits sont plus importants [8].

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées [7], [9].

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais pousse le mieux dans des sols où le pH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est adéquat et suffisant. En général, ajouter de la matière organique stimule une bonne croissance.

La variété qu'il faut choisir dépend des circonstances locales ainsi que, du but visé par la culture.

Le compost et le fumier améliorent la fertilité et la structure du sol et réduisent la nécessité d'appliquer du phosphore (P), de l'azote (N) et du potassium (K). Ils fournissent une diversité d'éléments nutritifs à la culture [11].

Les fertilisants chimiques (à l'exception du calcium) n'améliorent pas la structure du sol mais ils enrichissent le sol en y apportant des éléments nutritifs.

C'est un mélange d'azote (=N), de composés de phosphore (=P₂O₅) et de potasse (=K₂O). Le fertilisant composé 12-24-12 contient 12% de N (azote), 24% de P (phosphore) et 12% de K ;(potassium).

La tomate nécessite surtout du phosphore après le repiquage. Les applications d'azote et de potasse sont plus appropriées pendant la phase de croissance de la culture. Dans les pays tropicaux, les quantités d'application des fertilisants chimiques varient entre 40 et 120 kg/ha pour l'azote, 30 et 90 kg/ha pour la phosphate et 30 et 90 kg/ha pour la potasse [10].

La tomate n'est pas résistante à l'aridité. Le rendement diminue considérablement après de courtes périodes de carence en eau. Il est important d'arroser régulièrement les plantes, surtout pendant les périodes de floraison et de formation des fruits. La quantité d'eau nécessaire dépend du type de sol et des conditions météorologiques (précipitation, humidité et température).

Il est important de tailler les tomates, surtout pour les variétés qui forment un buisson dense et pour les variétés à croissance indéterminée.

Le tuteurage pouvant servir d'appui aux plantes et permettre de maintenir les fruits et les feuilles au-dessus du sol réduit le taux de pourriture des fruits et facilite le traitement ainsi que la récolte.

Lorsque la tomate est cultivée en monoculture, il est important de pratiquer la rotation des cultures et réduire la probabilité de subir des dommages provoqués par des maladies ou des ravageurs.

La prévention des maladies et des ravageurs est extrêmement importante pour la culture de la tomate. Pratiquement tous les ravageurs et maladies sont réprimés adéquatement par l'application de pesticides synthétiques chimiques. Cependant, la plupart des pesticides coûtent cher et parfois ils sont très nocifs pour les êtres humains ainsi que pour l'environnement, donc leur utilisation devrait se limiter aux cas d'urgence.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES.

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La présente étude se déroule dans quatre groupements du territoire de Walungu (Nduba, Burhale, Kaniola et Walungu) en Province du Sud-Kivu à l'Est de la République Démocratique du Congo.

D'après nos données préliminaires aux pré-enquêtes et observations dans les champs en milieux paysans, l'étude va du mois de novembre 2014 jusqu'au mois de Juillet 2015 soit neuf mois dont les activités de recherche se sont déroulées en trois étapes : les enquêtes, les observations et l'analyse et la présentation des données récoltées.

2.1.1 PRESENTATION DU TERRITOIRE DE WALUNGU

Le territoire de Walungu fut créé par l'ordonnance loi N°067/221 du 13 mai 1967. Cependant, ce territoire fait partie intégrale de la province du Sud-Kivu en République Démocratique du Congo.

Le territoire de Walungu est situé dans la province du Sud-Kivu. Il se localise à plus ou moins 45 kilomètres de la ville de Bukavu sur la route Bukavu-Mwenga-Shabunda.

Il est limité :

- au Nord : par le territoire de Kabare (avec comme limite le groupement de Kamisimbi, Lurhala et Ikoma) ;
- au Sud : par le territoire de Mwenga (Kadubo) ;
- à l'Est : par le territoire d'Uvira avec (rivière Ruzizi et les montagnes Bufulero) ;
- à l'Ouest : par le territoire de Shabunda (rivière Ulindi).

Au point de vue climatique, le territoire de Walungu offre un climat tropical humide à deux saisons : la saison pluvieuse et la saison sèche. L'altitude la plus basse est de 1000 mètres et cela dans le groupement de Kaniola et la plus élevée est de 2600 mètres dans le groupement d'Izege dont Mulumemunene constitue le pic. Les précipitations annuelles varient de 1000 à 700 mm/an de l'Est à l'Ouest et les températures moyennes varient selon l'altitude entre 15 et 25°C.

Le relief est accidenté. A son Sud et Sud – Est, le paysage se caractérise par une alternance des vallées en vallées profondes avec des chaînes montagneuses. La vallée alluvionnaire de Luzinzi qui va du centre au Sud ou du Sud au Sud - Est du territoire, bordée à son Est comme à l'Ouest par une barrière montagneuse que, en coupe, présente deux crêtes de schistes noirs graphiteux avec le point culminant à son centre Ouest : Mont Nidunga (2626 m).

La chaîne Sud-Orientale, la plus élevée à Izege sur Mulumemunene (2600 m) surplombe les basses altitudes de Kamanyola (1000 m). Le territoire de Walungu est formé par des montagnes, des collines et des plaines marécageuses.

Les sols de nature argilo-sablonneuse sont issus des roches basaltiques. Ils sont souvent épais, compacts et riches en argile, sauf sur les fortes pentes où l'on voit apparaître la roche mère. De nombreux bas-fonds enrichis d'alluvions des terres particulièrement riches ne peuvent, dans la plupart de cas être exploités qu'après drainage. Du point de vue végétation, l'on y trouve une végétation naturelle et une couverture herbeuse et arbustive.

2.1.2 SITUATION ÉCONOMIQUE

L'agriculture constitue l'activité principale. Cette activité qui occupe presque toute la population porte surtout sur les cultures de manioc, haricot, patate douce, sorgho, soja, banane, pomme de terre, maïs, arachides, légumes etc.

Ces cultures sont souvent et la plupart de fois cultivées en association. Les cultures modernes ou industrielles telles que le quinquina, le boisement industriel, le café, le thé y sont pratiquées et sont plus rentables que celles traditionnelles si on le considère sur le plan commercial.

Les habitants pratiquent aussi l'élevage composé du gros et du petit bétail. Leur élevage familial est constitué principalement des chèvres, moutons, lapins, volailles, cobayes, et quelques uns élèvent les porcs. Mais cependant, il faut signaler que le conflit foncier, l'appauvrissement et la diminution des pâturages aux dépens d'exploitations industrielles sont à la base de la réduction continuelle du cheptel de gros bétail qui, par ailleurs, est de prestige [11].

2.2 MATERIELS

Nous avons utilisé un questionnaire d'enquête préalablement élaboré par le logiciel *Sphinx plus2* avec une rubrique des questions adressées aux agriculteurs des tomates et qui les font dans les marais.

2.3 APPROCHES METHODOLOGIQUES

L'étude concerne facteurs contraignants de la production de la tomate, et se déroule dans les marais situés dans ces entités administratives en Territoire de Walungu. Sa réalisation fait usage et recours à une démarche méthodologique axée sur une méthode d'enquête couplée aux interviews au moyen d'un questionnaire d'enquête préalablement élaboré et testé par de descentes auprès des exploitants de la tomate.

Dans chaque groupement un échantillon représentatif de 25 maraichers en fonction d'un choix aléatoire pour un total de 100 maraichers objet des enquêtes.

Après saisi, collecte de données brutes s'en est suivi les analyses statistiques descriptives et enfin décèler les variances par les logiciels statistiques *Sphinx plus 2*.

3 PRESENTATIONS ET INTERPRETATIONS DES RESULTATS

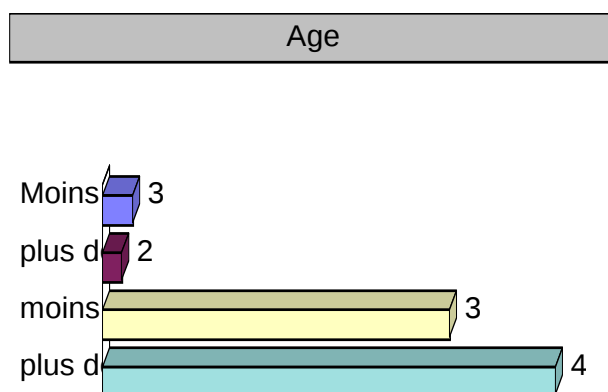


Fig. 1 : Age de nos enquêtés

De ce graphique il y ressort que la majorité soient 63 % des producteurs de tomate ont une tranche d'âge qui varie de trente ans au plus, avec un chi-carré très significatif soit (64,73). Cette analyse pose une contrainte parce que les jeunes qui ont la force s'intéressent très peu.

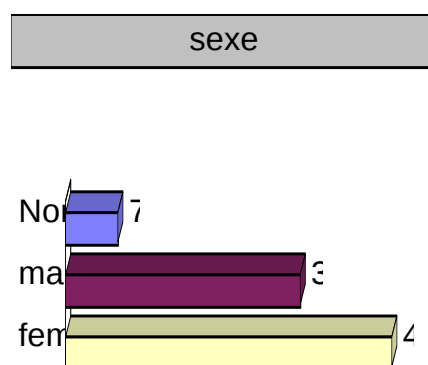


Fig. 2. Le sexe de nos enquêtés

Ce graphique ci haut montre qu'une grande partie des producteurs de la tomate dans nos milieux d'étude est majoritairement occupée par les femmes, alors que cette activité ouvre grandement les opportunités aux hommes qui, malheureusement l'abandonnent. Si les hommes pouvaient prendre le dessus dans cette activité on aurait une grande production car les hommes sont libres et permanents plus que les femmes et la culture de la tomate exige une permanence pour son entretien et sa conduite.

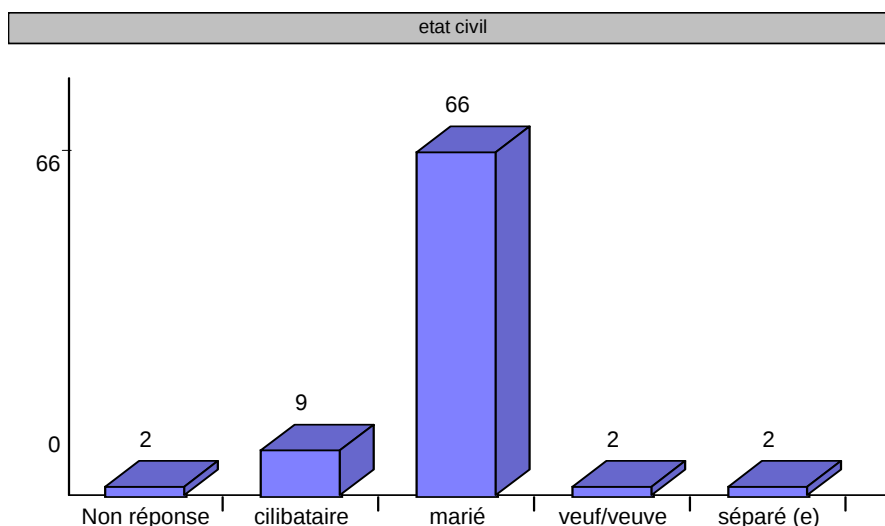


Fig. 3. Etat civil

De ce graphique nous remarquons que la majorité des producteurs de la tomate sont mariés et nous amène à affirmer que la production à la récolte contribue à la satisfaction des besoins familiaux primaires (fournitures et frais scolaires, sécurité alimentaire...).

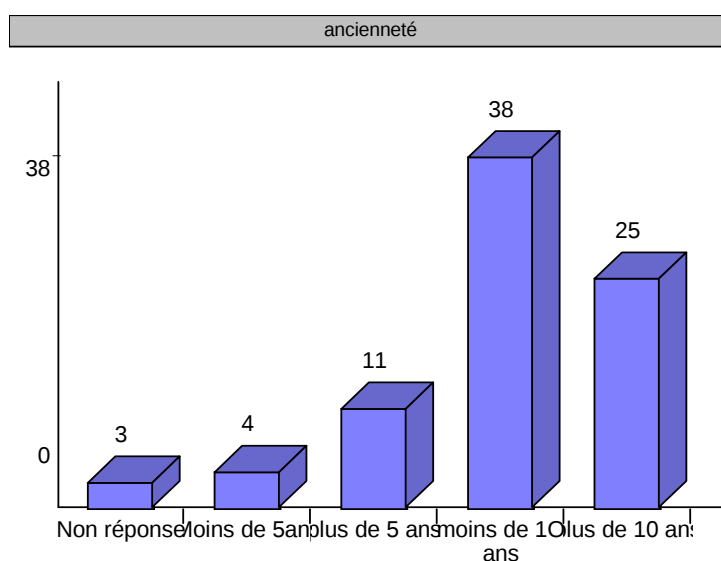


Fig 4. Ancienneté dans l'activité

De ce figure, nous observons qu'une grande proportion de nos exploitants ont une ancienneté inférieure à dix ans et cela nous fait croire que cette durée insuffisante aurait un impact négatif à cette activité agricole car ils n'en ont pas beaucoup d'expériences.

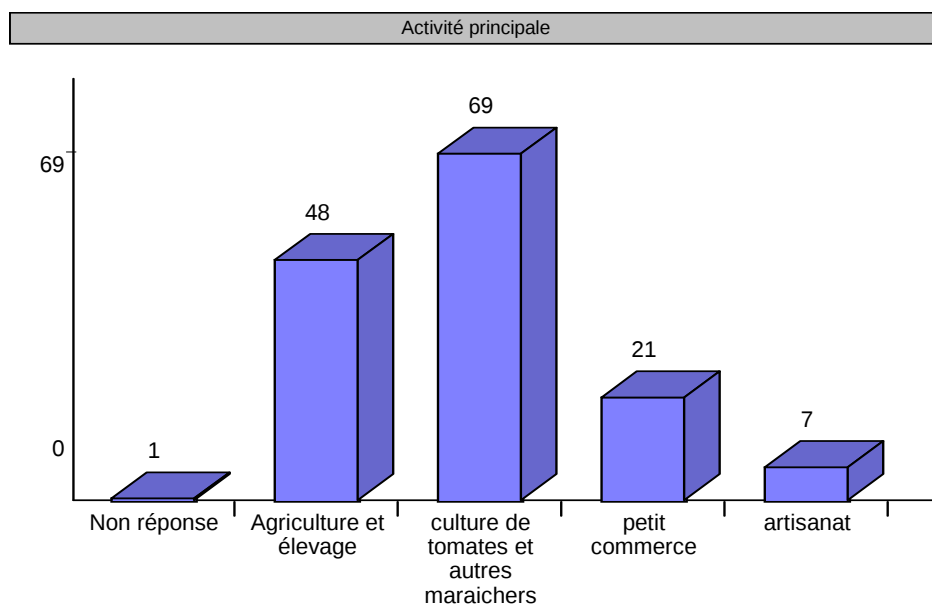


Fig 5. L'activité principale de nos enquêtés

De ce graphique nous remarquons que les producteurs de la tomate s'intéressent beaucoup aux travaux champêtres des cultures de la tomate et autres maraichères ; avec une répartition de référence hautement significative c'est-à-dire un chi-deux de 112,7 mais jusque là production reste insignifiante.

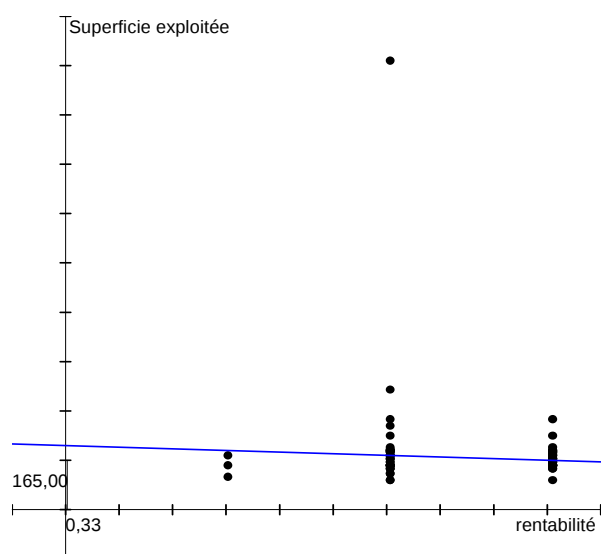


Fig. 6. La rentabilité de la tomate en fonction de la superficie exploitée

De cette figure, il ressort que tous enquêtés rencontrés ont une superficie exploitée de moins deux cents mètres carrés et cela a une répercussion négative sur la rentabilité de la tomate. Pour eux la production ne varie presque pas. Et là la différence avec le plan de répartition est hautement significative avec un pourcentage de 64,88.

La majorité des enquêtés exploitent la terre sous le régime de sous-location connu sous le vocable « Bwasa » qui ne leur permet pas d'accéder à une superficie suffisante pour cette activité.

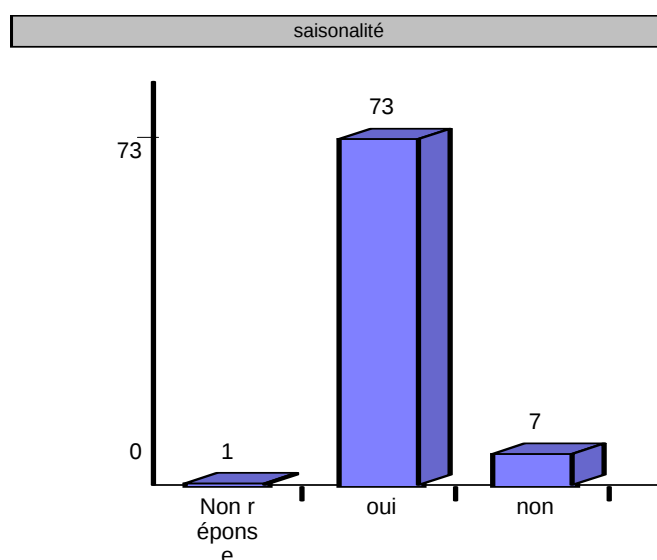


Fig. 7. La saisonnalité dans l'activité de la culture de la tomate

De cette figure, nous remarquons que la majorité des enquêtés ne pratiquent pas cette activité toute l'année car elle ne donne pas de bons rendements en saison pluvieuse et cela nous permet d'affirmer qu'il y a pas des aménagements hydro-agricoles qui s'y font (drainage). C'est-à-dire que c'est en saison sèche que cette activité porte des bons résultats et les exploitants s'y réjouissent. Signalons qu'il n'y a aucune action communautaire sur la gestion de l'eau.

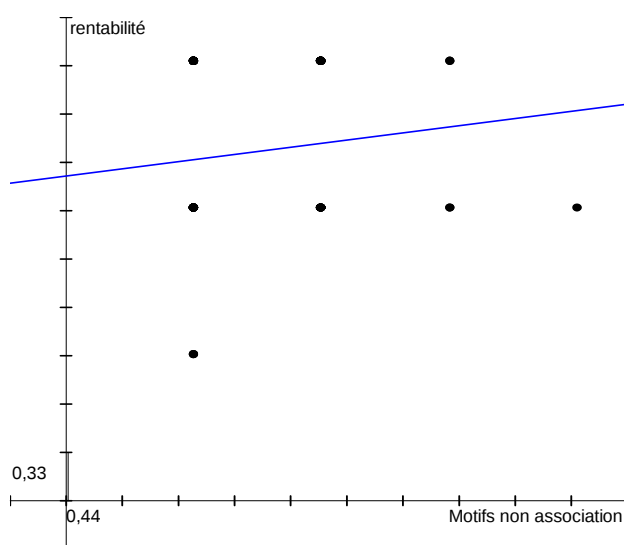


Fig. 8. La rentabilité de la culture et les non associations culturale

De ce graphique nous remarquons que la majorité des enquêtés ne pratiquent pas l'association culturale en culture de la tomate et à cela les motifs principaux de non association sont l'ignorance et la superficie insuffisante. Tous ces facteurs réunis ont un impact négatif sur la rentabilité.

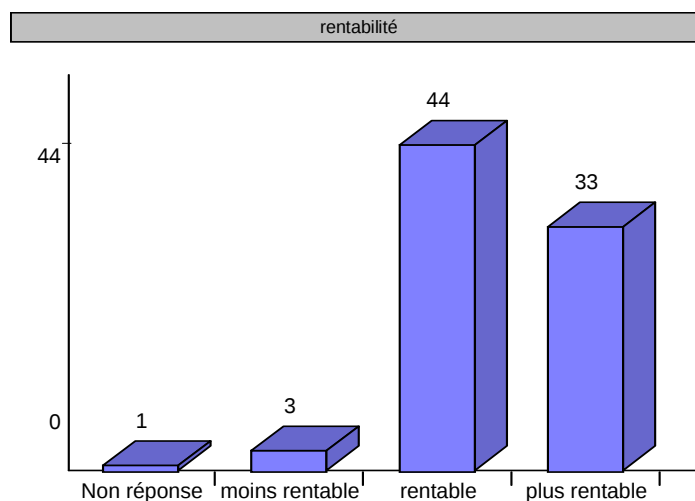


Fig.9. Les suggestions par rapport à la rentabilité de la tomate

De cet histogramme nous remarquons que la majorité d'enquêtés rencontrés affirment qu'ils trouvent cette culture rentable bien qu'elle subit plusieurs contraintes. Ces résultats nous amène à confirmer que cette activité soit appréciée par les exploitants et consommateurs. Néanmoins, elle reste toutes les fois confrontée à plusieurs contraintes.

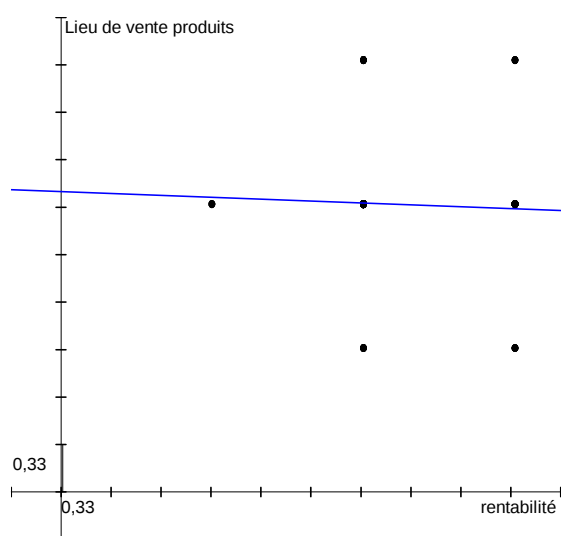


Fig.10. La rentabilité en fonction des lieux d'écoulement

De ce graphique nous remarquons que la plupart d'enquêtés rencontrés dans les milieux sous étude vendent leur produits de récolte au marché avec un accroissement insignifiant de leur revenu. D'où la nécessité d'un marché structuré et les producteurs groupés pour améliorer la qualité commerciale de cette activité et en donner une valeur ajoutée.

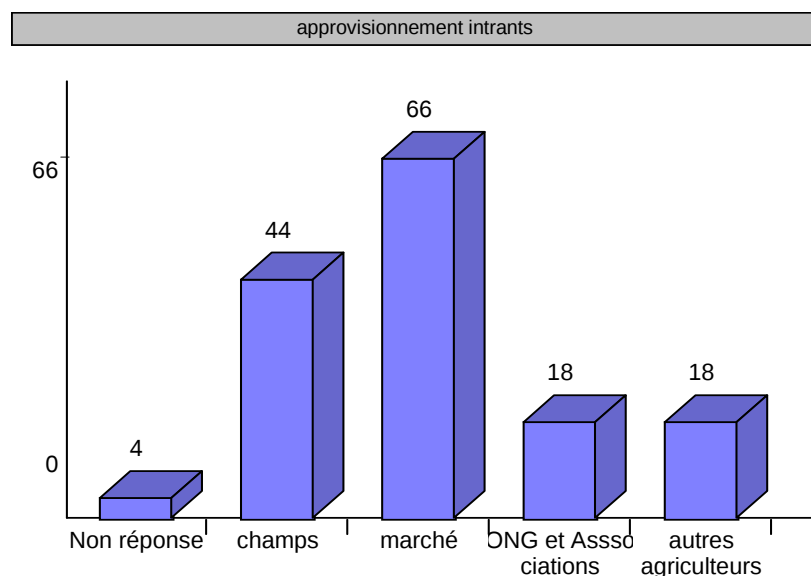


Fig.11. Les lieux d'approvisionnement d'intrants agricoles

De cet histogramme, il y ressort que la plupart de producteurs sous étude affirment qu'ils s'approvisionnent au marché. A cela, on ajoute toutes les conséquences possibles c'est-à-dire les semences non contrôlées, les intrants et outils des mauvaise ou/et qualité non efficace. Alors qu'ils peuvent le faire auprès d'autres agriculteurs ou ONG faisant des activités similaires et où ils pourraient acquérir et partager d'autres expériences.

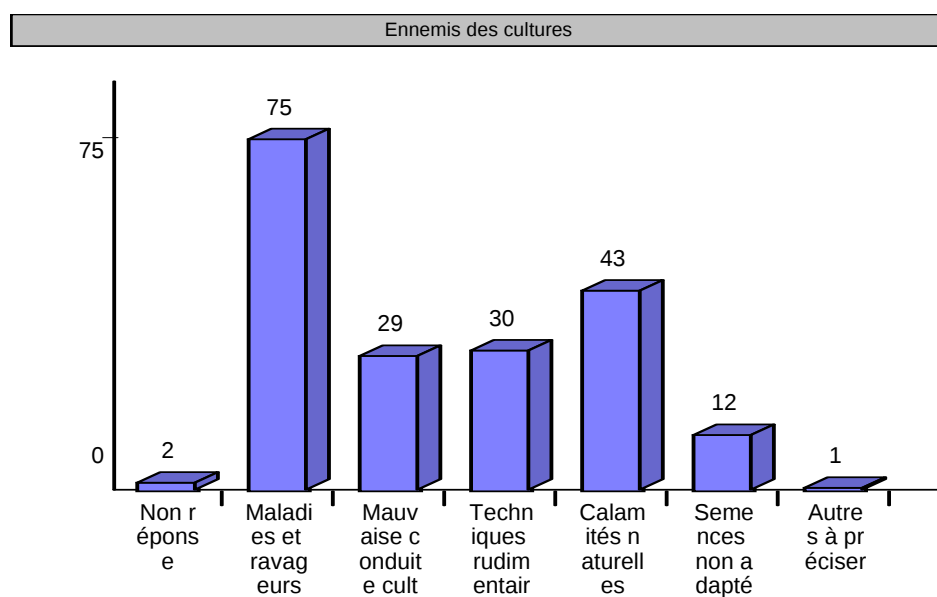


Fig.12. les ennemis de la tomate dans nos milieux sous étude

La figure montre que la plupart de champs observés et les producteurs enquêtés affirment que les principaux ennemis en cette culture sont les diverses phytopathologies et les ravageurs soit un chi-deux calculé hautement significatif de 149,40 suivi des calamités naturelles. Plus loin les techniques culturales rudimentaires et mauvaises conduite et enfin les semences mal contrôlées et non adaptées.

A cela on ajoute que presque tout de nos enquêtés n'appliquent presque pas la prévention et la lutte phytosanitaire faute de moyens financiers médiocres, la vulgarisation agricole non efficace mais une brèche affirment qu'ils appliquent certains produits modernes et traditionnels comme le Dithane, Ridomil, le Thitonia, la cendre, le savon kifebe.

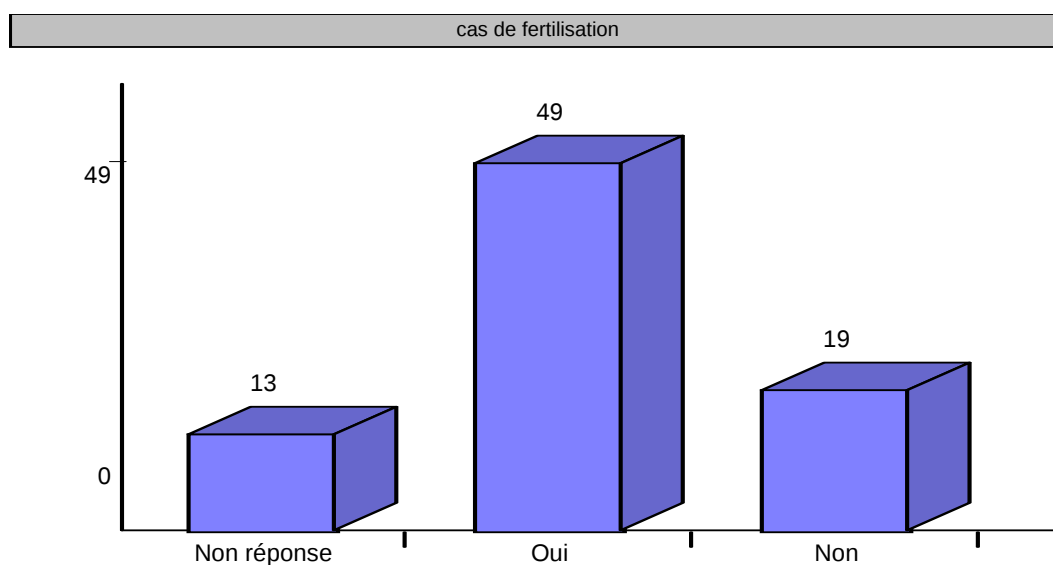


Fig.13. La fertilisation

De cette figure nous remarquons que la plupart d'enquêtés appliquent la fertilisation dans leurs champs malheureusement son impact sur le rendement est non palpable. La nature de ces engrais est principalement occupé par les résidus de récolte et autres déchets ménagers suivi de fumiers des monogastriques. Toutes fois il faut noter qu'au aucune méthode GIFS (Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols) où on combine la matière organique et les engrais chimiques pour la fertilisation des sols longuement épuisés n'a été observé.

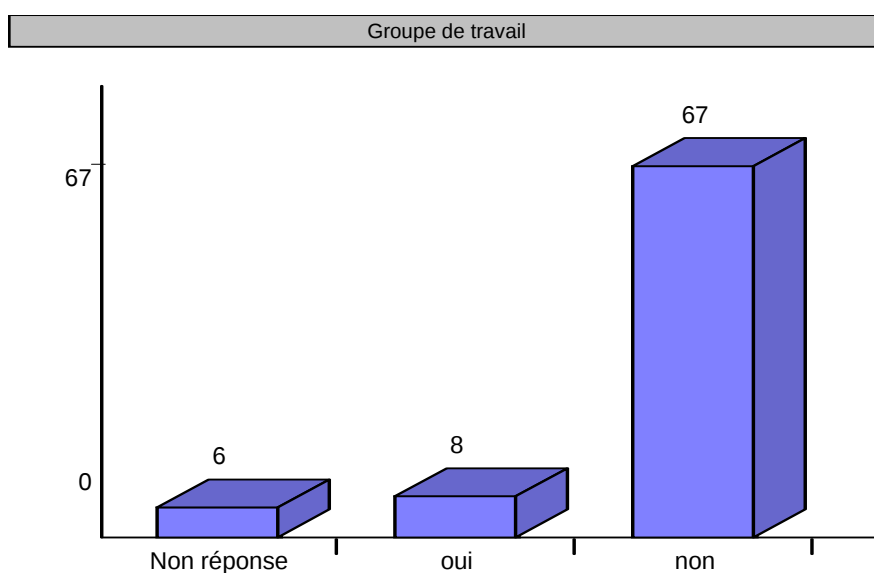


Fig.14 . Le groupe de travail dans nos milieux sous étude

De ce graphique nous remarquons que la majorité de nos enquêtés ne sont pas structurés en groupe pour les travaux communautaires et cela a un impact négatif sur la qualité des travaux champêtres mais aussi pour partager les expériences et discuter les problèmes qui entravent leurs activités et en rechercher les solutions. Notons qu'ils peuvent se grouper et constituer des structures paysannes solides et émergentes.

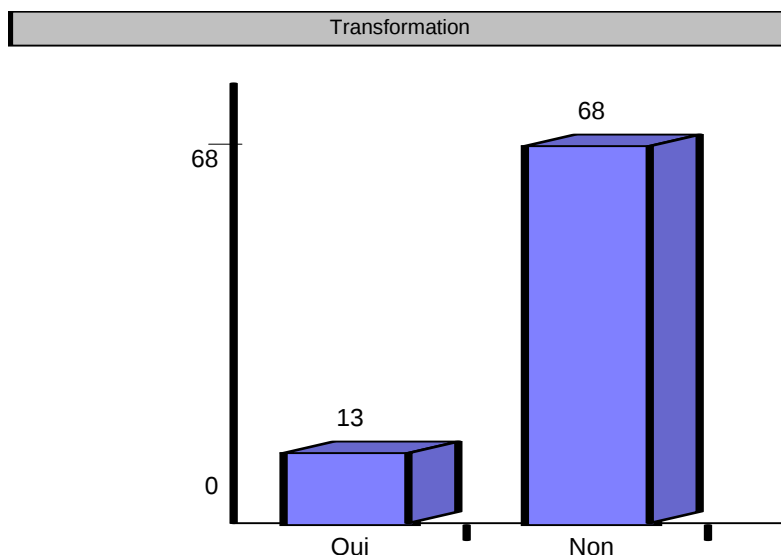


Fig.16. Transformations et conservations de produits après récolte

De cet histogramme, nous remarquons que les transformations et conservations sont quasi inexistantes et c'est une grande perte pour les producteurs car ces produits sont périssables et les exploitants en sont exposés.

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre étude a comme objectif de ressortir les contraintes qui freinent la production de la tomate et les analyser ; de vérifier les opportunités que la tomate offre dans les milieux d'étude afin de proposer quelques recommandations pouvant renverser la tendance et ainsi améliorer les revenus des exploitants et contribuer à leur sécurité alimentaire. Les résultats de notre étude stipulent ce qui suit :

- * Les pathologies et ravageurs sont les principales contraintes qui entravent la production de la tomate soit un chi deux calculé hautement significatif de 149,40, les calamités naturelles, techniques rudimentaires, mauvaise conduites culturale, semences mal contrôlées et nos adaptées, non application de produits phytosanitaires par une grande partie.
- * Manque d'intrants agricoles et manque de produits phytosanitaires sur le marché.
- * Les terres cultivables sont trop petites, la grande partie de nos producteurs n'exploitent même pas un are. Ceci s'explique car leur majorité font le métayage (Bwasa) et sur ce, ils n'ont pas accès à de grandes espace.
- * Les producteurs de la tomate ne sont pas en structure paysanne et certains parmi eux sont paresseux. Suite à cela ils n'ont pas l'occasion de s'échanger les expériences et de trouver des solutions aux difficultés face à leurs activités.
- * Dans tous les groupements les producteurs de la tomate ne font ni conservation ni transformation. Ceci s'explique par le fait que la filière tomate n'est pas une activité principale, c'est-à-dire de substance.

Il ressort de cette étude que la production de la tomate est faite en majorité par les hommes et femmes de plus de trente ans. Les jeunes qui ont la force laissent cette activité aux vieux alors qu'ils peuvent en faire un super business et s'en retrouver économiquement.

- Aux producteurs de la tomate, de créer des structures comme les organisations paysannes, les groupements paysans, les comités d'encadrement des paysans, les associations villageoises d'épargne et de crédit et de crédit (OP, GP, CEP, AVEC) pour s'échanger et se partager les expériences, initier la jeunesse à ces genres des travaux enfin de valoriser le métier d'agriculteur.
- Aux ONGS et les entreprises étatiques et para étatiques, de vulgariser et encadrer les producteurs de la tomate en les octroyant des crédits agricoles, les intrants adaptés, l'accompagnement technique et les formations adéquates pour la transformation et conservation. D'installer des mini-unités de transformations et développer les méthodes de conservation modernes.
- Aux institutions supérieures, universitaires, recherches scientifiques participatives et actives, de produire et de mettre à disposition les résultats de leur recherche sur la culture de la tomate au public à tous les niveaux.

REFERENCES

- [1] BOGNINI S, 2010. Cultures maraichères et sécurité alimentaire en milieu rural. Ouagadougou, p. 1-13.
- [2] FAO, 2009, L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, p. 11-12.
- [3] CIRAD -GRET, 2010. Mémento de l'agronome. Paris. 1691p.
- [4] ANONYME, 2011. Rapport annuel, FAO.
- [5] ANONYME, 2009. Rapport annuel, FAO.
- [6] FAO, 2003 .Développement des cultures maraichères en zones tropicales humides. Rome.1-4pp.
- [7] NAIKA S, JOEP VAN LIDT Y, 2005. La Culture de la tomate, production, transformation et commercialisation. Article inédit ISBN agronomica. 6-64 P
- [8] COURCHINOUX JP, 2008. Fiche technique tomates.
- [9] FAO ,1998 . Valorisation des pratiques paysannes. VOARISOA-Madagascar.
- [10] CDAQ ,2005 . Quelques notions de fertilisation. Canada, Québec .1-50p.
- [11] ANONYME, 2012. Rapport annuel de l'inspection territoriale de l'agriculture, pêche et élevage (ITAPEL) /Walungu, 40p.

RELATIONSHIP BETWEEN PRINCIPALS' LEADERSHIP STYLES AND TEACHERS' INDISCIPLINE IN SECONDARY SCHOOLS IN EBONYI STATE OF NIGERIA

PASTOR PAUL NWAKPA

Department of Educational Foundations, Faculty of Education, Ebonyi State University, Abakaliki, Nigeria

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

ABSTRACT: This study aimed at determining the relationship between principals' leadership styles and teachers' indiscipline in Ebonyi State of Nigeria. Three research questions guided the study. Two sets of questionnaire, the Principals' Leadership Style Descriptive Questionnaire (PLSDQ) and the Teachers' Indiscipline Descriptive Questionnaire (TIDQ) were constructed by the researcher, and they were validated by three experts. Descriptive Survey design was adopted. A sample size of 120 teachers was used. Mean score and Pearson product moment correlation were used to provide answers to the research questions. The findings indicated that there was a positive relationship between the principal leadership styles namely autocratic and democratic leadership style with teachers' indiscipline. This relationship was significant for teachers of different years of experience. Recommendations were finally made for an improvement.

KEYWORDS: Leadership Styles, Teachers' Indiscipline, Secondary Schools, Ebonyi State, Nigeria.

INTRODUCTION

The focus of this study is on the relationship between the principals' leadership styles and the teachers' indiscipline in secondary schools in Ebonyi State of Nigeria. Various school principals adopt various leadership styles in their school administration. There are various leadership styles such as Democratic autocratic transactional and Laissez – faire. Democratic school principal is a leader who stresses the school goals and objectives more and places importance upon conformity with general rules. This principal is more concerned with the school than the personal benefits or comfort of his staff. He imbibes the views of his staff and makes the best of them for school goals. Autocratic principal stresses the school goals and objectives to the neglect of, or at the expense of the staff needs. He rigidly follows the school patterns and norms to achieve the school objectives.

The Transactional principal tries to see that both organizational goals and objectives and staff goals or needs are achieved. He tries to balance the two concerned groups. So, it is a mixture of autocracy and democracy. The principal here plays hot and cool depending on the current situation on ground. Laissez fair type of school principal has no clear cut goals and also gives no professional leadership to his staff. He does not plan out work schedule and has no known pattern of working or supervising or initiating actions.

These types of leadership styles usually lead to different organizational climates which may be: (1) reluctant climate: For the autocratic leadership style this is a climate in which members of the group perform their tasks unwillingly and with no pleasure. Their hearts are not in what they do. They only feel compelled to do it to avoid getting into trouble with the leader (principal). Work in this type of climate is therefore most unproductive (2) Official climate: The democratic leader creates an official climate where there is not much interaction between the members (staff) of the group as individuals except officially. One line of interaction and communication is enforced. (3) Open climate: This is the type of climate generated by democratic transactional leader (principal). This climate depicts a situation in which members enjoy extremely high "spirit-de corps. Members of staff work well together without bickering. They enjoy friendly relations with each other. There is job satisfaction and they are sufficiently motivated to overcome frustrations. (4) Confused Climate: What else does one expect from a work environment where the leader shows a lack-luster or lackadaisical attitude other than confusion, chaos and

anarchy? Things are confused and they eventually fall apart. Members of the group obtain little satisfaction. Discipline is weak and no pattern is set for anything in this laissez-faire style of leadership.

For the purpose of this study, let us concentrate on two major and demarcated types of leadership styles –autocratic and democratic. The theoretical analysis of contemporary leadership, associated with Charisma and participatory administration, provide a window of opportunity for principals to positively influence staff to perform beyond expectations (Leithwood 1994 and Roach 1994). Alteri (1995) and Berson (1999) were of the opinion that autocratic leadership is capable of goals achievement through clear strong lines of direction and communication and compliance that are essential in enforcing staff discipline. The assumption behind the theoretical postulations is that democratic leadership might be more closely associated with teacher indiscipline than autocratic leadership.

In Ebonyi State, cases of teacher indiscipline have been reported (Nwakpa 2008), such acts of teacher indiscipline include absenteeism, lateness to duty, poor teaching, examination malpractice, laziness, extortion, loitering among others. In the face of these reports, one begins to wonder whether teacher indiscipline is higher in schools where teachers perceived the leadership principals' style to be more democratic than autocratic. So far, there are few of any research investigation around Ebonyi State that relates teacher indiscipline to the autocratic and democratic leadership styles of principals. Thus, the problem of this study is, therefore, what is the strength of the relationship between principals' leadership style and teachers' indiscipline in Ebonyi State of Nigeria?

PURPOSE OF THE STUDY

The main purpose of this study was to find out the relationship between principals' leadership styles and teachers' indiscipline in secondary schools in Ebonyi State of Nigeria. Specifically this study sought to determine:

(1) The degree of the relationship if any between leadership styles of principals and indiscipline among male and female teachers (2) The strength of the relationship, if any between the leadership styles of principals and indiscipline among Urban and Rural teachers and (3) If the leadership styles of principals would be significantly associated with indiscipline among beginning and experienced teachers.

RESEARCH QUESTIONS

Three research questions guided the study, they are: (1) what is the nature of the relationship between the leadership style of principals and indiscipline among male and female teachers? (2) What is the relationship between the leadership style of principals and indiscipline among teachers in Urban and Rural schools? (3) What is the nature of the relationship between the leadership style of principals and level of indiscipline among beginning and experienced teachers?

RESEARCH DESIGN: This study was a correnational study. According to Clark (1996), a correnational study is a survey of the extent of relationships or lack of it between two major variables. The purpose was to investigate the extent to which variables in one or more other factors or subjects relates to variables in another factor based on correlation coefficients. Thus, in this study, the design was used to clarify through the use of correlation coefficients, the degree of the relationship or lack of it between principals' leadership style and the acts of indiscipline among teachers in Ebonyi State.

AREA OF THE STUDY

This study was carried out in Ebonyi State of Nigeria. Ebonyi State is made up of three Education Zones, namely, Abakaliki, Afikpo and Onueke education zones. These three education zones are centrally controlled by a State Secondary Education Board (SEB) at Abakaliki, the capital of Ebonyi State.

Based on data obtained from Secondary Education Board, Abakaliki (2014), the target population for this study consisted of 3025 who are teaching in the 162 public secondary schools in the state as at the time of this study.

SAMPLE AND SAMPLING TECHNIQUES

The sample for this study comprised 40% of 3025, which is 1,210 teachers, and 40% of 162 schools which is 64 schools were selected through stratified random sampling. Thus, 31 secondary schools were selected from each of the three education zones. Nworgu (1991) recommended that a sample of 40% is ideal for descriptive studies.

INSTRUMENT FOR DATA COLLECTION

The researcher constructed two sets of questionnaire titled: Principals' Leadership Style Descriptive Questionnaire (PLSDQ) and the Teachers Indiscipline Descriptive Questionnaire (TIDQ). The construction of the questionnaire was guided by a collection of views and findings from related literature and survey instruments. Each of the questionnaires is divided into two parts. Part A was the introductory section. It comprised 4 open ended statements that elicited background information on the respondents' gender, education zone, school location, and years of experience. Part B of the PLSDQ comprised 25 items, 10 of these items were concerned with the autocratic leadership style while 10 were concerned with democratic leadership style. Part B of the TIDQ also comprised 20 items that were concerned with teacher indiscipline. The items were structured on a modified Liker type four points scale weighted as follows: strongly agree (4 points) agree (3 points) disagree (2 points) and strongly disagree (1 point).

VALIDATION AND RELIABILITY OF INSTRUMENT

Three experts in Educational Foundations Department of Ebonyi State University, Abakaliki validated the instruments. Test-retest procedure using Pearson Product Moment Correlation was adopted in obtaining the reliability of the instruments. The PLSDQ and TIDQ yielded coefficients of 0.78 and 0.83 respectively. These results indicated high reliability of the two instruments. Thus, they were considered satisfactory for the study.

METHOD OF DATA COLLECTION

The researcher personally visited all the sampled schools and administered the questionnaire on the teachers. In all, a total of 1,210 copies of the questionnaire were distributed. However, 1,200 copies were used for the study, as 6 copies were not recovered and 4 copies were wrongly filled by the respondents.

METHOD OF DATA ANALYSIS

Pearson product moment correlation was used in answering the research questions.

DATA ANALYSIS AND PRESENTATION OF RESULTS

Research Question 1: what is the nature of the relationship between the leadership styles of principals and indiscipline among male and female teachers?

The mean scores of the respondents on the questionnaire items on leadership styles were correlated with their mean scores on the items for indiscipline using Pearson Product Moment Correlation. Each of the leadership styles (Autocratic and Democratic) was correlated with the mean scores of male and female teachers. The summary is shown in table 1:

Table 1: Computation of Pearson "r" for the Relationship Between Autocratic Leadership Style and Indiscipline Among Male and Female Teachers.

S/N	VARIABLES	X – MALE	Y – FEMALE	X ²	Y ²	XY	R
1.	Autocratic leadership style (x) and male leaders indiscipline (y)	41.31	34.20	1177.6	1163.23	132180	0.56
2.	Autocratic leadership style and female teacher indiscipline	4.31	60.7	1697.27	3639.18	433714	0.84
3.	Democratic leadership style and male teachers indiscipline	34.2	60.8	1169.60	3639.20	42564	0.93
4.	Democratic leaderships style and female teachers indiscipline	34.2	60.5	1169.91	3524.04	42398	0.26

In table 1, the autocratic leadership style of principals was strongly and positively correlated with indiscipline among male and female teachers ($r = 0.56$ and 0.82). The autocratic leadership style on the other hand had strong and positive correlation with indiscipline among male teachers but had weak correlation with indiscipline among female teachers.

Research Question Two: What is the leadership between the leadership styles of principals and indiscipline among teachers in urban and rural schools?

The mean scores of the respondents on the questionnaire items on the leadership styles were correlated with their mean scores on the items for indiscipline using Pearson Product Moment Correlation. Each of the leadership styles (Autocratic and Democratic) was correlated with the mean scores of indiscipline of urban and rural teachers.

Table 2: Computation of Pearson (r) for the Relationship Between Leadership Styles and Indiscipline Among Urban and Rural Teachers

S/N	VARIABLES	X – MALE	Y – FEMALE	X^2	Y^2	XY	R
1.	Autocratic leadership (X) and urban teachers indiscipline (Y)	39.89	91.35	1592.81	8145.08	98378.09	0.68
2.	Autocratic leadership and rural teachers discipline	39.89	85.61	592.84	310.13	9018.4	0.56
3.	Democratic leadership and urban teachers indiscipline (Y)	36.70	61.52	1169.66	378.26	49540.66	0.34
4.	Democratic leadership and rural teachers indiscipline (Y)	36.70	59.03	1169.90	3481.08	46536.4	0.30

The results presented in table 2 show that the autocratic leadership style of principals was strongly and positively correlated with indiscipline among urban and rural teachers with correlation values of 0.68 and 0.56 respectively. The democratic leadership style on the other hand, has weak but positive correlations with indiscipline among urban and rural teachers.

RESEARCH QUESTION THREE

What is the nature of the relationship between the leadership styles of principals and indiscipline among beginning and experienced teachers?

For this research question, the mean scores of the respondents on the questionnaire items on leadership styles were correlated with their mean scores on the items for indiscipline using Pearson Product Moment Correlation. Each of the leadership styles (autocratic and democratic) was correlated with the mean scores of indiscipline by teachers' years of experience. The summary of the result is as shown in table 3.

Table 3: Computation of Pearson " r " for the Relationship Between Leadership Styles and Indiscipline Among Beginning and Experienced Teachers.

S/N	VARIABLES	Correlation Coefficient	Remark
1.	Automatic leadership and indiscipline among beginning teachers	0.3184	Weak and positive
2.	Autocratic leadership and indiscipline among experience teachers	0.8211	Strong and positive
3.	Democratic leadership and indiscipline among beginning teachers:	0.3812	Weak and positive
4.	Democratic leadership and indiscipline among experienced teachers	0.2324	Weak and positive

The results presented in table 3 show that the autocratic leadership style of principals was positively correlated with indiscipline among beginning and experienced teachers with correlation values of 0.32 and 0.82 respectively. The democratic leadership style on the hand has weak but positive correlations with indiscipline among beginning and experienced teachers.

DISCUSSION OF FINDINGS

Pearson correlation analysis was used to analyze the relationship between the perceived principals' leadership styles and teacher indiscipline. The findings showed apart from weak correlation with indiscipline among beginning teachers, the autocratic leadership was strongly correlated with indiscipline among male, female, urban and experienced teachers. This means that the autocratic leadership style is highly associated with indiscipline among teachers of different biographic orientations; Cheng (1994) also found a significant correlation between female principals' leadership styles and teacher commitment noting that where teachers perceived their principals to be flexible and considerate, teacher commitment tends to be high. In fact, in this study, with the exception of indiscipline among beginning teachers with a correlation coefficient of 0.15, the rest of the correlations were above 0.56, indicating that more than 56 percent of the variations in teacher indiscipline could be predicted through the autocratic leadership style. This finding is quite disturbing as it suggests that the high level of indiscipline among male and female teachers has to do with the autocratic leadership styles of their principals. The higher the number of autocratic principals, the higher the level of indiscipline among teacher. Even the weak correlation with beginning teachers are new in the system, they may be more discipline in performing their duties as to impress their bosses. Perhaps if the teachers had stayed longer in the system, their level of indiscipline might also be high.

This trend is likely to continue in the future unless some measures are put in place to ensure that principals engage in leadership behaviours that elicit a high level of discipline from teachers. The democratic leadership behaviour on the other hand was shown to be strongly correlated to the indiscipline among male teachers. It was however weakly correlated to indiscipline among female, urban, rural and experienced teachers. The results of the t –test for the significance of the correlations between the leadership styles and indiscipline among urban and rural teachers was a significant relationship between principal's leadership styles and indiscipline among male and female teachers, urban and rural teachers and beginning teachers.

A look at the correlation coefficients indicated that except for experienced teachers' indiscipline (0.46), the rest of the correlations were below 0.40. In other words the democrat leadership could explain less than 40 percent of the variations in teacher indiscipline. The reason for this may not be far fetched. Responses for questionnaire items for research question one and three revealed that principals among other things inform teachers of major decision issues, make clear expectations of outcomes and reward, and set standards of achievement.

Consistent with this finding, Ukeje, Akabogu and Ndu (1992) noted that informing teachers of decisions and setting clear expectations and standards increase the understanding of the group and also their commitment to the standards. Therefore, when teachers understand what is expected of them, the tendency to be disciplined and avoid sanctions may be high. The significance of the weak correlations cautions against dismissing, as negligible, the low correlations between democratic leadership and teacher indiscipline. Democratic leadership after all does explain some variations in teacher indiscipline especially with regards to experienced teachers. In this case, experienced teachers might because they have been in the system long enough, know the limits of the principals' power. They may engage in indiscipline behaviours not minding the leadership style of the principals. This finding agrees with the stipulation of Varaki (2003) that there is a high positive relationship between principals' leadership behaviours and discipline or lack of it among teachers and students.

RECOMMENDATIONS

Based on the findings, the following recommendations are made: (1) principals should use authority and sanctions when necessary to enforce discipline among teachers. (2) Teachers should be empowered to become more disciplined (3) principal should show concern for teachers' needs but in a manner that will make teachers take them for granted. (4) In-service education for principals on leadership styles should be regularly organized. (5) Principals should endeavour to timely inform teachers of vital issues and always make clear the schools' expectations and standard so that the teachers would be more disciplined. (6) Teachers should recognize their principals as their bosses and accord them their due respect, and in this same vein, principals should live life of emulation and also respect their teachers.

CONCLUSION

This study suggests that the leadership style principals adopt might increase or decrease the level of indiscipline among teachers of different gender, school location and years of experience. In other words, male and female teachers, in different school locations and with different years of experience may be influenced to engage in undisciplined behaviours in reaction to their perceptions of the leadership styles of principals. Discussions on the relationship between the leadership styles of

principals cannot therefore be concluded without a consideration of how the teachers perceive their principals' leadership styles. In this case, if principals would change their leadership style, they may do so in a manner that would change or influence the perceptions of the teachers. This way, the changed perceptions of teachers are likely to affect their levels of discipline.

REFERENCES

- [1] Adaralegbe, A. (1985), Free Education in a Depressed Economy and Wide Spread Unemployment (Ogun State University open lecture series.
- [2] Ajayi, K. (1987) Some critical issues in Nigeria primary schools system in Ejiogu, A. M, nd Ajeyalemi, K. (Eds,), Emergent issues in Nigerian Education Lagos: Joja Educational Research and publishers, vol. 1.
- [3] Combs, P.H (1 968). The world Education Crises: A system Analysis. New York: Oxford University
- [4] ESME, (2003), Edo State Ministry of Education, Annual' Report, submitted to the State House of Assembly, in February 2004.
- [5] Federal Republic of Nigeria (2004), National Policy on Education (4th Edition) Abuja, NERDC Press.
- [6] Imana, S. E. (2003) Host communities and School Administration in Nigeria, Benin City: Green Saunder Press Ltd.
- [7] Maduewesi, E. J. (2005). Benchmarks and Global Trends in Education, Benin City, Dasyiva Influence Enterprises.
- [8] Osadolor, O, A. (2000) Analysis of provision of Resources to Junior Secondary Schools for Vocational Studies. Unpublished Ph.D Thesis, University of Benin, Benin City.
- [9] Okecha, R. E.(2004), Analysis of Resources in Hre Implementation of the Universal Basic p Education in Edo State. Unpublished Thesis, Ambrose Alii University, Ekpoma.
- [10] Tahir, G. (2005). The Universal Basic Education: The journey so far in Maduewesi E. J. (Eds) Nigeria Journal of Teacher and Primary Education. Asaba; Nigerian Primary and Teacher Education Association vol. 1 No. 1.
- [11] Udofot, M. A. (2005). Ensuring Qualitativ teachers For Sustainable Nigerian Educational System. Lead Paper Presented at the Annual Conference of the Nigerian Primary and Teacher Education Association, Asaba, June 13th.
- [12] Universal Basic Education (2004) Routine monitoring report, vo. 3, 2003. Abuja: UBE.

Saint Land of fires and Zodiac

Nazila B. Soltanova

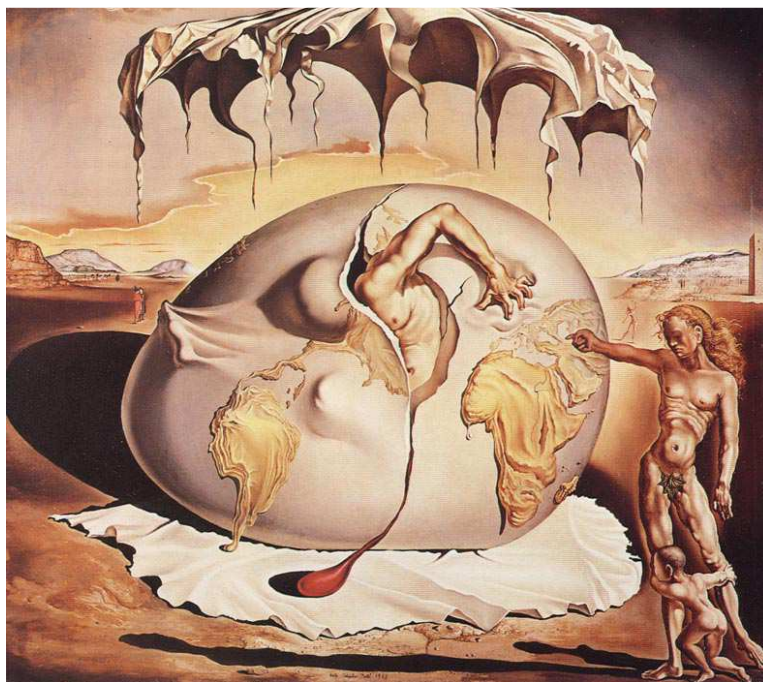
Assistant professor, Institute of Physics, NAS, Azerbaijan

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

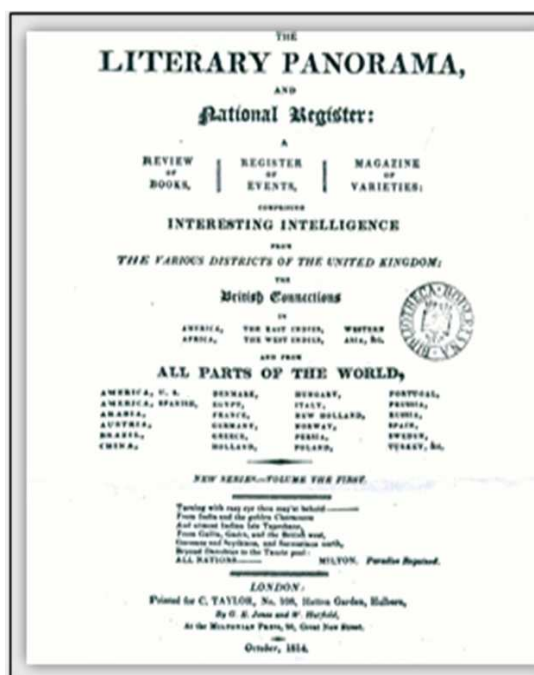
ABSTRACT: The article deals with the version of origin (date, place) of Zodiac taken from the book of Carl Schwartz (1807) dedicated to the origin of the constellation and Zodiac. Considering the procession, Schwartz certifies that the constellation was marked as a unique complex by an observer residing on the shore of the Caspian Sea, in Baku, at the latitude of 40 degrees north. He considers the date of origin of the constellation and Zodiac 1400 years B.C. (or 1400 years B.C. - 2800 years B.C.).

KEYWORDS: the Sun, the Moon, Zodiac, Baku, Constellation, Planets, Caspian sea.

The origin was mentioned in the article written by Chingiz Kajar "Baku in the picture drawn by Salvador Dali. Zodiac was established in Baku" (Caspi, N11 (27) March 30- April 5, 2013, page 12) (Researches of the Origin and Signification of Zodiac, page 257-270) in the collection "The Literary Panorama National Register: A Review of Books of Events, Magazine of Varieties: Comprising interesting intelligence form, in America, the East Indies Western" (London, October 1814) where establishment of Zodiac in Baku was certified (picture 2). We were interested in it. We decided to consider this fact deeper.

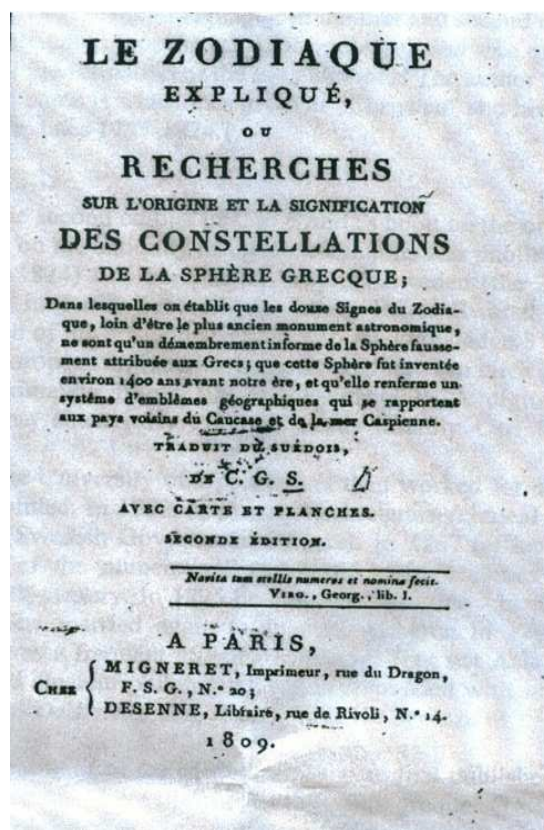


Picture 1. Salvador Dali. Geopolitics Child Watching the Birth of the New Man. 1943



Picture 2. The cover of the collection “The Literary Panorama National Register: A Review of Books of Events, Magazine of Varieties: Comprising interesting intelligence form, in America, the East Indies Western” (October 1814) .

The book of Carl Schwartz (1807) dedicated to the origin of the constellation and Zodiac is mentioned in the article “Researches of the Origin and Signification of Zodiac” (page 257-259) in the collection “The Literary Panorama National Register: A Review of Books of Events, Magazine of Varieties: Comprising interesting intelligence form, in America, the East Indies Western” (London, October 1814). The mentioned book was published in French language twice in Paris (1807, 1809) (picture 3).



Picture 3. The title list of the second publication of the book of Carl Schwartz about the origin of the constellations, 1809. The first treatise of Schwartz about the antiquity of the constellation was published in 1807 in Paris.

Carl Gotlib Schwartz (1757- 1824) is a Swedish writer, astronomer. He was born in Sweden (Nurcheping) and died in France (Paris). The treatise of Carl Schwartz about origin and significance of constellation was written in Swedish language, then was translated into French language and published for several times. Considering the procession, Schwartz states the place and date of origin of the constellation by his own method in this book. He certifies that the constellation was marked as a unique complex by an observer, astronomer residing on the shore of the Caspian Sea, on the saint land with ancient history in Baku, at the latitude of 40 degrees north. He considers the date of origin of the constellation and Zodiac 1400 years B.C. (or 1400 years B.C. - 2800 years B.C.).

Also the astronomer Royal observatory Greenwich Eduard Maunder (1851-1928) agreed with the ideas of Carl Schwartz. As it is mentioned in the London article, according to Schwartz, the size "Chasm" ("Empty zone") was taken as a key to latitude where the founder of the constellation resided. The radius "Chasm" was determined as 40 degree. As mentioned above, considering the procession, the calculation shows that the date of origin of the constellation was 1400 years B.C.

Schwartz analyzes Baku, Babylon, Ancient Greek, Ancient Egyptian, Ancient Indian, Sumerian, schemas of in his book. The Greek schema of constellation contains the mixture of the constellation of Babylon and non-Babylon schema.

The researcher of the treatise of Schwartz writes in the London article: "He tries to present his theory to the readers thanks to the constellation of Zodiac in the form which was watched in the ancient times from Baku (40 nl)" [2]. The path of the Sun, the Moon and the planet is marked on the strip of the constellation. The author of the article "Researches of the Origin and Signification of Zodiac" (page 257-259) certifies that the passage of the Moon through twinkling stars certified the ideas of Schwartz (the constellation was established by the inhabitant of Baku).

Beginning of the recognition of the sky is very simple. The first primitive steps concern to the Stone Age. The human beings of that period saw the stellar carpets overhead every night. Most of the celestial phenomenon repeat: daily path of the Sun, the moon phase, changes on the sky are related to the annual seasons. The people watched the seasonal changes in the nature and related them with celestial phenomenon and tried to fix some regularity which was the basis of calendar. The mentioned calendar was the system of calculation of basing on the visible movements of celestial powers.

Just, practically the needs attracted attention of the people to the celestial phenomenon, to the observation of displacement of the Sun, the Moon, daily movement of stars. Primeval hunters and fishers had to know the life cycle and the path of the migrating animals. The cattle-breeders had to drive the herd to new pastures in time, to determine in time the rainy or drought seasons, to foresee beginning of summer and winter. The farmers were more dependent on the cult of seasonal changes. All of the mentioned facts required establishment of calendar.

The astronomers of the Stone Age wrote their notes on stony pages of the history. The points where the pictures and tables with astronomic date are carved on the rocks is known on the Earth. Naturally, Gobustan is included in the range of such kind of points (picture 4).



Picture 4. Paintings on the rocks of Gobustan



The people residing in the different continents, different regions of the continents made parallel observations without depending each other. The measuring results, the observations and conclusions of the peoples belonged to themselves, but converged somewhere. Maybe, because the object of observation was the same for everybody. Observing the movement of the Moon, the ancient observer noted the patterns – the constellation – the group of stars on the stellar carpet of the night sky on the basis of which the pictures, principally the animals surrounding the people were drawn in his imagination. In the result of the observations a map was obtained according to which the path of the moon and the stars, the lamps of night passed through 12 constellations whose names were given on the basis of the remote resemblance with animals and people. The constellations were the background of the path of the Moon. These constellations were called as Zodiac – “range of animals”. The constellation is not a definite sphere in the cosmic space, but only a diapason of directions from the point of

view of the terrestrial observer. In ancient times, the constellation was called expressive group of stars that helped to remember the pattern of the stellar sky and thanks to them it was possible to be oriented in the space and time.

If the Moon was near any bright star at any night, then next night it wouldn't be there anymore and will return there only after 27.3 days. The time period was discovered in this way – the lunar month. The replacement of the lunar phase is ended in 29.5 days. It was the basis of the first calendar which the establishment concerns IX-III millennium B.C.

It was a great discovery that “travelling stars” – planets move from place to place in the Zodiac too.

It was more difficult with the movement of the Sun. The ancient people considered the Sun saint. They considered that the Moon replaced the Sun at night. Observing rise and sunset the people saw that the place where it appeared on the horizon changed a little every day. Observing the place of rising and sunset they found new important regularities in its movement. In summer they marked the summer solstice and in winter the winter solstice. Between two “standings” there were points on the east – west line where the Sun rose for measuring the day equal to nights (picture 5).



Picture 5. The gnomon-rock. Gobustan

When the lunar path – Zodiac was divided into the constellations it was discovered that some of them existed on the place of rising of the Sun during the sunrise, and others sparkled on the place where the Sun set. Knowing the constellation preceding the Sun in sunrise and the constellation following it in the sunset, it was easier to determine the constellation between them where the luminary existed. In this was the annual movement of the Sun upon the Zodiac was discovered. Zodiac is 12 equal sectors divided into 30 degrees where the ecliptic is divided. Zodiac is the strip of constellations on the celestial sphere. Ecliptic is the band of Zodiac, Zodiac is 23.5° inclined to the celestial equator and intersects with it in the spring and autumn equinox. Every new month begins with new moon, beginning of the year coincides with spring equinox.

The primal people knew when the solstice or equinox happened as the floods and beginning of the seasons were related with them. The cattle breeders had the spring holiday. It determined beginning of spring, i.e., rising of the Sun from the point of spring equinox and full moon. The holiday was celebrated on the different dates of the calendar. It had to be calculated. Our ancient holiday Novruz is the mentioned holiday. The spring equinox signified revival of the nature and it was considered beginning of the year. Novruz holiday is celebrated today too and only in Azerbaijan.

The ancient people divinized the Sun, they considered that fire on the Earth was sent by God (Sun). The name of Baku city corresponds to the mentioned fact. The name of Baku city is met as Baguan, Bagavan in the sources of the beginning of middle ages. The place name “Bagavan” consists of the root “Baga” and means as “God”, “Sun” in many Indo-European languages. Famous French orientalist of XIX century M.J. San Marten stated that Baku was considered as a saint place because of a lot of sources of oil and gas yields which caught fire naturally. There were the points which fired incessantly in Absheron. Baku was considered a saint place for service of the fire (pictures 6, 7).



Picture 6. Yanardag (Fiery Mountain)



Picture 7. Pirallahi

The Sun was the first reliable reference point of ancient people. The prehistoric observatories were the facilities – instrument, they noted the place of rise and set of luminaries. These observatories were high stones, rocks, groups of stones put in the certain manner towards the horizon. At the same time such kinds of stones were the first clocks, compasses and calendars. Gobustan of Azerbaijan is the sample for it, it is an ancient book, observatory. The archeological investigations and excavations showed that Gobustan locating 60 km far from Baku was resided by ancient people from the ancient times – Stone Age. “Azerbaijan is one of the ancient civilizations of human being” (Tur Heyerdal) [1].

There is a rock rich with rock paintings describing the Sun and Zodiac in the district Umid Gaya. These paintings surpass other famous constellations. The astronomic scales are caved on the rocks too. These pictures belong to III millennium B.C.

The celestial sphere seen from the Earth is the cosmic space. In the result of daily rotation of the celestial sphere all luminaries describe the circles and flatness which are parallel to the flatness of the celestial equator, i.e., they are moving on the celestial parallels. The center of the celestial sphere is the eye observer. Depending on the geographic latitude the observation place has its own point of rise and point of set of the luminary.

Therefore, the primal forms of the constellation indicate establishment of the first Zodiac in Baku.

The astronomic observations related to the necessity to be oriented in time and space appeared at dawn of the human culture. Just then, long before appearance of the writing language and the government, a lot of inventions were made in connection with the place and obvious movement of luminaries in the sky. Thus, the most ancient science – astronomy appeared. Slow accumulation of astronomic knowledge took millenniums. According to the development of astronomy it is possible to judge the total level of the ancient civilization correctly. It is notable to state that the first civilized people related their astronomic knowledge to more distant, prehistoric period of their existence.

REFERENCES

- [1] Chingiz Kajar “Baku in the picture drawn by Salvador Dali. Zodiac was established in Baku”. Caspi, N11 (27), page 12, March 30- April 5, 2013
- [2] “Researches of the Origin and Signification of Zodiac” in the collection The Literary Panorama National Register: A Review of Books of Events, Magazine of Varieties: Comprising interesting intelligence form, in America, the East Indies Western, page 257-270, London, October 1814
- [3] James Morrison “The history of astrolabe” 6 Jan. 2006, <http://astrolabcs.org/history.htm> (3/12/06).
- [4] Фонд науки, технологии и цивилизации, «Мусульманские Обсерватории», 2002, <http://muslirheritage.com/topics/default.cfm?ArticleID=235> (6/12/06).
- [5] Kennedy E.S. Late Medieval planetary theory //Isis. Vol.57. p. 365 – 378. 1966
- [6] Saliba G. The Astronomical Tradition of Maragha: A Historical Survey and Prospects for Future Research, Arabic Sciences and Philosophy, Vol. 1. p. 67-99. 1991
- [7] С.Б. Ашурбейли. История горда Баку. Период средневековья. Баку, Азернешр. 1992
- [8] И.М.Джафарзаде. Гобустан. Баку, Элм. 1973

VERS UNE OPTION FACE A LA SITUATION DE L'ELEVAGE BOVIN A MBINGA-SUD DANS LE TERRITOIRE DE KALEHE / SUD KIVU EN RD CONGO

Esaïe BUCHAGUZI NSHOMBO¹, Gilbert BUHENDWA BAHINDWA², and Victor MITUGA NTWALI²

¹Institut Supérieur des Techniques de Développement de Kalehe (I.S.T.D/KALEHE), Sud Kivu, RD Congo

²Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU), Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: Tackling the different problems faced by breeders of cattle in Mbinga-Southern area and promotes a sense of local communities for a self-management towards sustainable development in pastoral terms is key to make a selection of a productive system.

The goal is to improve the quality of livestock and its considerable production performance and at the same time, the concern that each breeder in Kalehe Territory, particularly those of South Mbinga turn their eyes on the application of new methods livestock for their high production.

The average number of cattle raised in the household is 6 cows, but farmers are exposed to enormous difficulties such lack of spawners, improved breeds, lack or under information regarding proper livestock grazing are low quality and insufficient, and no momentum is established by the state to help farmers.

It returns a load their self-management for the promotion of pastoral sector by the selection and purchase of broodstock improved breeds, for quality food systems, controlled reproduction and regular care for cattle in an intensive system stabling abandoning the As the extensive system which is the practice in which most breeders operate.

KEYWORDS: Stabling, cattle, breeder, Kalehe, South Kivu, DRC.

RESUME: Relever les différents problèmes auxquels sont exposés les éleveurs du gros bétail en groupement de Mbinga-Sud et susciter la conscience des communautés locales pour une auto-prise en charge vers un développement durable en matière pastorale constitue un élément déterminant pour faire un choix d'un système plus productif. Le but est d'améliorer la qualité de l'élevage et sa performance considérable de production et en même temps, le souci de voir chaque éleveur du Territoire de Kalehe, particulièrement ceux de Mbinga-Sud tourner leur regard sur l'application des nouvelles méthodes d'élevage leur permettant une production élevée.

Le nombre moyen des bovins élevés dans le ménage s'élève à 6 vaches, mais les éleveurs sont exposés à des difficultés énormes telles le manque de géniteurs, de races améliorées, le manque ou sous information en matière d'élevage appropriées, les pâturages sont de faible qualité et insuffisants, et aucun dynamisme n'est mis en place par l'Etat pour aider les éleveurs.

Il leurs revient une auto-prise en charge pour la promotion du secteur pastoral par les choix et l'achat des géniteurs des races améliorées, par des dispositifs alimentaires de qualité, une reproduction contrôlée et un soin régulier pour les bovins, dans un système intensif en stabulation en abandonnant au fur et à mesure le système extensif qui est la pratique dans laquelle la plupart d'éleveurs évoluent.

MOTS-CLEFS: Stabulation, bovin, éleveur, Kalehe, Sud-Kivu, RDC.

1 INTRODUCTION

Pour la Banque Mondiale, le regard d'un bon nombre de pays se trouve actuellement tourné vers un développement économique à travers l'élevage et l'agriculture. Toutefois, par suite de la réduction consécutive des pâturages, les effectifs et la qualité du bétail ont chuté, entraînant la malnutrition dans des communautés très dépendantes de l'activité pastorale. L'Est de la R.D.C n'échappe pas à cette situation en raison de la pression démographique et la non implication de l'Etat dans le secteur agro-pastoral. [1]

Dans le Territoire de Kalehe, malgré les pillages qui ont largement réduit les cheptels animaux et spécialement les bovins pendant les hostilités et les temps post-conflits, certains éleveurs demeurent réfractaires face aux pratiques d'élevage vulgarisées par certaines structures dans le milieu. Ils se limitent ainsi à des méthodes d'élevage traditionnel de type très extensif et cela conduit à une dégénérescence de leurs bêtes. [2]

La plupart des bovins élevés dans le milieu sont des races locales ayant une production médiocre, suite à l'absence de bons pâturages améliorés, et exposés à la consanguinité. Pour certains hybrides acquis par certains éleveurs dans le milieu la plupart a tendance à perdre sa production laitière à cause de la sous-alimentation et du manque d'entretien.

Les paysans éleveurs comme partout en R.D.C n'ont pas accès aux crédits agro-pastoraux. En plus les soins vétérinaires tant prophylactiques que curatifs ne sont pas accessibles par les petits éleveurs suite à la non accessibilité pour toutes les bourses. Par conséquent, les troupeaux contiennent des bovins cachectiques et non productifs. [3]

La connaissance des réalités existant dans le domaine d'élevage bovin à Kalehe en groupement de Mbinga-Sud aiderait à mettre en place des stratégies appropriées pour le développement de ce secteur dans le milieu. Entre autre le type d'élevage auquel les troupeaux sont soumis caractérisé par le nomadisme et la transhumance pour lequel on fait un déplacement des bêtes à la recherche de meilleurs pâturages au meilleur moment et le respect de la charge à l'hectare.

Certains font l'élevage en semi intensif pour peu de troupeaux de bovins ou de petits ruminants conduits par des bouviers au pâturage. Ces gardiens salariés sont souvent rémunérés par la vente de lait. Ce qui prive les jeunes animaux d'une quantité importante de lait et conduit à leur mortalité élevé entre 0-1an. Cette pratique se fait parfois sans tenir compte de l'avenir zootechnique pour les reproducteurs de remplacement.

L'élevage bovin traditionnel de type intensif est représenté par la technique d'embouche qui consiste en un engraissement de bovins réalisé par certains pays comme le Madagascar. Le bœuf âgé de 5 à 8 ans est maintenu en stabulation permanente enfermé dans une fosse étroite creusée dans le sol, où toute l'alimentation lui est apportée pour une durée de 6 mois et après la bête est destinée pour la boucherie de quantité extraordinaire. [4]

Dans l'élevage intensif, les animaux sont entretenus soit sur des pâturages artificiels ou naturels améliorés, soit en claustration plus ou moins permanente. Ils reçoivent dans tous les cas une alimentation suffisante en quantité et équilibrée en qualité. Dans cette pratique, on parle de l'élevage en stabulation libre dans laquelle les animaux ont à leur disposition : une aire d'exercice non couverte, une aire de couchage couverte et éventuellement paillée et une aire d'alimentation nettoyée fréquemment. La technique de la stabulation libre est valable pour les diverses productions : le lait et la viande. Elle exige d'avoir à sa disposition d'herbes fourragères abondantes et variées ; mais aussi d'une main d'œuvre suffisante pour assurer l'affouragement et le nettoyage des installations. [5]

Cette performance pourra résulter de l'environnement dans lequel le Cheptel est élevé à savoir le pâturage, le moyen d'abreuvement, la supplémentation minérale et la protection contre les maladies. [6]

En ce qui concerne la reproduction [7], recourir aux méthodes zootechniques (sélection, croisement, métissage) [8] dans la transformation des races animales et leurs aptitudes appropriées ramène d'obtenir des animaux plus productifs et précoces.[9] [10] L'élevage a représenté environ 40% de la production mondiale en 2008 [11] ; il fait vivre une multitude de petits agriculteurs des pays en voie de développement. [12]

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DU MILIEU

Le Groupement de Mbinga-Sud est l'un de sept groupements qui constituent la collectivité chefferie de Buhavu et est parmi les quinze qui font l'ensemble du Territoire de Kalehe, en province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. Il se limite au Nord par la rivière Ndindi, au Sud par la rivière Nyawarongo et les eaux du Lac Kivu qui le séparent avec le

territoire voisin de Kabare, à l'Est par le Lac-Kivu et à l'Ouest par les montagnes de Mushwasha, Lumba. Les rivières Chabangi, Nyabarongo le séparent du groupement de Mubuku. Le Chef lieu de ce groupement est situé dans sa partie sud à Kasheke. Sa superficie est de 396Km² sur les 3.515Km² que présente l'ensemble de toute la chefferie de Buhavu. [13]

Le Relief de Mbinga-Sud est montagneux avec plus ou moins 2000m d'altitude sur certaines de ses parties. En limitrophe avec les eaux du lac Kivu le Groupement forme une bande côtière des bas plateaux et les restes sont des montagnes, de hauts plateaux favorables à l'agriculture et à l'élevage. Les sols sont sablo-argileux surtout à Bushushu.

Le Climat de Mbinga-Sud se situe dans le type tropical humide. Deux saisons sont présentes : celle des pluies de 9-10 mois et celle de 2 mois de saison sèche. Cependant des perturbations climatiques sont observées. Il est situé entre 1°45' et 2°10' de latitude sud et 23-28° de longitude Est. En intercalaire de ces deux saisons existe une autre très éphémère et intermédiaire qui s'étend au mois de février. C'est le début de la saison culturelle B, pendant que la saison culturelle A est comprise entre septembre et janvier.

Un certain nombre de rivières constituent les limites avec d'autres groupements (Nyabarongo et Ndindi) et un autre constitue celles qui coulent à l'intérieur du groupement et se déversent dans le lac : Nyawarongo, Nabarongo, Nyambasha, Luzira, Cugurhire, Madindiri,...

La population au sein du Groupement de Mbinga-Sud est hétérogène, c'est-à-dire constituée de plusieurs tribus cohabitant pacifiquement, parmi lesquelles on trouve : les Bahavu, les Bashi, les Barega, les Babembe, les Nande, les Hutu, ...

Actuellement, Mbinga-Sud a un taux démographique très élevé par rapport aux années antérieures suite au déplacement massif des Batembo qui avaient fui la guerre. Ceci explique l'explosion démographique de la population dans les différents centres du milieu. Cette explosion a des effets néfastes dans le milieu notamment : la destruction de l'environnement, la déforestation et la pollution de l'écosystème aquatique. On assiste également à l'exode rural de certaines familles vers les grandes villes notamment Bukavu et Goma.

Tableau n°1. Population du Mbinga-Sud, pour l'année 2010

N°	Village	Hommes	Femmes	Garçons	Filles	Total
01	Bushushu	5689	4850	6022	5319	21880
02	Muhongoza	1081	1391	1580	1720	5772
03	Munanira	4589	4085	4741	5334	18749
04	Cibandja	2779	3385	2909	3015	12088
05	Tchofi	1316	1681	2631	2716	8344
06	Kasheke	2335	3498	6540	7154	1927
07	Ishovu	1025	1120	1446	1489	5080
08	Ihoka	618	748	790	934	3090
09	Iko	891	897	1391	1367	4546
10	Ibindja	2606	2715	3784	3994	13099
Total		22929	24470	31834	33042	112175

Source : Bureau du préposé de l'Etat civil de Mbinga-Sud, 2011.

Commentaire : le tableau n°1 montre que la population totale de Mbinga-Sud s'est élevée à 112.175 habitants en 2010 et le village de Bushushu est le plus peuplé des autres avec 21.880 habitants, tandis que Ihoka est le moins peuplé avec 3.090 habitants. Les villages le moins peuplés sont constitués des ilots à cause des espaces très restreints.

La production vivrière est constituée essentiellement de manioc, patate douce, haricot, maïs, pomme de terre, taro, légumes ; pour laquelle une grande partie est consommée dans les ménages et une autre est vendue pour satisfaire les besoins vitaux.

L'élevage, représente les espèces animales diversifiées à savoir : le gros bétail, le petit bétail et la basse cour. Comme précédemment annoncé, l'explosion démographique, le relief accidenté, les propriétés privées de terres convenables réduisent sensiblement les pâturages. L'élevage se fait pour la plupart en extensif, voire en divagation, ce qui constitue une source de conflits entre agriculteurs et éleveurs, de propagation des maladies animales et de destruction de l'environnement.

Tableau n°2. Les effectifs des espèces animales qui ont été élevées au cours de l'année 2010

N°	ESPECES ELEVEES	NOMBRE EN 2010
01	Bovin (Vache)	2026
02	Caprine (Chèvre)	46400
03	Ovine (Mouton)	30230
04	Suine (Porc)	1292
05	Féline (Chat)	234
06	Canine (Chien)	469
07	Léporidé (Lapin)	1475
08	Gallinacée (Poule)	4042
09	Ansérine (Canard)	3370
10	Colombin (Pigeon)	559
11	Cobaye	68541
12	Dindon	1241

Source : Rapport 2010 de l'Inspection agricole du Territoire de Kalehe

Commentaire : Le tableau n°2 indique qu'en 2010 l'espèce caprine était la plus élevée avec 46 400 têtes parmi les ports ruminants, ensuite le mouton est venu en 2^{ème} position avec 30 230 têtes, mais pour le gros bétail il n'y avait que 2 026 bêtes.

2.2 MATÉRIELS

Les matériels suivants ont été utilisés :

- Les animaux
- La fiche d'enquête qui nous a permis de poser des questions afin de récolter les données sur l'élevage de porc, la culture des amarantes et des aubergines,
- Les infrastructures zoo-sanitaires dans certains ménages.

2.3 MÉTHODES

La méthode praxéo-Configurationnelle nous a permis de visualiser l'environnement local, humain, animal, végétal et social pendant la lecture et lors du travail dans le but de relever les problèmes et besoins ressentis par les éleveurs de bovin de notre milieu d'étude.

La méthode statistique, grâce à laquelle nous avons décrit et interprété les données issues de l'enquête dans le Groupement Mbinga-Sud.

L'échantillonnage en grappe a été utilisé dans le présent travail. Le nombre d'éleveurs enquêtés dans un village donné dépendait de l'effectif de tous les éleveurs de bovin dans ce village. Ainsi avec l'échantillon de 80 éleveurs sur les 233 que comporte le Groupement de Mbinga-Sud, le grappe utilisé était obtenu de la manière suivante : $\frac{80 \times 100}{233} = 34,3\%$.

Ainsi, la taille de l'échantillon dans chacun des 8 villages concernés par l'étude sur l'ensemble des 10 que compte le Groupement de Mbinga-Sud, a été obtenue en prenant les 34,3% de l'effectif total des éleveurs du bovin au niveau du village.

Par interview nous pris contact et de recueilli des informations auprès des éleveurs, les sages et les représentants des Associations de développement pastoral. Pour y parvenir nous nous sommes servis d'un questionnaire d'enquête minutieusement élaboré.

3 PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS D'ENQUETE

3.1 IDENTIFICATION DES ENQUÊTÉS

Tableau n°5. Répartition de l'échantillon par village

N°	VILLAGE	Nombre des Eleveurs	Nombres des Eleveurs enquêtés
01	BUSHUSHU	22	8
02	MUHONGOZA	17	6
03	MUNANIRA	58	20
04	CIBANDJA	11	4
05	TCHOFI	42	14
06	KASHEKE	62	21
07	ISHOVU	16	5
08	IHOKA	5	2
Total		233	80

Le tableau n°4 montre que 80 sur 233 éleveurs sont enquêtés, répartis dans 8 villages ciblés et que le village de Kasheke suivi de celui de Tchofi qui ont plus d'éleveurs par rapport aux autres et que le village d'Ihoka n'a que 5 éleveurs, parce que Ihoka est trop enclavé comme Ilot n'a pas où faire paître les bêtes.

L'Echantillonnage ayant été fait en grappe et la grappe ayant été de 34,3%, plus le village avait des éleveurs, plus le nombre des éleveurs à y enquêter était élevé. Après le tableau représentant l'échantillonnage, le tableau n°5 identifie les 80 personnes enquêtées par rapport à leur sexe dans les villages de Mbinga-Sud.

Tableau n°6. Identification des enquêtés par rapport à leur sexe et leur répartition dans les villages

N0	VILLAGE	SEXE				
		Masculin	%	Féminin	%	Total
1	BUSHUSHU	5	8,3	3	15	8
2	MUHONGOZA	5	8,3	1	5	6
3	MUNANIRA	16	26,6	4	20	20
4	CIBANDJA	2	3,3	2	10	4
5	TCHOFI	11	18,3	3	15	14
6	KASHEKE	16	26,6	5	25	21
7	ISHOVU	4	6,6	1	5	5
8	IHOKA	1	1,6	1	5	2
TOTAL GENERAL		60	100	20	100	80
%		75		25		100

Il ressort des résultats du tableau n°6 que sur 80 éleveurs enquêtés, il y a 60 hommes soit 75% et 20 femmes soit 25%. Cela se justifie par le fait que les femmes se montrent moins éleveuses par rapport aux hommes étant donné qu'elles restent attachées à la coutume selon laquelle seuls les hommes doivent élever la vache.

Tableau n°7. Tranche d'âge des éleveurs enquêtés selon les villages

N°	VILLAGES	TRANCHES										
		Hommes				Tot	Femmes				Total	TOTAL GENERAL
		25-35	35-45	55-65	>65ans		25-35	35-45	55-65	>65ans		
1	BUSHUSHU	-	1	2	2	5	-	1	2	-	3	8
2	MUHINGOZA	1-	-	3	1	5	-	-	1	-	1	6
3	MUNANIRA	-	1	9	6	16	-	-	4	-	4	20
4	CIBANDJA	-	2	-	-	2	-	-	2	-	2	4
5	TCHOFI	-	1	9	1	11	-	1	1	1	3	14
6	KASHEKE	2	-	6	8	16	-	1	2	2	5	21
7	ISHOVU	-	4	-	-	4	-		1	-	1	5
8	IHOKA	-	-	1	-	1	-	1	-	-	1	2
	TOTAL GEN.	3	9	30	18	60	-	4	13	3	20	80
	%	3,7	11,2	37,5	22,5	75	-	5	-	-	25	100

En terme de pourcentage ce tableau n°7 nous montre que 75% d'homme dont l'âge varie entre 25-65 ans sont cela qui pratique l'élevage bovin mais un grand nombre est situé entre 55-65ans soit 37,5% suivi de 22,5% d'âge supérieur à 65 ans.

Pour les 25% de femmes il se montre qu'entre l'âge de 55-65 soit 16,2% les femmes élèvent les vaches en grand nombre.

C'est sous entendue que c'est vers l'âge adulte que l'élevage bovin intéresse les éleveurs ; les plus jeunes ne s'y intéressent presque pas.

Tableau n°8 : position des répondants dans leurs ménages

Statuts	Effectifs	%
Chef de famille	58	72
Epouse	12	15
Filles	2	2,5
Fils	2	2,5
Veuves	6	7,5
Total	80	100

Le grand groupe enquêté avec l'engouement à l'élevage sont les chefs de familles, dans le but d'y tirer profit par rapport à d'autres répondants.

Tableau n°9 : Activité principale de personnes enquêtées

Activité principale	Effectifs	%
Agriculture	11	13,7
Elevage	60	75
Petit commerce	1	1,2
Fonctionnaire de l'Etat	1	1,2
Etudiant	2	2,5
Artisan	5	6,2
Total	80	100

INTERPRÉTATION

Ce tableau nous montre que 13,7% des enquêtés sont agricultures, 75% sont Eleveurs, 1,2% petit commerçants, 1,2% fonctionnaire de l'Etat, 2,5% Etudiants et 6,2% sont artisans.

De ces activités les enquêtés tirent leurs revenus.

3.2 LES ESPÈCES ANIMALES ÉLEVÉES

Tableau n°10. Nombre et type d'élevage pratiqué

Espèces animales	Nombre moyen/ménage	Type d'élevage
Vaches	6	Extensif, stabulation
Chèvres	5	Extensif, stabulation
Moutons	1	Stabulation
Porcs	1	Semi-stabulation
Lapins	1	Stabulation/en Cage
Cobayes	45	Idem
Poules	30	Divagation

Ce tableau n°10 nous montre que les 80 éleveurs enquêtés ont chacun en moyenne 6 vaches, 5 chèvres, 1 mouton, 1 porc, 30 poules, 1 lapin et 45 cobayes. On voit que l'effectif du gros bétail est faible par ménage, mais les gens élèvent beaucoup plus la basse cour qui n'exige pas trop en termes d'investissement. Ceci s'explique par le fait que les conditions de l'élevage ne sont pas bonnes compte tenu des problèmes précédemment annoncés.

Ce même tableau montre que le type d'élevage le plus pratiqué est celui de l'élevage extensif ; un petit nombre d'éleveurs font aussi la stabulation pour certaines espèces mais en petit nombre. Ce qui fait même que les bêtes sont pour la plupart en divagation et entraînent la destruction des cultures ; aussi il en résulte la non gestion de déjections qui serviraient pour la fertilisation des champs.

3.3 L'ANCIENNETÉ ET ENTREPRENEURIAT DANS LA BOVICULTURE

Tableau n°11. La durée de l'élevage bovin par les enquêtés.

Durée de l'élevage	Effectifs	%
1 an	07	8,7
2 ans	06	7,5
3 ans	-	-
4 ans	13	1,2
+ de 5 ans	54	67,5
Total	80	100

Ce tableau montre que les éleveurs enquêtés ont suffisamment de l'expérience dans leur métier d'élevage, mais ils déplorent toujours la non accessions aux informations et formations appropriées pour rendre performant leur activité. Pour s'accoutumer de son métier, il faut avoir une certaine durée dans son exercice ; on comprend que les éleveurs enquêtés doivent avoir déjà maîtrisé leur métier mais le manque de pâturages et des herbes de qualités pourrait créer l'handicape de production bovine dans le milieu.

Tableau 12. Type d'élevage bovin pratiqué par les éleveurs

Type d'élevage	Effectifs	%
Stabulation	6	7,5
Extensif	74	92,5
Transhumant	-	-
Total	80	100

Les résultats du tableau 12 montrent que le type d'élevage bovin en extensif est le plus prédominant à Mbinga-Sud avec 92,5% des éleveurs enquêtés qui le pratiquent. Avec les difficultés de l'absence des bons pâturages et ne disposant pas des cultures fourragères pour suppléer la ration alimentaire de leur bêtes, on comprend que les éleveurs enquêtés ont du mal à s'adapter à l'élevage en stabulation.

MOTIVATION DES ELEVEURS POUR L'ACTIVITE

Tableau n°13. Raison pour laquelle le bovin est élevé

Raison	Fréquences	%
Prévoir les dots	29	23,9
Pour les soins médicaux	25	20
Pour l'habillement	6	4,8
Pour les frais scolaire et académique	12	9,6
Pour l'alimentation laitière	28	22,4
Production du fumier	11	8,8
Héritages des parents	14	11,2
Total	125	100

Les raisons qui poussent les gens à élever le bovin sont multiples et par là plusieurs personnes parmi les enquêtés ont présenté plus d'une raison, ce qui a fait élever le nombre à 125 fréquences au lieu de 80 correspondants à la taille de l'échantillonnage.

APPARTENANCE A DES ASSOCIATIONS

Tableau n°14. Appartenance des éleveurs aux associations de développement et appui obtenu

Appartenance à une association	Effectif	%	Appui obtenu
Oui	20	25	Médicaments, Animations simples
Non	60	75	
Total	80	100	

Les résultats du tableau n°14 traduisent que parmi les 80 éleveurs enquêtés seuls 20 sont membres des associations s'occupant de l'élevage et 75% ne sont pas membres. Les 25% qui sont membres bénéficient ainsi d'un peu de médicaments et d'animations pour la conduite de leur élevage. Mais il convient de constater que c'est la minorité d'éleveur qui y a accès.

DISPONIBILITE DE FOURRAGE POUR LES ELEVEURS

Tableau n°15. Accès des éleveurs enquêtés au fourrage

	Effectif	%	Types d'herbes
Oui	27/80	33,75	<i>Tripsacum laxum</i> <i>Setaria sphacelata</i> <i>Caliandra</i> ,...
Non	53/80	66,25	
%	80	100	

Les résultats du tableau n°15 montrent que la plupart des éleveurs (66,25%) n'ont pas d'herbes fourragères pour nourrir leurs bêtes, ce qui est une source de tailles médiocre de celles-ci, cause de l'improductivité conduisant à un rendement très faibles. Pour les 27 personnes qui en ont soit (33,7%), elles en possèdent d'une façon insignifiante et tous ne disposent pas d'une implémentation équitable lors du retour des bêtes du pâturage. La production animale est destinée à la consommation en famille et une partie est vendue.

DIFFICULTES RENCONTREES ET STRATEGIES POUR L'AMELIORATION DE L'ELEVAGE BOVIN A MBINGA-SUD

Tableau n°16. Difficultés fréquemment rencontrées par les éleveurs

Difficultés rencontrées	Effectifs	%
Manque de soins vétérinaires	10	12,5
Manque d'informations et formations appropriées	10	12,5
Manque de pâturage de qualité	1	12,5
Manque de moyen financier	20	25
Manque de races améliorées	20	25
Mortalité des veaux	5	6,2
Insécurité grandissante	2	2,5
Manque de bons gardiens	2	2,5
Manque des matériels d'élevage	1	1,2
Total	80	100

Le tableau n°16 nous montre que les difficultés sont énormes au sein de l'élevage bovin, mais ceux qui sont les plus ressenties sont le manque des races améliorées (25%), le manque de moyens financiers (25%), la non accessibilité facile aux soins vétérinaire (12,5%), le manque d'informations et formations en matière de l'élevage (12,5%), la mortalité des veaux à cause des maladies (6,2%), le manque de matériels de l'élevage (1,2%) ; il convient de remarquer que l'insécurité n'est plus ressentie dans le milieu comme par le passé. Des résultats du tableau n°16, il ressort que les éleveurs de Mbinga-Sud ont des sérieuses difficultés et que les acteurs dans ce secteur (l'Etat, les ONG,...) ont assez de domaines par lesquels ils peuvent intervenir.

Tableau n°17. Les stratégies à développer pour rendre prolifique l'élevage bovin à Mbinga-Sud

Stratégies	Effectifs	%
Sensibiliser les éleveurs sur les nouvelles Techniques de l'élevage bovin	5	6,2
Organisation des séances de formation	20	25
Disponibilité facile de géniteurs des races améliorées	40	50
Vulgariser les espèces fourragères utiles	5	6,2
Assumer une sécurité efficace par l'Etat	5	6,2
Etre ponctuel pour les soins prophylactiques et curatifs	5	6,2
Total	80	100

Le tableau n°17 nous montre que 40 éleveurs soit 50% ont opté pour la disponibilité facile des géniteurs des races améliorées, 20 éleveurs soit 25% pour l'organisation des formations en matières agro-pastorale, 5 éleveurs soit 6,2% ont opté pour l'accès à des soins prophylactiques et curatifs, 5 éleveurs soit aussi 6,2% pour sa sécurité efficace et garantie. Des résultats de ce tableau, on remarque que les éleveurs ont besoin d'innovations et donc de changement dans leur métier ; c'est donc une opportunité à être saisie par les acteurs de développement.

CONCLUSION

En observant les différents résultats obtenus au cours de la présente étude sur l'élevage bovin tel qu'il est pratiqué dans le Groupement de Mbinga-Sud au sein de 8 villages qui ont été ciblés, il ressort que cette activité nécessite encore beaucoup d'efforts pour son amélioration. De ceci on peut avoir la disponibilité des géniteurs de race améliorée, la formation des éleveurs en nouvelles méthodes d'élevages, l'accès facile aux soins vétérinaires, l'alimentation et l'amélioration des bêtes élevées. Après enquête il s'est observé que le nombre moyen des vaches élevées auprès de ménage ne s'élève qu'à 6 têtes par éleveur, lesquelles 6 têtes bovines n'ont pas assez de performance, ni de productivité adéquate vue les conditions d'élevage qui ne sont pas appropriées (élevage extensif en divagation, manque de pâturage,...). Comme certains éleveurs sensibilisés par des partenaires tous azimuts, Le meilleur moyen de rendre la boviniculture rentable est l'élevage intensif.

REFERENCES

- [1] Banque Mondiale, 1975, Développement rural, politique sectorielle, éd. de la Banque Mondiale, Washington P6.
- [2] ANONYME, 2009, Rapport de l'Inspection Agricole, Territoire de Kalehe.
- [3] ANONYME, 2009, Rapport de l'Inspection Provinciale de l'Agriculture, Pêche et Elevage du Sud-Kivu.
- [4] M. Robert BONNE FOND et alliés, 1980, Memento de l'Agronome, G.P, Maison neuve et Larose 11, rue victore Coussin. 75005 Paris, P.1051-1055.
- [5] Edm. LEPLAE, 1933, Organisation et exploitation des élevages au Congo Belge, Bruxelles, p.147-150.
- [6] R.LARRAT, 1971, Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical, Paris, P.445-447.
- [7] Raymond BRACONNIER et Jacques GLANDARD, Nouveau LAROUSSE AGRICOLE, 1950, éd Librairie LAROUSSE, Paris, P.613.
- [8] Michel FONTAINE, allies, 1974, Vade-mecum du vétérinaire, 13^{ème} éd, rue la Fontaine Paris, P.754-756.
- [9] <http://www.ipfsaph.org/fr/default.jsp> de juin 2010.
- [10] P. AUJOLET, 1979, la vache et ses produits, Paris, P.243.
- [11] Ministère de la coopération, 1993, Memento de l'Agronome, France, P.1039.
- [12] Spore CTA, 13 février, 2008, le changement climatique, Bruxelles, P.14-16.
- [13] ANONYME, Avril 2011, Bureau de la collectivité, Monographie de la chefferie de Buhavu.

Les aspects d'intégration de l'élevage du porc aux cultures maraichères dans les ménages de la Chefferie de Ngweshe en Province du Sud-Kivu / RDC

Honoré BIRINDWA MULALISI and Gilbert BUHENDWA BAHINDWA

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU),
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The increase in yield in the production of amaranth and eggplant merit review the integration aspects of these vegetable crops to the raising of pigs from the need for soil nutrients in the chiefdom Ngweshe, a unit of significant size and located south west of the town of Bukavu, capital of South Kivu province.

Households living market gardening developed a system that leads to couple raising pigs to agricultural activities. Since the supply of fertilizer (organic and inorganic) requires the money on one hand and on the other pork raised in rural areas requires dietary supplement in addition to the feed and which also requires financial resources, this study shows the integration focused on the production of quality manure from buying cattle feed given to pigs and vegetables increased yield due to soil amendment by manure.

This was from the investment for the food to benefit in converting market gardening production. The increase in yield of vegetable gardens following the use of manure from pigs reared in households, the quality and quantity of manure produced before are improved integration. Production of pig fed forages and supplements bought from the fields' income increases of over 50%. T hired household income after covering a production cycle in this system of production increases twice in both cases. This is observed in the increase of crop biomass and increased weight gain in animals and it is seen in terms of money when selling.

KEYWORDS: Integration, Livestock, Pig, Vegetable crops, Ngweshe, South Kivu.

RESUME: L'augmentation du rendement dans la production des amarantes et aubergines mérite de passer en revue les aspects d'intégration de ces cultures maraichères à l'élevage des porcs de par le besoin en éléments fertilisants du sol dans la chefferie de Ngweshe, une entité de dimension non négligeable et située au sud-ouest de la ville de Bukavu, chef-lieu de la province du Sud-Kivu.

Les ménages qui vivent du maraichage ont développé un système qui les amène à coupler l'élevage des porcs aux activités agricoles. Etant donné que l'approvisionnement en engrais (organiques et minéraux) nécessite l'argent d'une part et d'autre part le porc élevé en milieu rural exige de complément alimentaire en plus du fourrage et qui nécessite aussi des moyens financiers, la présente étude montre l'intégration axée sur la production du fumier de qualité issu de l'achat d'aliments bétail donné aux porcs et l'augmentation du rendement des légumes suite à l'amendement du sol par ce fumier.

Ceci a été à partir du capital investi pour l'aliment en vue de bénéficier dans la conversion de la production maraichère. L'augmentation du rendement des jardins potagers suite à l'utilisation du fumier produit par les porcs élevés dans les ménages, la qualité et la quantité du fumier produit avant sont améliorés par l'intégration. La production du porc nourris par les fourrages et suppléments achetés du revenu des champs augmente de plus de 50%. Le revenu du ménage engagé après avoir couvert un cycle de production dans ce système de production augmente du double dans les deux cas. Ceci s'observe dans l'augmentation de biomasse des cultures et l'augmentation du gain de poids chez les animaux et cela s'observe en termes d'argent lors de la vente.

MOTS-CLEFS: Intégration, Elevage, Porc, Maraichage, Ngweshe, Sud-Kivu.

1 INTRODUCTION

Pour répondre au besoin alimentaire quotidien, l'homme fait recours à l'agriculture, c'est-à-dire au travail de la terre ; pour qu'il en tire le maximum des résultats, il cherche à y associer l'élevage. Il est important que l'agriculteur associe cette activité à celle d'élevage qui puisse lui apporter des moyens pouvant lui permettre de bien produire à manger et aider ses activités à se développer [1].

Toujours associer et intégrer dans la limite du possible, l'élevage à l'agriculture. Quelle que soit l'échelle de votre élevage ou l'étendue de votre champ, cette association est possible techniquement, économiquement et écologiquement [2].

Les produits d'élevage et d'agriculture sont riches en matières nutritives nécessaires pour le développement de l'organisme. Les légumes et les fruits peuvent contribuer considérablement à la nutrition. Si on les cultive dans le jardin, ils complètent la nourriture en éléments et équilibrent la ration ; surtout leur apport de vitamines et de minéraux est très important comme les autres aliments sont souvent pauvres en ces nutriments [3].

Les gens cultivent les légumes et des fruits dans leur propre jardin potager parce que : - il leur assure une bonne nourriture à bas prix ; - Il permet de gagner de l'argent et augmente le revenu de ménage ; - Il offre un passe-temps agréable et instructif.

Aussi, les plantes nourrissent les bêtes et ces dernières aident à la reconstitution du sol grâce aux déjections qui pourvoient le sol en éléments fertilisants. Les engrais organiques apportent au sol l'humus et les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes dont les légumes.

Cette étude cherche à trouver une solution aux problèmes et aux exigences de l'élevage de porc dans un environnement d'un élevage en milieu paysan. Le porc est un animal qui ne supporte pas un déséquilibre alimentaire, hygiénique ou un mauvais logement. Cet élevage exige des conditions confortables pour qu'il prouve sa prolificité et son rendement. L'importance socio-économique et l'utilité d'associer les cultures maraîchères (amarante et aubergine) pour trouver dans le plus tôt possible des moyens financiers en vue de satisfaire le besoin financier et alimentaire de porc mérite un accent particulier aux ménages pratiquant ces activités.

Le revenu de ménage ne peut augmenter que si ce dernier s'efforce d'élever le porc dans des bonnes conditions (logement, soins, alimentation, conduite d'élevage et reproduction...)[4].

Le porc élevé dans les conditions défavorables est victime des maladies nutritionnelles, parasitaires et infectieuses. Face à ces dernières, la production diminue et l'on observe une baisse considérable de rendement [5].

Les plantes ont besoin d'être bien nourries pour pouvoir croître convenablement. Il faut que le jardinier améliore le sol de son jardin en y mettant des éléments nutritifs afin de remplacer les éléments perdus après la récolte des légumes. Amender un terrain c'est modifier son état physique en agissant sur son degré d'ameublissement, de perméabilité d'humidité. Pour que le sol produise, il faut qu'on l'amende par des engrais organiques ou des engrais chimiques. L'engrais organique peut provenir de l'élevage de porc après compostage.

Le principe de base de la fertilisation dans l'agriculture est la restitution au sol des trois éléments fondamentaux sous formes d'engrais solubles : NPK.

L'agriculture et l'élevage sont deux activités complémentaires qui donnent des bons résultats lorsqu'elles sont combinées. De ce fait, cette association contribue pour augmenter le rendement du ménage.

L'intégration de l'élevage de porc à la culture maraîchère semble une stratégie pour lutter contre la pauvreté dans le milieu rural. Certes, l'élevage de porc révèle une importance capitale vu son importance socio-économique. Il constitue le seul élevage faisant partie intégrante de certaines économies paysannes comme c'est le cas dans les régions insulaires d'Océanie, d'Asie du Sud-est et de l'Afrique [6].

Certes, la population est beaucoup plus dense dans les deux premiers de ces continents mais il semble évident que l'élevage du porc y a constitué une source importante de protéine sans laquelle la densité de population actuelle n'aurait pas pu être atteinte. L'élevage porcin contribue au développement du paysannat, l'agriculture intertropicale comporte une masse considérable de paysans pauvres pour lesquelles les moyens de gagner de l'argent et d'entrer ainsi dans l'économie de marché n'abondent pas [7].

Par la rapidité de son développement liée à la fécondité de l'espèce et à ses potentialités de croissance, l'élevage industriel du porc a connu un essor considérable lié à l'urbanisation.

On présente souvent l'élevage des monogastriques en général et du porc en particulier, comme concurrent de l'homme pour l'utilisation des ressources alimentaires déjà insuffisantes [8]. Le porc est un animal « omnivore » qui mange une grande diversité d'aliments (maïs, patate douce, farine de sang, déchets des usines, déchets de cuisines...). C'est pourquoi pour réussir cet élevage, il convient d'intégrer l'agriculture des cultures maraichères à cet élevage et d'incorporer dans les aliments à donner au porc d'autres ingrédients.

Vu la concurrence du porc par rapport à l'homme sur le plan de l'alimentation, il arrive que les aliments deviennent difficile à trouver dans les ménages ; l'éleveur est obligé d'acheter les aliments des porcs au marché. Pour y parvenir, il faudra des moyens financiers régénérés après la vente des légumes cultivés et de l'engrais organique provenant de l'élevage de porc. La culture des légumes donne la réponse à la demande des aliments de porc, ce n'est pas parce que le porc mangerait ces légumes mais plutôt parce que ces légumes apportent des moyens financiers pour acheter les aliments à donner au porc (exemples : tourteaux, drèches, sels, bananes...).

L'agriculture donne des meilleurs revenus dans les ménages lorsqu'elle est associée à l'élevage et vice-versa. L'agriculteur est souvent obligé d'opter à l'élevage et spécialement du porc, tel est le cas en Chefferie de Ngweshe. En cultivant les légumes (aubergines et amarantes), le ménage trouve non seulement de quoi manger mais aussi augmente leur revenu qui permet d'acheter certains aliments non disponibles pour bien nourrir le porc. L'animal, à son tour, pourra produire d'avantage et assurer la continuité d'apport de revenu de ménage pour subvenir aux besoins de la famille. Le rendement des cultures maraichères (aubergines, amarantes) est favorisé par l'apport aux plantes du fumier de porc et débris végétaux épandus après décomposition pour améliorer la fertilité du sol en vue d'obtenir plus de production des légumes. Nous avons focalisé les efforts sur la culture d'aubergine et amarante.

Le porc élevé dans les conditions défavorables est victime des maladies, de retard de croissance. On observe de rachitisme, ostéomalacie, des amaigrissements...suite à une mauvaise alimentation [7]. Toutes ces anomalies sont dues soit aux déséquilibres alimentaires. Ainsi, dans ces conditions ci-haut évoquées, le porc devient improductif. C'est pourquoi nous préconisons l'intégration de l'agriculture à cet élevage pour pallier à cette difficulté, et aussi l'utilisation des résidus et les déchets non consommés par l'homme (sons issus, déchets végétaux ou animaux).

Le porc est un animal délicat qui réagit vite à l'inconfort. Plusieurs facteurs peuvent lui créer des mauvaises conditions de vie entre autre :

- L'insuffisance de l'approvisionnement en eau de l'exploitation,
- L'absence de l'ombrage dans le porc,
- Les fortes chaleurs
- Le fond froid et l'humidité exagérée [9].

L'alimentation des porcs pose des problèmes. Les possibilités d'approvisionnement conditionnent pour une grande part la réussite de l'élevage. Avant de lancer son élevage, l'éleveur doit d'abord procéder à une étude sérieuse pour s'assurer de pouvoir se procurer facilement les aliments. L'alimentation des porcs en pays tropicaux est nettement influencée par un certain nombre de facteurs particuliers :

- Le niveau de technicités souvent très faible des éleveurs,
- La faible organisation des marchés, tant des aliments du bétail que du bétail lui-même ;
- L'absence presque totale d'une industrie des aliments du bétail,
- La grande variabilité des types de carcasses recherchés,
- Le coût très élevé de tout ce qui est importé.

Il est devenu courant d'introduire dans les rations pour porcelets et pour porcs à l'engrais, de faibles quantités d'antibiotiques. Ces derniers ont un double rôle :

- Prévenir l'apparition d'infections microbiennes qui se manifestent par des diarrhées et portent préjudice à la croissance des animaux,
- Permettre une meilleure utilisation de la ration.

L'addition d'antibiotiques dans l'aliment, améliore légèrement les indices de consommation. Il semble d'ailleurs que cette amélioration soit plus nette si la ration n'est ni impeccable, ni trop déficiente. Et c'est souvent le cas dans les élevages qui s'efforcent de bien faire. En outre, la ration antibio-supplémentée peut accroître l'appétit des porcelets et augmenter la vitesse de croissance [7].

La situation sanitaire en élevage porcin conditionne les performances, le bilan technique et économique de l'élevage. Le maintien d'une bonne situation sanitaire passe par le respect d'un certain nombre de règles :

- La protection de l'élevage contre les contaminants extérieurs,
- L'application des mesures générales de prophylaxie sanitaire à l'intérieur de l'élevage.
- Le respect d'un plan sanitaire d'élevage adapté.

Les besoins augmentent avec la chaleur. Les animaux ne doivent jamais manquer d'eau : cela risque d'entraîner une sous consommation d'aliments, des problèmes urinaires ou rénaux, etc. [10]. Dans les conditions difficiles de l'élevage, où l'éleveur de porc ne fournit pas beaucoup d'efforts dans l'alimentation, le logement confortable, (différent de logement couteux), s'il n'y a pas des soins préventifs et curatifs, l'élevage de porc devient une activité non rentable et l'éleveur se retrouve perdant de ressources économiques qu'il devrait bénéficier. Autrement, le porc nourrit avec aliments non équilibrés en glucides, protéines, vitamines et sels minéraux, devient moins rentable. Par contre, une bonne alimentation équilibrée en quantité et en qualité, bonne condition de logement, soins curatifs et préventifs assurés, le bon choix de géniteurs, le porc devient rentable, ses capacités zootechniques étant très bonnes et extériorisées [9].

La plupart d'agriculteurs africains en particulier des exploitants familiaux, ont du mal à accéder facilement à des bons marchés. Le développement actuel des cultures maraichères est dû tout d'abord à la valeur alimentaire des légumes. Il est admis d'une manière incontestable que l'usage des légumes dans l'alimentation humaine représente un facteur essentiel de bon équilibre physiologique en raison des vitamines qu'ils contiennent et aussi de certains sels minéraux. Les amarantes et les aubergines entrent dans le circuit de la sécurité alimentaire [11], car les revenus issus du maraichage permettent aux ménages ruraux intéressés à cette activité d'assurer l'achat des aliments non disponibles dans le ménage. La vente des produits du maraichage peut améliorer de façon sensible leurs revenus, surtout à certains périodes de l'année quand d'autres sources de revenu sont limités ou bien quand les récoltes sont mauvaises à cause d'une catastrophe naturelle (inondation, infestation par les ravageurs, maladie chez les animaux ou dans la famille) [12].

Le jardin offre un lieu agréable et instructif. Un jardin demande peu d'espace, une superficie de 50 à 100 mètres carrés ; si bien cultivée, suffit pour produire tous les légumes dont une famille de 6 personnes a besoin [3]. L'amarante est généralement cultivée dans des jardins familiaux (en association avec d'autres cultures) ou au niveau des petites exploitations commerciales. Le semis peut être pratiqué d'une part en plein champ ou en pépinière, soit à la volée ou en ligne. L'aubergine réussit partout mais préfère un climat assez sec avec irrigation [13].

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La présente étude se déroule dans une de deux chefferies du territoire de Walungu (Ngweshe, Kaziba) en Province du Sud-Kivu à l'Est de la République Démocratique du Congo. Six groupements, Luciga, Lurhala, Kamanyola, Burhale, Walungu et Nduba ont effectivement été les sites de nos investigations.

L'étude est étalée sur deux ans, période comprise dans l'intervalle du mois de mars 2013 jusqu'au mois de août 2015.

Le territoire de Walungu fut créé par l'ordonnance loi N°067/221 du 13 mai 1967. Il est une de huit qui constituent la province du Sud-Kivu. La chefferie de Ngweshe dispose de presque la majeure superficie et dont les descriptions du territoire qui l'administre lui sont semblables.

Au point de vue climatique, le milieu jouit d'un climat tropical humide à deux saisons : la saison pluvieuse et la saison sèche. L'altitude la plus basse est de 1000 mètres et cela dans le groupement de Kamanyola et la plus élevée est de 2600 mètres dans le groupement d'Izege dont Mulumemunene constitue le pic. Les précipitations annuelles varient de 1000 à 700 mm/an de l'Est à l'Ouest et les températures moyennes varient selon l'altitude entre 15 et 25°C.

L'agriculture constitue l'activité principale de presque toute la population et porte surtout sur les cultures de manioc, haricot, patate douce, sorgho, soja, banane, pomme de terre, maïs, arachide, légumes.

Les habitants pratiquent aussi l'élevage composé du gros et du petit bétail. Leur élevage familial est constitué principalement des chèvres, moutons, lapins, volailles, cobayes, porcs [14].

2.2 MATÉRIELS

Dans cette étude, nous avons utilisés les matériels suivants :

- La fiche d'enquête qui nous a permis de poser des questions afin de récolter les données sur l'élevage de porc, la culture des amarantes et des aubergines,
- La balance nous a permis d'avoir la précision sur le poids des légumes vendues ainsi que le gain de poids des animaux,
- La méthode d'observation nous a permis de voir les aspects des jardins et la croissance des animaux.
- Le terrain de culture,
- Les animaux.

2.3 MÉTHODES

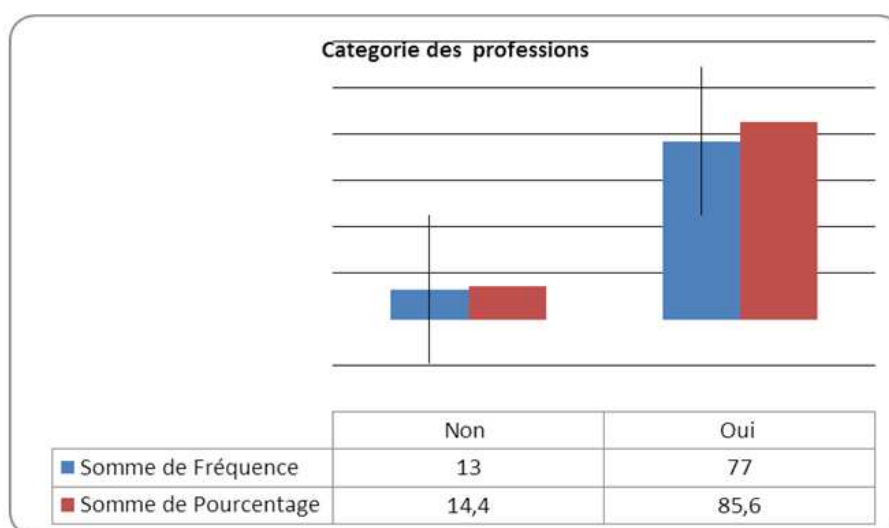
- Méthode descriptive nous a permis de reconnaître les races des porcs élevés, la composition de l'alimentation et les différentes plantes cultivées ;
- La méthode statistique nous a permis de collecter, analyser, présenter et interpréter des données des enquêtes. Nous avons fait des calculs des affectations du revenu régénéré par l'intégration de l'élevage de porc à la culture des légumes ainsi nous avons obtenu le résultat présenté en pourcentage.
- Méthode comparative nous a aidés à comparer des données en quantité et en qualité des produits d'élevage de porcs et de la culture maraichère (légumes) par rapport au revenu que gagne le ménage.
- L'enquête par questionnaire aux agriculteurs et éleveurs, plus spécifiquement aux éleveurs de porcs et aux ménages qui cultivent les légumes (amarante et aubergine) ;
- La méthode d'observation nous a aidés à observer comment se comporte les cultures des légumes (amarantes et aubergines) dans les champs pilotes et l'état de santé des porcs chez les éleveurs ciblés.

Vu l'étendue de la chefferie, nous avons tiré aléatoirement un échantillon de 90 ménages dans 6 sites soit 15 ménages par groupement dont Luciga, Lurhala, Kamanyola, Burhale, Walungu et Nduba. Ces ménages sont représentés par les agriculteurs et des éleveurs.

3 RESULTATS

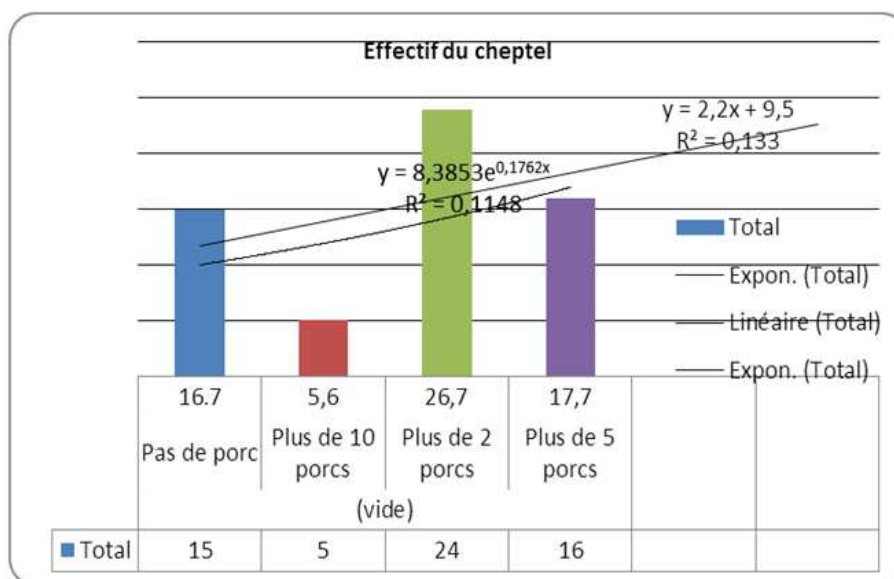
Selon nos enquêtes et observations sur terrain, nous avons eu les résultats suivants :

Tableau N°1 : Catégorie de profession



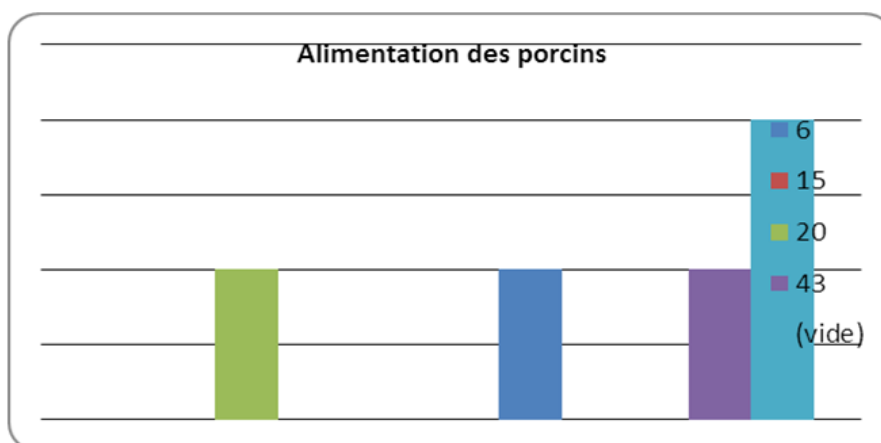
Il ressort de ce tableau que 85,6% de nos enquêtés sont éleveurs et 14,4% ne sont pas éleveurs.

Tableau N° 2 : Effectif de porc par ménage impliqué



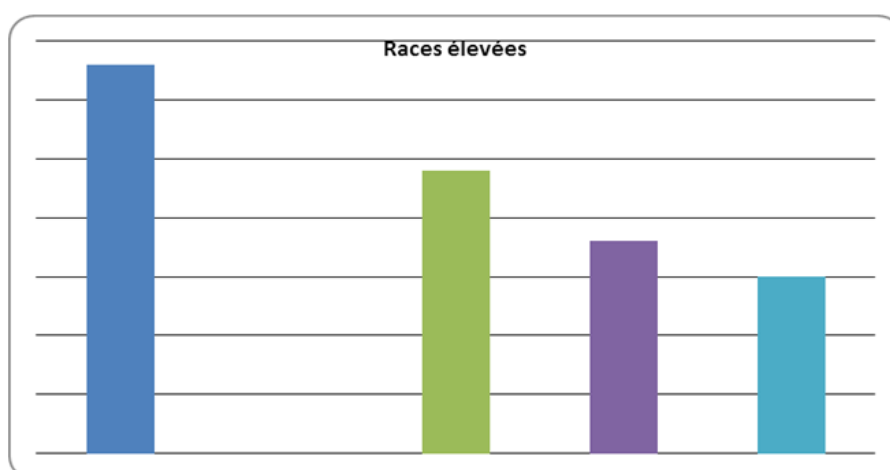
Il ressort de ce tableau que 33.3% de nos enquêtés disposent 1 porc dans leur élevage, tandis que 26,7% ont plus de 2 porcs, 17,7% ont plus de 5 porcs, 5,6% ont plus de 10 porcs et 16,7% n'ont pas de porc.

Tableau N°3 : Alimentation des porcs



Ce tableau montre que 47,8% des porcs sont nourris par des concentrés à base de tourteau, déchets de cuisine et herbes ; 22.2% sont nourris aux herbes (fourrages), bananes et déchets de cuisine, 6,7% des porcs sont nourris aux herbes et déchets de cuisine, 6,7% des porcs sont nourris avec des aliments à base de drèches de brasserie, déchets de cuisine et herbes, 16.6% d'agriculteurs n'ont pas de porc.

Tableau n°4 : Races des porcs



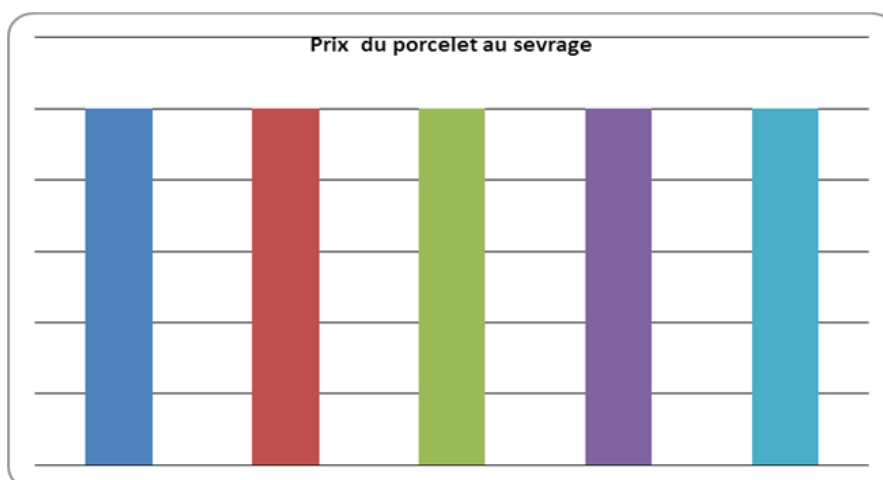
Le résultat prouve que 36,7% de porcs élevés sont de la race locale, 26,6% sont de la race améliorée ; 20% de la race croisée (métisse) ; 16,7% n'ont pas à signaler car ils n'élèvent pas des porcs et tous les éleveurs des porcs savent la race qu'ils élèvent.

Tableau n°5 : Nombre de procédés à la mise-bas

Question	Réponse	Fréquence	Pourcentage
A la mise-bas, combien de porcelets avez-vous reçus ?	Moins de 5	30	33.3
	5-7 porcelets	8	8.9
	Plus de 8	18	20
	Plus de 10 porcelets	12	13.3
	Rien à signaler	15	16.6
	0 porcelet	07	7.8
Total		90	100

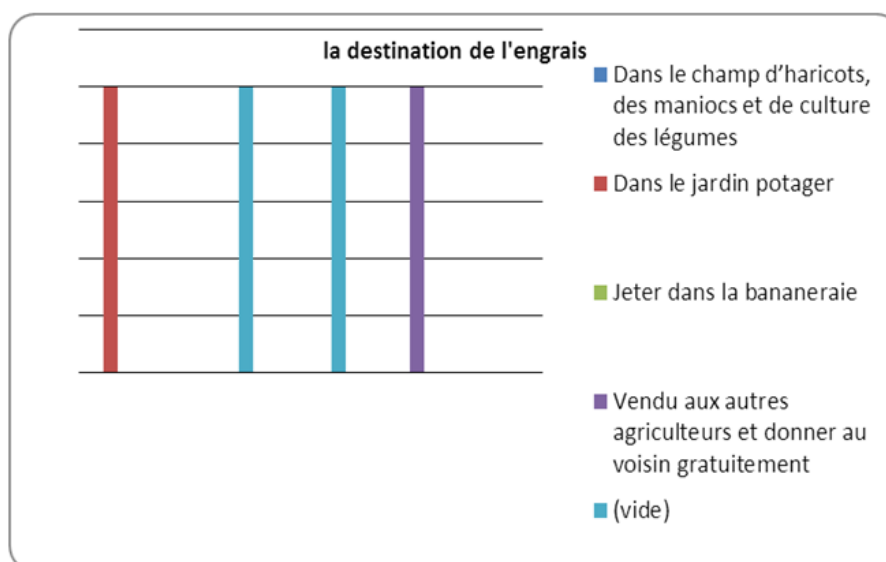
Il ressort que le nombre de porcelets à la mise-bas est de 8 porcelets pour 33.3% , de 5 à 7 porcelets pour 20%, 16.6% des agriculteurs n'ont rien à signaler car ils n'ont pas des porcs, plus de 10 porcelets pour 13.3% et enfin 7.8% des éleveurs n'ont pas eu de mise-bas.

Tableau N° 6 : Le prix et l'âge du sevrage des porcelets



Les résultats obtenus prouvent que le prix du porcelet au sevrage est de 25,5\$ à 25\$ à 2 mois tandis que 22,2% des agriculteurs n'ont pas eu de mise-bas des truies ou qu'ils n'ont pas des porcs élevés, 20% des porcelets sont vendus à 20\$ à 1,5 mois d'âge au sevrage, 19% des porcelets sont vendus à 15-20\$ à 2 mois d'âge, enfin 13,3% des porcelets sont vendus à 30\$ à 2 mois d'âge.

Tableau n° 7 : Destination de l'engrais organique de la porcherie



Il ressort dans ce tableau que 42,2% de ménages qui élèvent les porcs épandent l'engrais organique de l'élevage des porcs dans les jardins potagers (cultures maraichères) ; 32,2% de l'engrais est épandu dans le champ d'haricots, manioc et culture des légumes ; 16,7% de l'engrais organique est jeté dans la bananeraie et enfin 8,9% de l'engrais organique des porcs est vendu ou donné gratuitement aux autres agriculteurs.

Tableau n°8 : cultures pratiquées par les ménages

Question	Réponse	Fréquence	Pourcentage
Si vous êtes agriculteur, qu'est-ce que vous cultivez ?	-Oui, je cultive les maniocs, haricots et patates douces	32	35,7
	-Oui, je cultive les amarantes et les aubergines	41	45,6
	-Oui, je cultive les maïs et les haricots	3	3,3
	-Rien à signaler	7	7,8
	-Oui, je cultive les amarantes	7	7,8
Total		90	100

Ce tableau prouve que 45,6% des agriculteurs cultivent les amarantes et les aubergines, 35,5% cultivent les maniocs haricots et patates douces, 7,8% n'ont rien à signaler (soit qu'ils ne rentabilisent pas de l'engrais produit par l'élevage de porc), 7,8% des agriculteurs ne cultivent que des amarantes.

Tableau n° 9 : Prix des amarantes par plate bande

Question	Réponse	Fréquence	Pourcentage
Si les amarantes sont cultivées, à combien se vendent-elles ?	-par plate bande de 1,20m x4m à 2000Fc	9	10
	-par plate bande de 1,20m x3m à 2000FC	7	7,8
	-10plates bandes de 5m x1, 20 m à 25\$	16	17,8
	-une plate bande de 4m x 1,2m à 500FC	9	10
	-une plate bande de 4m x 1,2m à 2000-3000FC mais dépend de la saison	33	36,6
	- Ne vend pas	16	17,8
Total		90	100

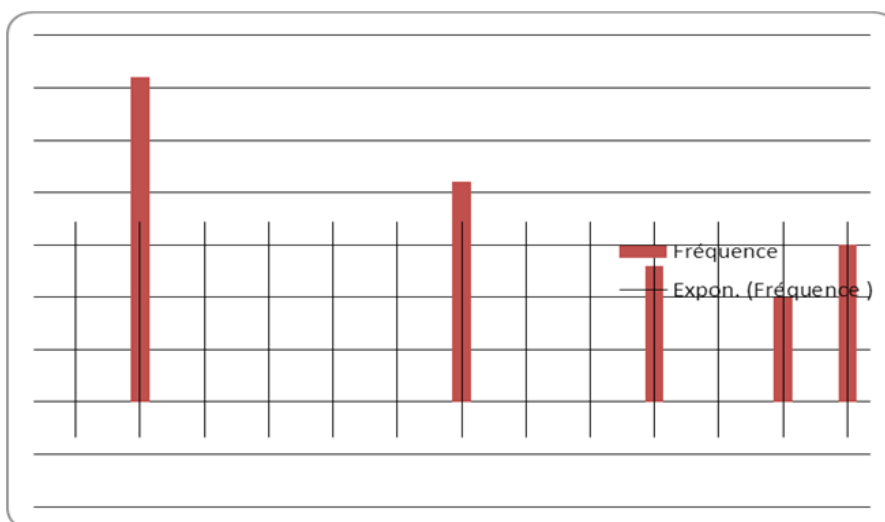
Il ressort de ce tableau que 36,6% d'une plate bande de 4m x 1,2m est vendu à 2000-3000 FC mais le prix dépend de la saison, 17,8% de 10 plates bandes de 5m x 1,20m se vend à 25\$, 17,8% de ménages ne vendent pas (autoconsommation), 10% d'une plate bande de 4m x 1,2m se vend à 2000FC, et à 500FC lors que l'agriculteur n'a pas amendé son champ avec de l'engrais organique ; 7,8% de plate bande de dimension 3m x 1,2m se vend à 2000 FC.

Tableau n° 10 : Prix des aubergines

Question	Réponse	Fréquence	Pourcentage
Si les aubergines sont cultivées, à combien se vendent-elles?	-le panier d'aubergine se vend à 1000FC et pèse 25kg et la récolte se fait 4 fois par mois	11	12, 2
	- le bassin plastic moyen se vend à 5000FC et pèse 12kg, la récolte se fait 4 fois/mois ; le prix dépend de la saison	7	7,8
	-le sachet « vert » se vend à 2000FC et pèse 10kg, la récolter se fait 4 fois par semaine,	29	32,2
	-Ne vend pas	25	27,8
	-le sachet « vert » se vend à 1500FC et pèse 10kg.	18	20
Total		90	100

Les résultats nous montrent que 32,2% d'aubergines se vendent par sachet « vert » pesant 10kg et la récolte se fait 4 fois par mois, 27,8% n'ont rien à signaler parce qu'ils ne cultivent pas les aubergines en contre saison; 20% des agriculteurs vendent le sachet « vert » à 1500FC et pèse 10kg, 12,2% des agriculteurs vendent le panier d'aubergines à 10000FC et ce panier pèse 25kg et la récolte se fait 4 fois par mois. Enfin 7,8% vendent le bassin plastic moyen à 5000 FC.

Tableau n° 11 : Affectation des revenus de l'élevage de porc



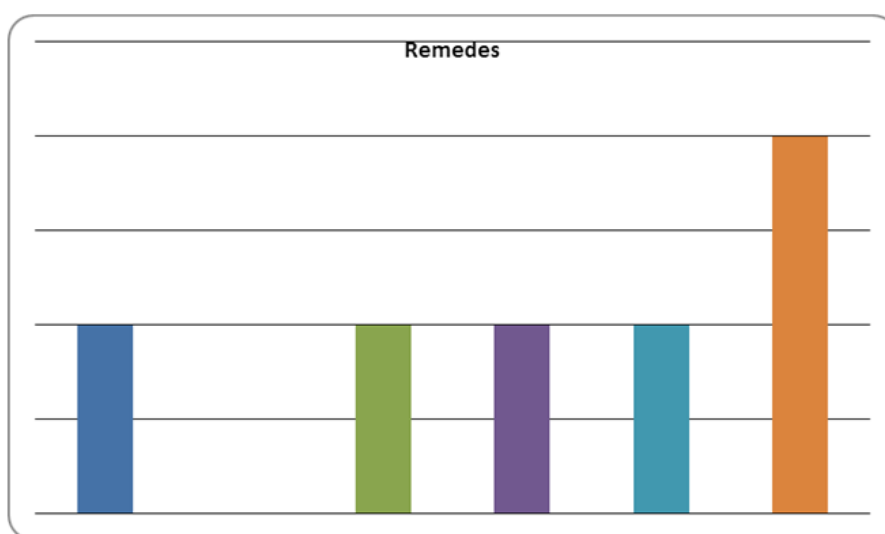
34,5% des ménages ont des moyens qui leur permettent de subvenir aux besoins divers de la famille grâce à l'élevage de porc, 23,3% de disposer des moyens pour la scolarisation des enfants de l'école primaire, secondaire ou l'université et amender le sol à l'engrais organique, 16,7% n'ont rien à signaler (soit qu'ils n'élèvent pas le porc ou s'ils élèvent, ils ne sont qu'au début de l'activité et n'ont pas encore eu des résultats), 14,4% ont des moyens pour améliorer l'habitat en construisant des maisons et amender le sol à l'engrais organique et enfin 11,1% ont des moyens financiers pour acheter de vaches ou investir dans le petit commerce.

Tableau n° 12 : Affectations des revenus régénérés par la culture maraichère

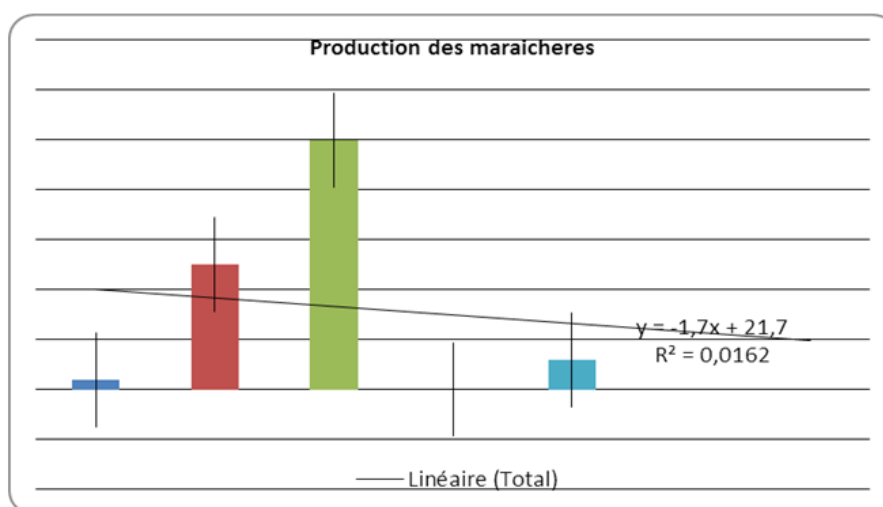
Question	Réponse	Fréquence	Pourcentage
Quels intérêts avez-vous trouvé en cultivant les légumes ?	-Aide à trouver la nourriture et subvenir aux besoins dans la famille (scolarisation, soins médicaux...)	33	36.7
	-Aide à trouver de l'argent : en vendant les légumes, on achète les concentrés pour le porc.	38	42.2
	-Faire le petit commerce avec l'argent régénéré par cette activité, achat d'un porc,	7	7.8
	-Rien à signaler	8	8.9
	-Alimentation en famille et amélioration de l'habitat.	4	4.4
Total		90	100

Il ressort de ce tableau que 42,2% des ménages parviennent à trouver l'argent en vendant les légumes, cet argent les aide à acheter les concentrés pour les porcs, 36,7% subviennent aux besoins de leur famille (scolarisation, soins médicaux, habillement), 8,9% n'ont pas cultivé les légumes et n'ont rien à signaler, 4,4% affectent cet argent dans l'alimentation (farine des maniocs, viandes...) et améliore leur habitat en famille.

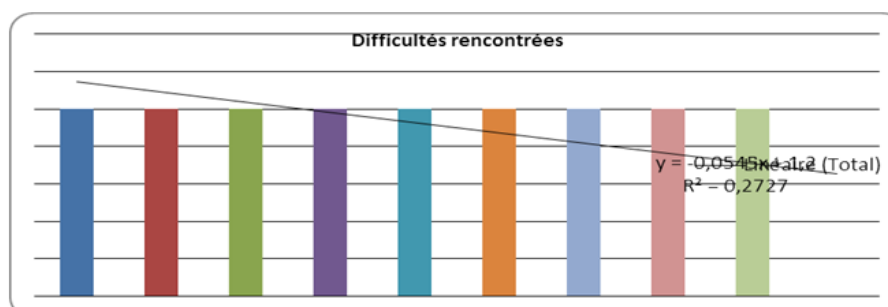
Tableau n°13 : Soins des porcs et cultures maraichères



Ces résultats prouvent que 66,7% des agriculteurs, éleveurs font appel soit à un agronome, soit au vétérinaire en cas des maladies des porcs ou des plantes ou les deux ensemble pour les soins, 13,3% recourent à l'usage des remèdes et plantes médicinales, 8,9% achètent des produits vétérinaires et phytosanitaires, 6,7% achètent des produits vétérinaires, 3,3% détruisent toutes les plantes malades, 1,1% n'ont rien à signaler.

Tableau n° 14 : La production des cultures maraîchères après fertilisation à l'engrais provenant des porcs

Les résultats montrent que 63,3% de la production a augmenté de plus de 50% aux cultures sur lesquelles s'appliquent les engrais provenant de l'élevage des porcs, 27,8% de la production a augmenté jusqu'à 50%, 6,7% des éleveurs/agriculteurs n'ont rien à signaler, 2,2% de la production a augmenté jusqu'à 25% ; tous affirment que la production a augmentée.

Tableau n° 15 : Les difficultés rencontrées en agriculture et en élevage des porcs

Il s'avère que 38,9% des agriculteurs/éleveurs ont des difficultés dues au manque d'appui en intrants tandis que 22,2% ont des difficultés causées par la présence des maladies des plantes et des animaux ; 11,1% manquent de lieu d'approvisionnement des produits phytosanitaires, produits vétérinaires et concentrés ; 7,8% éprouvent des difficultés liées à l'insuffisance de l'engrais à épandre dans les champs ; 5,6% ont des difficultés dues au manque des bêtes et insuffisance des bêtes à élever ; 3,3% ont des difficultés liées aux conflits entre agriculteurs et éleveurs ; 2,2% estime que le travail est laborieux (arrosage, alimentation de porc, transport du fumier) et 1,1% trouvent que les produits vétérinaires et phytosanitaires coûtent cher.

4 DISCUSSION

La majeure partie des éleveurs pratique la porciculture en stabulation permanente comme on le constate dans tout Walungu, territoire à vocation agro-pastorale [11].

En règle générale, le porc peut être alimenté avec une stratégie selon les disponibilités en produits agricoles ou sous-produits agro-industriels [8]. De nombreux métissages entre les porcs exotiques et locaux ont eu lieu dans le milieu paysan. Nous avons constaté que la taille des portées est de 5 à 8 porcelets nés vifs dont en moyenne quatre à cinq sont sevrés à l'âge de 2 à 3 mois. L'offre abondante en viande porcine entraîne des prix de vente relativement faible. Pendant la période de l'hivernage, le déstockage avant la mise en claustration entraîne une pénurie de porcs, le prix est alors relevé [14].

Les amendements du sol sont incontournables dans l'intensification agricole. Cependant, contrairement aux idées reçues, les seuls amendements organiques ne peuvent pas remplacer le chaulage et les engrais car ils ne contiennent pas les

éléments nutritifs suffisants pour remplacer les exportations des récoltes successives et rendent réversible le processus d'acidification des sols [15].

Les produits maraîchers améliorent le régime alimentaire des ménages en milieu rural. L'intégration de l'économie agricole garantit la sécurité alimentaire.

L'accès économique n'est pas à douter. Le niveau de revenu peut également être influencé par les systèmes de commercialisation, des comportements sociaux spécifiques des ménages et la période de vente des produits.

Les petites exploitations familiales jouent un rôle dans la formation du budget familial dans la zone rurale. L'apport de l'élevage porcin réside dans la flexibilité de cet apport qui peut être mobilisé très rapidement et à tout moment ce qui fait un allié de taille pour la gestion de coup dur et des urgences de ménages [17].

Le maraîchage est capable de procurer des revenus réguliers tout au long de l'année. Après la réparation des dépenses après-vente des produits maraîchers dans quatre centres maraîchers proche de Kinshasa, on a remarqué que les revenus des ménages étaient affectés pour les soins de santé à 23.5%, scolarité à 18.3%, le paiement loyer à 1,7% [16].

Les éleveurs doivent être sensibilisés au travail en collaboration avec les agents vétérinaires et vice versa : les intervenants en élevage doivent donner l'exemple pour ce qui concerne l'hygiène et les soins [18].

La production de cultures maraîchères après fertilisation à l'engrais provenant de l'élevage des porcs fait que le compost a un effet favorable sur la fertilité du sol. Les engrais organiques sont utilisés en fertilisation de fond et libèrent progressivement des éléments nutritifs à la bonne santé des plantes. Pour une même espèce animale, l'alimentation, le type et la qualité de litière sont les facteurs qui influencent le bon rendement agricole [15].

En milieu rural, la libéralisation s'est traduite par un retrait de soutien de l'Etat aux activités de production (encadrement des producteurs, crédits de campagne et une hausse des prix des intrants). Nous sommes d'avis que la pauvreté en milieu rural s'est progressivement installée, il y a faible rémunération des activités agricoles [18].

5 CONCLUSION

Un élevage de porc sans conditions favorables d'élevage n'est pas rentable. Il est indispensable d'utiliser toutes les stratégies possibles pour que l'éleveur ait sa part rémunératrice. Dans le cas qui est le nôtre, notamment avec l'intégration de la culture maraîchère et les autres cultures pouvant permettre de pourvoir les moyens financiers et les aliments des porcs que l'élevage de porc devient plus bénéfique en augmentant les revenus des ménages pratiquant ces activités.

Dans nos investigations nous avons fait recours à la culture des amarantes et des aubergines dans la recherche des stratégies en vue de répondre à la disponibilité des aliments de porc car il faut vendre les légumes produits dans le bref délai pour trouver les aliments sous forme des concentrés destinés à nourrir les porcs.

La contribution des cultures maraîchères à l'alimentation des porcs a été abordée pour deux niveaux :

- La contribution indirecte par les revenus générés qui permettent l'achat des aliments pour les porcs.
- La modalité des cultures des amarantes et des aubergines et la contribution directe par la consommation des légumes dans les ménages pratiquant ces activités.

De ce fait, l'élevage de porc est plus prolifique pour plusieurs raisons énumérées ci-haut et son impact socio-économique est justifié dans la chefferie de Ngweshe.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement le Comité de Gestion de l'ISEAV- Walungu pour la facilitation dans la réalisation de ce travail. Aussi les ménages engagés et qui sont des ambassadeurs de la vulgarisation de ce système.

REFERENCES

- [1] Lhoste P., 1987, L'association agriculture-élevage. Evolution du système agropastoral au Sine-Saloum (Sénégal) CIRAD-IEMET, Etudes et synthèses, n° 21, 314 p.
- [2] Novartis, Douala 1998, La voix du paysan, Recueil de fiches techniques pour l'entrepreneur rural, (Edité avec l'appui de la GTZ).
- [3] Henk Waaijenberg, 1981, Le jardin potager sous les tropiques Agromisa CTA, Pays-Bas, 55 pages
- [4] Soltner D., 1993, La reproduction des animaux d'élevage. Collection Sciences et Techniques agricoles, 2^{ème} édition, 232 p
- [5] Tudorascu R et Petrescu G., 1979, Zootechnie Générale, UNAZA, IFA-Yangambi, PUZA, 249p
- [6] Vincent Gerbe, 1980, Votre potager biologique, Edition Dangles 18 rue lavoisier France 160 pages
- [7] (H) Serres, 1982, Précis d'élevage de Porc en Zone Tropicale, Ministère de la Coopération et du développement, Paris. 337 pages.
- [8] Soltner D., 1994, Alimentation des animaux domestiques. Collection Sciences et Techniques agricoles, 20^{ème} éd. 240 p.
- [9] (O.de) Bretagne, Paris 1982, Mémento de l'éleveur de Porc, 3^e Edition, Rue de Bercy, 75505 Paris cedex 12 P.480 pages.
- [10] Hunter, 2006, La santé animale, principales maladies Ouœ CTA Karhala. 312 pages.
- [11] Anonyme, 2009, Fiche technique sur l'élevage des porcs, comité Anti-Bwaki(CAB) inédit.
- [12] Ministère française des affaires étrangères, Paris 2009 Mémento de l'Agronome, Edition Quœ.
- [13] Anonyme, 2008, Fiches techniques des Cultures maraichères, Comité Anti-Bwaki inédit.
- [14] Anonyme, 2012, Rapport de l'inspection agricole de territoire (ITAPEL Walungu).
- [15] Roguet et al, 2009, Référentiel environnemental et socio économique des systèmes d'élevage porcin conventionnel français ; inédit du porc, France 2009. Nombre de pages 1-12
- [16] Anonyme, 2010, Fiche technique 1-8, IFDC CATALIST.
- [17] S Bognini et al, 2010, Cultures maraichères et sécurité alimentaire en milieu rural ; Ougadougou. pg 1 – 13.
- [18] FAO, 2012, Production et santé animale/ Secteur porcin R. D. Congo.

Analyse de comportements de la clientèle de particuliers et leur impact sur le risque actif-passif bancaire

Cherif EL MSIYAH¹⁻²

¹FSJES Ain Sebaâ, Université Hassan II Casablanca, Morocco

²Laboratoire d'Economie d'Orléans-LEO, Université d'Orléans, France

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

ABSTRACT: L'article analyse les comportements de clients particuliers des banques et leur impact en termes d'exercice des options cachées. Les risques subis par la banque sont ensuite illustrés par l'utilisation d'un modèle comportemental, qui dépend essentiellement de taux d'intérêt, appliqué à un portefeuille actif passif pour projeter les flux et mesurer la perte potentielle (VaR). Les résultats montrent que la VaR du portefeuille actif-passif baisse suite à la diminution d'arbitrage des dépôts à vue avec les autres produits du passif bancaire. On constate également, qu'en cas d'absence d'arbitrage des dépôts à vue, la VaR du portefeuille actif-passif est toujours nulle quelque soit le taux de remboursements anticipés.

KEYWORDS: comportements de clients, options cachées, option de remboursement anticipé, option d'arbitrage des dépôts à vue, projection de flux, risques actif-passif.

JET CLASSIFICATION: G17, G18, G21.

1 INTRODUCTION

L'un des rôles principaux des banques commerciales est la transformation de liquidité et de maturité. Ce rôle est entaché de plusieurs risques dont les plus importants, qui peuvent affecter l'équilibre actif-passif de la banque, sont liés aux comportements de la clientèle de particuliers.

Les comportements de clients se traduisent par l'exercice des options détenues par ces derniers dans des conditions différentes et suivant différents degrés de rationalité. En effet, les clients disposent de nombreuses options qui peuvent être exercées selon le degré de rationalité et de jugement de chaque client, lui-même fonction des différents facteurs. Cette diversité en termes de rationalité de la clientèle de particuliers fait qu'il n'existe pas de frontières optimales d'exercice au sens traditionnel du terme. L'exercice des options cachées peut être même très massif ou quasiment nul selon les comportements des clients souvent fonction de nombreux facteurs.

On distingue deux catégories d'options cachées dans le bilan d'une banque. Certaines de ces options sont intégrées dans les produits de l'actif du bilan comme l'option de remboursement anticipé ou de réduction des emprunts, d'autres sont liées aux produits de passif comme les options d'arbitrage des dépôts à vue avec d'autres produits de passif et l'option de retrait ou de transfert.

Plusieurs articles analysent les comportements de clients en termes d'exercice des options cachées. Pour la plupart de ces articles, l'objectif étant de valoriser les options cachées [Jarrow, R. A., D. R. van Deventer (1998)] et [Demey, P. et al (2000)] et d'étudier les limites de cette valorisation [Simon, A. (2005)], et [Entrop, O. et al (2009)]. D'autres articles, étudient la projection des flux, essentiellement en utilisant des modèles comportementaux, et la relation de ces derniers avec l'évolution de taux d'intérêt [Frachot, A. (2001)], [Demey, P. et al (2003)], [Quémar J. L., V. Golitin (2005)], [Al meriouh, y. et y. Regragui (2015)] et [Turpin, F., A. Adam (2004)].

Notre contribution s'inscrit plutôt dans le cadre de la dernière démarche, en proposant d'analyser et de tester l'impact de l'exercice des options cachées sur les flux et les risques actif-passif des banques. Nous utilisons pour cela un modèle comportemental, qui dépend essentiellement de taux d'intérêt, et nous appliquons ce modèle à un portefeuille actif-passif pour projeter les flux et mesurer la perte potentielle par la VaR. Ainsi, après avoir présenté une analyse de comportement de la clientèle de particuliers dans la section 1, nous étudions les modèles de projection de flux et d'évaluation de risque dans la section 2. L'application de ces modèles à un portefeuille actif-passif se fait dans la section 3.

2 ANALYSE ET IMPACT DE COMPORTEMENTS DE LA CLIENTELE DE PARTICULIERS

Nous analysons l'impact de comportements des clients sur l'écoulement des postes de l'actif et de passif du bilan bancaire. L'impact en termes de risque est ensuite illustré en cas de baisse et de hausse de taux d'intérêt.

2.1 IMPACT DE COMPORTEMENTS ET ECOULEMENT DES POSTES DE BILAN

2.1.1 L'ÉCOULEMENT DES POSTES DE BILAN

2.1.1.1 L'ÉCOULEMENT DU STOCK ET DE PRODUCTIONS NOUVELLES FUTURES

Le stock constitué pour un poste de bilan donné, contient des produits rentrés au bilan à différentes dates passées. Pour certains produits, l'écoulement du stock n'est pas représentatif de l'écoulement des différentes productions nouvelles passées qui composent ce stock, c'est le cas par exemple des prêts où l'incitation de remboursement anticipé diffère en fonction de l'ancienneté du contrat. En revanche, pour les différents produits de maturité non définie dans le passif de la banque comme les dépôts à vue (DAV), la date d'entrée dans le bilan n'influence pas la date de sortie.

La différence de l'écoulement entre le stock et les productions nouvelles passées vient également du fait que les rentrées de ces dernières ont été effectuées durant des périodes caractérisées par des environnements économiques et financiers et des politiques commerciales différentes.

Pour évaluer l'écoulement effectif des différents postes de bilan sur un horizon donné, il faut projeter non seulement les stocks inscrits au bilan, mais aussi estimer les productions nouvelles futures et leurs écoulements effectifs. Du côté de l'actif, les productions nouvelles futures sont en partie à la main de l'institution à travers le refinancement sur le marché. La politique commerciale de l'institution peut également déterminer en partie les productions nouvelles futures au niveau du passif (cf. l'arrivée de nouveaux clients). Néanmoins, ces dernières sont beaucoup plus subies que décidées en comparaison avec celles du côté de l'actif.

2.1.1.2 ECOULEMENT DE L'ACTIF

L'écoulement des placements (obligations, actions, immobiliers et autres produits financiers) est en quelque sorte à la main de l'institution. Les flux des obligations sont définis¹. Pour les actions, immobiliers et autres produits à flux variables ou indexés, l'écoulement peut être prévu de manière plus ou moins simple. Toutefois, étant donné que l'écoulement de ces postes dépend également de celui des postes du passif, l'écoulement effectif peut être différent de celui prévu en absence de cette interaction actif-passif.

L'écoulement effectif des prêts à la clientèle de particuliers, principalement les prêts de longue durée comme les prêts immobiliers, peut être très différent de l'écoulement contractuel qui est connu et identifié à partir de la fonction d'amortissement. L'écoulement effectif doit prendre, en plus de l'écoulement contractuel, l'impact de remboursements anticipés et autres facteurs explicatifs.

2.1.1.3 ECOULEMENT DU PASSIF

¹ Même pour les obligations à clause de remboursement anticipé, les flux futurs peuvent être adéquatement estimés du fait de la rationalité des agents sur le marché.

Dans les banques, l'incertitude de flux vient essentiellement du caractère non échéancé de la plus grande partie de produits du passif. Ces produits à maturité non définie, dits aussi "produits non échéancés", sont constitués en grande partie par les dépôts à vue et autres produits non échéancés comme les comptes à terme et les livrets d'épargne.

Les dépôts à vue qui sont exigibles à tout moment peuvent rester indéfiniment dans le bilan ou disparaître brusquement. Toutefois, il est plus réaliste de considérer qu'il existe des *core deposits* dont l'inertie est très forte et qui constitue une moyenne de liquidité à moyen terme [Demey, P. et al (2003)]. Les banques fixent ainsi des conventions d'écoulement qui reflètent les prévisions effectuées en fonction de leur stratégie et de variables explicatives de l'écoulement.

2.1.2 LES VARIABLES EXPLICATIVES DE L'ÉCOULEMENT

Comme souligné, l'écoulement des stocks et des productions nouvelles futures de la plupart des postes de bilan ne sont pas totalement à la main de la banque. L'écoulement effectif peut dépendre de multiples variables de différentes natures telles que la conjoncture économique (taux d'intérêt par exemple), les comportements des clients, le contexte concurrentiel, la politique commerciale de l'institution, la saisonnalité, etc.

Suivant Demey, P. et al (2003), la littérature distingue trois types de variables explicatives de l'écoulement que nous résumons comme suit :

- Les variables relatives au client comme l'âge, la situation familiale, la catégorie socioprofessionnelle. Dans les banques, pour des raisons historiques et de volume des données à entrer, ces variables ne remontent pas dans le système d'information de gestion actif-passif, bien que les tendances actuelles principalement aux Etats-Unis aillent de plus en plus dans le sens de prise en compte de ce type de variables pour l'estimation des flux futurs ;
- Les variables relatives au produit comme le taux client, la date de génération du produit, les caractéristiques fiscales et réglementaires du produit, le positionnement du produit dans l'offre commerciale de l'institution, etc. Ces variables sont bien prises en compte dans les systèmes d'information de gestion actif-passif des banques ;
- Les variables macroéconomiques comme le taux d'intérêt, le taux d'inflation, le taux de croissance du PIB, le marché immobilier, le marché des actions. Etant donné que le rôle du gestionnaire actif-passif est de mesurer le risque et de proposer des couvertures, seuls les risques assez importants qui peuvent être couverts, et pour lesquels l'institution dispose d'une expertise, peuvent être inclus de manière adéquate dans les modèles de gestion actif-passif. Dans les banques, le taux d'intérêt est pratiquement la seule variable prise en compte. Il faut souligner également que le taux d'intérêt capte une bonne part des fluctuations macro-économiques, croissance économique et inflation inclus.

2.1.3 ANALYSE DE COMPORTEMENT ET IMPACT SUR L'ÉCOULEMENT

Les variables explicatives de l'écoulement peuvent influencer différemment le comportement des clients et, par conséquent, l'écoulement effectifs des postes de bilan.

2.1.3.1 VARIABLES QUI IMPACTENT LE COMPORTEMENT

La clientèle de particuliers dispose de nombreuses options cachées (remboursement anticipés des crédits, arbitrage entre placements, transfert d'un produit à un autre, retrait des dépôts...) qui peuvent être exercées en cas d'évolution de certaines variables. Ainsi par exemple, l'évolution de taux d'intérêt peut avoir un impact important en termes d'exercice des options cachées.

Pour les prêts immobiliers par exemple, les remboursements anticipés dépendent de plusieurs variables dont les plus importantes sont:

- Le taux d'intérêt : la baisse de taux d'intérêt peut amener le client à refinancer son projet ou à renégocier le taux ;
- L'âge du prêt : Le gain obtenu (l'écart entre le *mark-to-market* du prêt et le capital restant dû) dans le cas de refinancement ou de renégociation du taux dépend non seulement de la baisse de taux d'intérêt mais également de la durée résiduelle du prêt. Plus l'écart de taux au moment de refinancement ou de renégociation du taux est élevé, et plus la maturité résiduelle est élevée, plus le gain obtenu est élevé..
- Le prix de marché, leur volatilité, la saisonnalité peuvent aussi amener le client à déménager ou à vendre le bien immobilier et rembourser le prêt par anticipation.

- D'autres causes de remboursement anticipé peuvent être la volonté de se désendetter, l'héritage, le décès, le divorce, la mutation professionnelle....

Pour les comptes de passif bancaire à maturité non définie, dit "produits non échancés", l'arbitrage des clients (arbitrage entre placements, transfert d'un produit à un autre plus rémunérateur, etc.) dépend principalement de taux d'intérêt qui impact directement la rémunération des différents postes du passif. Comme pour les remboursements anticipés, d'autres variables macroéconomiques, variables relatives au client et variables relatives au produit peuvent être prises en compte essentiellement en termes de comportement de gestion courante des comptes (dépôts et retrait)

2.1.3.2 IMPACT DE COMPORTEMENT SUR LES FLUX FUTURS

Le comportement de clients, impacté par différentes variables, se traduit par l'incertitude de flux futurs de différents postes du bilan. En plus des flux certains définis contractuellement pour différents produits de bilan, une grande partie des flux peut être incertaine et dépend des comportements des clients via différentes variables explicatives soulignées auparavant. L'écoulement des prêts immobiliers est conduit en grande partie par l'exercice des options de remboursements anticipés alors que l'écoulement effectif des produits non échancés du passif peut être très volatile en fonction de l'arbitrage des clients.

Toute fois cet impact des options cachées sur l'écoulement est difficilement mesurable car l'exercice des options cachées par la clientèle de particuliers n'est pas identiquement rationnel en comparaison avec l'exercice des options cachées par les contreparties financières qui est très prédictible (cf. les obligations avec clause de remboursement anticipé). Cette diversité en termes de rationalité [Frachot, A. (2001)] parfaite de la clientèle de particuliers, liées au manque d'informations suffisantes, fait qu'il n'existe pas de frontières optimales d'exercice au sens traditionnel du terme. L'exercice des options cachées peut être même très massif ou quasiment nul selon l'appréciation des clients souvent fonction de nombreux facteurs.

2.2 L'IMPACT DU COMPORTEMENT SUR LES RISQUES ACTIF-PASSIF

Le risque actif-passif dans les banques vient essentiellement de leur structure du bilan et des différentes options cachées détenues à la fois par la clientèle de particuliers et par la banque elle-même à travers sa stratégie commerciale et de financement. Le décalage résultant en termes de volume et d'échéance des flux entre l'actif et le passif peut se traduire par un risque important en fonction de l'évolution de taux d'intérêt et autres facteurs de risque.

En pratique, le risque actif-passif dans le bilan des banques vient essentiellement du taux d'intérêt. L'impact des autres facteurs n'est pas significatif en cas d'arbitrage ou de remboursement anticipé dans un contexte de taux constant.

En séparant l'impact direct des facteurs explicatifs de l'écoulement sur l'actif, le passif et les deux à la fois et l'impact indirect par l'intermédiaire des options cachées, nous proposons d'analyser l'impact de l'exercice de ces dernières en fonction, principalement², de l'évolution de taux d'intérêt.

2.2.1 RISQUES DE COMPORTEMENT EN CAS D'AUGMENTATION DE TAUX D'INTERET

L'augmentation de taux d'intérêt peut influencer fortement le comportement des clients en termes d'arbitrage entre les dépôts à vue et autres produits de faible rémunération avec d'autres produits du passif offrant un taux de rémunération plus élevé, ou même par le transfert des dépôts à vue à des produits plus rémunérateurs sur le marché (cf. contrats d'assurances vie). Ce comportement des déposants affecte non seulement les flux du passif mais également ceux de l'actif.

2.2.1.1 RISQUE DE LIQUIDATION

Si les taux d'intérêt augmentent, la banque doit emprunter à taux élevé ou céder des titres liquides pour faire face à ses besoins de liquidité. Or, durant les périodes de taux élevés, le risque de liquidité se traduit de deux manières :

² Il faut souligner néanmoins que le taux d'intérêt traduit plusieurs facteurs macro-économiques

- les titres de taux sont généralement en moins-value. Outre les obligations et autres titres de taux, la majorité des actifs dans le portefeuille d'investissement (les prêts) ne sont pas liquides³.
- L'augmentation du coût des sources de financement. A ce niveau, en plus de l'augmentation des coûts de sources de financement externe, l'accélération des exercices des options d'arbitrage et de transfert peuvent aggraver d'avantage le risque de liquidité. Ainsi, le risque de liquidité n'est pas propre aux options d'**arbitrage** et de transfert mais ces dernières peuvent aggraver ce risque en cas d'augmentation de taux d'intérêt.

2.2.1.2 RISQUE DE REPRICING

Un actif de maturité moyenne plus élevée que celle du passif dans les banques a également comme conséquence des révisions plus fréquentes des taux clients des produits de passif en comparaison avec ceux de l'actif. Dans ce cas, l'augmentation de taux d'intérêt peut se traduire par :

- un coût de financement élevé suite à une augmentation plus importante et plus rapide de coût du passif en comparaison avec le gain qui peut être obtenu au niveau de l'actif. Comme souligné auparavant, cette augmentation du coût de passif, vient non seulement du coût de financement à l'externe, mais en partie de l'**arbitrage** des clients pour des produits plus rémunérateur suite à l'augmentation de taux d'intérêt.
- En plus de l'incertitude sur les nouveaux taux client au moment de révision, l'incertitude porte également sur la durée avant la révision. Là aussi, si le taux d'intérêt augmente plus rapidement, l'**arbitrage** peut également être très massif

L'impact d'exercice des options d'arbitrage et de transfert aggrave encore plus le risque d'augmentation de taux d'intérêt qui est le risque actif-passif principal (en comparaison avec le risque de baisse de taux et les risques engendrés par les autres facteurs). Dans les banques, l'actif a une duration moyenne plus longue que celle du passif. L'augmentation de taux d'intérêt affecte ainsi davantage la valeur de marché de l'actif que celle du passif, ce qui diminue la valeur du bilan et augmente le capital requis pour la couverture de ce risque. L'augmentation de taux d'intérêt a également comme impact la baisse de la production nouvelle à court terme. Cela concerne les crédits (immobiliers) et dans certaines limites les dépôts à vue au profit des dépôts à terme et autres produits de passif plus rémunérateur.

2.2.2 RISQUES DE COMPORTEMENT EN CAS DE BAISSSE DE TAUX D'INTERET

La baisse de taux d'intérêt peut conduire à des remboursements ou renégociations massives des prêts bancaires. Cela concerne beaucoup plus les prêts de long terme comme les prêts immobilier où le client peut être incité par le gain à réaliser par le remboursement ou la renégociation de son emprunt.

La baisse de taux peut ainsi se traduire par le risque de réinvestissement qui est en partie à cause de remboursements anticipés. En cas de baisse de taux d'intérêt, le réinvestissement des crédits remboursés se fait à des taux plus bas pour un niveau de risque, au niveau du passif, inchangé.

Ce risque de réinvestissement peut s'aggraver par l'investissement des flux du passif à un taux plus bas qui peuvent dans certains cas ne pas suffire à couvrir des dépenses et rémunérations garanties, d'autant plus que la baisse de taux peut se traduire par l'augmentation des versements et la diminution du nombre de clôtures pour certain compte du passif (dépôts à vue, certains produits d'épargne) mais aussi par l'augmentation de volume des prêts distribués.

Toutefois étant donné que les dépôts à vue, qui constitue la plus grande partie de productions nouvelles surtout durant les périodes de taux bas, sont faiblement ou non rémunérés, le risque de réinvestissement n'est pas trop significatif pour les banques. En outre, sachant que la duration de l'actif est plus élevée que celle du passif, la baisse de taux d'intérêt reste globalement positive pour les banques.

On peut dire que la baisse de taux se concrétise essentiellement par le manque à gagner suite à l'exercice des options de remboursement anticipé et non pas par des pertes potentielles comme dans le cas de l'augmentation de taux d'intérêt. Toutefois, si une phase baissière de taux est suivie par une tendance haussière de taux, le risque actif-passif peut augmenter de manière très importante et surtout s'il est accompagné par une vague potentielle d'arbitrage et de transfert.

³ Sauf titrisation des prêts, qui reste, toutefois, moins rentable dans le cas de hausse tendancielle de taux

3 MODELISATION DE COMPORTEMENTS ET EVALUATION DE RISQUE ACTIF-PASSIF

Un modèle de mesure du risque actif-passif commence en amont par la modélisation des flux futurs des différents postes du bilan. La mesure de la valeur économique du bilan, le calcul des indicateurs de risque comme la VaR sont faits ensuite par une évaluation en *Mark-to-Market*⁴ (*MtM*) de ces flux futurs.

3.1 PROJECTION DES FLUX FUTURS

En plus des flux certains définis contractuellement pour différents produits de bilan de la banque, une grande partie des flux peut être incertaine et dépend des comportements des clients via différentes variables explicatives dont le plus important est le taux d'intérêt.

3.1.1 MODÈLES D'ÉCOULEMENT

La méthode généralement utilisée dans le cadre de la gestion actif-passif consiste à utiliser un modèle d'écoulement comportemental et à projeter les flux de manière stochastique par la méthode de Monte Carlo.

Les modèles d'écoulement doivent prendre en compte la diversité de degré de rationalité de l'exercice des options cachées par la clientèle de particuliers. En effet, les clients disposent de nombreuses options qui peuvent être exercées selon le degré de rationalité et de jugement de chaque client en fonction des différents facteurs. Demey, P. et al (2003) distinguent deux formes de modèles comportementaux :

- Modèles à forme réduite : ces modèles relient l'exercice des options cachées à différents facteurs explicatifs. Pour les prêts immobiliers par exemple, le taux de remboursement anticipé peut être déterminé en fonction d'un nombre de variables comme l'âge du prêt, les caractéristiques fiscales et réglementaires du produit et le taux d'intérêt.
- Modèles semi-structurels : ce type de modèles s'inspire du modèle MKMV utilisé pour mesurer le risque de crédit. Suivant ce modèle, un client exerce par anticipation si le gain à réaliser a franchi un seuil donné. Ce seuil, qui est propre à chaque client, peut être déterminé en fonction de taux d'intérêt, de la maturité résiduelle et d'autres variables. Ceci permet de reprendre la logique de modèles à forme réduite en postulant une distribution des seuils, en fonction de ces variables, dans la population. Pour l'exemple des prêts immobiliers, un client rembourse par anticipation dès que le gain (l'écart entre le *MtM* de son prêt et le capital restant dû) passe en dessus d'un certain seuil qui lui est propre.

3.1.2 PROJECTION DES FLUX EN FONCTION DE TAUX D'INTERET

Le risque actif-passif dans le bilan des banques vient essentiellement du taux d'intérêt. En effet, l'impact des autres facteurs explicatifs de l'écoulement n'est pas significativement risqué en cas de flux durant un contexte de taux constants. En se limitant à l'impact du taux d'intérêt (qui lui-même traduit, en partie, l'impact d'autres variables macro-économiques et constitue le facteur le plus important de l'écoulement), le gestionnaire actif-passif doit projeter les flux futurs en fonction de son évolution.

Pour cela, un modèle de taux d'intérêt dit historique peut être utilisé. Ce type de modèle est calé sur des données historiques pour obtenir la distribution de taux d'intérêt à partir de laquelle le gestionnaire actif-passif peut estimer les flux futurs dépendant du taux d'intérêt.

La projection de flux futur ne concerne pas seulement l'écoulement des stocks, mais aussi celui productions nouvelles futures. Cette projection doit donc être intégrée et multidimensionnelle pour les différents postes du bilan.

3.2 ACTUALISATION ET VALORISATION DES FLUX FUTURS

L'évaluation en *MtM* d'un produit de bilan (actif ou passif) dépendant de taux d'intérêt consiste d'abord à projeter ses flux en fonction des taux futurs dans un univers historique. La valeur *MtM* est obtenue ensuite par l'actualisation dans un univers risque neutre de ces flux ou en utilisant la courbe des taux corrigés du risque. Il faut souligner toutefois que dans le

⁴Ou *Mark-to-Model* dans le cas où il n'y a pas de référence à une valeur de marché ou *Market Consistent Value* pour le passif.

cas de gestion actif-passif, seul le risque de taux d'intérêt doit être pris en considération pour la projection des flux. Les flux qui peuvent résulter des autres facteurs de risque notamment ceux de risque de crédit doivent être écartés.

3.2.1 LA COURBE DES TAUX DE MARCHÉ

La double utilisation de taux d'intérêt à la fois dans la projection et l'évaluation de flux requiert deux types de modèles de taux d'intérêt

- un modèle de taux d'intérêt dit historique calé sur des données historiques pour la projection des flux.
- un modèle de taux d'intérêt dit de marché⁵ calé sur des données de marché pour la l'actualisation des flux.

Pour le besoin de l'évaluation des flux futurs, la projection de l'évolution de taux d'intérêt permet de déduire la courbe de taux au comptant et à terme et le calcul de facteurs d'actualisation (prix des obligations zéro coupon). Le prix en t d'une obligation zéro coupon versant un flux unitaire certain en T est :

$$B(t, T - t) = \exp(-(T - t)R(t, T - t))$$

Où $R(t, T - t)$ est le taux au comptant à la date t sur une période de $(T - t)$

Le taux à terme implicite (ou taux forward) $F(t, s, T - s)$ déterminé en t commençant en s et de maturité $(T - s)$ peut être déduit à partir des taux au comptant par :

$$F(t, s, T - s) = \frac{(T - t)R(t, T - t) - (s - t)R(t, s - t)}{T - s}$$

$$\text{Donc : } F(t, s, T - s) = \frac{\ln B(t, s - t) - \ln B(t, T - t)}{T - s}$$

Le prix de zéro coupon à terme est : $B^f(t, s, T - s) = \frac{B(t, T - t)}{B(t, s - t)} = \exp[-(T - s) F(t, s, T - s)]$

Les deux types de modèles peuvent être de même forme mathématique (cf. modèle de Vasicek, de Heath-Jarrow-Merton ...). Toutefois, la calibration est différente. Dans le cas de modèle de marché, les paramètres sont calibrés sur des données de prix de marché alors que les modèles historiques les paramètres sont calés sur des données historiques et les anticipations des experts. La dynamique de taux, en revanche, peut être dans certains cas très proche.

3.2.2 EVALUATION DES FLUX CERTAINS

Dans le cas des flux certains la valeur MtM à la date t est donnée par :

$$MtM(t) = \sum_k c_k B(t, t_k - t)$$

Où C_k représente les flux futurs certains délivrés aux dates futures t_k

Cette formule d'évaluation est valable pour un actif de type emprunt d'État où les flux sont certains et indépendants du taux d'intérêt et du risque de défaut.

⁵ Ce type de modèle, appelés aussi modèles d'arbitrages, est utilisé par les salles de marché pour la valorisation et la couverture des produits dérivés, et permet également de calculer la valeur de tout produit de bilan et la couverture des options implicites. Ces modèles sont développés sous la probabilité risque-neutre et de ce fait ne traduisent pas la vraie dynamique de taux d'intérêt.

3.2.3 EVALUATION DES FLUX INCERTAINS

Pour la plupart des postes de bilan, les flux futurs dépendent du taux d'intérêt via l'exercice des différentes options cachées par la clientèle de particuliers. Dans ce cas, on distingue deux types de méthode d'évaluation ; la méthode dite *Option-Adjusted Spread* (OAS) et la méthode d'équivalent certain.

- **Méthode Option-Adjusted Spread (OAS)** : cette méthode consiste à actualiser les prévisions de flux avec la courbe des taux corrigée en rajoutant une prime de risque au taux sans risque. Cette prime de risque est appelée l'Option-Adjusted Spread (OAS). La valeur de marché des flux futurs est donnée par :

$$MtM(t) = \sum_k \tilde{C}_k \tilde{B}(t, t_k - t)$$

Où $\tilde{C}_k$ sont les flux futurs prévus délivrés aux dates futures t_k et $\tilde{B}(t, t_k - t)$ les facteurs d'actualisation corrigés du risque (les taux zéro coupon risqués) :

$$\tilde{B}(t, T - t) = \exp[-(T - t)(R(t, T - t) + OAS)]$$

La principale difficulté de cette méthode réside dans l'estimation de l'OAS pour les produits à flux incertains. En absence d'un cadre conceptuel permettant de relier les primes de risque aux conditions de marché d'aujourd'hui (dépendance de prime en le taux d'intérêt ou en la volatilité), l'estimation est généralement faite sur la base de l'historique ou implicitement à partir des actifs ayant des flux similaires à ceux qu'on cherche à évaluer mais qui ont déjà une valorisation observable sur le marché.

- **Méthode d'équivalent certain** : Cette méthode consiste à actualiser avec la courbe des taux sans risque l'équivalent certain des flux futurs. Contrairement à la méthode l'OAS, la correction pour risque porte sur le calcul de l'équivalent certain des flux plutôt que sur la courbe des taux. Dans cette méthode, on distingue trois étapes :
 - La projection des flux futurs ;
 - Le calcul de l'espérance des flux projetés sous la probabilité risque neutre ;
 - L'actualisation de l'espérance des flux avec le taux sans risque.

La formule d'évaluation s'écrit alors :

$$MtM(t) = \sum_k E_t^{t_k}(\tilde{C}_k) B(t, t_k - t)$$

Où $E_t^{t_k}(\tilde{C}_k)$ l'équivalent certain (l'espérance sous la probabilité risque neutre) des flux futurs.

L'utilisation de l'hypothèse d'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA) par cette formule permet une valorisation relativement simple des flux incertains dépendants de taux d'intérêt. Cela est essentiellement vrai pour les instruments négociés sur un marché proposant un grand nombre d'instruments de couverture et dont l'exercice des options cachées par les contreparties financières est très prédictible (cf. les obligations avec clause de remboursement anticipé). Néanmoins, pour la plupart des produits de bilan d'une banque où les contreparties sont des clientèles de particuliers (prêt, dépôts...), la fiabilité de cette méthode demeure relativement limitée dans le contexte de la gestion actif-passif, même si elle est de plus en plus utilisée et encouragée par les textes réglementaires (Bâle II et Solvabilité II).

3.3 MESURE DE RISQUE ACTIF-PASSIF

Le risque actif-passif du bilan est généralement déterminé par la mesure VaR. Cette mesure suppose par construction l'estimation MtM des différents produits du bilan. La VaR est ainsi calculée conjointement sur l'actif et le passif.

Le portefeuille bancaire est caractérisé par un long horizon⁶. La mesure VaR doit donc être adaptée à un horizon comparable à celui de la projection au niveau de l'actif et du passif. La longueur de l'horizon utilisé doit être suffisante pour

⁶ Contrairement au portefeuille de négociation

déceler les problèmes d'inadéquation actif-passif. Pour des raisons de faisabilité, un horizon de 8 à 15 ans est généralement utilisé. Au-delà de l'horizon utilisé, la variation est supposée constante.

La mesure du capital économique par la VaR au niveau du bilan est généralement effectuée sur une année (suivant Bale II). En se positionnant à la date initiale de mesure, le bilan doit être projeté sur un horizon d'environ 10 ans. La valeur économique du bilan à la date initiale est calculée par la différence entre la valeur du marché de l'actif et le *market consistent value* du passif. Le bilan est ensuite projeté dans un an sur l'horizon restant, en prenant en compte les déformations du bilan sur la première année, entre la date initiale et la date de l'estimation de la distribution de valeurs du bilan. Ainsi, pour un grand nombre de scénarios où chaque scénario mesure la valeur économique du bilan dans un an, la simulation de Monte Carlo permet d'estimer la distribution de pertes/gains et la VaR à cette date. Le capital économique est enfin déterminé en déduisant la VaR de la valeur économique du bilan à la date initiale.

La projection et l'évaluation des flux de bilan reposent sur des hypothèses détaillées de l'évolution future des taux, de comportements de la clientèle, de la production nouvelle future ainsi que sur la stratégie adoptée par l'institution concernant la révision des taux appliqués, l'allocation des actifs et les couvertures.

En plus d'une projection stochastique⁷ du bilan pour l'évaluation de sa valeur économique, l'institution doit également procéder à une analyse complémentaire en testant la valeur du bilan sous différents scénarios extrêmes. Cette dernière méthode est également utilisée comme substitut de la simulation de Monte Carlo pour la mesure du capital économique dans les situations où la réévaluation de l'actif ou du passif a besoin de trop de temps d'exécution ou dans le cas de non disponibilité d'un modèle stochastique adéquat. Dans ce cas, le capital économique est calculé pour un ensemble de *worst case scenarios*. Ces derniers doivent être représentatifs de ceux qui sont censés déterminer la queue de la distribution des pertes.

Aux résultats futurs de l'évaluation stochastique et d'analyse du bilan par le *stress testing*, il faut également rajouter les résultats futurs de la couverture et prendre en compte l'impact de décisions de gestionnaires. L'intervalle d'un an entre la date initiale et la date d'évaluation de la valeur économique du bilan laisse un laps de temps suffisant pour que ces derniers réagissent par la couverture des risque et autres mesures correctives.

4 APPLICATION A UN PORTEFEUILLE ACTIF-PASSIF

L'objectif est de tester l'impact des comportements des clients sur l'exercice des options cachés et par conséquence l'impact cet exercice sur le niveau de risque actif-passif (mesuré par la VaR). On se limite dans notre application à l'impact de taux d'intérêt sur le comportement des clients en termes d'exercice des options cachées⁸

4.1 PRÉSENTATION DU PORTEFEUILLE

Pour analyser l'impact des comportements de la clientèle de particuliers en termes de risque actif-passif, nous nous limitons à un modèle simplifié de projection et de valorisation de flux futurs. Le portefeuille actif-passif est représentatif d'un bilan fermé où les flux futurs sont limités à ceux générés par le portefeuille lui-même.

- L'actif est constitué par des crédits immobiliers
- Le passif est constitué de dépôts à vue (DAV)

On considère ainsi un portefeuille actif-passif où les dépôts à vue (DAV) au niveau du passif finance des prêts immobiliers au niveau de l'actif.

⁷En pratique, les modèles actif-passif sont un mélange de variables stochastiques et déterministes.

⁸Comme souligné auparavant, l'impact des autres facteurs n'est pas significativement risqué en cas de flux durant un contexte de taux constants

CREDIT IMMOBILIER AVEC REMBOURSEMENT ANTICIPE

- Nous considérons un crédit donnant droit à des mensualités constantes durant $T = 10$ ans .
- puisqu'on teste que le risque de taux d'intérêt, on ignore les causes de rachats anticipés liés aux déménagements, vente du bien immobilier et autres (volonté de se désendetter, héritage, décès,...)
- l'évaluation en MtM consiste à évaluer les flux futurs d'un prêt immobilier en utilisant la courbe des taux sans risque corrigé de risque (on rajoute une prime de risque à tous les taux sans risque). La prime de risque est déterminée à la date initiale par la méthode OAS en supposant que les flux du prêt sont certains.

DÉPÔTS À VUE (DAV)

- Les banques font la distinction entre une composante statique et une composante dite optionnelle. La première décrit le comportement du client en termes de gestion de ses encaisses et ne dépend pas de taux d'intérêt. Elle contient une partie d'échéance longue dite stable, ou structurelle, et une partie dite volatile, fluctuante ou conjoncturelle. La deuxième composante, en revanche, représente les arbitrages des clients avec d'autres produits financiers et dépend de taux d'intérêt. Ainsi, pour mesurer uniquement l'impact de taux d'intérêt, seule la partie stable et optionnelle des DAV est considérée. Ce qui permet de supposer que les DAV sont investis entièrement au niveau de l'actif.
- on suppose également que l'attrition et la conquête se compensent ou sont nulles ; on projette la valeur d'un portefeuille fermé sur l'horizon.
- sous ces deux hypothèses, l'encours futur n'est influencé que par l'arbitrage de clients avec d'autres produits du passif. Suite à une hausse de taux d'intérêt (et donc de la rémunération de ces derniers), les clients peuvent retirer leurs DAV pour les placer dans d'autres produits financiers. Cela permet également d'écarter l'encours du aux comportements de clients en termes de gestion de ses encaisses et de prendre en compte seulement le comportement en terme de taux d'intérêt.
- on suppose que l'arbitrage des DAV peut intervenir à n'importe quelle date en fonction de l'évolution de taux d'intérêt. On utilise ainsi une convention déterministe *in fine* qui permet de supposer qu'en dehors d'un arbitrage des clients en cas d'évolution de taux d'intérêt, les DAV restent constants jusqu'à une certaine maturité ($T=10$ ans dans notre modèle) puis disparaissent entièrement.

4.2 LA VALORISATION DE L'ACTIF ET DU PASSIF

Les modèles utilisés ci-dessous pour la valorisation de l'actif et du passif sont inespérés de Demey, P. et al (2000) et (2003) et Frachot, A. (2001). Toutefois, la formulation reste spécifique au contexte dans lequel nous travaillons.

4.2.1 PROJECTION DE TAUX D'INTERET PAR LE MODELE DE VASICEK

Dans le modèle de Vasicek, le taux court r_t est supposé suivre un processus de diffusion de type Ornstein-Uhlenbeck :

$$dr_t = a(b - r_t) dt + \sigma_r dW_t^1$$

- ✓ r_t taux court à l'instant t
- ✓ b représente la moyenne à long terme autour de laquelle évolue le taux court r_t ;
- ✓ a force de rappel vers b
- ✓ σ_r volatilité de taux
- ✓ W_t^1 un mouvement brownien standard

Pour b , a et σ_r fixés, la courbe de taux zéro-coupon (ZC) est donnée par :

$$R(t, T) = R_\infty - (R_\infty - r_t) \left[\frac{1 - \exp(-a(T-t))}{a(T-t)} \right] + \frac{\sigma_r^2}{a^2} \left[\frac{[1 - \exp(-a(T-t))]^2}{4a(T-t)} \right]$$

Avec $R_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} R(0, t) = b + \frac{\lambda \sigma}{a} - \frac{\sigma^2}{2a^2}$ où λ est la prime de risque supposée constante.

Le prix en t d'une obligation zéro-coupon versant un flux unitaire certain en T est :

$$B(t, T - t) = \exp(-(T - t)R(t, T - t))$$

Ainsi, l'évolution de taux d'intérêt est simulée en utilisant le modèle de Vasicek avec les paramètres suivants $r_0 = 0,04; b = 0,07; a = 0,25; \sigma_r = 0,02; \lambda = 0,2$

4.2.2 VALORISATION DE L'ACTIF

En supposant que les mensualités sont réinvesties au taux sans risque en vigueur jusqu'au l'échéance du prêt, la distribution de la valeur de l'actif en $t=1$ de 1€ investi dans un prêt immobilier avec réinvestissement des mensualités est :

$$\left[\int_0^{T^p} m \exp[(T - s)R(s, T - s)] ds + CRD(T^p) \exp[(T - T^p)R(T^p, T - T^p)] \right] B(t, T - t)$$

- ✓ T^p la date de remboursement anticipé.
- ✓ m la mensualité constante établie initialement dans le contrat du prêt.
- ✓ $CRD(T^p)$ le capital restant dû en T^p .

A une date T^p , le client demande à être remboursé par anticipation lorsque l'écart entre le *MtM* de son prêt et le capital restant dû à cette date, est suffisamment important, soit :

$$\int_{T^p+dt}^T m \tilde{B}(T^p, s - T^p) ds > v CRD(T^p)$$

$v > 1$ est propre à chaque client. On peut tester ainsi différentes valeurs de v . Par exemple, on peut dire que le client rembourse par anticipation dès que v devient supérieur à 1,05, 1,10

$\tilde{B}(t, T - t) = \exp(-(T - t)\tilde{R}(t, T - t))$ est le prix de ZC risquée dont les taux risqué $\tilde{R}(t, T - t)$ est de $\tilde{R}(t, T - t) = R(t, T - t) + OAS$

4.2.3 VALORISATION DU PASSIF

En supposant les DAV sont rémérés au taux constant c et qu'en cas d'arbitrage le client opte pour l'investissement de ses DAV dans un actif qui rapporte le taux sans risque, la distribution de la valeur de l'engagement (DAV) à la date $t=1$ est donnée par :

$$\exp(cT^d) \exp((T - T^d)R(T^d, T - T^d)) B(t, T - t)$$

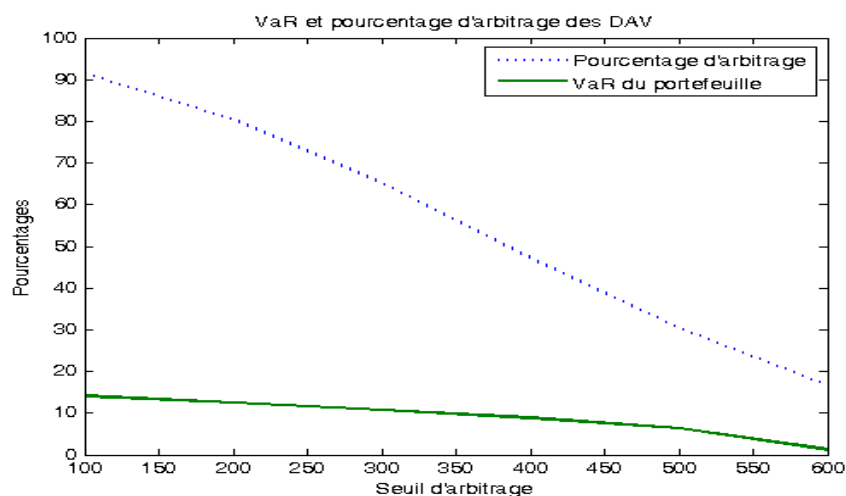
Où T^d est la date d'arbitrage du client

On peut dire que les clients retirent leurs DAV pour les placer dans d'autres produits financiers ou de manière équivalente procèdent à l'arbitrage entre les DAV et les autres produits dès que le taux de marché augmente de manière prolongée. Dans le modèle, l'arbitrage intervient quand les taux courts à 1 mois, 2 mois ...12 mois augmentent simultanément avec au moins p points de base.

4.3 RÉSULTATS

Nous avons testé l'évolution de l'exercice des options cachées et de mesures de risque (par la VaR) en fonctions des seuils fixés. La VaR actif-passif est obtenue à partir de la distribution de la valeur nette du portefeuille actif-passif en $t=1$, et déterminée en pourcentage de la valeur initiale de l'actif du portefeuille.

L'évolution de la VaR et du taux d'arbitrage des DAV en fonction de l'augmentation du seuil d'arbitrage est donnée dans le graphique suivant, pour un taux de remboursements anticipés nul.

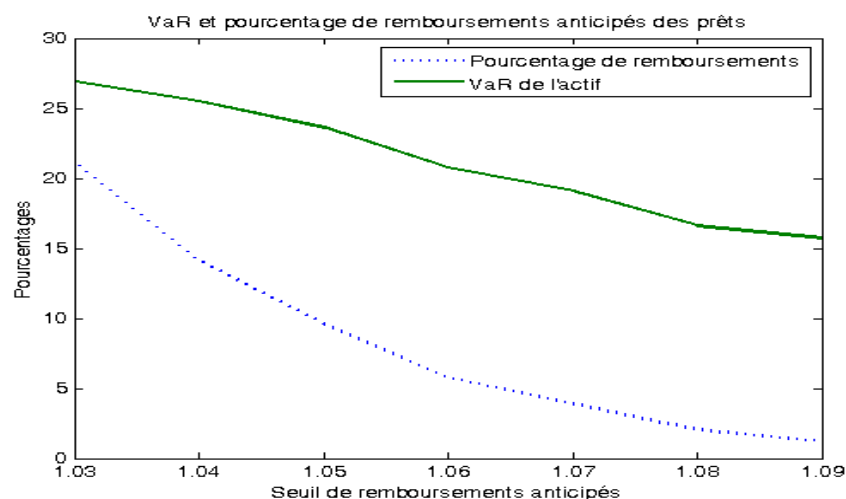


En absence de remboursements anticipés des prêts, ce graphique nous permet d'isoler l'impact d'arbitrage des DAV sur la VaR. Cette dernière baisse avec la diminution d'arbitrage des clients qui est lui-même est fonction de l'évolution de taux d'intérêt. Ainsi, dès que le taux d'arbitrage passe la barre de 20%, le risque (mesuré par la VaR) devient significatif et peut menacer la solvabilité et l'équilibre actif-passif du portefeuille représentatif. Il faut souligné que cette application ne traite que le risque lié au comportement d'arbitrage à l'interne de la banque (arbitrage pour un actif qui rapporte le taux sans risque) sans pour autant traiter le problème de transfert à l'externe et le problème de liquidité qui peut en résulter.

On a constaté également qu'en cas d'absence d'arbitrage de DAV avec un produit qui rapporte le taux sans risque, la VaR est toujours nulle quelque soit le taux de remboursements anticipés. Cela peut être expliqué par la faible rémunération des DAV (considéré égale à 0,5% dans le modèle), ce qui peut correspondre à ce qui est pratiqué en moyenne.

Dans notre modèle où le prêt au niveau de l'actif est supposé être financé entièrement par les DAV, la banque réalise un gain même dans le cas de remboursements anticipés massifs des prêts. Intuitivement, on peut conclure que les remboursements anticipés des prêts ne constituent un risque pour les banques que dans le cas où le passif devient onéreux par l'augmentation de la part des produits rémunérés. Cela correspond à l'idée théorique, qu'on a soulignée dans le corps du texte, où les banques ne sont que faiblement exposées au risque de baisse de taux. Cependant, une inversion rapide et importante de la courbe de taux suite à la phase de baisse de taux pourrait être très risquée pour la banque.

Cela se confirme en se focalisant sur les prêts au niveau de l'actif du portefeuille bancaire, on constate que la VaR de l'actif est assez importante pour les différents scénarios de seuil de remboursements anticipés.



L'exercice des options cachées dans les banques apparaît relativement moins risqué au niveau global du portefeuille. Cela peut être expliqué par la compensation actif-passif de taux en termes d'exercice des options (arbitrages de DAV en cas d'augmentation de taux et de remboursements anticipés en cas de baisse de taux). La deuxième explication vient d'un passif (DAV) moins onéreux pour les banques, d'autant plus que les remboursements anticipés interviennent durant les périodes de baisse de taux, conditions généralement favorables pour les banques.

5 CONCLUSION

Ce papier se base sur un modèle comportemental dépendant essentiellement de taux d'intérêt pour illustrer le risque de comportement des clients bancaires. L'application se fait sur un simple portefeuille actif-passif constitué d'un prêt immobilier et des dépôts à vue. Cela nous a permis de projeter et d'évaluer les flux d'actif et de passif du portefeuille en utilisant le modèle de Vasicek de taux d'intérêt et des formules stochastiques d'évaluation d'actif et de passif dans le cadre d'une simulation Monte Carlo.

Les résultats apparaissent intuitivement corrects. Toutefois, il faut souligner les limites de cette modélisation liées tout d'abord à la composition du portefeuille considéré et ses hypothèses sous-jacentes ainsi qu'aux facteurs pris en compte par le modèle comportemental. Ce dernier doit se baser sur des données réelles et prendre en compte non seulement le taux d'intérêt, comme facteur principal de risque, pour construire la distribution des seuils d'exercice à un an.

La méthode peut donc être généralisée dans le cadre d'un travail de simulation actif-passif globale et intégrée. L'impact de comportements des clients en termes d'exercices des options cachées peut ainsi être valorisé, tarifié et couvert dans ce cadre global.

REFERENCES

- [1] Al meriouh, y., y. Regragui (2015), Gestion du risque de liquidités : problématique du comportement de la clientèle bancaire marocaine, international journal of innovation and scientific research issn 2351-8014 vol. 18 no. 2 oct. 2015, pp. 285-296
- [2] Bossy, M., N. Pistre, D. Talay (1997), Etude numérique de sensibilité d'un bilan de société d'assurance dans le cadre de contrats avec option de sortie, revue Banque & Marchés, No.28, Mai-Juin 1997.
- [3] Demey, P., A. Frachot, G. Riboulet (2000), Note sur l'évaluation de l'option de remboursement anticipé, Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais
- [4] Demey, P., A. Frachot, G. Riboulet (2003), L'introduction de la gestion actif-passif bancaire, Economica
- [5] Entrop, O., A. Krombach, C. Memmel, M. Wilkens (2009), Non-maturing Assets and Liabilities of Banks : Valuation and Risk Measurement, Paper conducted as part of a research visit to the Deutsche Bundesbank
- [6] Frachot, A. (2001), A note of behavioral models for managing optionality in banking book, Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais
- [7] Jarrow, R. A., D. R. van Deventer (1998), The arbitrage-free valuation and hedging of demand deposits and credit card loans, Journal of Banking and Finance 22 (3), 249_272.

- [8] Kumar, P. (2004), Learning about investment risk: The effects of structural uncertainty on dynamic investment, *Journal of Economic Behavior & Organization* Vol. 60 (2006) 205–229
- [9] Mittler, G. (2002), Fortis Capital Needs and Financing, Presentation Fortis Day, 18 April 2002
- [10] Quémard J. L., V. Golitin (2005), Le risque de taux d'intérêt dans le système bancaire français, *Revue de la Stabilité Financière*, N° 6 - Juin 2005
- [11] Simon, A. (2005), Les modèles d'évaluation financière s'appliquent-ils à l'immobilier ?, *Réflexions immobilières* 2005, pp. Novembre 2005, HAL Sciences de l'Homme et de la Société, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00163741>
- [12] Turpin, F., A. Adam (2004), Capital Économique et Gestion Actif Passif dans la Banque de Détail et l'Assurance-vie, Présentation à l'AFGAP le 08/01/2004.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET PRODUCTION AGRICOLE : CAPITALISATION DES PRATIQUES CULTURALES POUR LA SECURITE ALIMENTAIRE AU BENIN

[CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURAL PRODUCTION: CAPITALISATION OF THE FARMING TECHNIQUES FOR THE FOOD SECURITY IN BENIN]

Jean Bosco Kpatindé VODOUNOU

Université de Parakou, Département de Géographie, BP 123 Parakou, Benin

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

ABSTRACT: The capitalization of the farming techniques for food security in Benin has been studied. The effects of climate change and the rainfall changeableness have modified not only the dates of seedling but also the abandonment of some speculations. In order to ensure their food security, the populations have revisioned their farming techniques. The climate data which were used for this work are obtained with the ASECNA and those socio-economic were collected near 300 producers. As a matter of fact, in the north 40% of the yielded speculations today can be considered as introduced twenty years ago. In this area in the years 60s there are crops such as yam, voandzou, maize, peanuts, and garden pea. The current crops are yam, maize, and sorghum. Crops such as peanuts, voandzou are more and more withdrawn from the speculation ranges. Furthermore, the situation in the centre of Benin is enough animated. In effect, about 65% yielded speculations in the past were abandoned at the profit of new estimated ones more adapted to the current climatic conditions. To ensure their food security, the populations have spared the speculations such as maize, yam, and peanut. Crops such as sorghum, millet, voandzou and garden peas are almost given up and replaced by soya which represents now the speculation that occupies 45% of the farmed surfaces. In the south of the country, about 30% only of the farming techniques have undergone changes. The climatic changeableness has provoked for instance the introduction of cotton crop which in the past was quasi impossible.

KEYWORDS: Food, Climate, Impact, Resilience, Speculation, vulnerability.

RESUME: La capitalisation des pratiques culturelles pour la sécurité alimentaire au Bénin a été étudiée. Les effets du changement climatique et les variabilités pluviométriques ont provoqué des modifications non seulement des dates de semis mais aussi l'abandon de certaines spéculations. Pour assurer leur sécurité alimentaire, les populations ont révisé leur pratique culturelle. Les données climatiques qui ont servi pour ce travail sont obtenues à l'ASECNA et celles socioéconomiques ont été collectées auprès de 300 producteurs. Ainsi, dans le nord, 40 % des spéculations produites aujourd'hui sont introduites il y a moins de 20 ans. Dans cette partie, étaient pratiquées, dans les années 60, les cultures de l'igname, du voandzou, de l'arachide et du pois d'angole. Les productions en cours sont l'igname, le maïs, le sorgho. Les cultures de l'arachide, du voandzou sont de plus en plus abandonnées. Par ailleurs, la situation dans le centre-Bénin est assez mouvementée. En effet, environ 65 % des spéculations produites autrefois sont délaissées au profit de nouvelles, estimées plus adaptées aux conditions climatiques actuelles. Pour assurer leur sécurité en alimentation, les populations ont conservé les spéculations comme le maïs, l'igname, l'arachide. Les cultures du sorgho, du mil, du voandzou, du pois d'angole sont presque abandonnées et remplacées par celle du soja qui représente actuellement la spéculation la plus importante (45 % des espaces cultivés). Dans la partie sud du pays environ 30 % des pratiques ont connu des changements. La variabilité climatique a provoqué l'introduction de la culture de coton qui autrefois était quasi impossible.

MOTS-CLEFS: Alimentation, Climat, Impact, Résilience, Spéculation, Vulnérabilité.

1 INTRODUCTION

Les effets profonds du changement climatique sur l'agriculture, couplés avec la faible résilience et la grande vulnérabilité des populations aux chocs, pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être [1]. Il devient impérieux de mieux comprendre les efforts déployés par les cultivateurs pour faire face aux changements climatiques qui les affectent et les obligent à changer de pratiques. Actuellement, les changements climatiques sont au centre des préoccupations aussi bien des acteurs scientifiques que des décideurs politiques au niveau mondial [2] car ils constituent un des nombreux obstacles au développement [3]. Les changements climatiques ont un impact direct sur la production agricole, puisque les systèmes agricoles dépendent de la nature du climat [4]. Cet impact est particulièrement important dans les pays en développement où l'agriculture constitue la principale source d'emploi et de revenus pour la majorité de la population [5]. Les changements climatiques et leurs conséquences socio environnementales sont encore plus perceptibles en considérant le niveau local [6], [7].

Des perturbations sont portées à l'agriculture pluviale qui représente 96 % des superficies cultivées en Afrique subsaharienne, 87 % en Amérique du Sud et 61 % en Asie. Dans les zones marginales semi-arides sujettes aux saisons sèches prolongées, le risque de pertes de récolte augmentera. Si la stabilité de la production ne peut être assurée, les populations seront forcées à migrer. Selon la FAO, d'ici 2080, les terres non adaptées à l'agriculture pluviale en Afrique subsaharienne à cause des aléas climatiques, des contraintes du sol ou du terrain pourraient augmenter de 30 à 60 millions d'hectares [8]. Avec les changements climatiques, les agriculteurs sont confrontés à des incertitudes et variabilités croissantes des disponibilités en eau, ainsi qu'à la fréquence accrue des sécheresses et des inondations. Toutefois, ces difficultés sont extrêmement variables d'un lieu à l'autre. Les scientifiques estiment que des températures élevées favoriseront l'agriculture aux latitudes septentrionales, tandis que de vastes zones des tropiques arides et semi-arides connaîtront une baisse des précipitations et des ruissellements – sombre perspective pour les pays de la région Afrique, déjà victimes d'insécurité alimentaire [9], [10]. Les modifications de la pluviométrie, de l'évaporation de l'eau du sol et de la transpiration devraient réduire les ruissellements d'ici 2060 dans certaines régions comme le Proche-Orient, l'Amérique centrale, le nord du Brésil, la bordure occidentale du Sahara et l'Afrique australe [8]. En revanche, les ruissellements augmenteront, par exemple, en Europe du Nord, au nord de la Chine, en Afrique Orientale et en Inde. Les ruissellements sont importants pour réapprovisionner les fleuves et les lacs, et, de ce fait, pour l'irrigation et pour la préservation des services écosystémiques.

Le Bénin est l'un des pays aussi vulnérables aux changements climatiques et à la variabilité climatique. Cette vulnérabilité est à la fois fonction du système climatique complexe du continent africain et de l'interaction de ce système avec les défis socio-économiques tels que la pauvreté endémique, la mauvaise gouvernance, l'accès limité aux marchés des capitaux mondiaux, la dégradation des écosystèmes, les catastrophes et conflits complexes ainsi que l'urbanisation; qui pourraient miner la capacité des communautés à s'adapter aux changements climatiques [4]. En plus de ces facteurs, les inégalités d'accès aux facteurs de production (la terre, l'eau, les intrants) entre les femmes et les hommes viennent renforcer les risques d'insécurité alimentaire dans les ménages. Le diagnostic fait sur les effets du changement climatique au Bénin, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes ainsi que les inondations sont trois risques climatiques majeurs pour la production agricole [1]. Dans la mesure où le changement climatique accroît la variabilité des précipitations et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, il sera un obstacle pour la sécurité alimentaire [11]. La sécurité alimentaire constitue donc une préoccupation majeure pour les autorités tant au niveau national que local. Si les producteurs indiquent leur connaissance des manifestations du changement climatique et que plusieurs études en font cas et même analysent les perceptions paysannes de ces modifications, très peu sont les travaux qui se sont intéressés à la capitalisation des acquis en Afrique.

Ainsi, la présente recherche étudie la capitalisation des pratiques culturelles pour la sécurité alimentaire développées par les paysans au Bénin. Elle vise à faire le bilan des expériences acquises dans le domaine de la production agricole. En effet, les populations béninoises sont confrontées à des problèmes liés à la production agricole comme le bouleversement du calendrier agricole et la baisse de pluviométrie. Cette production agricole n'arrive toujours pas à assurer la sécurité alimentaire qui est, à son tour mise à mal par des conditions particulièrement difficiles du climat. Dans le contexte des changements climatiques, les paysans béninois développent une adaptation visant à réduire la vulnérabilité ou à améliorer la résilience face à des changements observés ou prévus au niveau du climat à travers de nouveaux systèmes de production inspirés des partages d'expériences. Ces systèmes doivent être améliorés et partagés entre les communautés afin de garantir la sécurité alimentaire.

1.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

La République du Bénin est un pays de l'Afrique de l'Ouest qui a porté le nom de Dahomey jusqu'en 1975 ; elle est essentiellement agricole. Elle est située entre 0°45' et 3°55' de longitude Est et 6°10' et 12°25' de latitude Nord. Le Bénin se présente sous la forme d'un bloc perpendiculaire au littoral dans le Golfe de Guinée encore appelé Golfe du Bénin. Sa superficie est de 114 763 km². Il est limité au sud par l'Océan Atlantique, au nord par le Niger, au Nord-Ouest par le Burkina Faso, à l'est par le Nigeria et à l'Ouest par le Togo (figure 1). On y distingue trois types de climat : le climat subéquatorial au sud, le type soudanien au nord entre le 9^{ème} et le 12^{ème} parallèle et enfin, un climat de transition de type guinéo-congolais entre le 7^{ème} et le 9^{ème} parallèle. Ces climats sont certainement influencés par le relief en place.

Le relief est peu accidenté et comprend une région côtière, basse et sablonneuse limitée par des lagunes; un plateau d'argile ferrugineux ; un plateau silico-argileux, parsemé de quelques sous-bois; au Nord-Ouest, le Massif de l'Atacora (800 mètres); au Nord-Est, les plaines du Niger, silico-argileuses très fertiles. En dehors du massif de l'Atacora, le reste du pays est occupé par des plaines et plateaux drainés par un réseau hydrographique assez dense. Le Bénin se trouve ainsi partagé entre 4 bassins hydrographiques : le bassin de la Volta au nord-ouest, du Niger au nord, du Mono à l'ouest et de l'Ouémé au centre-sud. Ces bassins constituent l'assiette des types de végétation rencontrés.

Les traits caractéristiques des types de végétation du Bénin découlent de la situation géographique du pays à l'intérieur du hiatus dahoméen, encore appelé « Dahomeen Gap », qui se traduit par une interruption des denses forêts sempervirentes que connaissent les pays voisins comme le Nigéria et le Ghana. C'est dire qu'en dépit de sa position géographique apparemment favorable, le Bénin n'est pas un pays forestier. Cependant, il est couvert à près de 65% par une végétation arborée [12]. Il s'agit, pour l'essentiel, de végétations sub-équatoriales ou dérivées. L'ensemble de ces traits physiques abrite une population en pleine croissance.

En effet, le quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4) a permis de dénombrier 10 008 749 habitants résidents des deux sexes dont 5 120 929 personnes de sexe féminin, soit 51,2% de la population totale [13]. La majorité de cet effectif s'adonne à l'agriculture.

L'agriculture dominée par le coton, est la première activité du pays. Le reste des cultures (maïs, igname, niébé, arachide, soja, manioc, sorgho, riz) sont essentiellement réservées à la consommation locale des populations. L'élevage de bovins et porcins se fait surtout au nord du pays. La production de bois et de pêche reste modeste. L'industrie plutôt faible est le domaine des privés.

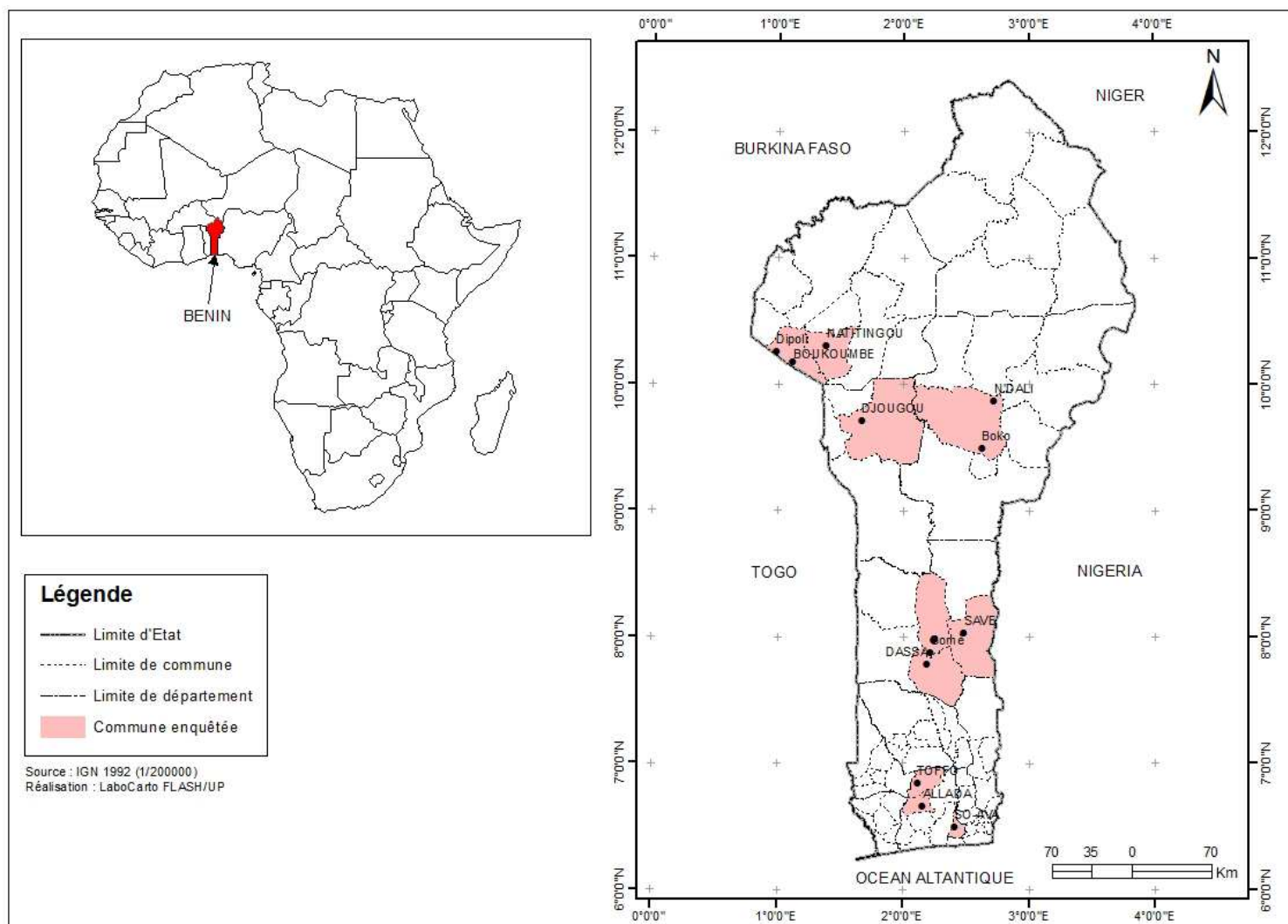


Figure 1 : Situation géographique du Bénin

2 MATERIELS ET METHODES

La collecte de données a combiné les méthodes quantitatives et qualitatives. Les données de positionnement géographique ont été collectées à partir d'un GPS, celles quantitatives (climatiques obtenues à l'Agence pour la Sécurité et la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar-ASECNA, etc.) et socioéconomiques sont consignées sur des grilles d'observation et des questionnaires. Ainsi, sont présentées les méthodes d'étude de la variabilité pluviométrique à travers les paramètres de tendance centrale, de dispersion et l'indice standardisé des précipitations pour les six stations synoptiques que compte le pays.

2.1 ETUDE DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE

Elle concerne les paramètres de tendance centrale, de dispersion et de mise en évidences des tendances.

2.1.1 PARAMETRES DE TENDANCE CENTRALE

La moyenne arithmétique est l'outil statistique le plus fréquemment utilisé dans les études de climatologie [14]. Dans cette étude, elle a été calculée sur une série de 46 ans, et elle demeure représentative du climat sur une longue période [15]). Elle s'obtient en faisant la somme des valeurs distinctes qui ont été observées, chacune d'elles étant affectée d'un poids égal à sa fréquence [16]. Elle s'exprime de la façon suivante :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{ avec } n : \text{le nombre d'observations.}$$

La moyenne $\bar{X}$ a permis d'identifier les différents rythmes pluviométriques, les champs moyens et de caractériser l'évolution de la pluviométrie.

2.1.2 PARAMETRES DE DISPERSION

Les paramètres de dispersion sont calculés à partir du paramètre fondamental de tendance centrale qu'est la moyenne. Ces paramètres de dispersion sont l'écart-type et le coefficient de variation.

❖ Coefficient de variation

C'est le moyen le plus utilisé pour tester et quantifier la variabilité d'une réalité ou d'un phénomène statistique. C'est le rapport de l'écart-type à la moyenne, exprimé en pourcentage [14]. Il s'écrit de la manière suivante : $Cv = \frac{\sigma(x)}{\bar{X}} \times 100$

$$\sigma(x) = \text{écart-type de la série et } \bar{X} = \text{moyenne}$$

Le coefficient de variation permet d'établir des comparaisons des degrés de variabilité de la pluviosité dans l'espace. Mais, il ne peut s'appliquer à toutes les régions, surtout dans les milieux désertiques, car parfois il exagère et amplifie la variabilité.

❖ Ecart type

Il est utilisé pour évaluer la dispersion absolue des valeurs autour de la valeur centrale [16]. Il se détermine par le calcul de la racine carrée de la variance :

$$\sigma(x) = \sqrt{v} \text{ où } v \text{ est la variance de la série.}$$

2.1.3 INDICE STANDARDISE DES PRECIPITATIONS OU (SPI)

A partir de l'écart type, l'indice standardisé des précipitations ou Standardized précipitations index (SPI) représentant les anomalies centrées réduites pluviométriques interannuelles, a été calculé [17]. Les anomalies se calculent par la formule

$$\text{suivante : } SPI_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma(x)}$$

SPI = indice standardisé des précipitations / anomalie centrée réduite pour l'année i

$\bar{X}$ = moyenne de la série

$\sigma(x)$ = écart-type de la série

2.2 METHODES DE COLLECTE DES DONNEES

Dix communes ont servi de cadre pour la collecte des données sur le terrain soit 13 %. A travers ces communes 64 villages ont été sélectionnés au hasard et se répartissent comme suit : trois (3) communes au sud-Bénin (Allada, Sô-Ava et Toffo) ; trois (3) au centre-Bénin (Dassa-Zoumé, Glazoué et Savè) ; au Nord-Bénin quatre(4) communes sont prises en compte (Boukombé, Djougou, N'Dali, Natitingou). Les données ont été collectées par questionnaires auprès de 30 agriculteurs par commune. Des entretiens de groupe ont été menés ainsi que des entrevues semi structurées avec un échantillon à choix raisonné de personnes ressources et des groupes de personnes fortement impliquées dans l'activité comme les structure d'encadrement.

2.3 METHODE D'ANALYSE DES DONNEES COLLECTEES

Les informations collectées ont fait l'objet d'un dépouillement sur Sphinx Plus. Les analyses ont eu pour base les données statistiques issues du traitement. Ainsi, des fréquences, moyennes ont été calculées Les résultats compilés et synthétisés ont été représentés sous forme de tableau et de graphiques.

2.4 TAUX DE COUVERTURE DU SYSTEME CULTURAL

Les données obtenues à partir des questionnaires et autres fiches ont été dépouillées manuellement et statistiquement. Pour mieux comprendre le système de culture pratiqué, le coefficient de Ruthenberg (R) a été calculé.

$R = \frac{N \times 100}{Cy}$ avec N, nombre d'années de culture, Cy, cycle d'utilisation de la terre = (durée de jachère + durée d'utilisation de la terre). Ce coefficient indique la proportion de terre cultivée par rapport à la surface totale de terre utilisée dans le temps.

si $R > 66$, on a un système de culture permanente ;

si $R < 33$, on parlera d'un système de culture itinérante ;

si $33 < R < 66$, on parlera de système de jachère.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 EVOLUTION GLOBALE DU CLIMAT AU BENIN

Les éléments fondamentaux de l'environnement physique de référence qui influencent les activités du secteur agricole sont le climat et la variabilité climatique, le relief, les sols, la végétation, la faune et le réseau hydrographique.

3.1.1 TYPES DE CLIMAT ET CARACTERISTIQUES

Le Bénin est dominé par un climat tropical subhumide, en grande partie contrôlé par la circulation de la mousson ouest africaine. Le pays est situé dans la zone de transition entre le climat équatorial au sud et un climat soudanien dans le nord. Le climat tropical subhumide du Bénin est affecté aussi bien par les deux masses d'air frais et humide de la mousson que par la masse d'air chaud et sec provenant du Sahara. Le Front Inter-Tropical (FIT) définit la frontière entre ces deux masses d'air. Il est approximativement localisé entre 7°N en janvier et 20 °N en août.

La situation, l'extension et le relief du Bénin introduisent de nombreuses variantes dans la répartition et l'intensité de la pluviométrie et de l'évapotranspiration. Ces données ont permis de distinguer trois grandes zones climatiques [18], [15] : (i) un climat subéquatorial caractérisé par un régime pluviométrique bi-modal ; il couvre le bassin côtier, de la côte à la latitude de 7°N. Il s'en suit un régime climatique à quatre saisons : une grande saison des pluies (avril - juillet) ; une petite saison sèche (août - septembre) ; une petite saison des pluies (octobre - novembre) et une grande saison sèche (décembre - mars). Sont observés dans cette zone une forte humidité relative moyenne (85 à 90%) et une température annuelle moyenne allant de 23 et 32°C. La pluviosité est décroissante d'Est en Ouest: de 1400 mm à Sakété à 950 mm à Grand-Popo ; (ii) une région de transition climatique entre les latitudes 7°N et 8°30'N, dont les régimes pluviométriques très instables et complexes. La zone de transition traduit la disparition progressive du minimum pluviométrique entre les deux maximums de pluie. La pluviométrie moyenne annuelle oscille entre 1000 et 1200 mm. Elle est plus élevée à l'ouest qu'à l'est. Les déficits et excédents sont plus accentués que dans la zone précédente. C'est un climat de type soudano-guinéen ; (iii) un climat tropical à pluviométrie uni-modale qui s'étend de la latitude 8°30'N à la latitude 12°30'N. On y observe deux saisons: une saison sèche et une saison pluvieuse. La hauteur moyenne annuelle des précipitations varie de 700 mm (extrême nord) à 1400 mm (zones montagneuses). Au cours de la saison sèche qui s'étend du mois de novembre au mois de mars, cette région est soumise à l'alizé saharien du Nord-Est très sec.

3.1.2 REGIMES SAISONNIERS

Entre novembre et mars, les régions centre et nord du Bénin se retrouvent au nord du FIT. Les alizés, connus sous le nom d'harmattan, prédominent en direction nord-est. L'harmattan souffle à travers le désert du Sahara ce qui le rend sec et poussiéreux. Entre novembre et janvier, l'harmattan est frais et provoque une saison sèche fraîche. De février à avril, la masse d'air s'échauffe progressivement pendant que le soleil s'approche du zénith. Les plus hautes températures annuelles sont enregistrées pendant cette saison chaude et sèche. La température moyenne maximale atteint 38,6°C en avril à Kandi.

La forte insolation journalière et les nuits claires et sèches aboutissent à une grande variation de l'amplitude thermique journalière qui dépasse 17°C à Kandi en février. Au contraire, la période humide et nuageuse d'avril à septembre est caractérisée par un cycle diurne de températures plus basses, avec une amplitude thermique journalière de 8,4°C en août à Kandi.

En mars et avril, l'énergie des rayonnements solaires croissante dans les régions du Sahel et du Sahara entraîne un renforcement et une progression vers le nord de la chaleur continentale basse. Dans cette lancée, la mousson, relativement fraîche, humide et la troposphère de façon instable, pénètre plus tard le continent. En avril, la ZCIT est localisée dans le Golfe de Guinée. Cependant, la grande dépression de la mousson et les excursions de court terme de la ZCIT depuis le nord déclenchent les premières pluies importantes dans le littoral (par exemple Cotonou). La première saison pluvieuse intense culmine en juin. Plus loin au nord du Bénin, la saison pluvieuse ne débute pas avant mai ou juin. À la fin du mois de juin, la ZCIT se déplace subitement à 10°N environ, entraînant une pluie abondante et des conditions nuageuses dans le centre et au nord du Bénin. Au nord de Savè, les précipitations maximales se produisent entre juillet et septembre. Pendant ces périodes, le littoral est affecté par la « petite saison sèche » qui est directement liée à la remontée des eaux froides côtières (phénomène de upwellings) aux températures de surface marine plus froides, et à la pluie qui en résulte. Le retrait rapide de la ZCIT vers l'équateur de septembre à novembre cause une seconde saison pluvieuse de moindre intensité dans le Sud. Vers la fin du mois de novembre, la ZCIT s'éloigne de la côte, dans la zone équatoriale du Golfe de Guinée.

Durant la saison sèche de décembre à janvier sur tout le Bénin, apparaissent les faibles quantités de précipitations. En général, on observe une diminution des précipitations vers le nord. Cependant, les précipitations annuelles moyennes à Natitingou constituent une exception en raison des implications orographiques induites par la chaîne de montagnes de l'Atacora (Tableau 1).

Tableau 1 : Valeurs moyennes annuelles des principaux éléments et paramètres climatologiques* pour les six stations synoptiques : normale 1961-2013

Station	Tmoy. [°C]	Tmin [°C]	Tmax [°C]	P [mm]	NJP [d]	Insol [h]
Kandi	27,7	21,0	34,3	1 008	67	3 045,2
Natitingou	27,0	20,8	33,2	1 232	89	2 678,4
Savè	27,4	21,9	32,8	1 105	75	2 203,6
Bohicon	27,6	22,6	32,5	1 105	77	2 176,8
Parakou	26,8	20,9	32,6	1 150	87	2 510,0
Cotonou	27,2	24,3	30,1	1 309	75	2 345,1

Source : d'après [15] et mis à jour

*Tmoy, Tmin et Tmax : Températures moyennes, minimales et maximales ; P : précipitations ; NJP : nombre de jours de pluie ; Insol : durée d'insolation

La figure 2 indique les stations synoptiques du Bénin et leurs diagrammes climatiques de la période 1961 – 2013.

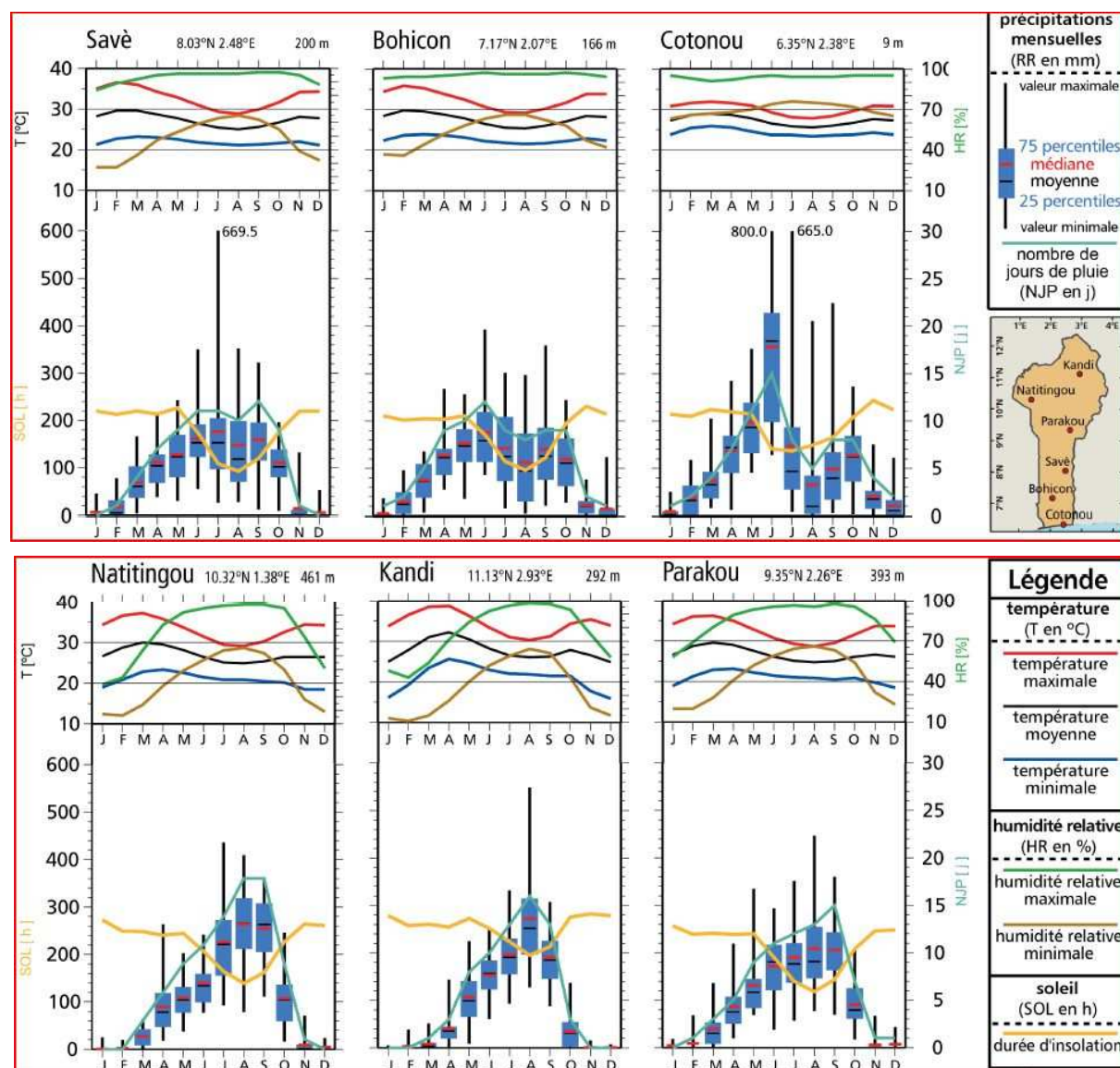


Figure 2: Localisation des six stations synoptiques du Bénin et leurs diagrammes climatiques de la période 1961 – 2013

Source : Données ASECNA, 1961-2013

Cette figure montre les moyennes mensuelles calculées sur 30 ans. Sont indiqués: la température moyenne (T en $^{\circ}\text{C}$), la température maximale moyenne (T_{max}), la température minimale moyenne (T_{min}), les moyennes maximales et minimales de l'humidité relative (HR en $\%$), la durée d'insolation mensuelle (SOL en h), et le nombre de jours où les précipitations dépassent 1 mm de hauteur (NJP en d). La quantité de précipitations mensuelles (RR en mm) est fournie par la moyenne, la médiane, le domaine de 25 à 75 percentile, et les valeurs absolues (d'après [15]).

Ces conditions météorologiques influencent fortement l'agriculture au Bénin qui est pour l'essentiel une agriculture pluviale. Toutes les variations observées ces dernières années ont modifié les pratiques agricoles et ont conduit aux systèmes de production rencontrés aujourd'hui.

3.2 SYSTEMES DE PRODUCTION

Les systèmes de production en place dans les différents secteurs sont des systèmes d'exploitations qui se caractérisent par la combinaison (nature et proportions) de leurs activités productives et de leurs moyens de production (terre, capital, travail). En principe l'étude des systèmes de productions inclut l'étude des sous-systèmes productifs (élevage, culture et

transformation) qui sont caractérisés par la nature des produits, les itinéraires techniques suivis et les rendements de ces productions (Figure 3). L'évolution des systèmes de production peut être caractérisée par plusieurs paramètres principaux : diversification/spécialisation (plus ou moins grande diversité des productions), intensification/extensification (en travail, capital ou intrant par unité de surface). Dans le cadre de cette étude, seuls les systèmes de cultures sont analysés.

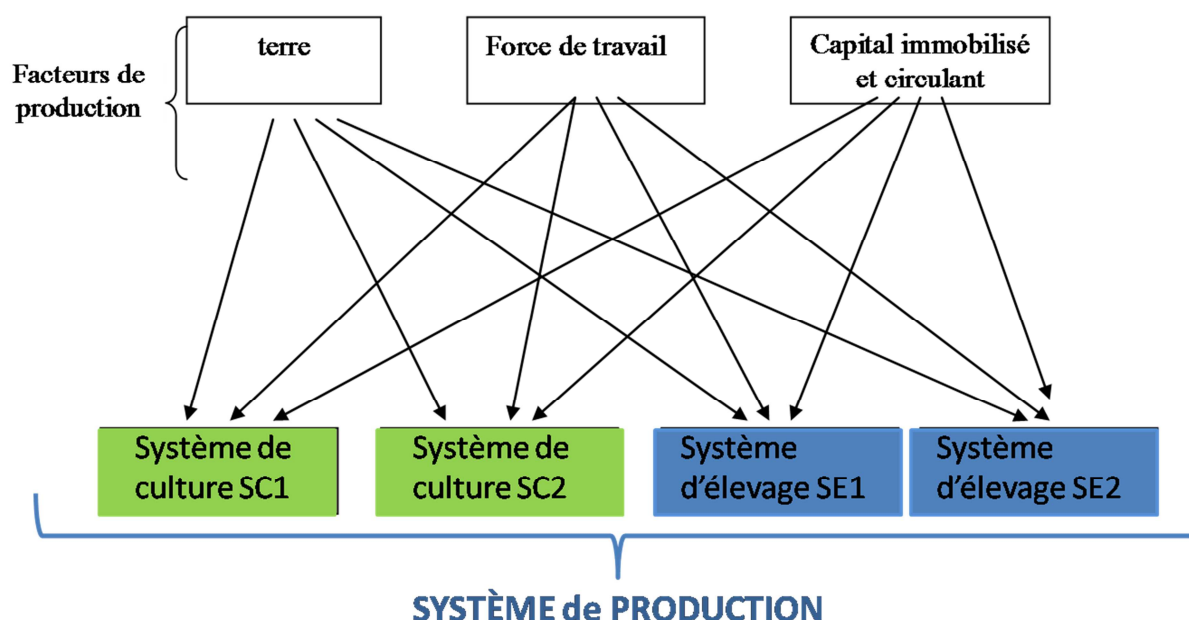


Figure 3 : Schématisation du système de production au Bénin

Source : Enquête de terrain, 2015

Dans l'ensemble, les systèmes de production rencontrés sont constitués de systèmes de culture et d'élevage. La transformation reste encore un maillon faible dans le système de production car les seules activités de transformation concernent les petites entreprises et sort du cadre du système de production à la base. Le système d'élevage aussi reste faible car il ne constitue pas l'activité principale mais une activité secondaire non négligeable car à chaque système de culture il y a un système d'élevage associé. Mais ce volet (système d'élevage) n'est pas présenté ici. La caractérisation de ces systèmes de production a permis de distinguer 6 groupes de système de production. Il s'agit des agriculteurs de montagne, des petits agropasteurs de montagne, des agropasteurs en culture attelée, des agriculteurs pluriactifs, des agropasteurs avec confiage et des agropasteurs moyens.

3.2.1 SYSTEME DE CULTURE ET PRATIQUES CULTURALES

Les caractéristiques des systèmes de culture sont multiples et variées. En effet, du sud au nord on rencontre une certaine constante dans le système de culture avec quelques variations qui sont liées aux conditions climatiques et pédologiques. Le tableau 3 présente la synthèse des systèmes de culture par zone.

Tableau 2 : Caractérisation des systèmes de culture par secteur

Paramètres	Secteurs		
	Sud	Centre	Nord
Caractérisation	Aucun aménagement spécifique, culture sous palmeraie, essences de savane régulièrement parcouru par le feu, Environ : 0,5-2 ha Aménagement de grande plantation (Hinvi, etc)	Aucun aménagement anti érosif/ Aménagement des bas-fonds, karité, néré, baobab, rônier, essences de savane régulièrement parcourues par le feu, Environ : 1-6 ha	Aucun aménagement anti érosif/ Aménagement avec cordon pierreux, proximité ou non d'un ruisseau temporaire, karité, néré, baobab, rônier, essences de savane régulièrement parcourues par le feu Environ ½-4 ha, forme rectangulaire
Localisation parcelle	Sommet de plateau, versant, plaine, bas-fond	Sommet de plateau, versant, flanc de colline, plaine d'inondation et bas-fond.	Versant de montagne, loin des habitations, difficile d'accès ; Plaine d'inondation ou piedmont, non loin des habitations.
Sol	Ferrallitique, sablo-argileux, hydromorphe	Sablo-argileux, sablo-limoneux, hydromorphe, ferrugineux avec concrétion par endroit	Sablo-argileux, foncé, hydromorphe, ferrugineux avec concrétion par endroit
Fumure (engrais organique et/ou minéral)	résidus de récolte comme fumure organique Usage de fumure minérale : NPK et Urée	résidus de récolte comme fumure organique Usage de fumure minérale : NPK et Urée	Aucune fumure minérale, résidus de récolte comme fumure organique Usage de fumure minérale : NPK et Urée
Rotation	- Maïs->haricot->manioc->jachère - Haricot->arachide->pois d'angole - Maïs->manioc->haricot - Maïs->haricot->piment+gombo	- Igname->maïs->haricot->manioc->jachère (0 à 2 ans) - Maïs+haricot->soja->manioc->jachère (0-2 ans) - Coton->igname->maïs->soja->arachide ->manioc->jachère (0-1 an) - Soja->arachide->haricot->manioc->jachère	- Sorgho->Fonio->vouandzou->Igname/jachère(3 ans) - Sorgho/mil->Sorgho/mil->Fonio->jachère (5-6 ans) - Maïs->sorgho->fonio->jachère (4ans) - Fonio+niébé->maïs+niébé->sorgho+niébé - Igname->sorgho->fonio->coton->soja - Coton->sorgho->maïs - Igname->maïs->fonio->mil
Itinéraire technique (ITK)	Défrichement(mars-avril)→labour et semis(mars-avril)→sarclage(mai-juin-juillet-août)→récolte(juin-juillet-août-septembre-octobre-novembre) Durée: 5-8 mois	Défrichement(mars-avril)→labour et semis(avril-mai)→sarclage(juin-juillet-août)→récolte(août-septembre-octobre-novembre) Durée: 5-7 mois	Défrichement (mars-avril-mai-juin)→labour et semis(mai-juin-juillet)→sarclage(juin-juillet-août)→récolte(septembre-octobre-novembre) Durée: 5-6 mois
Coefficient de Ruthenberg	79 %	Au centre sud : 77 % Au centre nord : 27 %	Au nord-est : 24 % Au nord-ouest : 56 %

Source : Données de terrain, septembre 2015

Au sud, il n'existe aucun aménagement spécifique pour la production de culture vivrière en dehors de quelques bas-fonds aménagés pour le riz. Les sites de cultures sont les sommets de plateaux, les versants, les plaines inondables et les bas-fonds. Les sols rencontrés sont ferrallitiques, sablo-argileux et hydromorphes par endroit. Dans cette zone la fumure organique (résidus de récolte) et la fumure minérale (NPK et Urée) sont utilisées pour la fertilisation du sol. Quatre système de rotation

sont enregistrés dans ce secteur : Maïs->haricot->manioc->jachère ; Haricot->arachide->pois d'angole ; Maïs->manioc->haricot ; Maïs->haricot->piment+gombo. L'itinéraire technique (ITK) indique que dès le mois de mars le défrichement commence suivi du labour+semis en entre mars et avril avec le sarclage qui intervient en mai, juin, juillet et parfois août ; la récolte se fait à partir de juin jusqu'en novembre. Ici, la saison peut durer jusqu'à 8 mois. Le coefficient de Ruthenberg calculé indique une valeur de 79 %, ce qui montre que c'est un système de culture permanente. En effet, le sud du Bénin est effectivement sous une pression démographique soutenue ce qui ne permet plus de laisser en jachère les terres mais plutôt de les exploiter constamment.

Au centre, les aménagements ne concernent que quelques bas-fonds et les emblavures varient entre 1 et 6 ha. C'est le domaine des savanes qui reçoit régulièrement les feux de végétation. Les parties mises en valeur sont les Sommets de plateau, les versants, les flancs de colline, les plaines d'inondation et les bas-fonds sur des sols sablo-argileux, sablo-limoneux, hydromorphes, ferrugineux avec concrétion par endroit. L'usage de résidus de récolte comme fumure organique et de fumure minérale : NPK et Urée est une pratique fréquente. Les systèmes de rotation rencontrés sont au nombre de 5 à savoir : Igname->maïs->haricot->manioc->jachère (0 à 2 ans) ; Maïs+haricot->soja->manioc->jachère (0-2 ans) ; Coton->igname->maïs->soja->arachide->manioc->jachère (0-1 an) ; Soja->arachide->haricot->manioc->jachère. L'ITK qui dure environ 5 à 7 mois commence par le défrichement (mars-avril) ensuite le labour et le semis (avril-mai) vient par la suite le sarclage (juin-juillet août) et enfin la récolte intervient entre août et novembre. Le coefficient de Ruthenberg (77 %) indique qu'au sud de ce secteur le système de culture est permanente tandis qu'au nord le système est de culture itinérante (27 %).

Enfin, au nord du pays, les aménagements antiérosifs sont ceux rencontrés sur les flancs de collines ou de montagne à l'ouest. A l'est on ne rencontre aucun aménagement de ce type. Les emblavures occupent entre 0,25 et 4 ha. Les parties cultivées sont les versants de montagne, loin des habitations et difficile d'accès ; les plaines d'inondation ou les piedmonts non loin des habitations. A certains endroits aucune fumure minérale n'est utilisée mais plutôt des résidus de récolte comme fumure organique. Par contre, à d'autres endroits l'usage de fumure minérale : NPK et Urée est abondant. Dans cette partie on a dénombré 7 systèmes de culture comme : Sorgho->Fonio->vouandzou->igname/jachère (3 ans) ; Sorgho/mil->Sorgho/mil->Fonio->jachère (5-6 ans) ; Maïs->sorgho->fonio->jachère (4ans) ; Fonio+niébé->maïs+niébé->sorgho+niébé ; Igname->sorgho->fonio->coton->soja ; Coton->sorgho->maïs ; Igname->maïs->fonio->mil. L'ITK dure environ 5-6 mois avec le défrichement (mars-avril-mai-juin), le labour et semis (mai-juin-juillet) le sarclage (juin-juillet août) et la récolte (septembre-octobre-novembre). Au nord-est le coefficient de Ruthenberg est de 24 % ce qui explique que le système de culture est une culture itinérante. Par contre, au nord-ouest, il est de 56 % ce qui veut dire qu'on a un système de jachère. Ces résultats montrent bien l'état que présente actuellement le paysage dans lequel baigne une population de plus en plus croissante.

La situation ainsi décrite rend compte de l'action conjuguée des conditions naturelles (climat, sol, etc.) et humaines (état de pauvreté, outils de travail, etc.). Il ressort de cette situation deux schémas globaux qui résument les conditions topographiques et environnementales des paysans du Bénin (Figure 4 et 5).

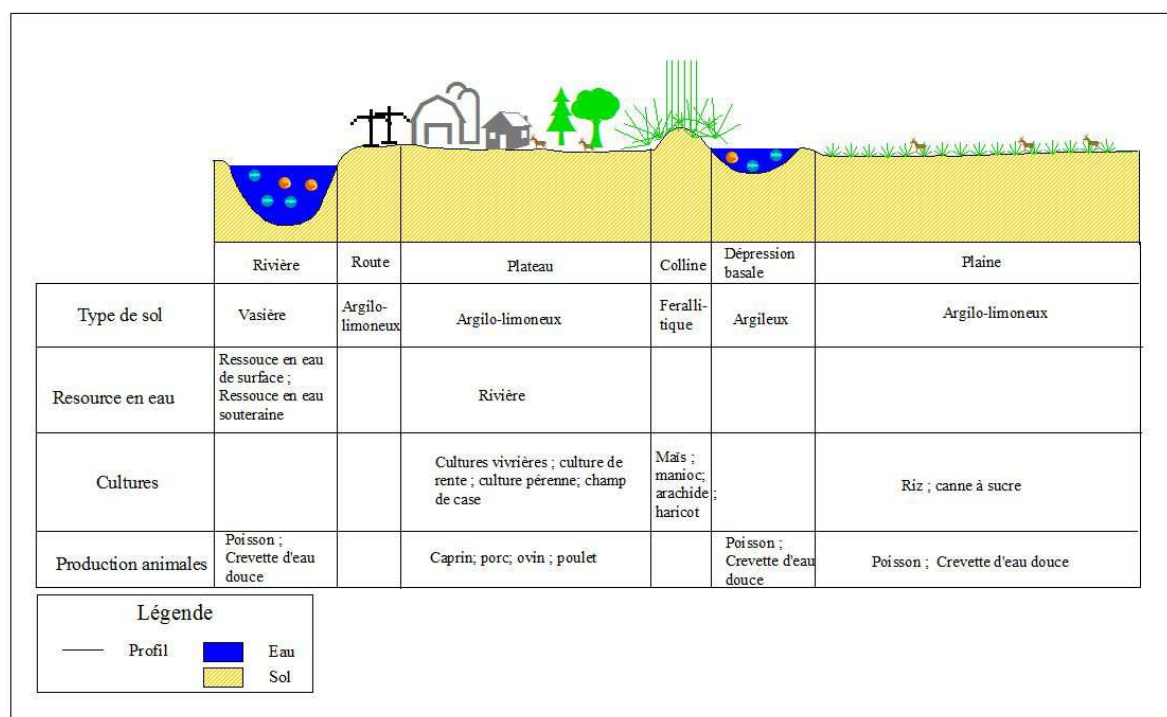


Figure 4 : Modèle du paysage agricole au sud, au centre et au nord-est

Source : Travaux de terrain, septembre 2015

Cette figure montre les différentes facettes topographiques qu'utilisent les paysans. De même, à travers ce schéma, il est facile de définir les contraintes liées aux différents niveaux d'exploitation. Les facteurs de production considérés sont les sols et les ressources en eau qui sont fortement influencés par les conditions climatiques. Ces facteurs combinés aux conditions climatiques sont très déterminants pour les systèmes de production.

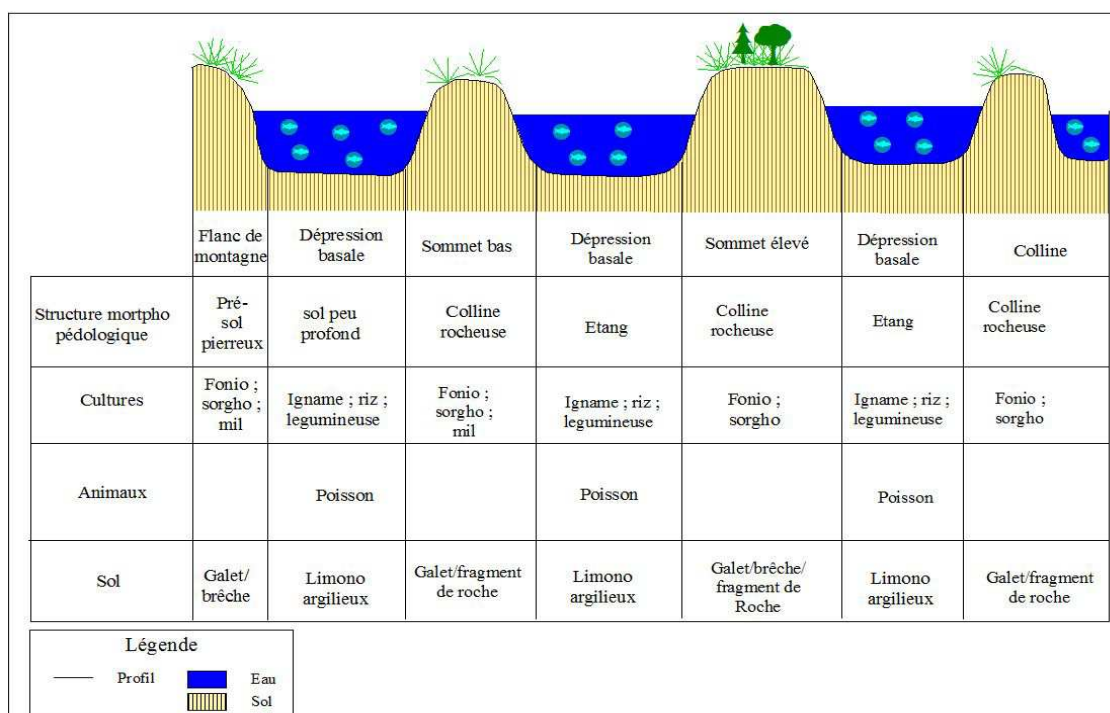


Figure 5 : Modèle du paysage agricole au nord

Source : Données de terrain, septembre 2015

Ce paysage est atypique à cause de la présence de la chaîne de l'Atacora qui influence beaucoup les conditions de travail des paysans et détermine les phénomènes climatiques auxquels le secteur est assujéti. Le système de production dans cette partie est non seulement conditionné par le paysage morphologique mais plus encore contraint par les conditions climatique de plus en plus rudes.

3.2.2 PERCEPTION PAYSANNE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PARTAGE D'EXPERIENCES

Les principales perceptions des changements climatiques des producteurs se réfèrent à une évolution récente de l'ordre d'une vingtaine d'années comparée à l'état d'il y a 40 ans. Elles sont synthétisées dans les réponses à la question semi-ouverte libre sur les changements climatiques perçus (Tableau 4). Les réponses les plus fréquentes ont trait à la mauvaise répartition des pluies et au raccourcissement de la saison des pluies (par la précocité des précipitations en février ou mars ou par un retard des pluies pour le mois de mai ou juin et par arrêt précoce des pluies). A noter aussi que l'existence de poches de sécheresse au cours de cette saison est citée plus de 233 fois. Peu de réponses (14 %) font état d'une baisse de la pluviométrie. Environ 18 % font même mention d'occurrence d'excès de pluies. Enfin, l'accroissement de vents violents est souvent cité ainsi que la chaleur excessive.

Tableau 3: Indicateurs de changement selon 3 paramètres climatiques

Paramètres climatiques	Indicateurs de changements
Pluviométrie	- Agressivité des pluies - Arrêt précoce des pluies - Diminution de la rosée - Disparition des pluies accompagnées de grêle - Fréquence de l'avortement des pluies - Fréquence des poches de sécheresse - Fréquente alternance inondation/sécheresse - Fréquence d'apparition d'arc-en-ciel en début de saison pluvieuse - Pluviosité en baisse - Raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse - Retard des pluies - Violence des tonnerres durant toute la saison pluvieuse
Température	- Fraicheur en début de saison pluvieuse - Froid intense et rigoureux - Poussée de température en août - Températures de plus en plus chaudes
Vent	- Apparition de tourbillons en saison pluvieuse - Augmentation des tourbillons - Fréquence de brouillard de poussière - Vents de plus en plus violents

Source : Enquête de terrain, septembre 2015

Les paysans dans leur majorité (près de 94 %) estiment que le retard des précipitations entraîne une série de conséquences palpables et visibles. La figure 6 montre la logique paysanne liée au retard des précipitations.

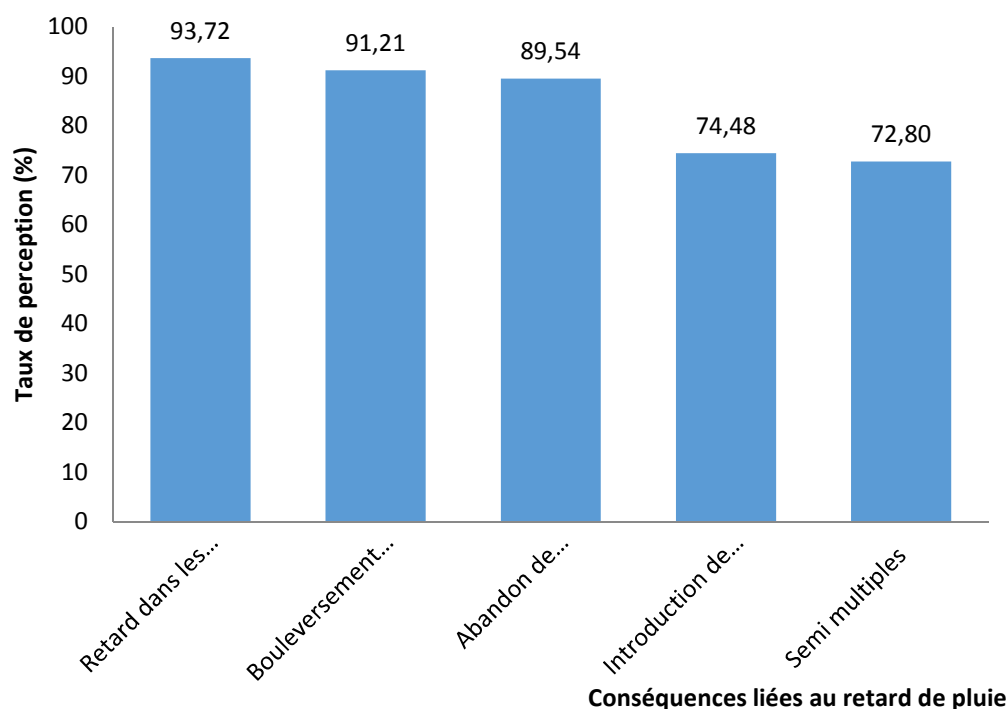


Figure 6 : Logique paysanne liée au retard des précipitations

Source : Enquête de terrain-2015

Pour les paysans du Bénin, du nord au sud, le retard dans les précipitations entraîne un bouleversement des dates de semis (91 %), abandon des certaines spéculations (89 %) à cause de leur cycle végétatif et de la crainte de l'arrêt précoce des pluies. C'est ce qui justifie l'introduction de nouvelles spéculations (75 %) à cycles court et aussi la répétition des semis (73 %).

La combinaison de plusieurs indicateurs de changements renforce les logiques et pratiques paysannes. Ainsi, par exemple l'irrégularité et le retard des précipitations ont entraîné l'abandon ou la régression de certaines spéculations autrefois fortement cultivées par les agriculteurs (figure 7).

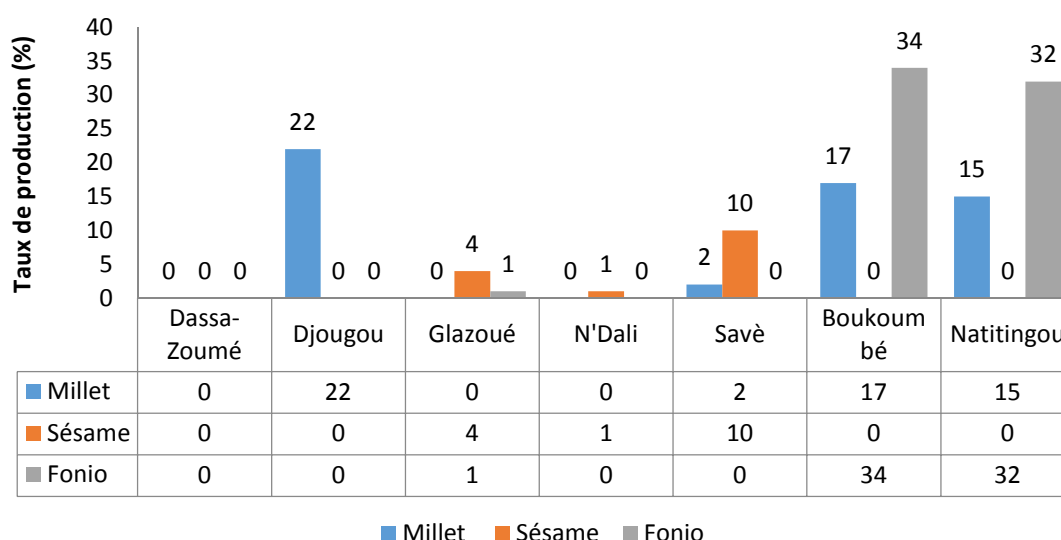


Figure 7 : Taux de production de certaines spéculations en régression ou abandonnées

Source : Enquête de terrain-2015

L'analyse de la figure 7 montre que certaines spéculations comme le millet, le sésame et le fonio ont complètement disparu dans la commune de Dassa-Zoumé. Dans l'ensemble, la culture du sésame pratiquée souvent par les femmes est en forte régression, seulement 10 % des agriculteurs le cultivent encore à Savè. Par contre, les autres spéculations sont en régression avec une faible production de fonio à Boukoumbé et à Natitingou. Quant au millet, aussi en régression, il est cultivé dans quatre communes avec 22 % à Djougou et une production presque nulle à Savè (2 %).

Malgré la recherche ou l'adoption de cultures à cycle court, les semis précoces et tardifs, la réduction des emblavures et même l'usage de fertilisants chimiques n'ont pas amélioré les conditions d'existence du paysan béninois soumis aux conditions climatiques presque défavorables.

3.3 TRAITS CARACTERISTIQUES DES PAYSANS FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les agriculteurs, pour faire face au phénomène du changement climatique mettent en place ou adoptent des stratégies d'adaptation aux fluctuations climatiques. Ainsi, 85 % adoptent des cultures à cycle court, 83 % utilisent des fertilisants chimiques, pratiquent des semis tardifs et précoces. Ces mesures d'adaptions aux fluctuations climatiques n'ont pas empêché de constater que ces paysans sont atypiques. En effet, ils sont confrontés à une insécurité alimentaire due à la baisse de rendement qui engendre des difficultés au cours de la période dite de soudure. Ces difficultés sont à la base des demandes persistantes d'assistance ou de prêts qui parfois deviennent lourdes avec une perte de motivation pour l'agriculture. Lorsque l'endettement devient insupportable, le paysan change d'activité ou se lance en aventure (exode rural) et tout fini par l'abandon de l'activité et le paysan végète dans la précarité. Les données recueillies auprès des paysans sont présentées sur la figure 8.

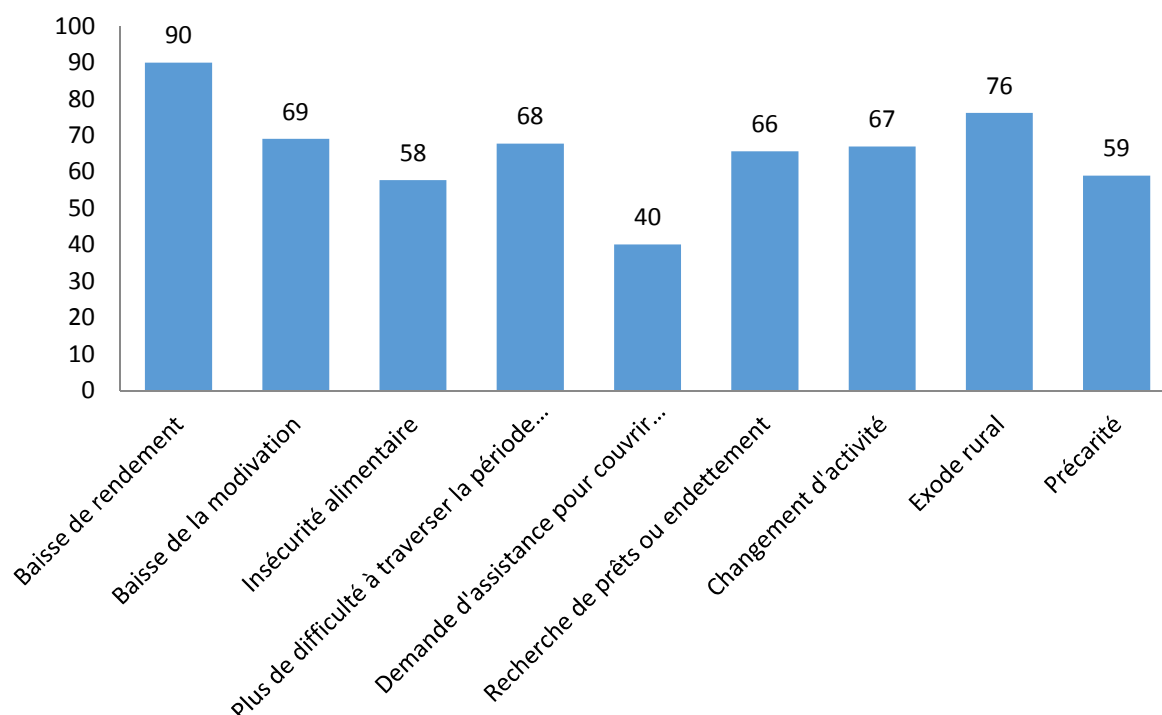


Figure 8 : Traits caractéristiques des paysans sous changements climatiques au Bénin

Source : Enquête de terrain, septembre 2015

Tous ces traits caractéristiques sont appréciés et perçus par les paysans à plus de 50 % sauf la demande d'assistance pour couvrir l'année qui est à un taux de 40 %.

3.4 DISCUSSION

3.4.1 EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE RESSENTIS PAR LES PAYSANS

Les effets du changement climatique ressentis par les paysans béninois sont identiques à ceux ressentis par les cultivateurs des autres pays d'Afrique. En effet, certains auteurs ont montré à travers leur étude qu'en Afrique, les répercussions climatiques s'observent au niveau de la raréfaction et la modification périodiques des saisons de pluies [19], [20], [1]. Ces manifestations ont été signalées lors des enquêtes dans les différentes localités parcourues. Si l'agriculture nécessite une pluie régulière et suffisante, aussi les récoltes témoignent de la régularité de la pluviométrie au cours de l'année agricole. Ainsi, lorsque la pluie devient rare, elle impacte négativement les récoltes.

Le diagnostic fait sur les effets du changement climatique au Bénin, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes et les inondations sont trois risques climatiques majeurs [1], [21], [20]. Les effets profonds du changement climatique sur l'agriculture, couplés avec la faible résilience et la grande vulnérabilité des populations aux chocs, pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être [22], [23], [1]. Les paysans béninois éprouvent d'énormes difficultés à assurer leur existence à travers la production agricole et beaucoup sont aujourd'hui démotivés et se reconvertissent dans des activités précaires comme le taxi-moto.

3.4.2 PERCEPTIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES PAR LES POPULATIONS

Les paysans dans leur majorité (94 %) ont une perception des changements climatiques et ceci à travers 3 paramètres (pluie, vent et température). Ces résultats sont conformes à ceux de [20], [24], [25], [26], [1], [27]]. Les perceptions font

généralement plus état d'une mauvaise répartition des pluies qu'une baisse tendancielle de celles-ci, certains producteurs mettant même en avant la recrudescence d'événements pluvieux excessifs. La référence [28] indique des tendances similaires dans les réponses à une enquête au Mali et au Sénégal. La réponse des producteurs est donc plus tranchée que celle des scientifiques en la matière. En effet, plusieurs concepts locaux, adages et proverbes sont utilisés par les communautés rurales pour caractériser les changements observés. Pour faire face, une multitude de stratégies sont localement développées par les producteurs du Sud, du Centre et du Nord-Bénin en fonction de leurs conditions socio-économiques.

3.4.3 ACQUIS ET PARTAGE D'EXPERIENCES

Les conditions climatiques sont aujourd'hui à la base d'un modèle de paysan au Bénin. En effet, ces derniers présentent des caractéristiques typiques qui conditionnent leur existence. C'est à juste titre ce qu'a démontré [29] dans son étude sur les conséquences du changement climatique pour l'agriculture et la forêt. Il examine à cet effet, l'évolution de l'agriculture et de la forêt à travers la stimulation de la photosynthèse et de la croissance de plantes. Il affirme que les pratiques culturelles ont connu des évolutions liées aux changements climatiques. En effet, les résultats obtenus par [29], [1], [30] et [4] sont très proches de ce que la présente étude démontre à travers les caractéristiques du paysan qui n'a plus le choix d'agir comme ses aïeux mais reste sous la contrainte des changements climatiques.

Dans toutes les régions du pays, le cliché que présente le paysan béninois est qu'à une certaine période de l'année si la pluie n'est pas au rendez-vous, alors certaines spéculations ne seront plus être mises en terre ou lorsque cela est fait on est sûr que le rendement sera faible [31], [32]. Ces auteurs pensent que l'adaptation est une nécessité, mieux encore l'adaptation réactive sera une réalité en agriculture à cause de ce que les tendances actuelles (hausse de température, baisse de pluviosité, fréquence d'événements extrêmes) vont s'accroître. De même, à la fin de la campagne, il faut s'attendre à contracter une dette pour boucler l'année. Les femmes dans ces conditions sont les plus vulnérables. Par ailleurs, les techniques culturelles comme par exemple le labour avant semis est devenu une pratique de plus en plus abandonnée et largement adopté par les paysans comme moyen d'adaptation. Cette pratique est rencontrée à tous les endroits sauf là où c'est encore nécessaire pour un rendement élevé. Le partage des expériences se fait à travers les colons et manœuvres agricoles.

4 CONCLUSION

Les producteurs béninois sont confrontés aux impacts affres des conditions climatiques. Les manifestations des changements climatiques et leurs conséquences négatives sur l'environnement et la société sont perçues par les producteurs des différentes zones parcourues. Les modifications pluviométriques sont ressenties à travers les signes tels que la baisse de la pluviosité, l'arrêt précoce des pluies, le raccourcissement de la durée de la saison pluvieuse, la fréquence de l'avortement des pluies. Les modifications de température et du vent sont ressenties par les indicateurs tels que l'augmentation de la température et l'occurrence de vents de plus en plus violents. Face à ces difficultés les paysans sont contraints à développer des stratégies d'adaptation. Les savoirs locaux sont essentiellement les socles de compréhension et d'interprétation des variabilités climatiques. Pour mieux gérer les contraintes imposées par le climat, les paysans sont obligés de rechercher les pratiques les moins coûteuses à travers les échanges et partage d'expériences. Ces connaissances doivent faire l'objet d'une caractérisation des stratégies d'adaptation développées qui permettent une sécurité alimentaire aux populations. A travers cette étude, les pratiques culturelles à capitaliser sont les semis à plat dans les régions de montagne, l'adoption de spéculations à cycle court, l'introduction d'espèces plus rustiques, l'abandon de culture à cycle long, augmentation des capacités d'action (moyen financier, superficie emblavée, disponibilité de semences en quantité suffisante).

REFERENCES

- [1] D.S.M, Agossou, C.R., Tossou, V.P., Vissoh, K.E., Agbossou, "Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et Stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois", *African Crop Science Journal*, Vol. 20, 565-588, 2012.
- [2] I., Niang, Le changement climatique et ses impacts : les prévisions au niveau mondial. In : IEPF (eds.). *Adaptation au changement climatique* ; Liaison Énergie-Francophonie, 85 : 13-19, 2009.
- [3] O., Brown & A., Crawford, "Évaluation des conséquences des changements climatiques sur la sécurité en Afrique de l'Ouest : Étude de cas nationale du Ghana et du Burkina Faso". IIDD, Canada, 2008
[Online] Available: www.iisd.org/pdf/2008/security_implications_west_africa_fr.pdf, (23 mars 2013), 74p
- [4] Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R., Yanda, P., Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment

- Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, in M.L., Parry, O.F., Canziani, J.P., Palutikof, P.J. Van Der Linden, and C.E. Hanson (Eds.), Cambridge, University Press. Cambridge UK. pp. 433–467, 2007.
- [5] A.A. Enete, & Onyekuru A.N., Challenges of Agricultural Adaptation to Climate Change: Empirical Evidence from Southeast Nigeria. *Tropicultura*, 29 (4), 243-249, 2019.
- [6] J.E., Paturel, Servat, E., Kouamé, B., J.F. Boyer, Manifestation de la sécheresse en Afrique de l'Ouest non sahélienne, Cas de la Côte d'Ivoire, du Togo et du Bénin. *Sécheresse*, 6 (1), 95-102, 1995.
- [7] Rabourdin, *Changement climatique. Comprendre et agir*, Paris, Delachaux et Niestlé, 2005.
- [8] FAO, *Climate change in Africa: the threat to agriculture*. In Programme Review. Regional Office for Africa, 30 p, 2010.
- [9] Dellile, *Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar: Cas des régions Sud-ouest, Sud-est et des zones périurbaines des grandes agglomérations*. 2011, AVSF, Madagascar, Online Available <http://www.avsf.org/public/posts/704>, 01 septembre 2013-, 108 p.
- [10] Kandji, Verchat, and Mackensen, *Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector.*, Word Agroforestry Centre (ICRAF), United Nations Environment Programme (UNEP), 2006.
- [11] GIEC "Bilan 2007 des changements climatiques". Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de)]. GIEC, Genève, Suisse, 2007.
- [12] MEHU & CBDD, *Rapport national sur diversité biologique au Bénin*, Cotonou, 1998,
- [13] INSAE, *Quatrième recensement général de population et de l'habitation*, RGPH 4, Rapport final, DED, INSAE, Cotonou, 2013.
- [14] C., Houndénou, *Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide. L'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation*. Thèse de Doctorat de l'Université de Bourgogne, Dijon, 1999.
- [15] Ermert, Brücher, *The climate of Benin*. IMPETUS-Atlas, University of Bonn, 144 p, 2009.
- [16] Vissin, *Impacts de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger*, UMR 5210, Université de Bourgogne, 2007.
- [17] M., Bergaoui, and A., Alouini, "Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique : cas du bassin versant de Siliana en Tunisie". *Sécheresse*. Vol. 12, pp. 205-213, 2001.
- [18] H.A., Azontondé Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. Soil Water Balance in the SudanoSahelian Zone (*Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991*). IAHS Publ. no. 199, pp. 19-34, 1991.
- [19] J. C., Olivry, Variabilité de la puissance des crues des grands cours d'eau d'Afrique intertropicale et incidence de la baisse des écoulements de base au cours des deux dernières décennies, *AISH Publ.* 252, pp 189-197, 1993.
- [20] Yao, *Stratégies d'adaptation des paysans au changement climatique dans la sous-préfecture de Prikro en Côte d'Ivoire*, Université de Bouaké, Cote d'Ivoire, 60 p, 2009.
- [21] Guibert, Allé, Dimon, Dédéhouanou, Vissoh, Vodouhé, Tossou, Agbossou, *Correspondances entre savoirs locaux et scientifiques : perceptions des changements climatiques et adaptations*, ISDA, Montpellier, France. Cirad-Inra-SupAgro, 2010.
- [22] D. S. G., Thomas C., Twyman H., Osbahr B., Hewitson, *Adaptation to climate change and variability: farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa*, Climatic Change, n° 83, pp. 301-322, 2007.
- [23] D'orgeval T., 2008, *Impact du changement climatique sur la saison des pluies en Afrique de l'Ouest : que nous disent les modèles de climat actuels ?*, *Sécheresse*, vol. 19, n°2, pp. 79-85.
- [24] H., Karambiri, S.G.G., Galiano, J.D., Giraldo, H., Yacouba, B., Ibrahim, B, Barbier, and J., Polcher, Assessing the impact of climate variability and climate change on runoff in West Africa: the case of Senegal and Nakambe River basins, *Atmospheric Science Letters*, Vol. 12, n° 1, pp. 109-115, 2011.
- [25] C.P., Gnanglé, R., Glèlè Kakaï, A.E., Assogbadjo, S., Vodounnon, J.A. Yabi, et N. Sokpon, Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Revue de Climatologie*, vol. 8, pp. 1-16 2011.
- [26] P. C., Gnanglé J., Yabi K. R Glèlè-Kakaï, et N., Sokpon, *Changements climatiques : Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre-Bénin*. INNOVKAR-ACC / FSP / RIPIECSA, France, 18 p, 2012.
- [27] Ouoba *Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè*, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 305 p, 2013.
- [28] A.F.B., Mbow, S.S., Diop, A., Tounkara, B., Gueye, M.L. Seck, *Changements climatiques, entre résilience et résistance*. *Agridape* 24 (4), 4-5, 2009.
- [29] Seguin B., 2010, *Le changement climatique : conséquences pour l'agriculture et la forêt*. Rayonnement du CNRS n° 54, Paris, France, pp. 36-47.
- [30] Ali, A., 2010, *Variabilité et changements du climat au Sahel: ce que l'observation nous apprend sur la situation actuelle*. Grain de sel, vol.49, 13-14.

- [31] Chanzy, Martin, Colbach, Gosme, Launay, Loyce, Métay, Novak, *"Adaptation des cultures et des systemes de culture au changement climatique et aux nouveaux usages"*. Institut National de la Recherche Agronomique, Centre de Recherche Val de Loir 2015, Online [Available] : Orléans, France, www.ea.inra.fr, (10 juillet 2015).
- [32] Caquet, *Des systèmes innovants face au changement climatique*. INRA Dept EFPA/MP ACCAF, Science & Impact. APCA-ADEME, Paris, France, 2014.

PROBLEMATIQUE DE LA GESTION DES DECHETS MENAGERS DANS LA VILLE DE BUKAVU / DR CONGO : CAS SPECIFIQUE DU QUARTIER PANZI EN COMMUNE D'IBANDA

[PROBLEM OF HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT IN THE BUKAVU TOWN / DR CONGO : SPECIFIC CASE OF PANZI AREA IN IBANDA COMMUNE]

Honoré BIRINDWA MULALISI

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU), Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: Bukavu, a town which currently has over one million of people, while it was built for a capacity of only 100,000 souls experiencing serious household waste management problems. We targeted the area populated by no less and in which the buildings are up to anarchic make it difficult and even complicated waste management and all kind of household waste. Household waste to the tune of 15 to over 50 kg per family are thrown into unspecified locations which often easements created by erosion. These wastes are diverse ranging from biodegradable compounds to non-biodegradable compounds. Note that in most cases occasional dumps are created based on natural pollution sources or plumbing leaks REGIDESO or low class families draw water for domestic use. The virtual absence of garbage, inadequate recycling or waste disposal, the use of well water (bizola) and the upsurge of waterborne diseases are key elements to address this issue of great significance. These puddles and garbage dumps are nests of mosquitoes and other microbes responsible for malaria and some waterborne diseases. This issue therefore aims to provide a solution to track in the household waste management in order to improve public health in the city of Bukavu.

KEYWORDS: Household waste, pollution, Bizola, Panzi, Bukavu.

RESUME: Bukavu, une ville qui compte actuellement plus d'un million d'habitants alors qu'il était construit pour une capacité d'accueil de seulement 100.000 âmes connaît des sérieux problèmes de gestion des déchets ménagers. Nous avons ciblé le quartier peuplé de non moindre et dans lequel les constructions sont anarchiques jusqu'à rendre difficile et même compliqué la gestion des ordures et toutes sorte de déchets ménagers. Des déchets ménagers à hauteur de 15 à plus de 50 kg par famille sont jetés dans des endroits non déterminés dont souvent les servitudes créées par les érosions. Ces déchets sont de nature diverse allant des composés biodégradables aux composés non biodégradables. Signalons que dans la plupart de cas les dépotoirs occasionnels créés sont à la base de pollution sur des sources naturelles ou des fuites de tuyauterie de la REGIDESO ou des familles de basse classe puisent de l'eau d'usage domestique. La quasi-inexistence des poubelles, l'insuffisance du recyclage ou la destruction des déchets, l'usage d'eau des puits (bizola) et la recrudescence des maladies hydriques sont des éléments déterminants pour faire face à cette question de grande portée. Ces flaques d'eau et dépotoirs constituent des nids de développement des moustiques et autres microbes responsables du paludisme et certaines maladies hydriques. Cette problématique vise donc à apporter une piste de solution dans la gestion des déchets ménagers en vue d'améliorer la santé publique dans la ville de Bukavu.

MOTS-CLEFS: Déchets ménagers, pollution, Bizola, Panzi, Bukavu.

1 INTRODUCTION

La gestion des déchets est devenue une affaire très complexe dans l'ensemble des pays du monde, surtout dans ceux dits du tiers monde ou beaucoup plus non développés. Le cas le plus frappant est celui de la RDC en général, plus particulièrement dans la ville de Bukavu au Sud Kivu.

La quantité de déchets ménagers a connue au cours des dernières décennies un accroissement rapide en raison de l'urbanisation accélérée qui a caractérisé le siècle dernier [1]. Panzi, un quartier en commune d'Ibanda dans sa partie périphérique a attiré notre attention, pas que parce que le lotissement ne répond pas aux normes urbanistiques dans cette partie de la ville, mais le fait d'une forte concentration des populations par rapport à l'espace vital.

Ce phénomène est plus critique dans les pays en développement qui n'ont pas toujours les moyens nécessaires pour gérer convenablement les déchets ménagers. Parallèlement, la composition de ces déchets est passée d'un profil organique (déchets alimentaires) à des matériaux complexes (produits en fin de vie, plastiques et emballages) qui présentent des risques majeurs pour la santé et l'environnement. Il en résulte que la gestion des déchets ménagers se situe au confluent des activités économiques de production et des impératifs de protection du cadre de vie des populations [2].

Les déchets ménagers sont tous les détritiques générés dans les ménages, tels que déchets de nourriture ou de préparation des repas, balayures, objets ménagers, journaux et papiers divers, emballages métalliques de petites dimensions, bouteilles, emballages papier ou plastique, chiffons et autres résidus textiles, etc. On y inclut également les déchets végétaux provenant de l'entretien des jardins et des cours. A Bukavu, l'usage des sachets d'emballage constitue un problème sérieux bien que des mesures ont été prises afin de ne pas continuer à polluer toute la ville.

Les déchets sont un phénomène physique qui est, en général, nuisible à telle forme de vie et directement ou indirectement, à la vie humaine. Ils détériorent constamment l'environnement. On distingue habituellement trois fractions dans les déchets ménagers parmi lesquels la fraction biodégradable et qui comprend les matières qui peuvent être dégradées par l'action des microorganismes en un laps de temps déterminé: végétaux, déchets alimentaires, fruits, produits celluloseux et les plastiques biodégradables [1].

Plusieurs chercheurs ont affirmés que les déchets ont des teneurs élevées en éléments nutritifs et en métaux lourds sous des formes et de disponibilité très variées. En effet les éléments nutritifs contenus dans ces déchets sont de plus en plus recyclés comme fertilisant dans l'agriculture urbaine et périurbaine par les producteurs. De même, les composts produits présentent des teneurs élevées de matière organique et d'éléments nutritifs, N, P, K, qui contribuent à la nutrition des plantes, et permettent l'augmentation significative des rendements des cultures [3]. Face à l'avantage pour l'agriculture, le développement de microbes dans les dépotoirs sauvages présente un danger permanent de santé publique. Surtout lors de dégagement des gaz toxiques, encombrement et pollution des eaux.

La quantité d'ordures ménagères produite par personne et par jour dépend du niveau socioéconomique de la population concernée. En effet son amélioration permet d'accroître la consommation et par ricochet la quantité d'ordures produites ; en plus de l'évolution de la population la quantité d'ordures varie aussi en fonction de la saison.

Dans la ville de BUKAVU, des questions se posent de savoir ; quelle est la provenance, le pourquoi des ordures sur les artères de la ville et comment mettre fin à cette pratique qui tend à transformer la ville en poubelle publique. Depuis quelques temps, il est devenu récurrent de se lever le matin et de retrouver sur les trottoirs (la chaussée publique) au devant des magasins, alimentations, hôtels, cafétérias, restaurants, salons de coiffure, dans des caniveaux, petits marchés d'amas de saletés dont la provenance serait due au manque des poubelles publiques sur les trottoirs au-devant de ces infrastructures [4]. Cet état de lieux serait dû non seulement à l'inefficacité des services publics chargés de la salubrité de la ville, notamment les services de mairie, la police de l'environnement et assainissement mais aussi au comportement irresponsable de certaines personnes qui déversent surtout les soirs ou très tôt matins la saleté de leurs ménages dans des caniveaux ou même sur la route.

Les conséquences des pareilles pratiques sont fâcheuses et destructives avec le bouchage des caniveaux servant des conduites d'eaux ou encore la pollution de l'air avec des odeurs nauséabondes, la multiplication d'insectes (moustiques, mouches et autres escarmouches, vecteurs des maladies. Malgré les conséquences que ces décharges mal élaborées et ces ordures « revenant » en ville peuvent avoir sur le vécu quotidien de la population, la problématique de gestion des déchets à Bukavu n'a attiré que très peu l'attention des scientifiques, des autorités et des investisseurs. Le lac Kivu et le lac Tanganyika deviennent de réceptacles qui reçoivent une grande partie de ces déchets.

En occident comme dans certains pays d'Afrique pourtant, la valorisation des déchets a permis l'installation de beaucoup d'entreprises de tri et de recyclage en vue d'assainir l'environnement mais aussi de créer l'emploi. Autant l'on aborderait la

question d'identification des dépotoirs ciblés et sauvages et le types de déchets disponibles, autant il est indispensable d'en envisager la valorisation [5].

2 MILIEU D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

Le Quartier Panzi se trouve dans la commune d'Ibanda, la ville de Bukavu en Province du Sud Kivu, la République Démocratique du Congo. Panzi compte 7 cellules pour une superficie de 5.061 km² pour une population de 103 879 Habitants [6], [7]. Il se localise tout le long de la route nationale n°5 partant de l'Essence Major Vangu jusqu'à la limite avec le territoire de Kabare par la localité de Buhozi, Kasihe et de Mudusa au Sud et à l'Ouest; à l'Est par la rivière Ruzizi qui le sépare de la République du Rwanda, au Nord par le quartier Ndendere. Le quartier PANZI est le plus vaste de la commune d'Ibanda et est limité :

A part la rivière Ruzizi, on trouve dans ce quartier la rivière Kamagama qui coule de Mudusa vers la rivière Ruzizi d'une manière périodique car pendant la période de la saison sèche de Juillet en Août, elle sèche pour reprendre encore lors de la tombée des pluies de la grande saison de Septembre. On y trouve aussi une multitude de sources d'eau « potable » utilisée dans les ménages pour les différents besoins avec un relief accidenté dans sa partie Est car étant sur le versant de la Ruzizi, un site impropre à la construction.

2.2 MATERIEL

Les différents types des déchets :

a. Les déchets liquides.

On y trouve :

- Les différentes eaux de ruissellement qui proviennent des lavages (véhicules, ménagers, ...) ;
- Les eaux domestiques et les eaux usées des ménages (eaux de cuisine, eaux de lessive, eaux usées des toilettes, ...) ;
- Les eaux stagnantes des marécages et les eaux de ruissellement des terrains agricoles ;
- Les eaux mixtes et les eaux des résidus industriels ;

b. Les déchets solides.

Ici on trouve une diversité constituée surtout des sachets plastiques utilisés dans beaucoup de ménages dans différentes activités ; les bouteilles en verre et en plastiques, les restes des carcasses des engins roulants (motos, véhicules, chassies, moteurs, ...) ; les excréta humains et animaux, les putréfactions animales et végétales ; les différentes sortes d'ordures et d'immondices solides, les fumiers et cendres et tout autre déchet industriel, les déchets de l'alimentation des humains comme du bétail,

c. Les déchets gazeux.

C'est généralement les fumées des ménages, des moteurs des véhicules et celles des différents moteurs utilisés dans la production du courant électrique et des soudures. On y trouve aussi des gaz à effet de serre et les gaz des combustibles de l'hôpital général de référence de Panzi, les poussières aérosols et le smog (Mélange des fumées et des brouillards, stagnants parfois au-dessus des concentrations urbaines et industrielles).

2.3 METHODES

La gestion des déchets étant un processus de la transformation de ces derniers allant de la phase de leur production, passant par leur utilisation jusqu'à leur transformation ou élimination peut se faire sous plusieurs étapes :

- La pré-collecte des déchets ou le conditionnement à domicile se fait le plus souvent pour les déchets solides qui sont conservés préalablement à la maison dans des récipients imperméables et résistants (des poubelles mobiles) ou dans des trous à ordures creusés dans des parcelles avant d'être évacués une fois rempli. Cette pré-collecte se fait dans les conditions hygiéniques car le fait d'être tout près de l'habitation [8].

- La collecte des déchets proprement dite est faite d'une manière désordonnée dans le quartier Panzi suite à l'absence totale des structures sanitaires ou encore environnementales qui s'en chargent, moins encore par l'inexistence des instances administratives qui pourraient sensibiliser et récolter les déchets pour les amener à un endroit de stockage où l'on pourrait effectuer le tri et le traitement.

Ainsi, la collecte des déchets est faite par tout un chacun, dans les heures tardives quand il fait sombre ; dans des sacs ou dans ses sachets en caoutchouc non dégradables. Les gens versent leurs déchets des ménages n'importe où (rigoles rivières Kamagama, falaise des éboulements, terrains de football, aires libres, emprises des routes et des sentiers, chaussées, caniveaux, ...). On constate chaque jour un tas de sachets et d'autres ordures à certains endroits du quartier qui s'accumulent du jour au lendemain pour former une colline des déchets et qui se dressent en dépotoirs sauvages.

Nous y sommes parvenus par une enquête effectuée sur un échantillon prélevé sur la population du milieu d'étude.

La description, l'analyse et la comparaison sont les différentes méthodes utilisées dans l'étude de notre sujet.

Comme matériel d'étude, nous avons pris uniquement les différents déchets, source des pollutions.

3 RESULTATS

Tableau 1 : Statistique démographique de recensement de la population par cellule/Quartier PANZI

N°	CELLULE	HOMMES	FEMMES	GARÇONS	FILLES	TOTAL
01	MAJOR VANGU	1019	1218	1271	1499	5007
02	BIZIMANA	3485	4168	4709	5320	17682
03	MBEKE	2284	2550	2818	1353	10805
04	KAZA ROHO	4846	5347	6061	7036	23286
05	MULENGEZA Ier	4498	5301	5936	6381	22716
06	MULENGEZA II	2096	2329	2849	3049	10418
07	MUSHUNUNU	3820	4280	5240	6015	19355
TOTAL		22048	25258	28884	33079	109263

Source : Rapport du bureau du quartier PANZI, 2014

Ce tableau montre une population à dominance des femmes dans l'ensemble et dont le ratio est de 53,5%.

Tableau 2. Estimation de la quantité des déchets produits par mois

N°	CATEGORIE	QUANTITE	EFFECTIF	%
01	A	1kg à 15kg	53	35.4
02	B	15kg à 30kg	31	20.6
03	C	30kg à 40kg	33	22
04	D	40kg à 50kg	21	14
05	E	50kg et plus	12	08
TOTAL			150	100

Les résultats de nos enquêtes sur le terrain, montre et par ordre d'importance que 35.4% de la population évacue entre 5kg et 15kg de déchets dans l'environnement par mois ; 20,6 % évacue entre 15kg et 30 kg ; 22% évacue entre 30kg et 40kg ; 14% évacue entre 40kg et 50kg alors que seulement 8 % en évacue plus de 50kg.

Tableau 3. Fréquence de la présence des poubelles dans les ménages.

N°	POUBELLE	EFFECTIF	%
01	OUI	32	21.3
02	NON	118	78.7
TOTAL		150	100

Ce tableau montre que 78.7% de ménages n'ont pas de poubelles dans leurs parcelles et se débrouille pour évacuer les déchets au jour le jour dans des ravins, dans certains endroits dégagés, ou dans des canalisations. Le 21,3% évacue les déchets stockés presque dans les mêmes conditions contrairement dans les quartiers de la bourgeoisie ou un service de collecte des immondices existe.

Tableau 4. Accès au point d'alimentation en eau (potable ou non) dans le quartier.

N°	POINT D'ALIMENTATION	EFFECTIF	%
01	Robinet REGIDESO	13	08.7
02	Eau de source	43	28.7
03	Eau de rivière	26	17.3
04	Eau des puits	68	45.3
TOTAL		150	100

Il est vrai que 45.3% de gens puisent de l'eau des puits appelée communément dans le milieu « Bizola » ; 28,7% se servent de l'eau des sources et dont la qualité microbiologique et organoleptique est discutable ; 17,3% se contente de l'eau des rivières, souvent fortement polluées par des déchets macroscopiques et microscopiques de tout genre ; La demande en eau potable étant trop forte, seule une infime partie exprimée de 8,7% accède aux installations de la regideso de façon régulière.

Tableau 5. Présence d'un dépotoir public dans le quartier

N°	DEPOTOIR	EFFECTIF	%
01	OUI	0	0
02	NON	150	100
TOTAL		150	100

Il y a absence totale d'un dépotoir public dans le milieu ; l'on peut cependant noter la présence des monticules des immondices éparpillées dans plusieurs coins et surtout aux alentours des marchés et autres structures d'intérêts communautaires, les rendant ainsi très insalubres.

Tableau 6. Méthodes pratiquées pour le traitement des déchets des ménages.

N°	METHODES	EFFECTIF	%
01	Compostage	55	36.7
02	Incinération	14	9.3
03	Divagation	73	48.7
04	Autres	08	5.3
TOTAL		150	100

L'on remarque que 48.7% de la population jette les déchets n'importe où dans la nature, ce qui influe sur la pollution et que 36,7% pratique le compostage alors que 9,3% brûle les déchets dans leurs parcelles.

Tableau 7. Quelques maladies endémiques du milieu

N°	MALADIES	EFFECTIF	%
01	Choléra	06	04
02	Amibiase	12	08
03	Paludisme	76	50.7
04	Fièvre typhoïde	52	34.7
05	Autres diarrhées	04	2.6
TOTAL		150	100

Source : Rapports des centres de santé, 2014

Le paludisme et la fièvre typhoïde sont des maladies les plus fréquentes chez la population du quartier successivement dans une proportion de 50,7% et 34,7% alors que les autres maladies hydriques représentent des proportions faibles d'ordre de 8% pour l'amibiase, 4% pour le cholera et 2,6% pour des cas des autres diarrhées.

4 DISCUSSION

Selon une étude menée sur la production des déchets dans les villes des pays en voie de développement, la production annuelle moyenne de déchets par habitant se situe entre 180 et 240 kg. Il s'agit d'environ 1,5 à 2,5 fois moins que dans les pays industrialisés [1]. Panzi couvre un score moyen oscillant entre 1 à 30 kg, ce qui rencontre le constat de l'étude ci-haut citée. Néanmoins, l'on ne retrouve pas de circuit de canalisation quantitative et qualitative de ces déchets car pas les décharges demeurent éparpillées et incontrôlées. Pour une bonne gestion des déchets, il convient de tenir contre d'une approche systématique [9].

Le manque des dépotoirs bien ciblés font que les déchets sont retrouvés éparpiller ou entasser en décharges sauvages. Ces derniers constituent un lot de risque en matière d'hygiène et de santé publique. Ce qui joue profondément sur la qualité des eaux des rivières en affluence dans la rivière Ruzizi et par voie de conséquence une source de pollution en aval vers le lac Tanganyika au delà de la charriation par les eaux des pluies (risque d'eutrophisation) qui est une menace plus grave sur les écosystèmes dans le lit des cours d'eau et le lac en aval.

Dans ce sens, l'on souligne que le confinement des déchets doit être fait de manière à réduire des entrées et sorties du site, à permettre un drainage efficace des lixiviats afin de réduire les percolations à travers le sol et à assurer la pérennité du système de confinement pendant plusieurs dizaines d'années correspondant à la lente évolution des déchets[10].

La bio-méthanisation, le compostage, l'incinération sont autant des moyens de valorisation des déchets solides qui ont fait preuve ailleurs [10], nous sommes d'avis que le compostage de par son exécution simple dans sa fabrication reste à la portée des pays pauvres ou en voie de développement. Seulement que ceci s'observe dans la maturation au sein des décharges sauvages abandonnées ou dans certains ménages dans des trous utilisés comme poubelles. Ceci concerne beaucoup plus les déchets fermentescibles et dont l'abondance par rapport à l'ensemble des déchets solides est signalée pour une externalité positive [11].

Vu que le déchet fermentescible ou biodégradable représente la majeure partie d'ordures ménagères de la commune d'Ibanda nous proposerons la méthode de compostage reconnue dans le quartier Panzi par 36,7% comme mode de valorisation de ces déchets ménagers solides, méthode qui s'est révélée capable de réduire 92,5% de volume de déchets produits par les ménages en quatre semaines en produisant des engrais organiques bon marché pour la population des communes rurales et périurbains [5].

Depuis de longues dates, on utilise les déchets animaux et végétaux dans l'agriculture pour améliorer les terres arables, on a pensé tout naturellement qu'il était profitable de valoriser les déchets ménagers en les incorporant aux sols afin de stabiliser ces sols, de corriger leur structure et même de les fertiliser [11], [12], [13]. La récupération des déchets ménagers est aujourd'hui présente dans tous les lieux de cultures et d'amendement du sol ; l'agriculture, les pâturages, l'horticulture, la floriculture et les pépinières, de même qu'en foresterie et en architecture paysagiste [14], [15].

L'impressionnante quantité de déchets entassée dans diverses décharges sauvages, dans des caniveaux et tel qu'observé constitue d'innombrables risques en matière d'hygiène et de santé publique. Dans les conditions actuelles de gestions des ordures dans le quartier de Panzi, on est loin de lutter contre le paludisme et la fièvre typhoïde présents à proportion de 50,7% et 34,7% ainsi que les autres maladies hydriques aussi longtemps que les puits entretenus sont suspects de contamination permanente et leur issue en flaque héberge des larves des moustiques.

5 CONCLUSION

Dans le cadre de la lutte contre l'insalubrité, les services de l'environnement doivent procéder à la sensibilisation de la population sur la question de la gestion des déchets ménagers. Une fois sensibilisée, la population doit comprendre qu'elle est responsable de toute forme de pollution qui est un danger et pour elle-même, et pour l'environnement entier.

La population du quartier Panzi jouerait un rôle très prépondérant dans la gestion des déchets ménagers et contribuer, et à la santé publique et l'hygiène, et à la préservation de l'environnement.

Les différentes maladies devenues endémiques dans la contrée seraient l'une des conséquences négatives de la mégestion des déchets par la population elle-même.

La bonne gestion des déchets et l'assainissement du milieu seraient l'une des bonnes stratégies pour éradiquer les différentes conséquences néfastes dues à ces derniers.

Une sensibilisation accélérée des acteurs de l'environnement et de santé, appuyés par les autorités tant politiques qu'administratives serait un autre moyen efficace de la réduction des pollutions.

REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants auprès des autorités administratives de l'entité Panzi pour leur collaboration de la compréhension du phénomène de gestion des ordures par la population. Nous partageons le souci de voir un quartier assaini et où la santé publique peut être restaurée avec l'appui de tous.

RÉFÉRENCES

- [1] PHILLIPPE L, SORY IBRAHIM D., 2010, Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissage technique dans le pays du sud, EEP collection points de repère, 146 p.
- [2] SANCHEZ et al, (1989), Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystem, p 125-152.
- [3] E.COMPAORE, L.S NANEMA, 2010, Compostage et qualité du compost de déchets urbain solides de la ville de Bodo-diolasso, Burkina-faso, Tropicultura p 232-237.
- [4] D.SAFARI et All., 2012, Ville de Bukavu transformée en poubelle publique, CICD, RDC.
- [5] D.K BISIMWA et All., 2012, Contribution à la gestion et à l'exploration des voies de valorisation des déchets ménagers dans la ville de Bukavu, Sud-Kivu R.D.Congo, CEB, Bruxelles, Belgique. 16p.
- [6] ANONYME, 2013, Rapport annuel, Quartier Panzi.
- [7] SADIKI N. et All, 2010, Vulnerability mapping for sustainable hazard mitigation in the city of Bukavu, South Kivu D.R Congo
- [8] ADEME, 1994, Les déchets en chiffres, Données et références, 146p.
- [9] NAVARO, 2000, Approche systématique des déchets, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- [10] MATHIEU G., 2008, Interactions entre argile ammoniée et molécules organiques dans le contexte du stockage des déchets : Cas de molécules à courtes chaînes, Thèse, Université d'Orléans.
- [11] VARIAN, 2003, Introduction à l'analyse Microéconomique, Nouveau Horizon, Paris, France.
- [12] MUSTIN, M. 1997, Le compostage en milieu Tropical : Rappels, Problématiques et Applications, Nature et Progrès, France.
- [13] SMITH, O.B., et All, 2004, Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone, CIRAD, CRDI, 173p.
- [14] SOUDI B., 2001, Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost: Cas des petites et moyennes communes au Maroc, Actes édition, 102 p.
- [15] NDOUMBE, et All., 1995, Le compostage des ordures ménagères : l'expérience du Cameroun après la dévaluation du FCFA, *Bulletin Africain Bioressources, Energie, Développement et Environnement*, Dakar, n° 4, p. 4-10.

ETUDE COMPARATIVE DES FACTEURS AGRONOMIQUES DE RENDEMENT DES VARIETES DE RIZ DE MARAIS A KABARE, EST DE LA RD CONGO

Shembe Franklin BEKA¹, Ntwali Victor MITUGA², and Masamba Jean WALANGULULU³

¹Section Agro Générale, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU), Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Section Agro-Vétérinaire, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU), Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

³Directeur général de l'ISEAV/ WALUNGU et Doyen de la Faculté d'Agronomie, l'Université Catholique de Bukavu (UCB), Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: This study assessing the adoption of three varieties of rice altitude marshes come from the Agricultural Research Center / RUBONA of Rwanda to the soil and climatic conditions of eastern DR Congo, specifically NSRF / Lwiro in Kabare territory in South Kivu.

Furthermore, we observed that the rooting of these four varieties length corresponded to that determined by several authors, the longest being that of the control variety (Vo46) followed by the variety FACAGRO 56. This confirmed that soil of eastern DRC is of good structure and texture and is well ventilated; which facilitates root development and mineral nutrition. Variety FACAGRO 908 is placed in first position with respect to the number of productive tillers. This depends on factors like good spacing, early weeding, soil fertility and favorable genetic heritage.

As regards the weight of 1000 grains, and Vo46 varieties WAT 1276-22-2 were considered good productivity as giving a higher weight of grain (32g).

This difference in weight is due to the size of the seeds of these varieties with respect to others.

Irrigated rice is the system that gives the greatest return with 4-8 t / ha of paddy, the results of these tests have shown that all tested varieties are profitable with the head of the ranking, the Vo46 variety. The variety Vo46 had produced 7,26t / ha followed by the variety FACAGRO 908 with 5,567t / ha then comes WAT1276-22-2 with 5,133t / ha and 56 FACAGRO with 5,033t / ha.

KEYWORDS: Rice, Variety, Performance, Kabare, high altitude.

RESUME: La présente étude vise l'appréciation de l'adoption de trois variétés de riz de marais d'altitude venues du Centre de Recherche Agronomique/RUBONA du Rwanda aux conditions édapho-climatiques de l'Est de la RD Congo, plus précisément au CRSN/Lwiro en territoire de Kabare au Sud-Kivu.

Par ailleurs, nous avons observé que la longueur d'enracinement de ces quatre variétés correspondait à celle déterminée par plusieurs auteurs, la plus longue étant celle de la variété témoin (Vo46) suivie par la variété Facagro 56. Cela a permis de confirmer que le sol de l'Est de la RDC est de bonne structure et texture et est bien aéré ; ce qui facilite le développement racinaire et la nutrition minérale.

La variété Facagro 908 s'est placée en première position en ce qui concerne le nombre des talles productives. Ce qui dépend des facteurs comme les bons écartements, les sarclages précoces, la fertilité du sol et le patrimoine génétique favorable.

En ce qui concerne le poids de 1000 grains, les variétés Vo46 et WAT 1276-22-2 étaient considérées comme de bonne productivité car donnant un poids plus élevé de grains (32g).

Cette différence de poids s'explique par la grosseur des graines de ces deux variétés par rapport aux autres.

La riziculture irriguée étant le système qui donne le plus grand rendement avec 4 à 8 t/ha de paddy, les résultats de ces essais ont montrés que toutes les variétés testées sont rentables avec à la tête du classement, la variété Vo46. La variété Vo46 avait produit 7,26t/ha suivie de la variété Facagro 908 avec 5,567t/ha ensuite vient WAT1276-22-2 avec 5,133t/ha et à la Facagro 56 avec 5,033t/ha.

MOTS-CLEFS: Riz, Variété, Rendement, Kabare, haute altitude.

1 INTRODUCTION

Le riz représente la base de l'alimentation de la moitié du genre humain. Sa production n'est que de peu inférieur à celle du blé, première céréale dans le monde. Plus de 90% de la production mondiale proviennent de l'Asie, principalement de la Chine, d'Inde, de l'Indonésie, du Pakistan, du Japon, de la Thaïlande et de la Birmanie [1] ; où qu'il soit cultivé, le riz figure dans l'alimentation quotidienne des peuples lors des festivals religieux et des réceptions de mariage. Même dans les nations dites « sans tradition rizicole », la culture de ce produit a modifié les paysages, introduit un nouvel art culinaire et assuré aux agriculteurs de nouveaux revenus [2]. Qu'il soit pluvial ou irriguée, la céréale produite occupe une place de choix [3].

La production congolaise du riz, 137.000 tonnes en 1976 n'a pas suffi pour couvrir les besoins du pays et celui-ci a dû importer de gros tonnages. On peut aussi noter que le riz constitue un des produits alimentaires autour des lesquelles la spécialisation est la plus forte en RDC [5].

Cette situation est normale quand on sait que la RDC, le Nigeria compte tenu de leurs ressources en eaux en vue de l'irrigation, devraient être les greniers à riz pour l'Afrique ([2]).

Le résultat médiocre de l'agriculture au cours de deux dernières décennies peuvent être attribués à plusieurs facteurs parmi lesquelles des facteurs endémiques et d'autres qui sont liées aux insuffisances de la politique gouvernementale. Dans la première catégorie, il faut citer la réelle difficulté logistique qu'il ya à organiser la distribution des intrants et la commercialisation, ainsi que la transformation des produits agricoles, étant donné la taille du pays et la dispersion d'une grande partie de la population rurale [6].

A cheval sur l'Equateur, la RDC a été épargné par la majeure partie des conditions difficiles qui ont frappé une grande partie de l'Afrique. Cependant, cette sécheresse a touché deux provinces : l'Equateur et la province Orientale entre 1983-1984, ce qui a eu une influence négative sur la production du café, d'huile de palme et de palmiste.

Dans les années 1960 et au début des années 1970, le gouvernement a investi dans des projets industriels prestigieux aux dépens de l'agriculture. Cette période a également connu une sérieuse détérioration des infrastructures, ce qui a entraîné des handicaps de plus en plus importants s'agissant du transport des produits agricoles, parmi lesquelles les produits alimentaires en provenance de l'ex-Kivu, ancien grenier de la RDC en direction de Kinshasa. La zaïrianisation des plantations après 1972 a également entraîné le départ des gestionnaires compétents. [4] [6].

D'une part, la quasi-totalité du riz produit à l'Est de la RDC provient de la culture itinérante sur brulis dont les effets néfastes sur l'environnement et le faible potentiel de rendement sont bien connus et d'autres part la faible fertilité des terres ainsi que la faible disponibilité en terre arable en raison de la grande densité démographique dans certaines parties de la zone [7], constituent aussi une contrainte de non moindre à cette culture [8].

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

Notre étude a utilisé les matériels suivants :

1. Matériel végétal

Au cours de cette expérimentation, nous avons utilisé quatre variétés de riz de marais d'altitudes dont trois venant de l'ISAR au Rwanda et une variété locale qui a servi de témoin (Vo 46) car elle était déjà introduite dans le milieu par l'Université Catholique de Bukavu et par la Pharmakina. Ces trois variétés testées étaient : WAT 1276-22-2, Facagro 56 et la variété de Facagro 908. Elles ont été comparées au témoin Vo 46.

2. Matériel aratoire et divers

Au cours de cette expérimentation nous avons utilisé les outils suivants : les houes, les bêches, les râteliers, les seaux, les machettes, la corde de semis, les piquets, le ruban, le marteau, le sécateur. Comme pesticide, un fongicide et un bactéricide ont été employés pour la préparation des semences juste avant le semis.

2.2 METHODE

La méthode utilisée est essentiellement expérimentale.

Le dispositif expérimental était constitué de 3 blocs aléatoires complets portant chacun quatre parcelles. Chaque parcelle élémentaire mesurait $4,5\text{m}^2$ et était séparée de l'autre par une diguette de $0,5\text{m}$ de largeur. Les blocs étaient séparés par les diguettes de 1m de large. La profondeur de diguettes était comprise entre $0,35\text{m}$ et $0,4\text{m}$. Le champ expérimental avait une superficie totale de $131,25\text{m}^2$. Les écartements entre les plants étaient de $25 \times 30\text{cm}$: ce qui correspond à une densité de 70 plants/parcelle ou 16 plants/ m^2 .

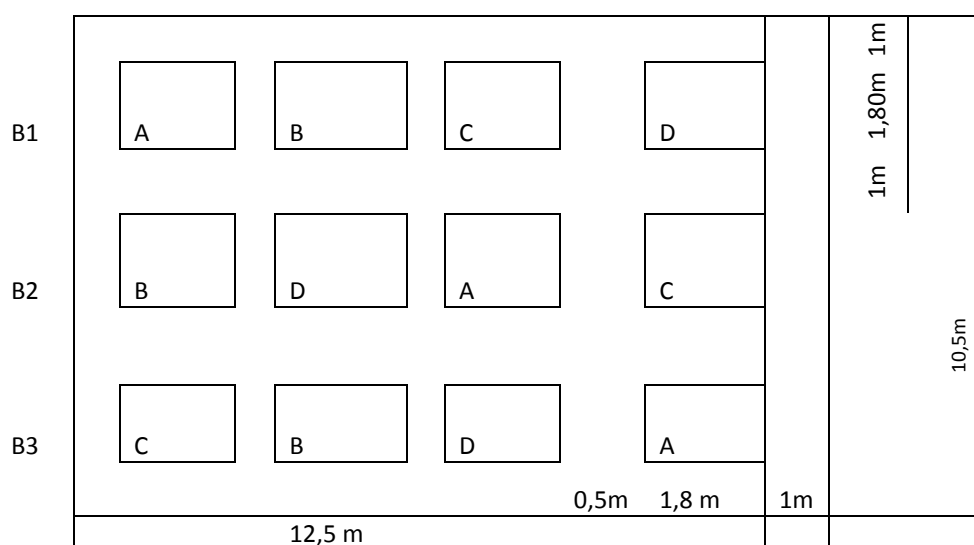


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

Légende :

V1 A : Vo46
 V2 B : WAT 1276-22-2
 V3 C : FACAGRO 56
 V4 D : FACAGRO 908

La quantité de semence utilisée au long de cette expérimentation était de 500g , soit 125g par variété de semence mise en germe. Le choix du terrain revêt une grande importance car conditionnant grandement le succès de la culture du riz de marais d'altitude. Sa position par rapport aux rayonnements solaires, sa fertilité, sa disponibilité en eau, son accessibilité et son relief plat, tels sont les principaux facteurs qui ont motivé le choix de ce terrain à LWIRO dans le territoire de KABARE.

L'ouverture du terrain s'est effectuée par l'élimination de la végétation spontanée par un fauchage à la machette. Le labour effectué à la houe avait une profondeur de $20\text{-}30\text{cm}$, s'en est suivi le hersage au râteau et le nivellement en subdivisant ce champ en trois blocs et 12 parcelles (casiers) séparés par des diguettes construites au moyen de la terre.

La pépinière a été installée tout près des casiers de repiquage pour bénéficier de l'eau d'irrigation et pour minimiser les stress de transport des plants, de la pépinière ou terrain de repiquage. Pour favoriser la meilleure reprise, on a procédé à l'habillage avant la mise en place définitive.

Le repiquage a eu lieu juste trente jours après le semis. Les plantules à repiquer avaient 4 feuilles et une taille moyenne de 8cm . L'essai a été réalisé sur un terrain non inondé à sol humide et boueux pour faciliter la reprise. Le repiquage était effectué à raison de 3 à 5 plantules par poquet selon leur vigueur, aux écartements de $25 \times 30\text{cm}$ à la profondeur de 3 à 5cm .

Tout au long de cette expérimentation, on a pu effectuer 3 sarclages répartis dans 24 jours allant du début de repiquage.

Au début de la floraison, un gardiennage contre les oiseaux et les pièges pour éliminer les souris s'en est suivi pour sécuriser les panicules. Le renouvellement d'eau était aussi assuré, ainsi que l'entretien des canaux et casiers d'irrigation.

La première récolte est intervenue 91 jours après le repiquage et celle de la variété WAT 1276-22-2 suivi de facagro 56 puis facagro 908 et enfin Vo 46. La maturité des plants a été observée par l'apparition de la couleur jaune des épis que l'on liait en gerbe à transporter dans des sacs vers le lieu de séchage. L'opération de récolte a été effectuée à l'aide d'un sécateur grâce auquel on coupait les panicules échelonnées par parcelle, puis c'était la détermination du poids de 100grains et le rendement en grains.

3 RÉSULTATS

Tableau n°1 : Analyse de la variance de la hauteur des plants à 1 mois de semis

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	3,167	1,583		
Traitement	3	4,833	1,639	1,44	0,322
Erreur	6	6,833	1,139		
Total	11	14,917			

Cv=4,2%

Le résumé de l'analyse de la variance de la hauteur des plants à 1 mois de semis, montre une différence significative entre les variétés étudiées. Ce tableau indique qu'il n'existe aucune différence significative entre les hauteurs des plants mesurées après 1 mois de semis bien que nous avons observé que la variété WAT 1276-22-2 affichait une taille plus grande (26,00cm par rapport aux variétés facagro 56 (25,57cm) et fracagro 908 (24,33cm). Cela montre que la hauteur des plants de ces 3 variétés varie entre 24,33 et 26,00cm.

Tableau n°2 : Analyse de la variance de la hauteur des plants à deux mois de semis

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	226,50	113,25	6,92	
Traitement	3	1048,33	349,44	21,30	0,01
Erreur	6	98,17	16,99		
Total	11				

CV=5,4%

Le résumé de l'analyse de la variance de la hauteur des plants à 2 mois de semis dégage une différence significative.

Tableau N° 3 : Analyse de la variance de la hauteur des plants à 3mois de semis

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	41,2	20,6	0,10	
Traitement	3	3522,9	1174,3	5,70	0,034
Erreur	6	1236,8	206,1		
Total	11	4800,9			

Le résumé de l'analyse de la variance de la hauteur à 3 mois de semis de différentes variantes montre qu'il existe une différence significative entre la hauteur des plants.

Tableau N° 4 : Résumé de l'analyse de la variance de la longueur des racines.

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	8,000	4000	2,25	0,003
Traitement	3	81,583	27,194	15,30	
Erreur	6	10,667	1,177		
Total	11	100,250			

CV=5,4%

L'ANOVA dégage une différence hautement significative entre les longueurs d'enracinement des variétés étudiées.

Tableau n°5 : Analyse de la variance du nombre de talles productives

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	18,50	9,25	0,77	0,016
Traitement	3	286,33	95,44	7,14	
Erreur	6	72,17	12,03		
Total	11	337,00			

CV=21,0

Les résultats affichés dans ce tableau présentent une différence significative entre les variétés étudiée.

Tableau n°6 Résumé de l'analyse de la variance de poids de 1000 graines

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	19,207	9,603	9,51	0,002
Traitement	3	118,953	39,651	18,63	
Erreur	6	12,767	2,128		
Total	11	150,987			

CV=4,8%

L'analyse de la variance montre que les variétés étudiées diffèrent de façon hautement significative.

Tableau n°7 : Résumé de l'analyse de la variance du rendement

SV	dl	SCE	SM	F	P
Blocs	2	19,207	9,603	9,51	0,002
Traitement	3	118,953	39,651	18,63	
Erreur	6	12,767	8,128		
Total	11	150,987			

CV=4,8

L'analyse de la variance montre qu'il existe de différences hautement significatives entre les quatre variétés étudiées

4 DISCUSSION

Le test de la plus petite différence significative a montré que statistiquement, il n'y a pas de différence de hauteurs entre les différentes variétés observées à 1 mois de semis.

Cela signifierait que ces variétés seraient de même potentialité génétique au point de s'exprimer également une fois mise dans les mêmes conditions édapho-climatiques (l'intensité lumineuse, la fertilité du sol, la permanence de l'eau, la température, etc.)[9].

Compte tenu de ce qui précède, les quatre variétés seraient recommandables à l'Etat de la RD Congo.

Le résultat des mesures des hauteurs des plants à 3 mois, il ressort que la hauteur des plants de différentes variétés est comprise entre 61,30 cm et 108,10 cm.

Ma variété témoin (Vo46) a une grande taille (A0 8,10 cm) suivie de WAT 1276-22-2 (91,0 cm), Facagro 56 (80,70 cm) et de la Facagro 908 (61,30 cm).

La hauteur continue à augmenter à la 3^e observation mais différemment à celle observée au 2^e mois.

Etant donné que le cycle végétatif du riz oscille normalement entre 90 et 160 jours en fonction de la variété, de la température et de la sensibilisation à la longueur du jour [8], on arrive à conclure que la variété témoin Vo46 était en tête avec 108,1 cm de hauteur. On trouve que les feuilles de cette variété seraient bien exposées à la lumière par rapport aux autres variétés, et par conséquent elle pourrait être plus productive [5].

Dans cette étude, la longueur des racines a varié de 28,67 cm et 35,67 cm : la variété témoin ayant un enracinement plus développé, suivie de la variété Facagro 56 (32,33 cm), WAT 1276-22-2 avec 30,33 cm et de la variété Facagro 908 avec 28,67 cm.

En rizière, la profondeur de l'enracinement est moindre qu'en culture sèche. Il atteint son plus grand développement au moment du plus grand tallage [9].

La densité du système racinaire est superficielle, la plus forte se trouvant dans les 40 premiers centimètres du sol, certaines racines dépassent cependant 50 cm de profondeur [5], [7].

De ce qui précède, on peut affirmer que la longueur des racines de ces 4 variétés se situe dans les normes établies.

La variété témoin Vo46 qui donne la plus grande longueur d'enracinement exploite mieux le sol que les autres variétés ; elle indique qu'elle serait bien adaptée dans le milieu de culture.

Quoi qu'il en soit, l'observation de la longueur des racines de toutes ces variétés prouve que le sol des marais de LWIRO possède une bonne structure et une bonne texture, ce qui facilite l'aération du sol, le développement des racines et une meilleure exploitation du sol au point de vue nutritionnel.

Pour les raisons ci-dessus évoquées, les quatre variétés étudiées peuvent être recommandées aux agriculteurs de l'Est de la RD Congo pour être exploitées.

Dans ces variétés, le nombre de talles productives varie de 9 à 23, le nombre de talles les plus grand ayant été donné par Facagro 908 suivie de la variété WAT 1276-22-2 avec 19 talles et des variétés Facagro 56 (15 talles) et Vo46 (9 talles).

L'importance du tallage varie en fonction de la variété et des conditions culturales. Le nombre de talles par plant est limité par le temps de la phase végétative. Sur pied, on peut compter jusqu'à 10 à 15 talles productives [5].

Les variétés WAT 1276-22-2 et Facagro 908 ont montré une grande capacité de taller pour avoir donné un nombre élevé de talles par rapport aux variétés Vo46 et Facagro 56.

Dans tous les cas, le nombre de talles produit par toutes ces variétés ont montré la capacité de ces variétés à produire beaucoup.

Cela prouve l'aptitude à l'adaptation de ces variétés étant donné que le tallage dépend de plusieurs facteurs tels que l'écartement des cultures, la fertilité du sol, la hauteur de la nappe d'eau, etc. [11].

Etant donné que le nombre de talles productives est l'un des facteurs de productivité, nous pouvons conseiller aux agriculteurs des marais d'altitude à l'Est de la RD Congo une de ces variétés : la variété Facagro 908 qui s'est révélée intéressante.

Parmi les variétés étudiées, la variété témoin Vo46 donne des grains plus gros que les variétés WAT 1276-22-2, facagro 908 et 56.

D'après les résultats obtenus, les variétés Vo46 et WAT 1276-22-2 sont à considérer comme étant de bonne productivité. Cette différence de productivité s'explique par la grosseur des grains de ces deux variétés par rapport aux deux autres variétés (Facagro 56 et Facagro 908).

A cela, on recommanderait la variété Vo45 pour la grande productivité qui annonce un rendement élevé.

Le rendement donné par ces quatre variétés était compris entre 5,033 t/ha pour la variété Facagro 56 et 7,267 t/ha pour la variété témoin (Vo46).

La culture irriguée étant le système qui donne le plus grand rendement avec 4 à 8 t/ha de paddy [5], les résultats de ces essais montrent que toutes ces variétés sont rentables. Le sol de WALUNGU étant moins fertile que celui de LWIRO a donné des résultats moins bons que ceux obtenus à KAVUMU et dans cette expérience.

Le rendement obtenu à WALUNGU est en dessous de la moitié de celui qui a été obtenu à LWIRO, soit 3,3 t/ha contre 7,26 t/ha pour la variété Vo46.

Le sol de LWIRO est très fertile car étant un sol volcanique. La température n'étant pas un facteur limitant pour la riziculture dans les climats tropical et équatorial, mais la durée du jour peut paradoxalement avoir une influence malgré l'amplitude moindre de sa variation [9]. On peut attribuer cette grande production des riz de marais d'altitude de LWIRO par rapport à WALUNGU et KAVUMU à des facteurs comme la fertilité du sol, la permanence de l'eau, la durée d'ensoleillement, etc. [10]

De ce qui précède, les rendements obtenus peuvent permettre de conclure que les quatre variétés ont donné des bons rendements pour être recommandées aux paysans.

5 CONCLUSION

Notre étude visait l'appréciation de l'adoption de trois variétés de riz de marais d'altitude venues de l'ISAR/RUBONA au Rwanda, dans les conditions édapho-climatiques de l'Est de la RD Congo, plus précisément au centre de recherche en sciences naturelles (CRSN) de LWIRO après comparaison à une variété témoin (Vo46).

Les résultats obtenus m'ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Un mois après le semis, toutes les variétés ont présenté la même taille, étant donné qu'elles ont été soumises aux mêmes conditions de fertilité du sol, d'alimentation en eau et de température ;
- Deux mois après le semis, les quatre variétés étudiées avaient atteint leur taille limite, laquelle était toujours donnée par le témoin, suivi par la variété WAT 1276-22-2.
- Par ailleurs, nous avons observé que la longueur d'enracinement de ces quatre variétés correspondait à celle déterminée par plusieurs auteurs, la plus longue étant celle de la variété témoin suivie de la variété Facagro 56 ;
- La variété Facagro 908 s'est placée en première position en ce qui concerne la nombre de talles productives ;
- En ce qui concerne le poids de 100 grains, les variétés Vo46 et WAT 1276-22-2 étaient considérées comme de bonne productivité car donnant un poids plus élevé de grains (32 gr) ;
- La riziculture irriguée étant le système qui donne le plus grand rendement avec 4 à 8 t/ha de paddy [5], les résultats de ces essais ont montré que toutes les variétés testées sont rentables avec à la tête du classement la variété témoin Vo46. La variété Vo46 avait produit 7,26 t/ha, suivie de la variété Facagro 908 avec 5,56 t/ha ensuite viennent WAT 1276-22-2 avec 5,133 t/ha et Facagro 56 avec 5,033 t/ha.

Au terme de notre étude, nous recommandons toutes ces variétés dans le milieu car ayant montré leur capacité d'adaptation et la production des grains se situant dans la marge normale.

REMERCEMENTS

Du moment où les cultures substantielles dans la zone sont décimées par des maladies et que le riz et le blé peuvent bien pousser et produire, nous saluons les décideurs et les remercions de réserver un œil dans la sauvegarde de la sécurité alimentaire. Notre gratitude à l'égard staff sur pour l'appui nous accordé autour de ce sujet. Aux paysans et tous ceux-là qui sont intéressés par la riziculture irriguée sur tout dans le marais d'altitude, en vue d'améliorer la production de cette denrée beaucoup consommée par la population.

REFERENCES

- [1] FAO, 2004, Données statistiques sur la production mondiale du riz, [http, www.fao/rice 2004/fr/index-fr.htm](http://www.fao/rice/2004/fr/index-fr.htm)
- [2] ANONYME, 1991, Mémento de l'agronome, 4^e édition, collection « Techniques rurales en Afrique » Ministère de la Coopération Française, Paris, 635 p
- [3] JACQUOT M. et COURTOIS B., 1983, Le riz pluvial, édition Maisonneuve et la rose, 134 p
- [4] RAEMAEEKERS, ROMAINS H., 2001, Agriculture en Afrique tropicale, édition de la DGCT. Sc. Bruxelles, 1634 p
- [5] MWANGALALO, 2005, Phytotechnie spéciale, cours inédits
- [6] FAO-TCEO, 2000, Mission d'évaluation de la situation humanitaire et des besoins agricoles d'urgences dans la province de Maniema, 87 p
- [7] IFDP, 2012, Terres et conflits dans le Kivu montagneux, enjeux et perspectives dans les territoires de Kabare et Walungu
- [8] PNUD-UNOPS, 1997, Monographie du Sud-Kivu, Bureau régional PNUD/ Bukavu
- [9] B.P LOUANT, 1996, Ecophysiologie des cultures tropicales, Vol 2
- [10] TINQUIN J.P, 1998, Amélioration variétale en riziculture des marais d'altitude, Rapport final, Contra TSP-130, Bujumbura, Facagro, U.B, Burundi
- [11] WESTPHAL E., ENBRECHTS J., FERWEDA J.P, MUTSHERS H.J.W et EWSTHAT STEVELS J.M.C, 1985, Cultures vivrières tropicales, édition Wageningen.

FACTORS INFLUENCING THE ADOPTION OF ELECTRONIC BANKING: EXPANSION OF TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)

Andy Ohemeng Asare, Shao Yun-Fei, Eric Boadi, and Michael Osei Aboagye

Management and Economics,
University of Electronic Science and Technology of China,
Chengdu, Sichuan, China

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

ABSTRACT: For the past decades, many banks and financial institutions around the world have been motivated in implementing electronic banking due to the fast advances in information technology. Despite the significant growth of informatics in banking, electronic banking is still underutilized among banks and other financial institution in Ghana. This study, therefore, enriches the current knowledge on influential factors that affect individual behavioral intention on adopting e-banking. Thus, this study employs Technology Acceptance Model (TAM) in examining the factors that affect person's behavioral intention in adopting e-banking by expanding it with three other variables which are prior internet knowledge, Information on e-banking and perceived credibility. Survey questionnaire was randomly distributed to a total of 210 respondents who are customers of public and private banks located in Kumasi, Ghana. In all 193 were fully completed representing of 91 percentage.

On average, the results indicates that perceived usefulness, perceived ease of use, prior Internet Knowledge, Information on Electronic Banking and Perceived Credibility are significant determinants of customers intention in E-Banking using TAM. This outcome reflects both theoretical and practical consideration in promoting e-banking services in the current competitive industry in Ghana.

KEYWORDS: Electronic Banking, Technology Acceptance Model (TAM), Banks, Customers and Ghana.

1 INTRODUCTION

Several types of research have described electronic banking to be in the form of Internet banking or mobile banking [1][2][3] [Suoranta & Mattila 2004; Laforet & Li 2005; Laukkanen 2007]. On the other hand, Internet banking and mobile banking are two different channels where services can be provided to clients as well as customers acquiring services by banks, [4]AbdElAziz et al., (2014). Customers who use Internet banking can receive services through wireless devices such as computers, mobiles, and other smart devices, [5] (Riquelme & Rios 2010). Flexibility and functionality are regarded as the most significant feature of e-banking by customers [3] (Suoranta & Mattila 2004). With the current rapid growth of Internet technology, e-banking has played vital roles with online transaction platform that has supported many e-business applications such as online shopping, online auction and Internet stock and so on through the use of e-payment. E-banking has enabled numerous banks and financial institutions in reducing costs related to serving customers physically, shorten processing time, enhanced the flexibility of business transactions as well as quality services [6](Shih and Fang, 2006). Some of the significance of e-banking are that it offers electronic services that help customers to check the balances of their accounts, money transfer, bill payments. Also, it enables deposit slips, apply for loans and credit cards, download accounts information, trading stocks or mutual funds, and look at images of their cheque [7](Turban et al., 2000).

The introduction of a new online banking products and services, it is highly recommended that banks should have a broad understanding of factors that influences consumers in adopting electronic banking. This study enriched the Technology Acceptance Model (TAM) with Prior Internet Knowledge (PIK), Information on E-banking (IEB) and Perceived Credibility (PC)

to highly investigate the influential factors that affect individual's intention in the adoption of e-banking. The outcome of this study contributes to the theoretical contributions of TAM and practically enables banks to implement new service strategies in meeting their customers demand regarding e-banking services.

2 THEORETICAL REVIEW

Several studies have proven that information technology is still underutilized in many organizations, causing enormous economic loss to their businesses. This has led to the development of several technology acceptance theories and models which has been used to investigate information technology acceptance, [8](Lin, 2013). The technology acceptance models include, the Theory of Reasoned Action developed by [9] Fishbein et al., (1975), the Technology Acceptance Model developed by [10]Davis, (1989) and extended TAM developed by Venkatesh and [11]Davis, (2000). Also the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) by [12]Venkatesh et al., (2003), [13]Davis, et al., (1992), Motivational Model, the Theory of Planned Behavior by [14]Ajzen, (1991). Combining model of TAM and the Theory of Planned Behavior (C-TAM-TPB) proposed by [15] Taylor and Todd, (1995). Also, are the Model of PC Utilization, developed by [16] Thompson, et al., (1991), [17] Rogers, (2003) Innovation Diffusion Theory and the Social Cognitive Theory developed by [18]Bandura, (1986). Based on the theoretical review, only empirical and theory based electronic banking studies have been summarized in Table 1. Which indicates that TAM, TPB/DTPB, and IDT were frequently employed to investigate what influences electronic banking adoption.

Table 1: Empirical and theory-based empirical research in mobile banking adoption

Authors	Theories	Main Findings
[19]Luarn and Lin (2005)	Extension of TAM	Perceived self-efficacy, financial costs, credibility, easy - of-use, and usefulness had remarked influence on intention to adopt mobile banking
[5] Riquelme and Rios (2010)	TAM, TPB, and IDT	Usefulness, social norms, risk influences the intention to adopt mobile banking
[20]Brown et al., (2003)	IDT and DTPB	Relative advantage, trialability, number of banking services, and risk significantly influence mobile banking adoption
[21]Puschel et al., (2010)	IDT and DTPB	Relative advantages, visibility, compatibility, and perceived easy - of - use significantly affects attitude, and attitudes, subjective norm, and perceived behavioral control significantly affects intention.
[22]Cruz et al. ,(2010)	TAM and theory of resistance to innovation	The cost barrier and perceived risk are highest rejection motives, following are unsuitable device, complexity, and lack of information.
[23]Laukkanen and Pasanen [2008]	Innovation adoption categories	Demographics such as education, occupation, household income, and size of the household do not influence mobile banking adoption, while age and gender are main differentiating variables

3 RESEARCH DEVELOPMENT AND HYPOTHESIS

3.1 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)

[10] Davis (1989) develops the Technology Acceptance Model based on the theory of reasoned action to investigate the factors that influence individual's intention in the adoption of information technology. Perceived usefulness and perceived ease-of-use are the two most vital individual attitudes about utilization of information technology, [10] Davis (1989). Perceived usefulness is the extent to which an individual beliefs that utilizing a particular system would improve his or her job performance". Perceived usefulness is grounded on the expectancy-value model from the Theory of Reasoned Action. Perceived ease-of-use is defined as "the degree to which an individual belief that utilizing a particular system would be free of effort. Perceived usefulness and perceived ease of use, lead to individual behavioral intention and actual usage behavior.

[10] Davis (1989) recommends that perceived usefulness is the strongest predictor of an individual's intention in the utilization of information technology.

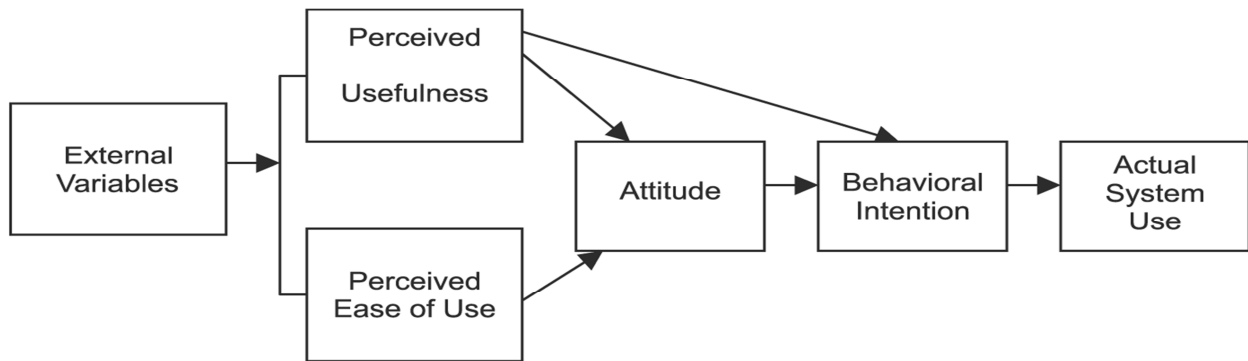


Fig. 1 Technology Acceptance Model (TAM)

Despite the significance of the TAM in studying individuals' intention to adopt a technology, from the literature review the model lacks enough data on technology adoption from the unique context of e- banking system, [24](Pan et al., 2010). The TAM in this research was, therefore, enriched with three additional constructs bringing the entire constructs to five. The constructs are Perceived usefulness (PU), Perceived Ease of Use (PEOU), Prior Internet Knowledge (PIK), Information on Electronic Banking (IEB) and Perceived Credibility (PC).

3.2 PERCEIVED USEFULNESS

Perceived usefulness is defined as the degree to which a person believes that using of a particular system would influence or enhance his/her job performance. From a theoretical standpoint, 10 Davis (1989) suggests that people intend to act before they actually act, and the perceived usefulness and attitudes towards the information technology are the main predictors of behavioral intention. Thus, we hypothesize that;

H1: *There is a positive relationship between perceived usefulness and behavioral intention in adopting e-banking.*

3.3 PERCEIVED EASE OF USE

[10] Davis (1989) defined perceived ease of use as the extent to which people believe that using certain system would be effortless. From a behavioral decision-making point of view, people usually try to minimize effort in their behavior [25](Igbaria and livari, 1995). [26]Venkatesh (2000) indicate that user would form early perceptions of perceived ease of use of a particular system based on their general beliefs about that system and its usages. [27]Porter and Donthu (2006) hypothesize that; users will avoid learning something new due to the perceived difficulty and risk associated with learning that thing. [28] Wang et al., (2003) and [29]Amin (2009) reported that perceived ease of use has a significant effect on behavioral and usage intention. Therefore, we hypothesize that;

H2: *There is a positive impact on perceived ease of use and behavioral intention to adopt electronic banking.*

3.4 PRIOR INTERNET KNOWLEDGE

Prior internet or computer knowledge is another determinant that influences customer's adoption of electronic banking. Therefore, customer's prior knowledge or understanding with technologies, in general, facilitates or change their attitude towards the adoption of e-banking. [30]Karjaluoto et al., (2002) showed that prior experience with computers and technologies and attitudes towards computers influence both attitudes towards online banking and actual behaviors. Consequently, the following hypothesis is proposed:

H3: *The prior internet knowledge has a positive effect on individual's behavioral intention on adoption of e-banking.*

3.5 INFORMATION ON ELECTRONIC BANKING

Bank customers usually require ample information before adapting to electronic banking or new services that are an important factor impacting e-banking adoption. An empirical study by [31]Sathye (1999), found that customers lacked information on the potentials, and disadvantages related to electronic banking. Information on the benefits of utilizing a product or service is as a key promotional strategy, [32](Peter, 1999). Therefore, in the adoption of electronic banking, it is important that banks and financial institutions offering e-banking provide adequate information to their customers on the advantages or potentials of the use of e-banking, [33] Hassan, (2011). Thus, we hypothesize that;

H4: *The appropriate information on electronic banking has an influence on customer's intention to adopt electronic banking.*

3.6 PERCEIVED CREDIBILITY

Several types of research on mobile banking have shown that most people are unwilling or not interested in utilizing mobile banking mostly because of perceived risk or perceived credibility [34] [35] [36] [37](Mahad & Mohtar 2015; Cheng et al. 2014; Wardhana, 2015; Lee, 2009). A study from [19] Luarn and Lin (2005) and Amin et al., (2008) empirically revealed that perceived credibility significantly affects individual's intention to use mobile banking. Perceived credibility has also been empirically supported and used in many Internet banking studies as discussed in [28] Wang et al., (2003), [29] Amin (2009), and [38]Yuen et al., (2011). This study uses perceived credibility to represent individual privacy, security, trust, and risk with regards to adoption of electronic banking. Hence, this study hypothesizes that;

H5: *There is a positive relationship between perceived credibility and individual's intention to adopt electronic banking*

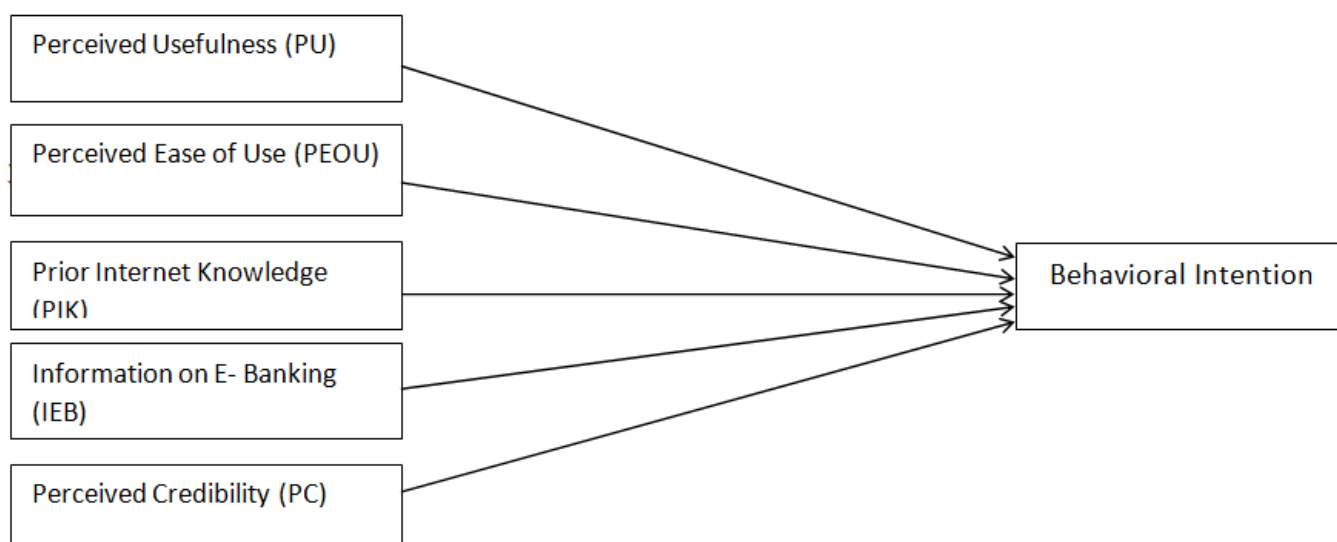


Fig. 2 Proposed Research Model

4 RESEARCH METHODOLOGY

Research questionnaire were randomly distributed among customers of various banks in Kumasi the second largest city of Ghana. Out of the 210 questionnaires distributed, 193 were fully completed representing a percentage of 91. An empirical examination was conducted with SPSS version [16] to statistically test the proposed research model and hypothesis with the use of data collected. Since the purpose of the study was to examine customers intention in adoption of e-banking, demographic characteristics were included in the questionnaire.

Table 2: Demographics of Respondents

Demographics	Frequency	%
Gender		
Male	108	56
Female	85	44
Age		
<29	53	28
30-39	60	31
40-49	41	21
>50	39	20
Occupation		
Public Servant	46	24
Civil Servant	72	37
Students	31	16
Self-Employed	40	21
Unemployed	4	2
Level of Education		
University Graduates	49	25
Professional Certificates	30	16
Higher National Diploma (HND)	41	21
Vocational & Technical Training	55	29
Senior High School and Below	18	9
Easy Access to Internet		
Yes	112	58
No	81	42
Computer Knowledge		
Yes	155	80
No	38	20
Awareness of Electronic Banking		
Yes	182	94
No	11	6

5 DATA ANALYSIS AND DISCUSSION

Demographics illustrates that male respondents were greater than female respondents with percentage of 56. More results were witnessed by the managers of age group 30-39. Civil servants dominated the respondents with 37 percent, 29 percent of the respondents were Vocational & Technical Training dominating the level of education. 58 percent of the respondents had easy access to internet whiles 80 percent had computer knowledge. 94 percent of the respondents were also aware of electronic banking.

5.1 DATA ANALYSIS TECHNIQUES

Statistical software: SPSS (statistical package for social sciences) was used for the analysis of the data collected for this study. Data analysis techniques used were Descriptive statistics, correlation and regression.

5.2 RELIABILITY AND VALIDITY

Reliability and validity were conducted to assess the internal consistency (Cronbach's alpha) and to test the reliability of each of the scales. All the measures included in the questionnaires showed the adequate reliability. The internal reliability of the measures ranged from 0.853 for the measure of perceived credibility (PC) to 0.774 for the measure of behavioral intention (BI). Table 3 reports the scales reliability statistics for the measures used, including mean, variance, standard deviation and Cronbach's alpha for each measure of the study. Overall the reliability of all question items is very good since Cronbach's Alpha values are above 0.70. This means that the higher the coefficient of reliability the higher internal consistency of the instruments.

Table 3: Reliability and Validity Statistics

	Mean	Variance	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha
PU	25.03	12.164	.600	.428	.814
PEOUS	25.96	12.137	.562	.356	.823
PIK	25.41	12.473	.650	.476	.804
IEB	25.48	12.454	.738	.605	.791
PC	25.58	13.351	.403	.232	.853
IB	25.35	11.270	.784	.649	.774

5.3 DESCRIPTIVE STATISTICS

Table 4 below illustrates some very significant descriptive statistics, including the mean, standard deviation, and confidence intervals for the dependent variables IB and its impact on the independent variables (PU, PEOU, PIK, IEB, and PC).

Table 4: Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
PU	193	4	7	5.53	.970
IEB	193	4	7	5.08	.786
PEOUS	193	2	7	4.60	1.019
PIK	193	4	7	5.15	.861
PC	193	2	7	4.98	.974
IB	193	4	7	5.21	.949
Valid N (listwise)	193				

5.4 CORRELATION

A correlation analysis was conducted on all the variables to test the relationship between them. This was tested by correlating five independent variables (PU, PEOU, PIK, IEB, and PC) with dependent variable (IB). Table 5 shows all positive figures suggesting that correlations are positive and significant at the 0.01 levels (2- tailed) between, perceived usefulness, perceived ease of use, prior internet knowledge, Information on electronic banking, perceived credibility, and behavioral intention to utilize electronic banking system.

Table 5: Correlations Analysis

		PU	PEOUS	PIK	IEB	PC	IB
PU	Pearson Correlation	1					
PEOUS	Pearson Correlation	.507**	1				
PIK	Pearson Correlation	.410**	.390**	1			
IEB	Pearson Correlation	.574**	.512**	.602**	1		
PC	Pearson Correlation	.218**	.228**	.446**	.320**	1	
IB	Pearson Correlation	.590**	.533**	.626**	.733**	.414**	1

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

5.5 REGRESSION

The regression is the intensity of relationships between the variables, to perform regression we add the means in the regression computation. Regression was done to test the hypothesis through the significant values of ANOVA and Coefficient Models. To accept the hypothesis, the values of significant level of ANOVA and Coefficient Model had to be $p < 0.05$ for each of the dependent and independent variables. Our value was 0.000; lying in the given range therefore our hypotheses were approved.

Table 6: Regression analysis; effect of independent variables on Behavioral Intention

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	-.548	.320		.088
	PU	.183	.054	.187	.001
	PEOUS	.117	.050	.126	.019
	PIK	.226	.064	.205	.001
	IEB	.479	.075	.397	.000
	PC	.123	.047	.126	.010

a. Dependent Variable: IB

Table 7: Regression analysis (model summary)

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.806 ^a	.649	.640	.569

a. Predictors: (Constant), PC, PU, PEOUS, PIK, IEB

Table 8: Regression analysis; variance caused by Market turbulence on firms performance (ANOVA)

ANOVA ^b					
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
1	Regression	112.103	5	22.421	.000 ^a
	Residual	60.647	187	.324	
	Total	172.750	192		

a. Predictors: (Constant), PC, PU, PEOUS, PIK, IEB

b. Dependent Variable: IB

In addition, to find the relationship of the dependent variable with five independent variables as well as hypothesis regression was run four times. Table 9 represents the estimates of the regression coefficients and values of variance (t) etc. As the values of t are above 2, and there is no negative sign, it shows that our hypotheses are accepted.

Table 9: Hypothesis Test for each independent variable

HYPOTHESES TESTING AND REMARKS							
Relationships/ Paths		R Square	Beta	t	Sig	Hypotheses	Remarks
PU--->BI	IV1 predicts DV	.348	.590	10.102	000	H1	Accepted
PEOU--->BI	IV2 predicts DV	.284	.533	8.700	000	H2	Accepted
PIK->BI	IV3 predicts DV	.392	.626	11.091	000	H3	Accepted
IEB-->BI	IV4 predicts DV	.537	.733	14.879	000	H4	Accepted
PC-BI	IV5 predicts DV	.171	.414	6.284	000	H5	Accepted

6 DISCUSSIONS

As mentioned earlier in this paper, the purpose of this study is to empirically investigate the influential determinants of customers' behavioral intention to adopt e-banking. Perceived usefulness, perceived ease of use and prior internet knowledge Information on electronic banking and perceived credibility were found to be statistically significant in predicting customer's intention to adopt electronic banking.

Among all the factors, Information on electronic banking was found to be the most significant with standardized coefficient β of .733 with a t value of 14.879, and a significant level of 000. These indicate that as Information of electronic banking increases by one unit, customers' behavioral intention to use e-banking is positively influenced by .733 units. In addition, prior internet knowledge was also accepted with standardized coefficient β of .626 with a t value of 11.091, and a significant level of 000. These indicate that as prior knowledge on internet increases by one unit, customers' behavioral intention to use e-banking is positively influenced by .626 units. Perceived usefulness was also accepted with standardized coefficient β of .590 with a t value of 10.102, at a significant level of 000. These indicate that as perceived usefulness of e-banking increases by one unit, customers' behavioral intention to use e-banking is positively influenced by .590 units. Furthermore, perceived eased of use was also accepted with standardized coefficient β of .533 with a t value of 8.700, at a significant level of 000. These indicate that as perceived ease of use on e-banking increases by one unit, behavioral intention of customers' to use e-banking is positively influenced by .533 units. Finally, perceived credibility was also accepted with standardized coefficient β of .414 with a t value of 6.284, and a significant level of 000. These indicate that as perceived credibility on internet increases by one unit, behavioral intention to use e-banking is positively influenced by .414 units. All these findings are in line with prior research which have been conducted in this area, [39] Luarn and Lin, 2005; [5] Riquelme and Rios, 2010; [40] Brown et al., 2003; [41] Cruz et al., 2010.

One of the interesting and different results in this study hinted the importance of availability of information on e-banking perceived as a critical factor influencing the acceptance. This calls for bankers to disseminate information of electronic banking services to its customers which is an important factor influencing the acceptance of electronic banking. Banks should therefore concentrate more on informative issues in their advertising rather than building only brands with less informative advertisements. Besides, increasing customer's awareness about e-banking usefulness and ease of use through advertizing can influence on enhancing the degree to which consumers use these services and how frequently they do it as well since there is highly level of prior knowledge of internet in the adoption of e-banking.

The results also indicated that despite e-banking system usefulness, convenient, and ease of use by customers, there is high level of perceived credibility in the security measures of e-banking technology and the capacity of e-banking systems in protecting customers' privacy. For that reason, advertising and personal promotion on e-banking should place much emphasizes on the trustworthiness and reliability of their websites, online banking and Automated Teller Machines (ATMs) in its messages as well as advertisement. It should point up the security features of the e-banking websites, and Automated Teller Machines (ATMs) that will enable customers to utilize it more securely.

7 CONCLUSION

This study was conducted to identify influential factors of customers' behavioral intention to adopt e-banking among banking customers in Kumasi, Ghana. The causal relationships among the variables that determine electronic banking services adoption were examined. The results indicated that the proposed model has good explanatory power and confirmed its robustness in predicting customers' behavioral intentions to use such services. The study demonstrated that online banking services adoption can be explained in terms of perceived usefulness, perceived ease of use, prior knowledge on the

use of internet, Information on e-banking and perceived credibility. The original framework used in this research is the Technology Acceptance Model, (TAM). The findings generally supported the hypotheses derived from the model as well as earlier empirical studies.

8 LIMITATION OF STUDY

In this research, there are some limitations which are foreseeable which are listed below;

Respondents were only selected from Kumasi, Ghana. They might not represent the entire Ghanaian banking customers. To get a more reliable representation, respondents should be gathered from all regional capitals in Ghana. This research managed responses from 193 banking customers. Their answers might not reflect the actual perceptions and opinions of Kumasi banking customers. A larger set of sample should be selected if more reliable results were to be obtained. Also, the views of the bankers were not taken into accounts in this study.

ACKNOWLEDGEMENT

Our foremost sincere gratitude goes to God Almighty for His guidance and protection throughout this study. Secondly, Prof. Yun-Fei Shao for her exemplary and constant guidelines in making this studies a success. Also, grateful for National Science Foundation of China under grant No. 71172095, with their research support. Deepest regards to the entire teaching and non-teaching bodies on University of Electronics Science and Technology of China for their immense academic support.

REFERENCES

- [1] S. Laforet and X. Li, "Consumers' attitudes towards online and mobile banking in China", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 23, no. 5, pp. 362-380, 2005.
- [2] T. Laukkanen, "Internet vs mobile banking: comparing customer value perceptions", *Business Process Mgmt Journal*, vol. 13, no. 6, pp. 788-797, 2007.
- [3] M. Suoranta and M. Mattila, "Mobile banking and consumer behaviour: New insights into the diffusion pattern", *J Financ Serv Mark*, vol. 8, no. 4, pp. 354-366, 2004.
- [4] R. AbdEl. Aziz, R. El Badrawy and M. Ismail Hussien, "ATM, Internet Banking and Mobile Banking Services in a Digital Environment: The Egyptian Banking Industry", *International Journal of Computer Applications*, vol. 90, no. 8, pp. 45-52, 2014.
- [5] H. Riquelme and R. Rios, "The moderating effect of gender in the adoption of mobile banking", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 28, no. 5, pp. 328-341, 2010.
- [6] Y. Shih and K. Fang, "Effects of network quality attributes on customer adoption intentions of Internet Banking", *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 17, no. 1, pp. 61-77, 2006.
- [7] E. Turban, J. Lee, D. King and H.M. Chung, "Electronic Commerce: A Managerial Perspective", Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2000.
- [8] C. Lin, "Exploring the relationship between technology acceptance model and usability test", *Information Technology and Management*, vol. 14, no. 3, pp. 243-255, 2013.
- [9] M. Fishbein, and I. Ajzen, "Belief, Attitudes, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research", Reading MA: Addison-Wasely, 1975.
- [10] F. Davis, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology", *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, p. 319, 1989.
- [11] V. Venkatesh and F. Davis, "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies", *Management Science*, vol. 46, no. 2, pp. 186-204, 2000.
- [12] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view," *MIS Quarterly*, Vol. 27, No. 3:425-478, 2003.
- [13] F. D. Davis and P. R. Warshaw, "Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace," *Journal of Applied Social Psychology* (22:14), 1992, pp. 1111-1132.
- [14] I. Ajzen, "The theory of planned behavior", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 50, no. 2, pp. 179-211, 1991.
- [15] S. Taylor and P. A. Todd, "Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models," *Information Systems Research* (6:4), 1995, pp. 144-176.
- [16] R. L. Thompson, C. A. Higgins and J. M. Howell, "Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization," *MIS Quarterly* (15:1), 1991, pp. 125-143.
- [17] E. M. Rogers, "Diffusion of Innovations (5th edition)", New York: Free Press, 2003.
- [18] A. Bandura, "Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1986.
- [19] P. Luarn and H. Lin, "Toward an understanding of the behavioral intention to use mobile banking", *Computers in Human Behavior*, vol. 21, no. 6, pp. 873-891, 2005.
- [20] I. Brown, Z. Cajee, D. Davies and S. Stroebel, "Cell phone banking: predictors of adoption in South Africa-an exploratory study", *International Journal of Information Management*, vol. 23, no. 5, pp. 381-394, 2003.
- [21] J. Püschel, J. Afonso Mazzon and J. Mauro C. Hernandez, "Mobile banking: proposition of an integrated adoption intention framework", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 28, no. 5, pp. 389-409, 2010.
- [22] P. Cruz, L. Barretto Filgueiras Neto, P. Muñoz-Gallego and T. Laukkanen, "Mobile banking rollout in emerging markets: evidence from Brazil", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 28, no. 5, pp. 342-371, 2010.
- [23] T. Laukkanen and M. Pasanen, "Mobile banking innovators and early adopters: How they differ from other online users?", *J Financ Serv Mark*, vol. 13, no. 2, pp. 86-94, 2008.
- [24] S. Pan and M. Jordan-Marsh, "Internet use intention and adoption among Chinese older adults: From the expanded technology acceptance model perspective", *Computers in Human Behavior*, vol. 26, no. 5, pp. 1111-1119, 2010.

- [25] M. Igbaria, J. Iivari and H. Maragahh, "Why do individuals use computer technology? A Finnish case study", *Information & Management*, vol. 29, no. 5, pp. 227-238, 1995.
- [26] V. Venkatesh, "Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model", *Information Systems Research*, vol. 11, no. 4, pp. 342-365, 2000.
- [27] C. Porter and N. Donthu, "Using the technology acceptance model to explain how attitudes determine Internet usage: The role of perceived access barriers and demographics", *Journal of Business Research*, vol. 59, no. 9, pp. 999-1007, 2006.
- [28] Y. S. Wang, Y. M. Wang, H. H. Lin and T. I. Tang, "Determinants of user acceptance of Internet banking: An empirical study", *International Journal of Service Industry Management*, 14,501–519, 2003.
- [29] H. Amin, "An analysis of online banking usage intentions: an extension of the technology acceptance model", *International Journal Business and Society*,10(1), 27–40, 2009.
- [30] H. Karjaluoto, M. Mattila and T. Pento, "Factors underlying attitude formation towards online banking in Finland", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 20, no. 6, pp. 261-272, 2002.
- [31] M. Sathye, "Adoption of Internet banking by Australian consumers: an empirical investigation", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 17, no. 7, pp. 324-334, 1999.
- [32] G. Peters, "Beyond strategy – benefits identification and management of specific IT investments", *J Inf Technol*, vol. 5, no. 4, pp. 205-214, 1990.
- [33] H. Hassan Al-Tamimi, "The Use of Data Envelopment Analysis in Banking Institutions: Evidence from the UAE Commercial Banks", *SSRN Electronic Journal*, 2011.
- [34] M. Mahad and S. Mohtar, "PERCEIVED RISK, INTENTION TO USE AND ACTUAL USE OF MOBILE BANKING IN MALAYSIA: AN EXTENDED DECOMPOSED THEORY OF PLANNED BEHAVIOR", *El Dinar*, vol. 3, no. 2, 2015.
- [35] S. Cheng, S. Lee and K. Lee, "User Resistance of Mobile Banking in China: Focus on Perceived Risk", *IJSIA*, vol. 8, no. 2, pp. 167-172, 2014.
- [36] M. Lee, "Factors influencing the adoption of internet banking: An integration of TAM and TPB with perceived risk and perceived benefit", *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 8, no. 3, pp. 130-141, 2009.
- [37] A. Wardhana, "Pengaruh Kualitas Layanan Mobile Banking (M-Banking) Terhadap Kepuasan Nasabah di Indonesia", *DeReMa (Development Research of Management) Jurnal Manajemen*, vol. 10, no. 2, pp. 273-284, 2015.
- [38] Y. Y. Yuen, P. H. P. Yeow, N. Lim, and N. Saylani, "Internet banking adoption: Comparing developed and developing countries," *The Journal of Computer Information Systems*, Vol. 51, No. 1:52-61, 2011.
- [39] P. Luarn and H. Lin, "Toward an understanding of the behavioral intention to use mobile banking", *Computers in Human Behavior*, vol. 21, no. 6, pp. 873-891, 2005.
- [40] I. Brown, Z. Cajee, D. Davies and S. Stroebel, "Cell phone banking: predictors of adoption in South Africa-an exploratory study", *International Journal of Information Management*, vol. 23, no. 5, pp. 381-394, 2003.
- [41] P. Cruz, L. Barretto Filgueiras Neto, P. Muñoz-Gallego and T. Laukkanen, "Mobile banking rollout in emerging markets: evidence from Brazil", *Intl Jnl of Bank Marketing*, vol. 28, no. 5, pp. 342-371, 2010.

FLUE GAS DESULFURIZATION BY MECHANOCHEMICALLY ACTIVATED DOLOMITE

Gianluca Intini¹, Gabriella De Santis¹, and Lorenzo Liberti²

¹T&A Technology and Environment, Bari, Italy

²Technical University of Bari, Italy

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

ABSTRACT: Energy production by combustion of S-containing non-renewable fuels requires huge consumption of limestone for the necessary Flue Gas Desulfurization (FGD) treatment in order to meet stringent SO₂ emission limits. FGD (wet, dry or semi-dry) is an expensive, energy intensive, process due to its overall poor efficiency and to the need of using finely micronized CaCO₃. Wet FGD laboratory tests with dolomite slurry have shown that up to ~ 50% higher performance and faster SO₂ uptake occur if the mineral is micronized by high energy mill, yielding mechanochemical activation of the solid. Further benefits arise from the use of dolomite which consistently contains Mg carbonate.

KEYWORDS: flue gas desulfurization; mechanochemical activation; limestone or dolomite micronization; SO₂ emission.

1 INTRODUCTION

Sulfur dioxide, a major cause of acid rain, is one of the 6 main air pollutants¹ for which the *EU Clean Air Program* commands stricter emission limits by 2020 and 2025 for large [1] and medium-small [2] combustion plants respectively. Due to the scarcity and the cost of no-S fuels², coal and oil with high (≤8%) or low (≤4%) S-content are traditionally used in large power stations and the resulting flue gas, containing finite amount of SO₂, must undergo specific desulfurization treatment in order to cope with the existing SO₂ emission limits (125/350 µg/m³ as hourly/daily concentration) [3].

Flue Gas Desulfurization (FGD) is a worldwide known process that adsorbs SO₂ through micronized calcite (CaCO₃)[4-5], of which Italy is a major producer (≈35 Mt/yr, 33% of total EU production)[6]. FGD is an expensive and energy-consuming process with capital and O&M costs ≤500 U.S.\$/t_{SO₂} in large power plants (400 MW) [7]. In addition to the operating conditions and the adsorbent nature, FGD performance depends largely on physiochemical characteristics of the micronized calcite [8-9].

The aim of this paper is to investigate sulfation properties of CaCO₃ micronized by high-energy mill according to the mechanochemical theory, compared with the same adsorbent micronized by conventional milling.

2 BASIC THEORY

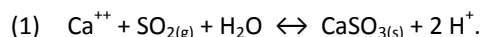
FGD processes differ mainly for the technique (*wet*, *dry* or *semi-wet*) and the adsorbents used (CaO, *lime*; CaCO₃, *limestone*; NaOH+Na₂CO₃, *dual-alkali*). Wet-FGD, where the flue gas is washed in a scrubber fed countercurrent by a

¹ Sulphur dioxide, nitrogen oxides, volatile organic compounds, ammonia, particulate matter and methane.

² The stoichiometric S content in solid fuels to meet SO₂ emission limits is 0.23%.

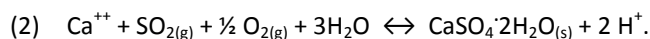
limestone slurry, is the most popular, in spite of the amount of wastewater to be treated before discharge and the large facilities (ponds) usually required to reclaim the slow-settling CaSO_3 .

Basic FGD chemistry calls for a 3-phasic reaction, represented in simplified form by



Gaseous SO_2 facing the slurry is captured by Ca^{++} ion to form poor-soluble (0.045 g/L at 20°C) slowly settling CaSO_3 .

It is often preferred to oxidize SO_2 to SO_3 in order to obtain CaSO_4 , more soluble than CaSO_3 (2 g/L at 20°C), but potentially marketable as *gypsum* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Basic FGD chemistry then is written as a redox/precipitation process:



Wet-FGD must reach up to 98% efficiency, depending on S-content of the fuel used. To that aim, adsorbent physio-chemical characteristics (particle size, specific surface, CaCO_3 purity etc.) must be considered in addition to operating conditions (pH and concentration of slurry, gas/liquid flow ratio, adsorbent excess, type and concentration of the oxidant agent, scrubber geometry etc.). Limestone for wet-FGD application must typically exhibit $\leq 95\%$ CaCO_3 purity, $D_{0.90} \leq 50 \mu\text{m}$ (i.e., 90% of powder passing the 50 μm mesh size) and $\geq 1 \text{ m}^2/\text{g}$ specific surface.

The addition of Mg^{++} to the scrubber slurry can increase SO_2 removal efficiency to as high as 99%, due the higher solubility (hence faster Mg^{++} reactivity with sulfite/sulfate ions) of Magnesium than Calcium carbonate [10]. Accordingly, the use of *dolomite* (mixed Ca and Mg carbonate) is often preferred in FGD plants of large power stations [11].

For FGD applications limestone must undergo micronization, a unit operation quite common in mineral industry, where plenty of equipment with different grinding tools (balls, hammers, rollers, blades etc.) exist and are effectively used [12-13]. Minerals micronization, however, is characterized by poor energy efficiency (5÷25%), exponentially decreasing with particle size, and by the increase of particle size with prolonged micronizing duration, due to *clustering* of the micro-particles [14].

Mechanochemistry (MC) is a known technique where solids are micronized by the action of the mechanical forces developed during collisions, capable of modifying the solid structure at nanoscale level, thus greatly enhancing its reactivity and allowing for unfavorable reactions to occur even at room conditions [15÷19]. Used successfully in several fields (e.g., preparation of catalysts, functional ceramics etc.), in the last decade MC has also been proposed with promising results for environment protection, e.g., treatment of hazardous waste [20-21], reuse of waste [22-23], decontamination of soils [24] and marine sediments [25].

Although based on different mechanisms (planetary, attrition, nutation etc.), H/E mills typically consist in a rapidly rotating ($\leq 1,000 \text{ rpm}$) reactor containing a number of steel balls that collide thousands of times per second, compressing the reactants at extreme pressure and temperature ($\geq 1,000^\circ\text{C}$) for extremely short time-span ($\geq 10^{-13} \text{ s}$) [16]. Such myriad collisions produce the “*mechanochemical activation*” of the reactants through solid matrix deformation and transition from elastic to plastic morphology as well as sound-speed propagating fractures into the solid matrix that promote and, moreover, increase to the 3rd power the number of existing active sites, thus boosting exponentially the overall reactivity of the system [26].

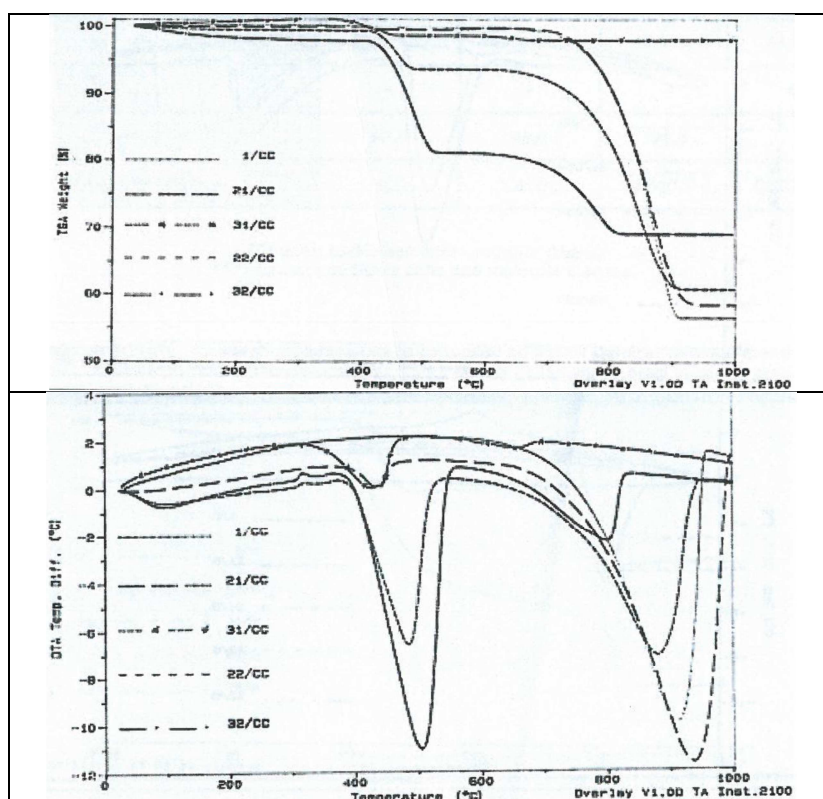
3 MATERIALS AND METHODS

Two types of limestone from a major private quarry (Italcave SpA, near Taranto, S. Italy) were considered, made by pure calcite and by dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ with $\approx 2/1$ Ca/Mg molar ratio) respectively. Tab.1 reports their characteristics (ASTM standards), Fig.1 their typical DTG and DTA profile (STA 409 thermo-analyzer, Netzsch, I).

Table 1. Typical characteristics of calcite and dolomite samples investigated

Parameter (%)w/w	Calcite	Dolomite (code IC_T00-12)
CaCO ₃	99.13	61.11
MgCO ₃	0.12	18.94
Al ₂ O ₃	0,05	5.93
Fe ₂ O ₃	0.02	5.85
SiO ₂	0.04	5.63
Sn	0.52	0.04
Pb	0.84	0.92
Mn	<0.01	<0.01
Cu	<0.01	1.58
Cd	<0.01	<0.01
LOI ⁽¹⁾	39.57	42.36
H ₂ O	3.09	2.11
pH	9.12	
Bulk density (kg/L)	2.671	
D _{0,9} (μm) ⁽²⁾	3,000	3,0000
Specific surface (m ² /g)	1,2	0,9
Color	Pale Yellow	Bright white

⁽¹⁾ Loss On Ignition = weight loss after calcination; ⁽²⁾ mesh-size passed by 90% of product

**Fig.1. DTG (above) and DTA analysis (below) of the limestone investigated**

In order to exploit Mg beneficial effect toward SO₂ absorption, only the dolomite product was used in FGD experiments. To that aim suitable samples of IC_T00-12 product were micronized to D_{0,9} ≤ 50 μm with a laboratory Hicom 15 nutation H/E mill (Hicom Technol., Pinkeba, Australia) (Fig.2 and Tab.2) under different operating conditions.

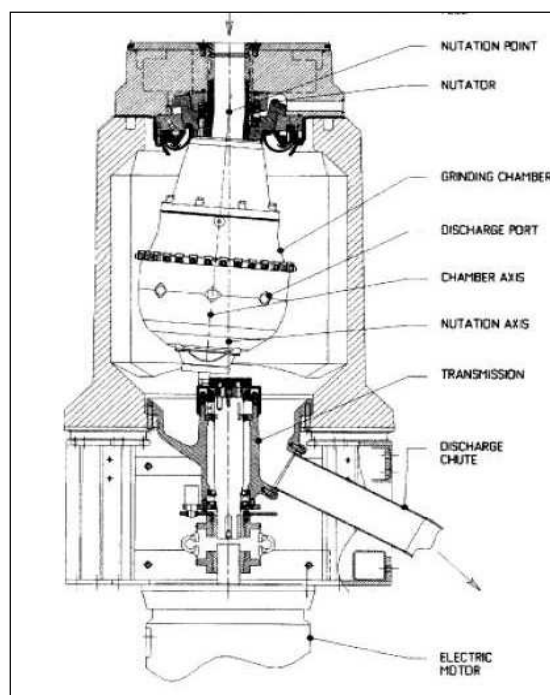


Fig.2. Scheme of Hicom 15 nutation H/E mill

Table 2. Technical characteristics and operating conditions of the Hicom 15 Nutation H/E mill

Jar net volume and material	5.3 L, Stainless Steel AISI 304
Milling balls diameter and material	Ø 10 mm, Stainless Steel AISI 420C

At given intervals, a sample of the milled material was analyzed for size granulometry (Laser Mastersize 2000, Malvern, UK) and for specific surface (Monosorb BET Analyzer, Quantachrome, FL).

To compare the sulfation capability of dolomite micronized by H/E and by a conventional roller mill (type PM 60 U3, Neuman & Esser, Germany), code DE, the FGD tests were carried out according to [9] with the lab set shown in Fig.3.

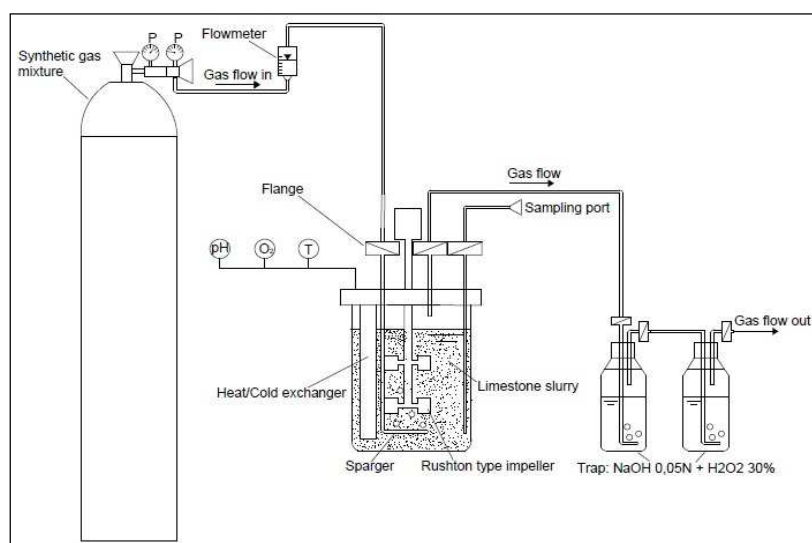


Fig.3. Flow-sheet of the FGD laboratory set

An Esedra Plus 3.5 glass reactor (Solaris Biotechnologies, Italy), containing 2L of distilled water thermostated at 25°C and stirred at 700 rpm, was added with enough micronized dolomite and concentrated HCl to achieve a 1% slurry concentration at pH 7.6. A synthetic gas mixture mimicking typical flue gas from a coal power plant (10% CO₂, 5% O₂, 0.5% SO₂ and a balance of N₂ by volume, expressly prepared by Sapio, Italy) was then fed into the reactor at a constant flow rate (100 ml/min) for 6 hours. Two traps in series on the outgoing gas stream, containing 125 ml of 0.05N NaOH and 30% H₂O₂, confirmed that during the test no SO_{2/3} escaped from the reactor ($\approx 100\%$ SO₂ absorption). During each test, 5 mL aliquots of the slurry were withdrawn every hour and the amount of SO_{2/3} absorbed was determined by standard iodometric titration.

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 HIGH ENERGY MICRONIZATION TESTS

Tab.3 shows the characteristics of ground dolomite sample (code IC_T00-12) and after H/E micronization in various operating conditions, compared with the corresponding conventionally-micronized product (code DE). Fig.4 reports particle-size distribution in the various samples, from which the D_i values in Tab.3 were calculated.

Table 3. Characteristics of the investigated dolomite micronized by H/E or by conventional mill

Sample code	Milling technique	Milling time	rpm	b (kg)	c (kg)	b:c	D _{0,10} (μm)	D _{0,50} (μm)	D _{0,90} (μm)	S (m ² /g)
DE	Conventional	≥30'					2,9	12,2	84,2	0,88
IC_T00-12	H/E	/	/	/	/	/			>3.000	1,20
IC_V15-4	H/E	10'	930	9,41	0,79	12:1	1,5	5,3	25,2	13,10
IC_V25-3	H/E	20'	930	9,41	0,79	12:1	2,0	14,0	64,2	15,70
IC_RY-2	H/E	30'	930	9,41	0,79	12:1	1,9	11,2	65,7	13,50
IC_14-11	H/E	10'	770	4,89	2,45	2:1	1,5	5,4	31,9	
IC_3C-10	H/E	10'	770	8,30	1,38	6:1	1,6	7,6	42,9	
IC_78-9	H/E	10'	770	9,41	0,79	12:1	1,6	7,9	45,3	

b = total milling body weight; *c* = total dolomite weight; D_i = mesh-size passed by *i*-th % of product; *S* = specific surface

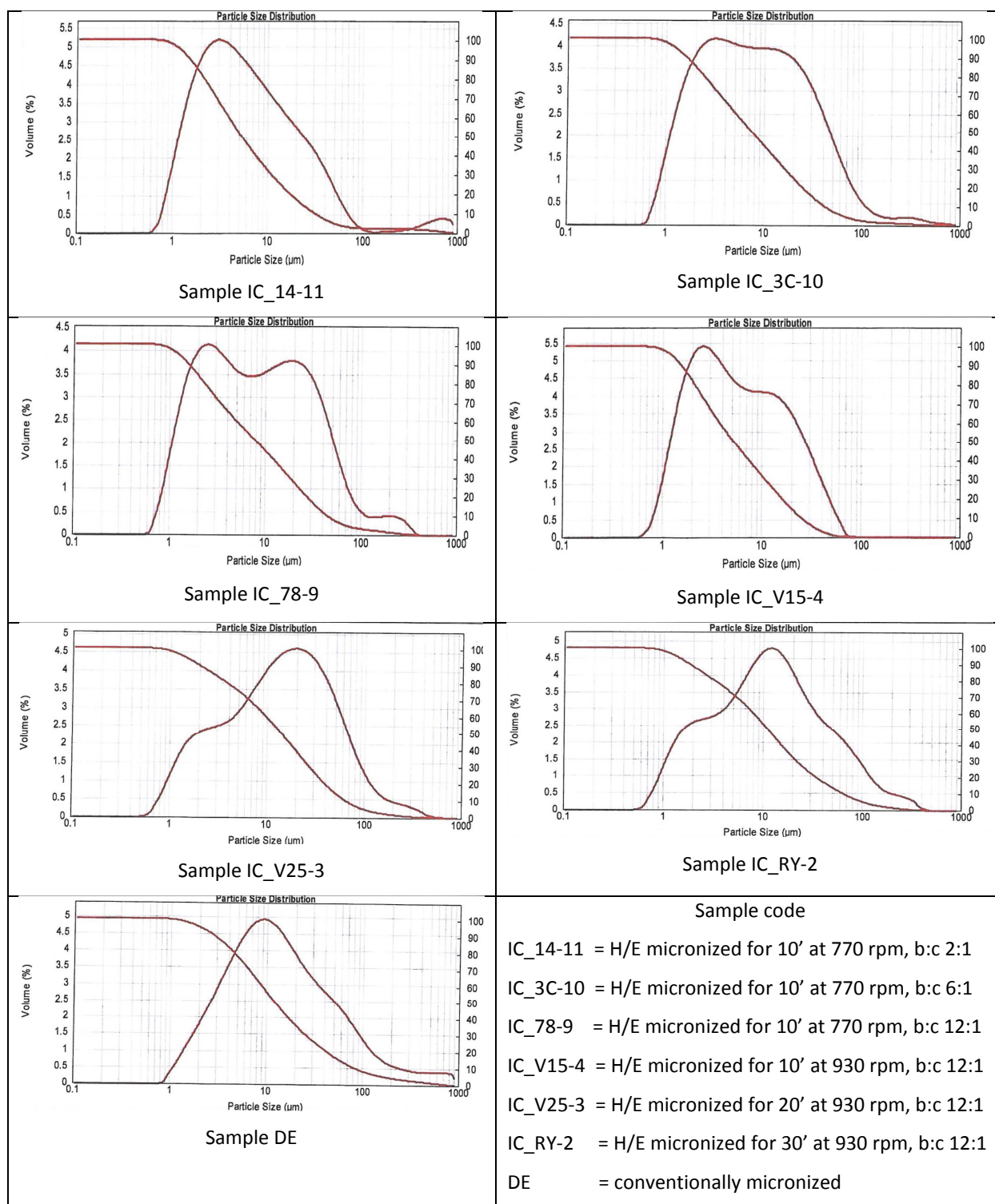


Fig.4. Particle-size distribution on samples of H/E or conventionally micronized dolomite samples

First of all, it must be noted that, as already seen with DE sample, containing higher Fe and Cu amount (Tab.1), micronization allowed almost complete color disappearance, yielding bright whiteness (i.e., higher market value) to all samples, due to a modified position of the chromophore in the new crystallographic morphology [22].

From the data in Tab.3 it clearly appears that in the experimental conditions investigated H/E micronization permits to reach the target solid size ($D_{0.90} \leq 50 \mu\text{m}$) faster ($\leq 10'$) than with conventional mills ($\geq 30'$), with a relatively low rotation speed (700 rpm) and high (2:1) reactor filling ratio (see sample IC_14-11 vs. DE), i.e., with lower overall energy consumption. This is

particularly important in the mineral industry due to the well-known poor efficiency of grinding operation, where a major energy quote of is lost with loud noise, thermal dissipation and friction resistances. The higher energetic efficiency of H/E micronization was anticipated by the well-known mechanical Bond theory, as recently updated [27], based on the Work Index (W_i), i.e., the energy required to comminute from ∞ to 100 μm the mean diameter of 1g of solid [kWh/t].

Fig.5 shows the general grinding-energy function, embodying the major theoretic models that relate energy consumption with material size [28].

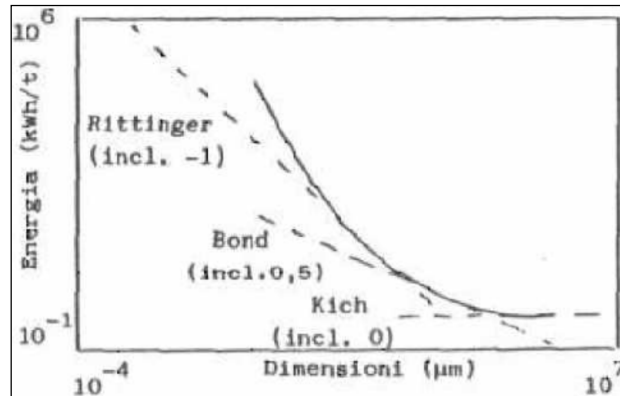


Fig.5. Major models relating grinding energy consumption with final solid size

Best curve-fitting in Fig.5 is provided by the following differential equation [29]:

$$(3) \quad (dW/d\phi) = -K/\phi^x$$

where

W = overall grinding energy consumption [kWh/t]

K = constant

ϕ = solid diameter (μm)

and the exponent $x = 2, 1$ or $1,5$ in the model of Rittinger, Kick-Kirpicev or Bond respectively.

In the ϕ range $1 \div 100 \mu\text{m}$ interesting this study Bond theory prevails hence eq. (3) becomes:

$$(4) \quad W = 10^x W_i [(1/\sqrt{\phi}) - (1/\sqrt{\phi_0})].$$

By means of a laboratory H/E planetary ball mill, W_i was measured experimentally for a number of minerals, including dolomite ($W_i = 11.3 \text{ kWh/t}$) and calcite ($W_i = 12.7 \text{ kWh/t}$) [28]. Using conservatively this latter value, $\phi_0 \approx 3.000 \mu\text{m}$ and $\phi_{0,9} = 45,3 \mu\text{m}$ for the unmilled and H/E micronized mineral (samples IC_T00-12 and IC_78-9 respectively in Tab.3), eq. (4) yields $W \approx 16,6 \text{ kWh/t}$, a figure largely lower than expected with conventional mills [7]. Though real figures with full scale mills may vary with plant characteristics and operating conditions, it may be anticipated that at least a $\approx 50\%$ overall energy saving would occur if dolomite micronization is carried out using H/E instead of conventional mills.

The experimental results in Tab.3 are plotted in Figs.6 and 7 to show the influence of milling time on specific surface and particle size of the mineral.

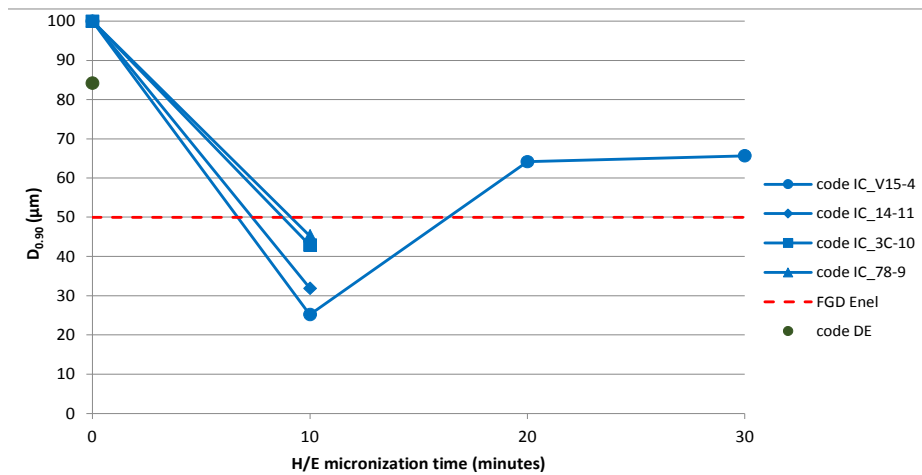


Fig.6. Influence of H/E milling duration on micronized mineral size

As expected, Fig.6 shows that milling beyond an optimal duration causes an increase of mean particle size, due to known phenomena of *clustering* among micro and nanoparticles already formed [30].

Quite interestingly, the plot in Fig.7 indicates that conventional micronization does not produce finite increase of dolomite specific surface, which in turn may increase up to $\approx 1500\%$ when an H/E mill is used. Being gas absorption and, in general, solids reactivity dependent on specific surface, this finding may have a paramount importance in practical limestone application like FGD.

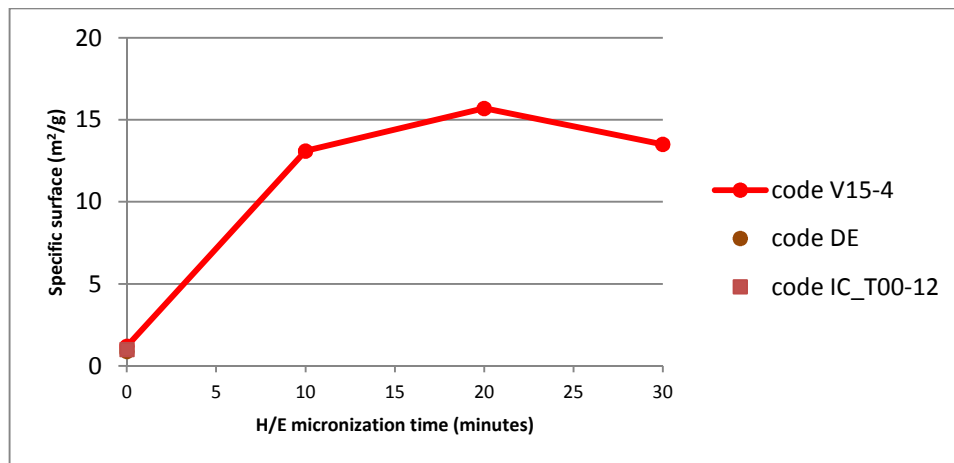


Fig.7. Influence of H/E milling duration (min) on the specific surface of the micronized solid

4.2 FLUE GAS DESORPTION TESTS

Fig.8 shows the results of FGD laboratory tests with conventionally and H/E micronized dolomite.

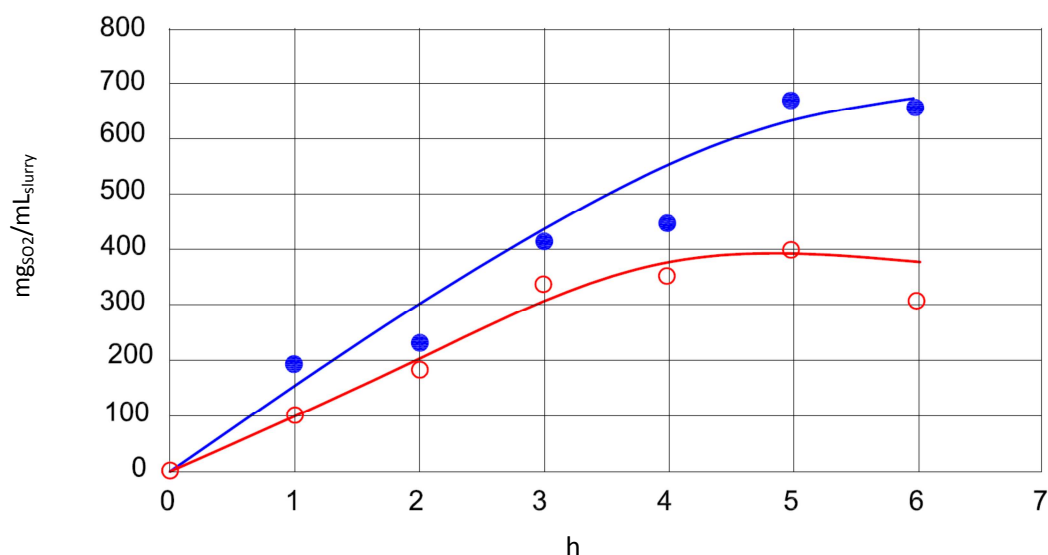


Fig.8. Results of laboratory FGD tests

(● H/E micronized sample, code IC_V15-04; ○ conventionally micronized sample, code DE)

As expected, experimental results indicate a much better FGD performance with H/E micronized than with conventionally micronized mineral in terms of both thermodynamics (equilibrium absorption capacity ≈ 650 vs. ≈ 400 mgSO₂/mL_{slurry}) and kinetics (≈ 140 vs. ≈ 90 mgSO₂/mL_{slurry}·h). This finding stems from the higher specific surface and, moreover, from the much higher number of active sites obtained through H/E micronization, according to the mechanochemical theory [30].

Furthermore, the present results (≈ 400 mgSO₂/mL_{slurry}) with conventionally micronized dolomite are much better than ≈ 60 mgSO₂/mL_{slurry} obtained in similar laboratory FGD tests with various Turkish limestones [8-9], thus confirming the positive influence of Mg on sulfation.

5 CONCLUSIONS

According to the well-established mechanochemistry theory, mineral micronization with High Energy instead of conventional mills increases the solids reactivity through higher specific surface and more activated sites. This has been confirmed in FGD laboratory tests, where H/E micronized dolomite showed $\approx 50\%$ higher and faster SO₂ uptake performance than the same product micronized with conventional mill. Further benefits were due to the appreciable presence of Mg ion in the mineral.

It may be concluded that the use of H/E micronized dolomite in FGD plants at coal-fueled power stations would allow consistent savings in terms of energy efficiency, process rate and material consumption.

REFERENCES

- [1] EU Dir. proposal 2013/0443, "Reducing national emission of certain atmospheric pollutants", 20 Dec. 2013.
- [2] EU Dir.2015/2193, "Limiting certain pollutants emission into air from medium combustion plants", 25 Nov.2015.
- [3] Italian Legislative Decree No.155/10, "Acknowledging EU directive 2008/50/CE on air quality", 13 Aug. 2010.
- [4] Shrivastan R.K., Jozewicz W., "Flue gas desulfation: The state of the art", J. Air Waste Manage. Assoc. 51 (2001) pp. 1676-1688.
- [5] NIOSH OMSHR and IMA-NA, "Dust Control Handbook for Industrial Minerals Mining and Processing", 2013.
- [6] Montani C., "Marble and Rocks in the World", XXV Report, 2014.
- [7] Prasad D.S.N., Sharma R., Acharya S., Saxena M., Sharma A.K., "Removal of sulfur dioxide from flue gases in thermal plants", Rasayan J. Chem. 3, 2 (2010) pp. 328-334.
- [8] Hosten C., Gulsun M., "Reactivity of limestones from different sources in Turkey", Min. Eng. 17 (2004) pp. 97-99.
- [9] Ozyuguran A., Ersoy-Mericboyu A., "FGD by limestone and hydrated lime slurries",

- [10] Devitt T., Gerstle R., Gibbs L., Hartman S., Klier R., "FGD system capabilities for coal-fired steam generators", EPA-600/7-78-032b, 1978.
- [11] Pistillo L., Scarano J., "Operation experience of FGD plants at Brindisi power station", ENEL Technical Report, Sept. 2005 (in Italian).
- [12] Harben P. W., "The Industrial Minerals Hand-book, Industrial Minerals Information", Surrey, UK, 2002.
- [13] Kogel E. J., "Industrial Minerals and Rocks", Hoepli Ed., 2006.
- [14] Heiman M., "Economics of grinding for pelleted feed" 2014.
- [15] Boldyrev V.V., Meyer K., "Festkörperchemie", Beitrage Forschung Praxis, Verlag, Lipzig, 1973.
- [16] Balaz P., "Mechanochemistry in Nanoscience and Minerals Engineering", Springer, 2008.
- [17] Sopicka-Lizer (Ed.), "High-Energy Ball Milling, Mechanochemical Processing of Nanopowders", Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 2010.
- [18] Friscic T., Halasz I., Beldon P.J., Belenguer A.M., Adams F., Kimber S.A.J., Honkimaki V., Dinnebier R.E., "Real-time and *in situ* monitoring of mechanochemical milling reactions", *Nature Chem.* 5 (2013) pp. 66-73.
- [19] Takacs L., "The historical development of mechanochemistry", *Chem. Soc. Rev.* 42 (2013) pp. 7649-7659.
- [20] Birke V., Mattik J., Runne D., "Mechanochemical reductive dehalogenation of hazardous poly-halogenated compounds", *J. Mat. Sci.* 39 (2004) pp. 5111-5116.
- [21] Montinaro S., Concas A., Pisu M., Cao G., "Remediation of heavy metals contaminated soils by ball milling", *Chemosphere* 67 (2007) pp. 631-639.
- [22] Balaz P., Achimovicova M., Balaz M., Billik P., Cherkezova-Zheleva Z., Criado J.M., Delogu F., Dutkova E., Gaffet E., Gotor F.J., Kumar R., Mitov I., Rojac T., Senna M., Streletskii A., Wieczorek-Ciurowa K., "Hallmarks of mechanochemistry: from nanoparticles to technology", *Chem., Soc. Rev.* 42 (2013) pp. 7571-7637.
- [23] Balaz M., Bujnakova Z., Balaz P., Pap Z., Zorkovska A., Dankova Z., Briancin J., "Adsorption of Cadmium(II) on waste biomaterial", *J. Colloid Interface Sci.* 454 (2015) pp.121-133.
- [24] Guo X., Xiang D., Duan G., Mou P., "A review of mechanochemistry applications in waste management", *Waste Manage.* 30 (2010) pp. 4-10.
- [25] Cagnetta G., Intini G., Liberti L., Lomowsky O.I., Boldyrev V.V., "The Biomec® process for mechanochemical biodegradation of PCBs in marine sediments", *J. Soil Seds.* 15, 1 (2015) pp. 240-248.
- [26] Boldyrev V.V., "Mechanichemistry of inorganic solids", *Proc. Indian Nat. sci. Acad.* 52 8 (1986) pp. 400-417.
- [27] Gotor F.J., Achimovicova M., Real C., Balaz P., "Influence of the milling parameters on the mechanical work intensity in planetary mills", *Powder Technol.* 233 (2013) pp. 1-7.
- [28] Daghia B., "Experimental study on grinding energy through the Bond Index for ceramics", MS Thesis, University of Bologna (I), 2008 (in Italian).
- [29] Hukki R.T., "Proposal for a Salomonic settlement between the theories of von Rittinger, Kick and Bond", *Trans. Amer. Inst. Min. Eng.* 220 (1961) pp. 403-408.
- [30] Delogu F., Mulas G. (Eds), "Experimental and Theoretical Studies in Modern Mechanochemistry", Transworld Res. Network, Kerala, India, 2010.
- [31] Guzzo P.L., Santos J.B., David R.C., "Particle size distribution and structural changes in limestone ground in planetary ball mill", *Int. J. Min. Proc.* 126 (2014) p.p. 41-48.

Notice of Retraction

The authors of the following article have requested that it be retracted from publication in the *International Journal of Innovation and Scientific Research*:

M.V.V. Thirumuruga Poiyamozi and P.Suresh Kumar, "Investigation of Vital Risks in Construction Projects," *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 23, no. 1, pp. 134–141, May 2016.

Systèmes d'Information Logistiques et performance de l'entreprise: Une revue de la littérature

[Logistics Information Systems and company performance: A literature review]

Khalid CHAFIK¹ and Omar BOUBKER²

¹Professeur de l'Enseignement Supérieur, Groupe de recherche: Management & Systèmes d'information (GRMSI),
Coordinateur de la formation doctorale, Gestion Economie et Développement Durable, Ecole Nationale de Commerce et de
Gestion, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Maroc

²Doctorant en Sciences de Gestion, Groupe de recherche: Management & Systèmes d'information (GRMSI), Ecole Nationale
de Commerce et de Gestion, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Maroc

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

ABSTRACT: This paper aims to analyze the contribution of logistics information systems to the company's performance. Methodologically, we mobilized a theoretical exploration based on a meta-analysis research concerning the use of information systems in the logistics activity. The results allow us to determine the benefits brought by using logistics information systems in companies.

KEYWORDS: Logistics Information Systems (LIS), logistics processes, performance, added value.

RESUME: Ce papier a pour objectif d'analyser la contribution des systèmes d'information logistiques à la performance de l'entreprise. Sur le plan méthodologique, nous avons mobilisé une exploration théorique des travaux de recherche portant sur l'utilisation des systèmes d'information dans l'activité logistique des entreprises. Les résultats de cette recherche nous ont permis de déterminer les gains apportés par l'utilisation des systèmes d'information logistiques au sein des entreprises.

MOTS-CLEFS: Systèmes d'information Logistiques (SIL), processus logistiques, performance, valeur ajoutée.

1 INTRODUCTION

La mondialisation des échanges commerciaux entraîne des enjeux énormes pour les entreprises, qui représentent autant de nouveaux *challenges* à relever. A ce niveau, la logistique représente un outil permettant d'accroître la performance globale des entreprises, [1], [2], [3].

Pour atteindre cet objectif, les entreprises doivent réviser leurs activités logistiques, afin de favoriser le passage d'une logique de flux poussés à une logique de flux tirés par la demande des clients [4].

De même, le renforcement de l'activité logistique oblige les entreprises à investir massivement dans leur SIL, visant ainsi, de rationaliser les coûts logistiques, d'améliorer le niveau de satisfaction des clients et d'améliorer les pratiques logistiques, [5].

Plusieurs chercheurs en sciences de gestion sont d'accord sur l'idée que; « *l'entreprise est désormais un système global, dans lequel doivent être prises en compte des interactions internes et externes. Les coopérations technique, commerciale et administrative sont possibles à condition que des liens solides existent entre les différents acteurs de la chaîne logistique* », [6, p. 123].

Notre recherche s'inscrit dans la continuité des travaux de recherches, qui ont mis en avant la relation entre les SIL et la performance logistique, [5], [7], [8], [9], [10], [11].

Cette recherche présente dans un premier temps, une revue de littérature liée aux SIL. Ensuite, les différents travaux qui analysent la contribution des SIL à la performance, seront présentés. Enfin, nous discuterons quelques perspectives de notre recherche.

2 SYSTEMES D'INFORMATION LOGISTIQUES : REVUE DE LITTÉRATURE

Cette section a pour objectif de présenter le cadre théorique relatif aux SIL. Dans un premier temps, nous commençons par entourer la notion de SI, puis nous présentons les étapes d'évolution du management logistique. Le dernier point servira à présenter les SI utilisés dans la chaîne logistique.

2.1 SYSTÈMES D'INFORMATION

La littérature en sciences de gestion propose un large panel de définitions concernant le SI. Ce dernier est au cœur de la différenciation stratégique de l'entreprise, [12], [13]. Le tableau suivant présente les définitions les plus acceptées par la littérature :

Table 1. Définitions du SI

Définition	Auteur
« <i>Tout SI concerne un individu, pourvu d'un profil psychologique donné, confronté un problème décisionnel précis, dans un contexte organisationnel déterminé</i> ».	[14]
« <i>Ensemble structuré de ressources humaines, matérielles et logicielles de données et de réseaux de communication qui recueille, transforme et diffuse l'information au sein d'une entreprise</i> »	[15]
« <i>Un ensemble d'acteurs sociaux qui mémorisent et transforment des représentations via des technologies de l'information et des modes opératoires</i> »	[16, p. 11]
« <i>Un ensemble organisé de ressources (Matériel, logiciel, personnel, données, procédures...) permettant d'acquérir, de traiter, de Stocker des informations dans et entre des organisations</i> ».	[17, p. 3]

Nous nous baserons sur la définition proposée par [17], qui intègre la notion de ressources (matérielles et humaines). Cette définition retient notre attention car l'aspect technique et humain, nous permet de deviner que l'interaction entre ces ressources contribuera à une meilleure compréhension du fonctionnement du SIL.

Plusieurs chercheurs en sciences de gestion sont d'accord sur l'idée que, le SIL représente une composante organisationnelle facilitant l'activité de l'entreprise, via trois types de processus (tableau 2): transactionnels, décisionnels et de communication, [18]. Dans ce sens, le SIL couvre ainsi l'essentiel de l'activité logistique (approvisionnement, planification de production, planification de transport, gestion de magasin/stocks...).

Table 2. Types de Processus et pratiques logistiques associées

Processus	Type d'opérations	Implications au niveau de l'activité logistique	TI utilisées
Processus transactionnels	Regroupent des opérations nécessaires à la réalisation des objectifs de l'entreprise.	Cela concerne donc essentiellement des processus opérationnels orientés vers la gestion de la relation avec les partenaires de l'entreprise : les fournisseurs, les clients, PSL...	<i>Customer and Supplier Relationship Management (SRM, CRM)</i>
Processus décisionnels	Ont pour objectif de traiter les informations en vue d'améliorer la capacité de décision à différents niveaux de responsabilité.	Le logisticien (Manager logistique, superviseur, coordinateur logistique, approvisionneur, planificateurs de production, planificateurs de transport, responsable de magasin...) se trouve dans l'obligation d'utiliser des outils afin de prendre des décisions logistiques. Exemple: les planificateurs de production utilisent à la fois; SAP, EDI, et l'EWB dédié à la planification dynamique.	<i>Enterprise Resource Planning (ERP)</i>
Processus de communication	Permettent de relier les personnes de département logistique entre elles.	A ce niveau, nous pouvons citer des outils tels que ; l'intranet, les messageries...	

2.2 LA LOGISTIQUE

Cette section a pour objectif de présenter l'évolution du management logistique, en se basant sur une revue des contributions scientifiques dans le domaine des sciences de gestion.

2.2.1. EVOLUTIONS DU MANAGEMENT DE LA LOGISTIQUE

Le terme logistique vient d'un mot grec "*logistikos*", ce qui est relatif au raisonnement et au calcul.

La logistique est issue du domaine militaire, responsable de l'approvisionnement des troupes afin qu'elles conservent leurs capacités opérationnelles. En d'autres termes, elle consiste à apporter ce qu'il faut, là où il faut et quand il faut, [19].

Ce concept a évolué depuis, avec les évolutions des marchés et des systèmes industriels. Aujourd'hui, la fonction logistique est considérée comme stratégique pour l'entreprise. Elle permet de maîtriser les coûts et l'acquisition d'avantage concurrentiel, [20]. Avant qu'elle arrive à ce stade, cette fonction est passée par plusieurs étapes d'évolution, [21], [22], (Tableau 3).

Table 3. Etapes d'évolution du management de la logistique

Phases	Offre/ Demande	Réalité (relation clients/ fournisseurs)	Philosophie de management
La période de la logistique séparée, (Avant 1975)	Demande > offre	Les cycles de vie des produits étaient longs. L'entreprise n'offrait pas un large choix de produits. Chaque maillon de l'entreprise travaillait de manière indépendante.	Le producteur est roi ; La production de masse ; La performance industrielle = performance financière.
La période de la logistique intégrée, (Après 1975)	Offre = Demande	Le cycle de vie des produits s'est un peu réduit. Concurrence : apparition de nombreuses entreprises pour un même segment de marché. Les services logistiques devaient collaborer et échanger des données techniques, pour arriver à une optimisation globale de l'entreprise.	Le client est roi. Objectif : zéro défaut et zéro stock.
La période de la logistique coopérée, (Années 90)	Offre > Demande	Le cycle de vie des produits est considérablement réduit ? La concurrence devient accrue entre les entreprises. Demande incertaine : comportement de consommation des clients devient imprévisible ? Priorité du producteur = vitesse de réponse aux besoins des clients. Afin de diminuer les coûts logistiques, la coopération entre le producteur et le fournisseur devient nécessaire [23].	C'est le client qui dicte les règles de jeu : Zéro temps de réponse, Les chaînes logistiques doivent être compétitives [24]. Le succès est basé sur la satisfaction des clients, [25], [26].
<i>Green Supply Chain</i> La chaîne logistique verte (Depuis 2010)	Offre >> Demande + Développement durable	Les préoccupations liées au développement durable ont favorisé le développement de la logistique verte, [27]. « Face à des clients de plus en plus avertis, des Etats et des organisations non gouvernementales de plus en plus pressants, les entreprises sont contraintes de prendre en considération les problèmes environnementaux et sociaux présents dans leur Supply Chain », [28, p. 158].	Concurrence entre les chaînes logistiques ; « l'optimisation des opérations logistiques sous contrainte environnementale, semble bien passer par une mutualisation des informations. », [29, p. 327].

Aujourd'hui, on parle de la chaîne logistique verte "Green Supply Chain", [30], [31], [32], [33]. Elle se présente comme ; « un système qui cherche à économiser les ressources, à éliminer les déchets et à améliorer la productivité. Elle doit avoir la plus petite empreinte sur l'environnement et doit être source d'avantages concurrentiels pour les entreprises qui la mettent en place. », [28, p. 160].

La figure suivante retrace les grandes étapes d'évolution des pratiques logistiques au sein des entreprises depuis 1970.

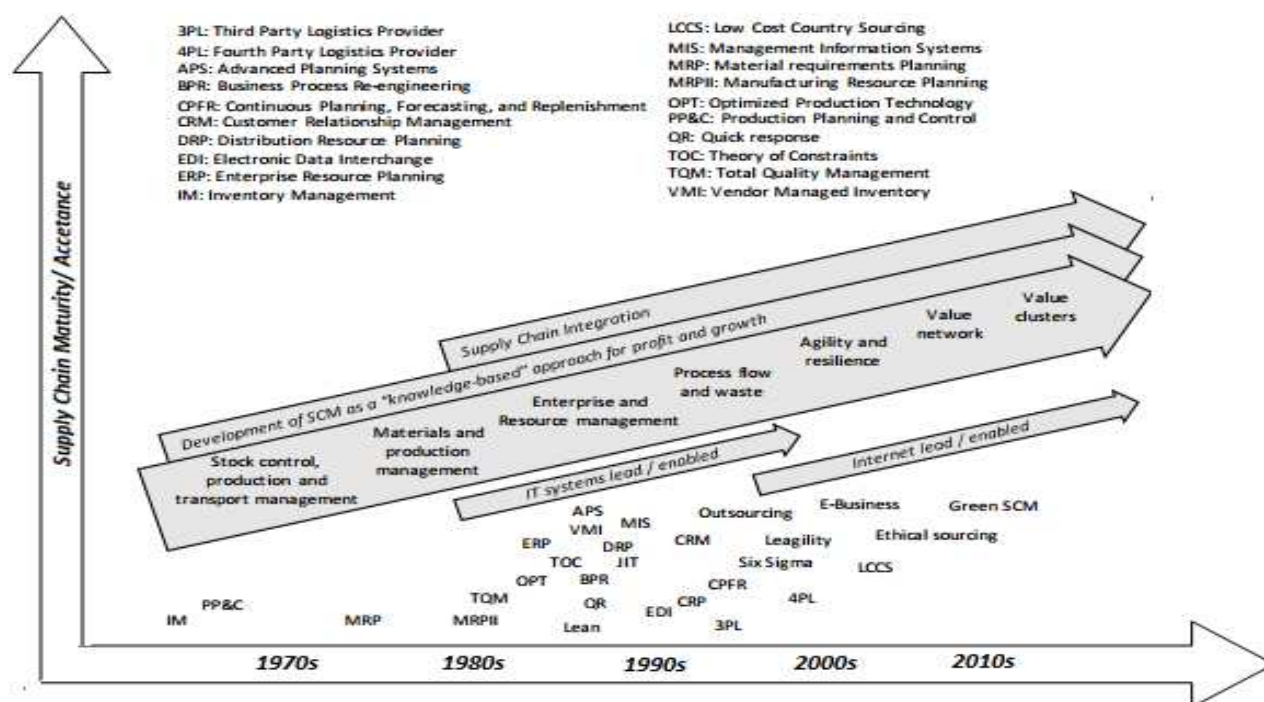


Fig. 1. Evolution des pratiques logistiques au sein des entreprises depuis 1970, [34, p. 24].

2.2.2. DEFINITIONS DU CONCEPT DE LA LOGISTIQUE

Pour caractériser la logistique et voir son évolution au cours du temps, nous proposons une revue des définitions les plus couramment utilisées par la communauté scientifique.

Table 4. Définition de la logistique

Auteurs	Définition de la logistique	Apports
[35], (1948)	« Elle concerne le mouvement et la manutention de marchandises du point de production au point de consommation ou d'utilisation ».	L'accent mis sur la circulation des flux physiques.
NCPDM, (1962)	« Ensemble d'activités nécessaires pour obtenir un mouvement efficace de produits finis depuis la sortie des chaînes de fabrication jusqu'au consommateur, et qui dans quelques cas inclut le mouvement des matières premières depuis leurs fournisseurs jusqu'au début des chaînes de fabrication. Ces activités incluent le transport des marchandises, l'entreposage, la manutention, l'emballage, le contrôle des stocks, le choix des emplacements d'usines et d'entrepôts, le traitement des commandes, les prévisions de marché et le service offert aux clients ».	Elargissement des tâches physiques, via les prévisions de marché, le service offert aux clients et le choix des emplacements d'usines et d'entrepôts.
[36]	« Technique de contrôle et de gestion des flux des matières et de produits depuis leur source d'approvisionnement jusqu'à leur point de consommation ».	Naissance de l'aspect gestion logistique.
NCPDM (1972)	« Terme décrivant l'intégration de deux activités (ou plus) dans le but de planifier, mettre en œuvre et contrôler un flux efficace de matières premières, produits semi finis et produits finis, de leur point d'origine au point de consommation. Ces activités peuvent inclure [...] le type de service offert aux clients, la prévision de la demande, les communications liées à la distribution, le contrôle des stocks, la manutention des matériaux, le traitement des commandes, le service après vente et des pièces détachées, le choix des emplacements d'usines et d'entrepôts, les achats, l'emballage, le traitement des marchandises retournées, l'organisation de transports, l'entreposage et le stockage... »	Prise en compte de l'aspect management : - o Planifier, - o Mettre en place, - o Contrôler les flux logistiques.

[37, p. 26]	« Technologie de maîtrise des flux physiques de marchandises et d'informations associées que les entreprises expédient, transfèrent et reçoivent »	La maîtrise de la circulation des flux au sein de l'entreprise.
[38]	« une collection d'activités relatives à l'acquisition, le mouvement, le stockage et la livraison des pièces et marchandises dans une chaîne logistique ».	Prise en compte de plusieurs activités logistiques.
[39]	« L'ensemble des activités ayant pour but la mise en place, au moindre coût, d'une quantité de produit, à l'endroit et au moment où une demande existe. [...]concerne toutes les opérations déterminant le mouvement des produits: localisation des usines et entrepôt, approvisionnement, gestion physique des encours de fabrication, emballage, stockage et gestion des stocks, manutention et préparation des commandes, transports et tournées de livraison ».	Le non prise en compte du service après vente.
Institute of Logistics ¹	« La logistique est le management stratégique d'une chaîne logistique ». « La chaîne logistique est une séquence d'événements pour satisfaire les clients. Elle peut contenir les activités d'approvisionnement, production, distribution et gestion des déchets, avec le transport associé, stockage et technologie informatique ».	Vision orientée vers le management stratégique des activités logistiques.
Council of Logistics Management ²	« Une collection de fonctions relatives aux flux de marchandises, d'informations et de paiement entre fournisseurs et clients depuis l'acquisition des matières premières jusqu'au recyclage ou à la mise au rebut des produits finis ».	La prise en compte des flux informationnels et financiers.
[40]	« Renseigne le processus assurant la circulation physique des marchandises en combinant le transport, la manutention, l'emballage et toutes les opérations physiques, administratives, informationnelles et organisationnelles liées à ces mouvements ».	La prise en compte des flux physiques et informationnels.
[41]	« Met en œuvre un ensemble de méthodes pour mettre à la disposition du client la marchandise qu'il attend, au moindre coût, dans les délais, états et quantités demandés ».	La prise en compte de la dimension " Satisfaction des clients"
[42, p. 88]	«Démarche transversale planifiant, mettant en œuvre et contrôlant des flux physiques et informationnels du point de consommation jusqu'au point d'origine».	Démarche transversale, orientée vers le management stratégique.

Pour bien caractériser le champ d'intervention de la fonction logistique au sein de l'entreprise, le tableau suivant présente une liste des décisions logistiques classées en trois catégories: opérationnelles, tactiques et stratégiques.

¹ Fondé en 1993 via la fusion du "Institute of Materials Management" (IMM) et l' "Institute of Logistics and Distribution Management" (ILDLM). L'IMM a été initialement fondé en 1952 sous le nom de "Institute of Materials Handling". L'ILDLM était initialement une partie du "British Institute of Management/le centre pour la gestion de distribution physique".

² Le Council of Logistics Management (CLM) a été fondé en 1986. C'est l'ancien "National Council of Physical Distribution Management", (NCPDM) qui a été créé en 1962.

Table 5. Décisions logistiques

Type décision	Exemples de décisions/ Activités logistiques	Auteurs
Décisions stratégiques	Localisation des sites.	[43] , [44]
	Capacités des sites.	[45]
	Nombre de sites.	
	Technologies des sites.	
	Choix du mode de transport.	[46]
	Choix en termes d'externalisation logistique (prestataires de services logistiques-PSL).	[47], [48].
	Modalité d'approvisionnement.	[49]
	Choix de fournisseurs.	[50]
	Définition des standards de service à la clientèle.	[51]
Décisions tactiques	Type de livraison.	[38]
	Allocation des produits : Quel produit dans quel site de production?	[43]
	Quel fournisseur pour quel site de production?	[52]
	Quel produit dans quel site de stockage?	[43]
	Quel site de stockage pour quel client ?	[53]
	Allocation des équipements aux sites.	[54]
	Choix des modes de manutention.	[55]
Décisions opérationnelles	Détermination de la quantité économique à commander.	[56]
	Temps de commande.	
	Détermination du niveau des stocks sécurités.	[57]
	Détermination de la quantité à produire.	[58]
	Ordonnancements de la production.	[59]
	Sélection d'itinéraire de transport.	[53]
	Détermination de la taille du lot de transport.	[60]
	Elaboration du programme de transport.	[61]

Le fonctionnement de la chaîne logistique se base sur la circulation des flux informationnels en interne (entre les services logistiques) ainsi qu'en externe (les clients et les fournisseurs). Ce fonctionnement est assuré via l'utilisation des SIL, [10].

2.3 GESTION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE (SUPPLY CHAIN MANAGEMENT/SCM)

la SC (chaîne d'approvisionnement/ chaîne logistique) est assez souvent définie comme : « la suite des étapes de production et distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs, du producteur jusqu'aux clients de ses clients », [62].

Elle représente l'ensemble des activités permettant "la gestion des flux physiques et d'information du client au fournisseur, afin d'offrir une réponse la plus satisfaisante possible aux besoins des clients", [63, p. 31]. Pour [64], elle concerne : « un ensemble de trois ou plusieurs entités (organisations ou individus) directement impliquées dans les flux amont et aval de produits, services, finances et/ou des informations d'une source à un client ». Le fonctionnement de ladite chaîne est basé sur des processus liant l'entreprise avec ces partenaires.

La démarche logistique est basée sur le principe de pilotage des flux physiques via les flux d'information. Afin d'optimiser la gestion de la dite chaîne, l'accent a été mis depuis plusieurs années sur l'optimisation des flux physiques et informationnels [65].

Dans ce sens, l'informatisation des données et l'apparition de technologies, permettant à l'entreprise adoptrice de gérer la relation avec ses clients et ses fournisseurs. Ainsi, les progiciels de gestion intégrée ont facilité la gestion des flux informationnels, [66].

La nécessité de coordination au sein de la chaîne logistique, pousse les membres de celle-ci à intégrer leurs processus, leurs activités entre leurs différentes fonctions internes, et entre eux même. Aussi, cette chaîne devrait être intégrée en terme d'information et de processus afin d'être coordonnée, [67].

Les technologies de l'information et de communication facilitent la collaboration entre partenaires de la chaîne logistique [68]. Le but derrière l'utilisation de ces outils est de réduire l'incertitude des informations en travaillant sur quatre notions: la disponibilité, la représentabilité, le délai entre l'occurrence d'un événement et sa prise en compte, la périodicité du renouvellement des informations, [69].

2.4 LES SIL ET LA GESTION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE

Selon, [66, p. 2] ; « *La relation entre logistique et SI est intime,[...] que de nombreuses entreprises ont fusionné les fonctions: le directeur logistique étant aussi directeur des SI, et inversement* ».

Le SIL un sous-système du SI de gestion, qui fournit des informations spécifiques pour la gestion de l'activité logistique de l'entreprise. Leur fonctionnement est basé sur une structure à trois composantes principales [70]: Flux d'entrées, la base de données et les flux de sortie.

La chaîne logistique est caractérisée par l'existence de deux types d'intégration complémentaire: inter-fonctionnelle et inter-organisationnelle, [71], [72]. Cette double intégration est assurée via l'utilisation des SI sophistiqués [73], (Tableau 5).

Table 6. Les SI utilisés dans la chaîne logistique

Types	Composants	Rôle	Auteur
SIL Entreprise étendue	<i>ERP</i>	Permet l'intégration et l'optimisation des processus et des transactions au sein d'entreprise et avec les partenaires commerciaux.	[74], [75]
SIL intégrateurs	<i>SCP et APS</i>	Facilitent l'aide à la décision logistique.	[76]
	<i>Supply Chain Execution (WMS, TMS, AOM).</i>	Assurent la bonne gestion opérationnelle de la chaîne logistique.	[77]
	<i>CRM</i>	Permettent de gérer les démarches d'avant vente, de vente, d'après vente et les services à la clientèle.	[78], [79]
	<i>SRM</i>	Permettent l'amélioration des mécanismes d'approvisionnement.	
SIL facilitateurs	Garantissent l'accélération, la diffusion et le traitement des informations entre les partenaires de la <i>Supply Chain</i> .		[80]
	Moyens d'identification automatique.	Permettent de caractériser de manière très précise les flux physiques entre les partenaires de la <i>Supply Chain</i> .	
	Moyens de transmission de l'information (EDI).	Permettent la transmission automatique des documents commerciaux entre les partenaires de la <i>Supply Chain</i> .	
Autres	<i>Business intelligence.</i>	Permettent de supporter le management logistique de l'entreprise. tels que: les infrastructures qui contiennent des composants de transformations, de stockage et d'analyse de données.	[81]
	<i>Supply Chain Event Management.</i>	Présente un système de gestion des événements qui se produisent au sein de la chaîne logistique.	[82]

Plusieurs travaux de recherche, montrent que l'utilisation des SIL influence positivement le niveau de performance de l'entreprise et permet de partager des informations produites et/ou utilisées par la plupart des fonctions de l'entreprise et de ses partenaires, [8], [83].

3 LA PERFORMANCE LOGISTIQUE

Cette section a pour objectif de présenter le cadre théorique relatif à la notion de performance logistique. Pour se faire, nous commençons par entourer la notion de performance, puis nous présentons les différentes définitions mobilisées pour éclaircir la notion de performance logistique.

3.1 NOTION DE PERFORMANCE

Afin d'appréhender clairement les différentes grilles de lecture de la notion de performance, nous allons citer les grandes évolutions de cette notion. Plusieurs sont les chercheurs qui annoncent que la notion de performance a passé par plusieurs étapes d'évolution, [84].

Table 7. Mesures de la performance

Type de performance	Vision	Apports
Financière/objective.	La création de valeur pour les actionnaires.	Vision limitée, [85].
Organisationnelle/ Subjective.	L'intégration d'autres indicateurs : la qualité du produit et/ou du service, la mobilisation des employés, le climat de travail, la satisfaction de la clientèle... [86].	Performance multidimensionnelle.
Globale/sociétale.	Selon la logique de l'analyse socio-économique, la performance globale de l'entreprise est évaluée en associant la performance économique à court terme, à moyen terme et la performance sociale.	Prise en compte de plusieurs niveaux : performance financière, sociale et sociétale, [87].

A travers cette revue de littérature, nous pouvons retenir que : la performance globale se définit par des indicateurs multicritères et multi-acteurs et non pas par une mesure unique.

Après avoir présenté une revue de littérature portant sur la notion de performance, la prochaine étape consiste à porter une lecture critique de la littérature traitant la question de performance logistique.

3.2 LA PERFORMANCE LOGISTIQUE

La performance logistique représente un intérêt majeur pour les chercheurs en sciences de gestion. Dans ce cadre, plusieurs auteurs ont essayé à conceptualiser les différentes façons de l'appréhender, [88]. Nombreux sont les chercheurs, qui considèrent la performance logistique comme un concept multidimensionnel, qui doit être analysé à travers plusieurs facettes, (Tableau7).

Table 8. Définitions de la performance logistique

Définitions	Apports
«L'efficacité logistique comme le degré d'atteinte des objectifs logistiques», [89]	Efficacités et efficience
«L'efficacité logistique : la fixation d'objectifs relatifs à la réduction des niveaux de stocks, de respect des délais de livraison...».	Différenciation logistique.
«L'efficience : l'aptitude à procurer au client le mix du produit/service demandé à un coût acceptable par celui-ci», [90].	Prise en compte des critères d'efficacité et d'efficience de l'activité logistique.
Trois construits : la performance opérationnelle, la performance des coûts et la performance relationnelle, [91].	Performance multidimensionnelle.
La performance des opérations, celle du canal et la performance reliée à la réduction des actifs. « Operations performance », « Channel performance » et « Asset reduction performance », [92].	Vision orientée vers le niveau opérationnel.
Construits d'atteinte des objectifs et d'échange d'informations. « Goal Achievement » and « Information Exchange », [93].	Echange de l'information.
Avec la montée en gamme des tensions concurrentielles, les activités logistiques doivent créer de la valeur au client, [94].	Satisfaction des clients.
La performance d'une chaîne logistique commerciale est analysable à travers trois dimensions : l'efficacité, l'efficience et la différenciation de l'offre logistique, [2].	Efficacité, efficience et différenciation logistique.

La performance logistique est analysée sur la base de plusieurs critères (multidimensionnelle), afin d'assurer la visibilité et la performance de l'ensemble des processus, qui interagissent au niveau d'une chaîne logistique. A ce niveau ; «Un management efficace de la logistique permet de dégager des avantages concurrentiels par une contribution à la différenciation de l'offre globale de l'entreprise en termes de services», [95, p. 52].

Il faut noter que, l'amélioration du niveau de performance logistique contribue à l'amélioration de la performance globale de l'entreprise, notamment sa performance opérationnelle, commerciale et financière, [1], [2], [3]. De ce fait, mesurer la performance logistique est devenu l'une des principales occupations des entreprises industrielles modernes [88].

3.3 PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Nous percevons que les questions ne manquent pas lorsqu'on aborde la problématique d'évaluation de la contribution des SI à la performance de l'entreprise. De ce fait, la question de recherche concernant l'évaluation des SI a été largement traitée dans la littérature avec des visions très différentes.

Notre problématique de recherche s'oriente vers l'évaluation de la contribution des SI à la performance logistique. Notre problématique générale de recherche peut alors s'énoncer: **Quels sont les gains apportés par l'utilisation des SI au sein des entreprises?**

Pour répondre à cette problématique, une revue de littérature a été réalisée, afin de recenser les différents critères retenus par les chercheurs en sciences de gestion et particulièrement en management des SI.

4 LES BENEFICES APPORTES PAR L'UTILISATION DES SI

Les chercheurs en management des SI, distinguent entre plusieurs approches pour mesurer les bénéfices apportés par l'utilisation des SI. A ce stade, [96] évoquent la notion de bénéfices nets/ *Nets benefits*, qui englobe à la fois les bénéfices individuels et organisationnels.

Le tableau suivant synthétise quelques travaux de recherches avec les critères retenus pour mesurer les bénéfices nets.

Table 9. Mesure des bénéfices nets apportés par l'utilisation des SI

Auteurs et objectif de recherche	Critères retenus (dimensions et items)
[97], Évaluation des bénéfices organisationnels de projets SI. (3 dimensions, 9 items)	⇒ Bénéfices stratégiques, (3 items): ○ l'avantage compétitif, ○ l'alignement, ○ la relation avec le client, ⇒ Bénéfices informationnels, (3 items): ○ l'accessibilité, ○ la qualité, ○ la flexibilité de l'information, ⇒ Bénéfices transactionnels, (3 items): ○ l'efficacité des communications, ○ l'efficacité du processus de développement des SI, ○ l'efficacité des pratiques.
[98], (4 dimensions, 12 items) Impact perçu des TI sur le travail des utilisateurs finaux.	⇒ Productivité (3 items), ⇒ Innovation (3 items), ⇒ Satisfaction des clients internes et externes (3 items), ⇒ Contrôle de gestion (3 items).
[99], <i>Information System Functional Scoring Card</i> (4 dimensions, 67 items)	⇒ Performance du système, (31 items), ⇒ Performance du service, (20 items), ⇒ Efficacité de l'information, (16 items).
[100], Évaluation des bénéfices organisationnels. (3 dimensions, 16 items)	⇒ Impacts stratégiques, (3 items), ⇒ Impacts tactiques, (5 items), ⇒ Impacts opérationnels, (8 items).
[101], (7 items).	⇒ Amélioration de la prise de décisions, ⇒ Réduction du temps de cycle, ⇒ Coûts de système (licences, maintien), ⇒ Amélioration des processus, ⇒ Enable for desired business processes, ⇒ Augmentation de la flexibilité organisationnelle, ⇒ Amélioration des capacités d'innovation.
[102], Perception des bénéfices nets des chargés d'affaires bancaires. (3 Dimensions, 10 Items).	⇒ Productivité, (5 items): ○ Gain de temps, ○ Simplification du travail, ○ Qualité de vie au travail, ○ Qualité du travail, ○ Organisation; ⇒ Satisfaction client, (3 items): ○ Satisfaction, ○ Service client, ○ Image. ⇒ Contrôle, (2 items): ○ Risque opérationnel, ○ Règlement.
[103], Influence de la participation des utilisateurs sur le succès des SI	⇒ Augmentation de la productivité, ⇒ Diminution des coûts, ⇒ Amélioration des services aux clients, ⇒ Simplification de travail.

D'autres chercheurs ont essayé de mesurer l'impact des SIL sur l'entreprise adoptrice. A ce niveau, [80], annoncent que les bénéfices logistiques apportés par l'utilisation des SIL, peuvent être classés en termes: de rationalisation des processus logistiques et de suivi/contrôle de différents services logistiques.

Le tableau suivant présente les travaux de recherches, qui s'orientent vers la mesure des bénéfices logistiques apportés par l'utilisation des SIL.

Table 10. Mesure des bénéfices logistiques apportés par l'utilisation du SIL

Auteurs	Bénéfices logistiques apportés par l'utilisation des SIL
[104], (11 Items).	⇒ Rapidité de réponse et l'accès à l'information, ⇒ Amélioration de service rendu à la clientèle, ⇒ Améliore la compétitivité, ⇒ Réduction de temps de saisi des données, ⇒ Réduction des erreurs, ⇒ Amélioration du contrôle des données, ⇒ Rationalisation des processus logistiques, ⇒ Suivi et contrôle des fonctions de logistique, ⇒ Réduction de la consommation de papier, ⇒ Normalisation des programmes et des procédures, ⇒ Réduction des coûts de la main-d'œuvre.
[80], (2 Items).	⇒ Rationalisation des processus logistiques, ⇒ Suivi et contrôle des différentes fonctions logistiques.
[105], (2 Items).	⇒ Rentabilité logistique, ⇒ Efficacité logistique.
[11], (5Items).	⇒ Réduction des coûts, ⇒ Efficacité opérationnelle et amélioration des processus, ⇒ Qualité, fiabilité et exactitude des informations, ⇒ Intégration et la collaboration, ⇒ Différenciation des produits ou services.

Sur la base de notre revue de littérature, nous pouvons remarquer que, plusieurs critères ont été retenus pour mesurer les gains logistiques apportés par l'utilisation du SIL. Dans ce sens, nous pouvons retenir que la littérature s'oriente vers les six critères suivants: l'amélioration de service rendu aux clients, la rationalisation des processus logistiques, la réduction des coûts logistiques, l'efficacité logistique, l'efficacité opérationnelle et la différenciation des produits ou services.

En général, le jugement des critères à retenir pour évaluer les gains logistiques apportées par l'utilisation des SIL, dépend de plusieurs éléments, citons à ce niveau : le contexte d'étude, le type du SIL utilisé, ainsi que le niveau d'analyse, [96].

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Sur la base d'une revue critique de la littérature, nous avons essayé d'identifier l'ensemble des critères retenus par les chercheurs pour mesurer les gains apportés par l'utilisation des SIL.

Les prochaines étapes de notre recherche consisteront à opérationnaliser cette variable dans le contexte marocain (industrie automobile et aéronautique), via une approche qualitative exploratoire hybride [106], en se basant sur le paradigme de Churchill, [107].

REFERENCES

- [1] K. W. Green Jr, D. Whitten, et R. A. Inman, « The impact of logistics performance on organizational performance in a supply chain context », *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 13, n° 4, p. 317–327, 2008.
- [2] B. S. Fugate, J. T. Mentzer, et T. P. Stank, « Logistics performance: efficiency, effectiveness, and differentiation », *Journal of Business Logistics*, vol. 31, n° 1, p. 43–62, 2010.
- [3] K. Yeung, H. Zhou, A. C. L. Yeung, et T. C. E. Cheng, « The impact of third-party logistics providers' capabilities on exporters' performance », *International Journal of Production Economics*, vol. 135, n° 2, p. 741–753, févr. 2012.
- [4] P. Lièvre et F. Coutarel, « Sciences de gestion et ergonomie: pour un dialogue dans le cadre d'une économie de la connaissance », *Économies et sociétés*, vol. 47, n° 1, p. 123–146, 2013.

- [5] S. Asadi, « Logistics system: Information and communication technology », *Logistics Operations and Management: Concepts and Models.*, 2011, p. 221–245.
- [6] G. Lasnier, *Management des processus de la chaîne logistique*. Hermes, Science Publications, 2008.
- [7] V. Tilokavichai, P. Sophatsathit, et A. Chandrachai, « Analysis of Linkages between Logistics Information Systems and Logistics Performance Management under Uncertainty », *European Journal of Business and Management*, vol. 4, n° 9, p. 55–65, 2012.
- [8] S. MAQBOOL, M. RAFIQ, S. LECTURER, M. IMRAN, A. QADEER, et T. ABBAS, « Creating competitive advantage through Supply Chain Management (Role of Information & Communication Technology in Supply Chain Management to create competitive advantage: a literature base study) », *International Journal of Research in Commerce, IT & Management*, vol. 4, n° 2, p. 47–52., 2014.
- [9] M. N. Wilson, M. A. Iravo, O. I. Tirimba, et K. Ombui, « Effects of Information Technology on Performance of Logistics Firms in Nairobi County », *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 5, n° 4, 2015.
- [10] L. C. Wood, T. Reiners, et J. Pahl, « Manufacturing and logistics information systems », *Encyclopedia of Information Science and Technology. Hershey, PA: IGI Global*, p. 5136 - 5144, 2015.
- [11] A. P. de Barros, C. S. Ishikiriya, R. C. Peres, et C. F. S. Gomes, « Processes and Benefits of the Application of Information Technology in Supply Chain Management: An Analysis of the Literature », *Procedia Computer Science*, vol. 55, p. 698–705, 2015.
- [12] K. Laudon, J. Laudon, É. Fimbel, et S. Costa, *Management des systèmes d'information*. Pearson Education France, 2010.
- [13] R. Reix, B. Fallery, M. Kalika, et F. Rowe, *Systèmes d'information et management des organisations*. Vuibert, 2011.
- [14] R. O. Mason et I. I. Mitroff, « A Program for Research on Management Information Systems », *Management Science*, vol. 19, n° 5, p. 475–487, janv. 1973.
- [15] J. A. O'Brien, *Introduction aux systemes d'information: un outil essentiel pour l'entreprise branchée*, Cheneliere. McGraw-Hill, 2001.
- [16] R. Reix, « Systèmes d'information et performance de l'entreprise étendue », F. Rowe (éd.), *In Faire de la recherche en systèmes d'information*. Paris, France: Vuibert, 2002.
- [17] Reix Robert, *Systèmes d'information et management des organisations*, Vuibert. France., 2004.
- [18] M. Favier, « Introduction à la typologie des Systèmes d'Information », *Encyclopédie Informatique et Systèmes d'Information*, p. 15–pages, 2006.
- [19] P. GANTOIS, « Histoire de la logistique militaire », *History of military logistics*, 1996.
- [20] Chee-Chuong Sum, Chew-Been Teo, et Kwan-Kee Ng, « Strategic logistics management in Singapore », *Int Jrnl of Op & Prod Mngemnt*, vol. 21, n° 9, p. 1239–1260, sept. 2001.
- [21] R. N. Southern, « Historical Perspective of the Logistics and Supply Chain Management Discipline », *Transportation Journal*, vol. 50, n° 1, p. 53–64, 2011.
- [22] C. Belin-Munier, « Logistique, chaîne logistique et SCM dans les revues francophones de gestion: quelle dimension stratégique? », in *XXIIIème conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS)*, 2014, p. 26–p.
- [23] R. Kohli et H. Park, « Coordinating Buyer-Seller Transactions Across Multiple Products », *Management Science*, vol. 40, n° 9, p. 1145–1150, sept. 1994.
- [24] Martin Christopher, *Logistics and Supply Chain Management*. London, 1992.
- [25] M. Cao et Q. Zhang, « Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance », *Journal of Operations Management*, vol. 29, n° 3, p. 163–180, mars 2011.
- [26] U. Ramanathan et A. Gunasekaran, « Supply chain collaboration: Impact of success in long-term partnerships », *International Journal of Production Economics*, vol. 147, Part B, p. 252–259, janv. 2014.
- [27] S. Ponce, S. Landry, et J. Roy, « De l'organisation scientifique du travail à la gestion de la chaîne d'approvisionnement », *Gestion*, vol. 32, n° 3, p. 52–65, sept. 2007.
- [28] B. Ageron et A. Spalanzani, « Perceptions et réalités du développement durable dans les entreprises françaises », *Revue française de gestion*, n° 205, p. 157–171, août 2010.
- [29] F. De Corbière, B. Durand, et F. Rowe, « Effets économiques et environnementaux de la mutualisation des informations logistiques de distribution : avis d'experts et voies de recherche », *Management & Avenir*, n° 39, p. 326–348, 2010.
- [30] A. B. L. de S. Jabbour, F. C. de O. Frascareli, et C. J. C. Jabbour, « Green supply chain management and firms' performance: Understanding potential relationships and the role of green sourcing and some other green practices », *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 104, Part B, p. 366–374, nov. 2015.

- [31] C. Tanguy et M. Martin, « Le développement d'une logistique durable dans la filière vitivinicole bourguignonne ? Identification des stratégies et pratiques », *Innovations*, n° 46, p. 141-160, janv. 2015.
- [32] R. Dubey, A. Gunasekaran, T. Papadopoulos, et S. J. Childe, « Green supply chain management enablers: Mixed methods research », *Sustainable Production and Consumption*, vol. 4, p. 72-88, oct. 2015.
- [33] J. Luo, A. Y.-L. Chong, E. W. T. Ngai, et M. J. Liu, « Reprint of "Green Supply Chain Collaboration implementation in China: The mediating role of guanxi" », *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 74, p. 37-49, févr. 2015.
- [34] Graham C. Stevens et Mark Johnson, « Integrating the Supply Chain ... 25 years on », *Int Jnl Phys Dist & Log Manage*, vol. 46, n° 1, p. 19-42, janv. 2016.
- [35] « American Marketing Association ». [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ama.org/Pages/default.aspx>. [Consulté le: 04-mars-2016].
- [36] J. F. Magee, *Industrial logistics; analysis and management of physical supply and distribution systems*, vol. 2. McGraw-Hill, 1967.
- [37] J. Colin et G. Paché, *La Logistique de Distribution: l'Avenir du Marketing*, Chotard et associés Editeurs. Paris, 1988.
- [38] H. D. Ratliff et W. G. Nulty, *Logistics composite modeling*. Springer, 1997.
- [39] « Aslog, Association Française de la Supply Chain et de la Logistique | Réseau professionnel | Travail Collaboratif | Evaluation de la performance | Intelligence collective ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.aslog.org/fr/index.php>. [Consulté le: 04-mars-2016].
- [40] G. Wackermann et E. Corbin, *La logistique mondiale: transport et communication*. Ellipses, 2005.
- [41] Keutgen P., « Les parcs logistiques en Europe du Nord-Ouest », Université de Liège., Mémoire de fin d'études en Sciences géographiques, 2005.
- [42] F. Fulconis, M. Monnet, et G. Paché, « Le prestataire de services logistiques, acteur clé du système de logistique inversée », *Management & Avenir*, n° 24, p. 83-102, juin 2009.
- [43] H. Pirkul et V. Jayaraman, « Production, transportation, and distribution planning in a multi-commodity tri-echelon system », *Transportation Science*, vol. 30, n° 4, p. 291-302, 1996.
- [44] K. E. Samuel et A. Spalanzani, « Stratégies de localisation et « Supply Chain Management » », *La Revue des Sciences de Gestion*, n° 222, p. 25-34, déc. 2006.
- [45] B. C. Arntzen, G. G. Brown, T. P. Harrison, et L. L. Trafton, « Global Supply Chain Management at Digital Equipment Corporation », *Interfaces*, vol. 25, n° 1, p. 69-93, févr. 1995.
- [46] M. Savy, *Le transport de marchandises*. Editions Eyrolles, 2011.
- [47] M. Filser et G. Paché, « La dynamique des canaux de distribution », *Revue française de gestion*, n° 182, p. 109-133, mai 2008.
- [48] C. Cézanne et L. Saglietto, « Capital humain, prestataires de services logistiques et frontières de la firme », *Revue d'économie industrielle*, n° 135, p. 71-88, sept. 2011.
- [49] J. McMillan, « Managing suppliers: Incentive systems in Japanese and US industry », *California Management Review*, vol. 32, n° 4, p. 38-55, 1990.
- [50] F. Fulconis, L. Saglietto, et G. Paché, « Intermediation in network organizations-Which legitimacy for the fourth party logistics (4PL)? », HAL, 2005.
- [51] H. L. Lee et C. Billington, « Material management in decentralized supply chains », *Operations research*, vol. 41, n° 5, p. 835-847, 1993.
- [52] A. Gorgeu et R. Mathieu, « Stratégies d'approvisionnement des grandes firmes et livraisons juste à temps: quel impact spatial? », *Espace géographique*, vol. 24, n° 3, p. 245-259, 1995.
- [53] P. H. Hansen, B. Hegedahl, S. Hjortkjær, et B. Obel, « A heuristic solution to the warehouse location-routing problem », *European Journal of Operational Research*, vol. 76, n° 1, p. 111-127, juill. 1994.
- [54] G. G. Brown, G. W. Graves, et M. D. Honczarenko, « Design and Operation of a Multicommodity Production/Distribution System Using Primal Goal Decomposition », *Management Science*, vol. 33, n° 11, p. 1469-1480, nov. 1987.
- [55] M. Lortie, « Manutention : prise d'information et décision d'action », *Le travail humain*, vol. 65, n° 3, p. 193-216, sept. 2002.
- [56] G. Javel, *Organisation et gestion de la production-4e édition: Cours, exercices et études de cas*. Dunod, 2010.
- [57] V. Giard et M. Sali, « Pilotage d'une chaîne logistique par une approche de type MRP dans un environnement partiellement aléatoire », 2012.
- [58] D. F. Pyke et M. A. Cohen, « Multiproduct integrated production—distribution systems », *European Journal of Operational Research*, vol. 74, n° 1, p. 18-49, avr. 1994.

- [59] P. Baptiste, *Gestion de production et ressources humaines: méthodes de planification dans les systèmes productifs*. Presses inter Polytechnique, 2005.
- [60] A. Burmeister, « Familles logistiques. Propositions pour une typologie des produits transportés pour analyser les évolutions en matière d'organisation des transports et de la logistique », *Rapport INRETS-TRACES, DRAST, Paris*, 2000.
- [61] S. Michel et F. Vanderbeck, « Optimisation des tournées de véhicules combinées à la gestion de stock », *Université Bordeaux*, vol. 1, 2006.
- [62] « APICS Supply Chain Council ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.apics.org/sites/apics-supply-chain-council>. [Consulté le: 04-mars-2016].
- [63] A. Spalanzani, *Evolution et perspectives de l'organisation et de la gestion industrielle: l'impact des systèmes d'information*, Presses Universitaires de Grenoble. 2003.
- [64] J. T. Mentzer, W. DeWitt, J. S. Keebler, S. Min, N. W. Nix, C. D. Smith, et Z. G. Zacharia, « Defining Supply Chain Management », *Journal of Business Logistics*, vol. 22, n° 2, p. 1-25, sept. 2001.
- [65] C. Gaumand, A. Chapdaniel, et A. Duzert, « Systèmes de Gestion des Connaissances pour la chaîne logistique intra-organisationnelle, Cas de la société BONFIGIOLI », *Systèmes d'information & management*, vol. me 15, n° 2, p. 99-124, juill. 2010.
- [66] L. Livolsi et N. Fabbe-Costes, « La centralité des systèmes d'information (SI) dans la fonction logistique: validation empirique et interrogations sur l'impact d'Internet », in *8 e Colloque de l'AIM*, 2003.
- [67] M. T. Frohlich et R. Westbrook, « Arcs of integration: an international study of supply chain strategies », *Journal of Operations Management*, vol. 19, n° 2, p. 185-200, févr. 2001.
- [68] G. Neubert, Y. Ouzrout, et A. Bouras, « Collaboration and integration through information technologies in supply chains », *International Journal of Technology Management*, vol. 28, n° 2, p. 259-273, janv. 2004.
- [69] H. Dominguez et R. S. Lashkari, « Model for integrating the supply chain of an appliance company: a value of information approach », *International Journal of Production Research*, vol. 42, n° 11, p. 2113-2140, juin 2004.
- [70] R. H. Ballou, *Basic business logistics: transportation, materials management, physical distribution*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, 1987.
- [71] G. Tyndall, C. Gopal, W. Partsch, et J. Kamauff, *Supercharging supply chains. New ways to increase value through global operational excellence*, John Wiley & Sons. New York, 1998.
- [72] Martha C. Cooper et Lisa M. Ellram, « Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy », *Int Jnl Logistics Management*, vol. 4, n° 2, p. 13-24, juill. 1993.
- [73] E. Bayraktar, M. Demirbag, S. L. Koh, E. Tatoglu, et H. Zaim, « A causal analysis of the impact of information systems and supply chain management practices on operational performance: evidence from manufacturing SMEs in Turkey », *International Journal of Production Economics*, vol. 122, n° 1, p. 133-149, 2009.
- [74] P. M. Swafford, S. Ghosh, et N. Murthy, « Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility », *International Journal of Production Economics*, vol. 116, n° 2, p. 288-297, déc. 2008.
- [75] Y. B. Moon, « Enterprise Resource Planning (ERP): a review of the literature », *International Journal of Management and Enterprise Development*, vol. 4, n° 3, p. 235-264, janv. 2007.
- [76] P.-A. Millet et V. Botta-Genoulaz, « Un référentiel pour l'alignement des systèmes d'information aux processus logistiques », in *6ème Conférence francophone de MOdélisation et SIMulation*, Rabat Maroc, 2006, vol. 2, p. pp-1702.
- [77] K. E. Samuel, M.-L. Goury, A. Gunasekaran, et A. Spalanzani, « Knowledge management in supply chain: An empirical study from France », *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 20, n° 3, p. 283-306, sept. 2011.
- [78] S. Chopra et P. Meindl, *Supply chain management. Strategy, planning & operation*, 3rd edition, Prentice Hall, New Jersey, USA. Springer, 2007.
- [79] BOUBKER Omar, *Contribution des TIC à la performance de la logistique de distribution*, Editions Universitaires Européennes. 2015.
- [80] E. W. T. Ngai, K.-H. Lai, et T. C. E. Cheng, « Logistics information systems: The Hong Kong experience », *International Journal of Production Economics*, vol. 113, n° 1, p. 223-234, mai 2008.
- [81] H. Baars, H.-G. Kemper, et M. Siegel, « Combining RFID technology and business intelligence for supply chain optimization scenarios for retail logistics », in *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual*, 2008, p. 73-73.
- [82] R. Liu, A. Kumar, et W. van der Aalst, « A formal modeling approach for supply chain event management », *Decision Support Systems*, vol. 43, n° 3, p. 761-778, avr. 2007.
- [83] K. E. Samuel et S. Ruel, « Systèmes d'information et résilience des chaînes logistiques globales », *Systèmes d'information & management*, vol. me 18, n° 1, p. 57-85, mars 2013.
- [84] J.-Y. Saulquin et G. Schier, « Responsabilité sociale des entreprises et performance », *La Revue des Sciences de Gestion*, vol. 1, n° 223, p. 57-65, févr. 2007.

- [85] H. Bouquin, *Le contrôle de gestion*. Presses Universitaires de France, Collection Gestion. 6ème édition, Paris., 2004.
- [86] G. Beaudin, E. M. Morin, et A. Savoie, *L'efficacité de l'organisation: théories, représentations et mesures*. Boucherville, Québec: G. Morin, 1994.
- [87] C. Germain, S. Trebucq, et others, « La performance globale de l'entreprise et son pilotage: quelques réflexions », *Semaine sociale Lamy*, vol. 1186, p. 35–41, 2004.
- [88] S. E. Griffis, T. J. Goldsby, M. Cooper, et D. J. Closs, « Aligning logistics performance measures to the information needs of the firm », *Journal of Business Logistics*, vol. 28, n° 2, p. 35–56, 2007.
- [89] J. T. Mentzer et B. P. Konrad, « An efficiency/effectiveness approach to logistics performance analysis », *Journal of business logistics*, vol. 12, n° 1, p. 33–62, 1991.
- [90] C. J. Langley Jr et M. C. Holcomb, « Creating logistics customer value », *Journal of business logistics*, vol. 13, n° 2, p. 1–27, 1992.
- [91] T. P. Stank, T. J. Goldsby, S. K. Vickery, et K. Savitskie, « Logistics service performance: estimating its influence on market share », *Journal of Business Logistics*, vol. 24, n° 1, p. 27–55, 2003.
- [92] A. M. Knemeyer et P. R. Murphy, « Evaluating the performance of third-party logistics arrangements: a relationship marketing perspective », *Journal of Supply Chain Management*, vol. 40, n° 4, p. 35–51, 2004.
- [93] C. Engelbrecht, *Logistikoptimierung durch Outsourcing: Erfolgswirkung und Erfolgsfaktoren*, vol. 5. Springer-Verlag, 2004.
- [94] D. J. Flint, E. Larsson, B. Gammelgaard, et J. T. Mentzer, « Logistics Innovation: A Customer Value-Oriented Social Process », *Journal of Business Logistics*, vol. 26, n° 1, p. 113–147, mars 2005.
- [95] H. Mathe et D. Tixier, *La logistique*, 4e éd.- mise à jour. Paris: Presses universitaire de France, 1997.
- [96] W. H. Delone et E. R. McLean, « The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update », *Journal of Management Information Systems*, vol. 19, n° 4, p. 9–30, avr. 2003.
- [97] R. Mirani et A. L. Lederer, « An instrument for assessing the organizational benefits of IS projects », *Decision Sciences*, vol. 29, n° 4, p. 803–838, 1998.
- [98] G. Torkzadeh et W. J. Doll, « The development of a tool for measuring the perceived impact of information technology on work », *Omega*, vol. 27, n° 3, p. 327–339, juin 1999.
- [99] J. C.-J. Chang et W. R. King, « Measuring the performance of information systems: a functional scorecard », *Journal of Management Information Systems*, vol. 22, n° 1, p. 85–115, 2005.
- [100] R. V. Bradley, J. L. Pridmore, et T. A. Byrd, « Information systems success in the context of different corporate cultural types: an empirical investigation », *Journal of Management Information Systems*, vol. 23, n° 2, p. 267–294, 2006.
- [101] E. W. Bernroider, « IT governance for enterprise resource planning supported by the DeLone–McLean model of information systems success », *Information & Management*, vol. 45, n° 5, p. 257–269, 2008.
- [102] S. Michel et F. Cocola, « Adaptation au domaine bancaire du modèle d'évaluation du succès des systèmes d'information (ISSM) de Delone et McLean », *Systèmes d'information & management*, vol. me 19, n° 1, p. 7–49, juin 2014.
- [103] C. Baudet, « L'influence de la participation des utilisateurs sur le succès des systèmes d'information. », Business Science Institute; Université Lyon III, Institut d'Administration des Entreprises, 2015.
- [104] K.-H. Lai, E. W. T. Ngai, et T. C. E. Cheng, « Information technology adoption in Hong Kong's logistics industry », *Transportation Journal*, p. 1–9, 2005.
- [105] J. E. Bell, R. V. Bradley, B. S. Fugate, et B. T. Hazen, « Logistics Information System Evaluation: Assessing External Technology Integration and Supporting Organizational Learning », *J Bus Logist*, vol. 35, n° 4, p. 338–358, déc. 2014.
- [106] R.-A. Thiétart, *Méthodes de recherche en management-4ème édition*. Dunod, 2014.
- [107] G. A. Churchill, « A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs », *Journal of Marketing Research*, vol. 16, n° 1, p. 64–73, 1979.

DESIGN AND COMPARISON OF ELECTROSTATICALLY ACTUATED MICRO MIRROR WITH DIFFERENT ASPECT RATIO

C.T. Kalaivani¹, S. Praveen Kumar², and R. Ramesh³

¹Assistant Professor, Department of Electronics and Communication Engineering, Saveetha Engineering College, Chennai, India

²Associate Professor, Department of Electronics and Communication Engineering, Saveetha Engineering College, Chennai, India

³Associate Professor, Department of Electronics and Communication Engineering, Saveetha Engineering College, Chennai, India

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

ABSTRACT: The micro mirror is a versatile MEMS device which is mainly used for light deflection and control. The micro mirror state is controlled by applying voltage between the electrodes around the mirror arrays. Electrostatic actuation is the methodology used for precise control of mirrors. We have designed arrays of electrode of different dimension which produces different tilting angle. We have analyzed that when aspect ratio of fixed electrode is increased corresponding tilting angle get increased linearly. Also, analyzed that when applied voltage increases corresponding tilting angle gets increased. The micro mirror is designed and the deflection value is simulated by using COMSOL Multi physics Software.

KEYWORDS: MOEMS, MEMS mirror, electrostatic actuation, array of electrodes, COMSOL Multi physics.

INTRODUCTION

Micro-Opto-Electro-Mechanical Systems (MOEMS) technology merges MEMS with Micro optics which involves sensing and manipulating optical signals on a very small scale using integrated optical, electrical and mechanical systems. It provides directivity, sensing and actuation solutions to many high performance systems. This paper describes the design and analysis of a particular Micro-Electro-Mechanical-System (MEMS) micro mirror device that can be used for video projectors and optical communications application. MOEMS technology enhances the level of perception and control. These devices are usually fabricated using micro-optics and standard micromachining technologies. In electrostatic actuation the potential difference between a micro actuator and its electrode induces electrostatic force. Applied voltage and displacement are linearly dependent on each other in electrostatic actuation. It consumes low power consumption, fast response time and easy to integrate and implement. It is used for precise control of mirrors. Mirror on ribbon actuator (MOR) structure resembles torsional parallel plate capacitor. It supports two stable positions (+/-degrees with respect to rest). The large scale integrability and low cost for high volume mass production of MEMS components create significant potential for ever expanding optical communication network.

The MOR (mirror on ribbon actuator) consists of ribbon actuator and a mirror placed over it in parallel state. The ribbon actuator used in MOR generates high resonant frequency. The very thin air gap between the ribbon actuator and the substrate generates the large damping factor. As MOR has the simplest structure it can be used to integrate easily into a large array format. The project aims at designing an individual micro mirror of size in order of a few micrometers to obtain maximum tilt angle with a minimum driving voltage.

The response of the micro mirror (Voltage versus tilting angle) and (aspect ratio versus tilting angle) would be studied to optimize the design for achieving maximum tilt angle displacement.[4]The Aluminium material is used for mirror as it has greatest extent of spectral reflectivity than silver and highly durable. Aluminium is remarkable for the metals low density and for its ability to resist corrosion due to the phenomenon of passivation. Most importantly it provides a more faithful representation of colors. The ribbon actuator is also made from Al layer.

DESIGN AND OPERATING PRINCIPLE

The MOR mainly consists of a ribbon actuator, a fixed electrode and a mirror. The Aluminium material is chosen for mirror and ribbon actuator and fixed electrode. The substrate is made up of Si(c) material and anchors are made of SiO_2 insulator .The fixed electrode is placed above the substrate, and the ribbon actuator is placed above the fixed electrode which is fixed at both the ends using two anchors.

The mirror is placed above the ribbon actuator by means of anchor. The beam of the mirror is placed between the center and the anchor of the ribbon actuator. The shape of a mirror is square and for ribbon actuator it is short and wide. The submicron gap between the ribbon actuator and the substrate should be 250nm.The submicron gap is responsible for obtaining large damping factor.

Electrostatic actuation is the methodology used for precise control of mirrors. Any electric field applied a force to any charged particle becomes electrostatic actuation. Electrostatic actuation is the simplest actuation known that makes it preferable for many MEMS applications. It is highly favored as it consumes low power consumption, high operating speed and low cost of ownership. In microscopic scale, this is a huge advantage because most of the structures have a very low aspect ratio. Every kind of micro actuator has one or more electrostatic actuation based version.

$$\text{Electrostatic Force, } F_e = \frac{\epsilon_0 A V^2}{2d^2}$$

ϵ_0 - free space permittivity, A-area of ribbon actuator, V-applied voltage, d-distance between ribbon actuator and fixed electrode. The electrostatic force developed between actuator and electrode was found to be $2.23 \times 10^{-12} \text{ N}$.

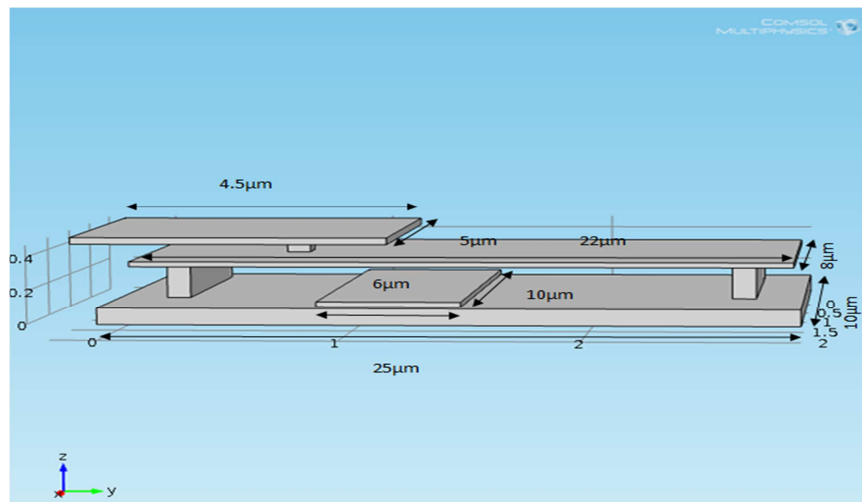


Fig-1 Shows the micro mirror in parallel state

The voltage is applied between the fixed electrode and the ribbon actuator and it is of 2V. If the drive Voltage is not applied, the mirror and the ribbon actuator will be in parallel position. When the drive voltage is applied between the ribbon actuator and the fixed electrode, the ribbon actuator gets displaced towards the substrate by means of electrostatic force. Since the mirror is anchored to the ribbon actuator, the bending of ribbon actuator results in tilting of mirror.

$$\text{Displacement, } d = \frac{P A l^3}{12 E I}$$

P-applied pressure, l-length of the actuator, E-Young's modulus, I-moment of inertia. When pressure of $2 \mu\text{Pa}$ was applied to the ribbon actuator, the actuator gets displaced by $0.3 \mu\text{m}$.

In this paper we have adopted array of electrodes of different dimension (different Length and Width and same Height) in mirror on ribbon actuator. The logic of choosing same height is to place all the electrodes in a complete array format. The maximum tilting angle of the micro mirror mainly depends on the mechanical stop of mirror touching the cavity.

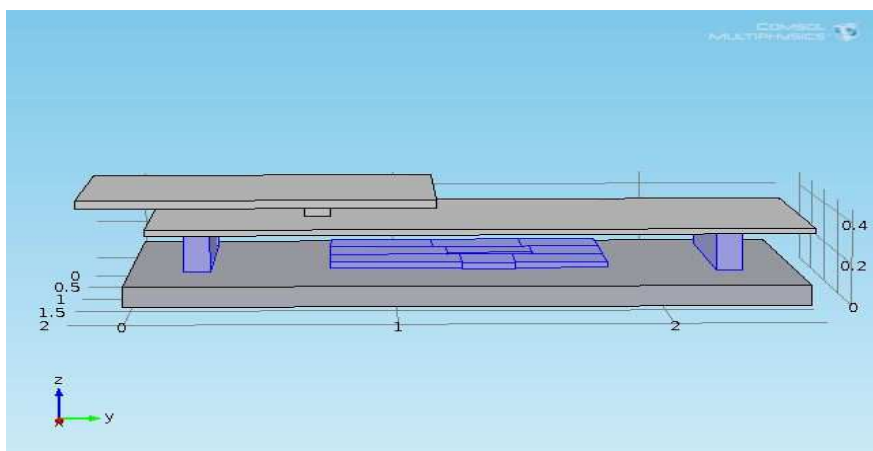


Fig-2 shows array of electrodes in mirror on ribbon actuator

DESIGN CONFIGURATION

The electrodes are arranged in 3x3 matrix format to produce 9 different tilting angle in single MOR actuator. The voltage applied between the actuator and the fixed electrode is about 2V and the pressure applied is $2\mu\text{Pa}$. The micro mirrors are designed using COMSOL Multi physics software.

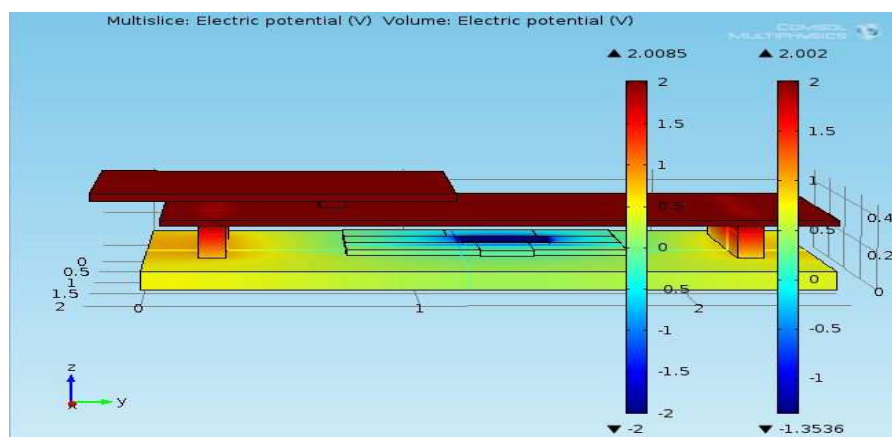


Fig-3 shows potential applied between ribbon actuator and one of the electrodes

SIMULATION RESULT

After the structure creation and material Selection, meshing is done for the structure. When the Pressure is applied the mirror gets tilted for single electrode mirror on ribbon actuator.

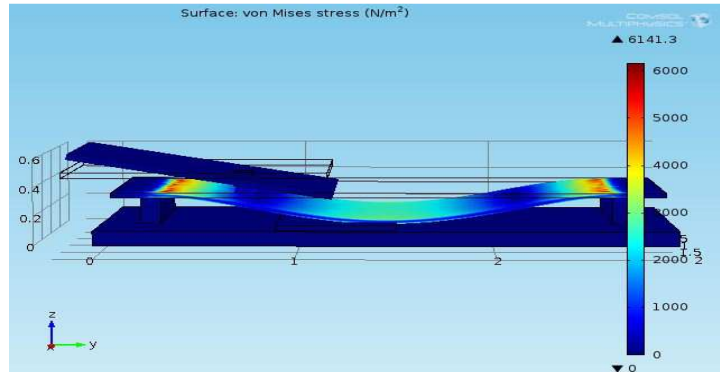


Fig-4 shows tilting of micro mirror for single electrode mirror on ribbon actuator

When same voltage is applied for different electrodes of different dimension will result in different tilting angle of the mirror. In this way various gray scales can be produced.[3]

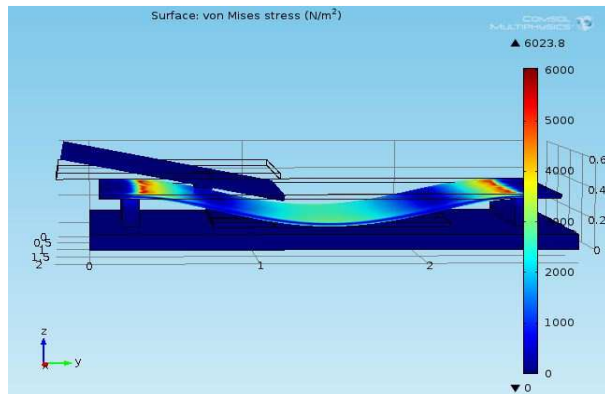


Fig-5(a)

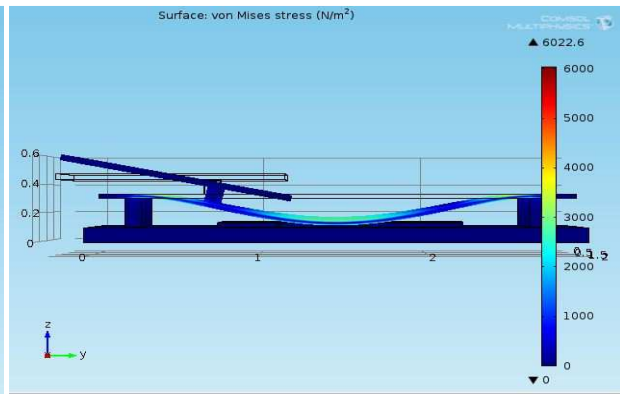


Fig-5(b)

Fig-5(a) and Fig-5(b) shows the tilting of mirror of different electrode of different length.

Due to the nonlinear angular-voltage characteristics of micro mirror on ribbon actuator with single electrode, it is difficult to achieve linear stepping angles. By using micro mirror with multiple electrodes provides linear stepping angle. Array of electrodes of different dimension results in different tilting angle of mirror.

FORMULATION

Relation that connects pull in voltage and angle of tilt is given as

$$q = \sqrt[3]{\frac{v^2 e_0 w}{k}}$$

Above equation is rearranged to find the tilting angle of micro mirror

V – Applied voltage (V)

k – Spring constant (N/m)

q - Angle of tilt (degree)

e_0 - Permittivity of free space

w – Width of the electrode (mm)

Deflection of micro mirror is calculated by using following equation

$$\theta = L/EI$$

θ - Deflection

L – Length of electrode

E – Young's modulus

I – Moment of inertia

$$I = (L^2 + W^2)/12$$

$$k = 192 EI / L^3 [1]$$

Spring constant, $k=13951937.08$

Using the above formulas, the spring constant, moment of inertia, deflection and tilting angle is calculated. Aspect ratio is taken to find deflection and tilting angle for single electrode and multiple electrodes in mirror on ribbon actuator.

TABLE: Deflection and tilting angle for single electrode and multiple electrodes of different length (in micro scale)

Electrode type			Electrode			Mirror				
		Stress	Width	Length	Height	Width	Length	Height	Tilting angle	deflection
Single electrode		6141.3	10	6	2	5	4.5	2.2	4.28×10^{-6}	2.80×10^{-6}
Multiple electrodes	Electrode 1	6023.8	3.5	5	2	5	4.5	2.2	3.02×10^{-6}	2.33×10^{-6}
	Electrode 2	6023.8	4	3.5	2	5	4.5	2.2	3.2×10^{-6}	1.63×10^{-6}
	Electrode 3	6023.8	5	3.9	2	5	4.5	2.2	3.39×10^{-6}	1.82×10^{-6}
	Electrode 4	6022.6	4.5	3.8	2	5	4.5	2.2	3.28×10^{-6}	1.77×10^{-6}
	Electrode 5	6022.6	5.5	4.5	2	5	4.5	2.2	3.51×10^{-6}	2.10×10^{-6}
	Electrode 6	6022.6	3	5.5	2	5	4.5	2.2	2.86×10^{-6}	2.57×10^{-6}
	Electrode 7	6022.6	3.7	3.6	2	5	4.5	2.2	3.07×10^{-6}	1.68×10^{-6}
	Electrode 8	6022.6	4.2	3.7	2	5	4.5	2.2	3.20×10^{-6}	1.72×10^{-6}
	Electrode 9	6022.6	3.9	5.7	2	5	4.5	2.2	3.13×10^{-6}	2.66×10^{-6}

RESULT AND DISCUSSION

By using single electrode in mirror on ribbon actuator, the stress produced is 6141 whereas by adopting arrays of electrode in mirror on ribbon actuator, the stress at corners gets reduced. The advantage of using arrays of electrode of different length produces different deflection and tilting angle. This means that different gray scales can be produced by adopting arrays of electrode. Most importantly it provides a more faithful representation of colors if color filter is used in video projector. The submicron gap produces large damping effect.

Electrostatic actuator is preferred here because of its fast response and low power consumption. Aluminum material is used for mirror as it has greatest spectral reflectivity than silver and highly durable and ability to resist corrosion. The large scale integratibility and low cost for high volume mass production of MEMS components create significant potential for ever expanding optical communication network.

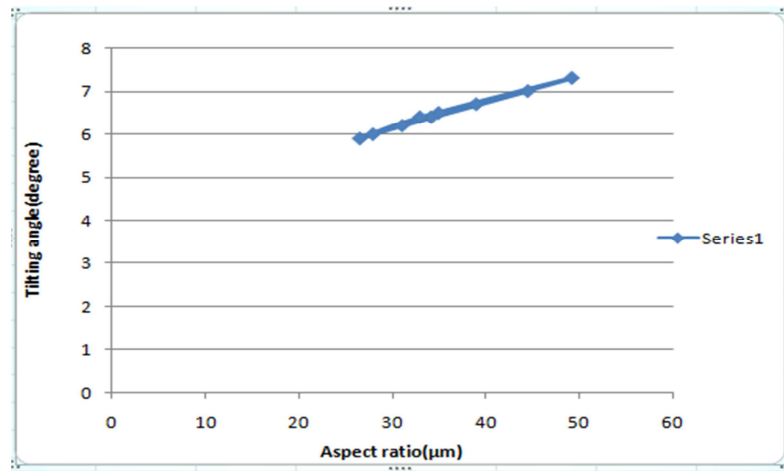


Fig-6 graph of aspect ratio vs. tilting angle

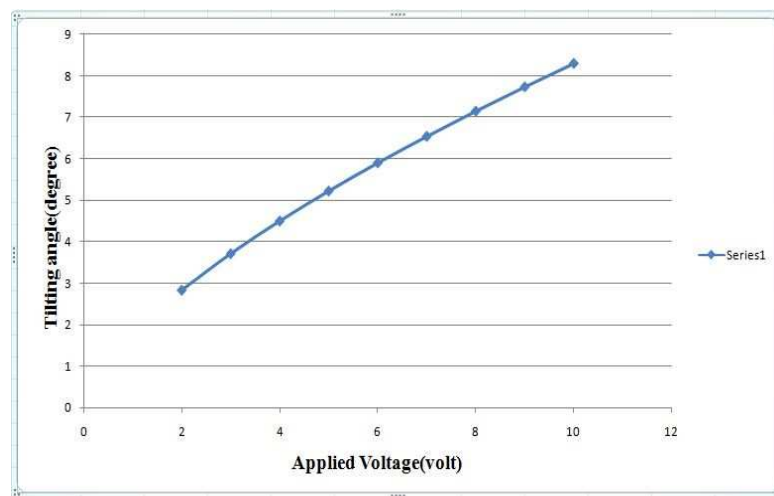


Fig-7 Applied Voltage vs. tilting angle

CONCLUSION

Here, the micro mirror consisting of arrays of electrode in mirror on ribbon actuator is designed using Aluminum material and it is electro statically actuated. The pressure of $2\mu\text{Pa}$ is applied and different tilting angle for arrays of different electrode dimensions is produced. It helps in producing different gray scales. We have analyzed that when aspect ratio of fixed electrode is increased corresponding tilting angle get increased linearly. Also, analyzed that when applied voltage increases corresponding tilting angle gets increased. The micro mirror is designed and the deflection value is simulated by using COMSOL Multi physics Software.

ACKNOWLEDGEMENT

The Proposed Research Work is carried out in the "SAVEETHA MEMS DESIGN CENTRE", with LAB KIT Version of software, in Saveetha Engineering College. The Authors would like to thank Dr.R.Venkatasamy, Principal ,Ms Srigita.S.Nath, Head of Department, for extending their valuable support.

REFERENCES

- [1] Anna Thomas, Juny Thomas, Deepika Vijayan ,K. Govardhan, "DESIGN AND OPTIMIZATION OF ELECTROSTATICALLY ACTUATED MICROMIRROR",VIT University, MEMS & Sensor Division, School of Electronics Engineering, Vellore, Tamil Nadu, India.
- [2] Chi Zhang, Gaofei Zhang and Zheng You," Piezoresistor "DESIGN FOR DEFLECTION ANGLES DECOUPLING MEASUREMENT OF TWO-DIMENSIONAL MOEMS SCANNING MIRROR", Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Nanotechnology, Hong Kong.
- [3] Jin-Chern Chiou and Yu-Chen Lin," A MULTIPLE ELECTROSTATIC ELECTRODES TORSION MICRO MIRROR DEVICE WITH LINEAR STEPPING ANGLE EFFECT", Journal of micro electro mechanical system VOL. 12, NO. 6, DECEMBER 2003.
- [4] Junji Suzuki¹, Atsushi Komai¹, Yasushi Ohuchi², Yasuo Tezuka¹, Hiroshi Konishi¹, Madoka Nishiyama¹, Yoshihiko Suzuki¹ and Soichi Owa³, "MICRO-MIRROR ON RIBBON-ACTUATOR (MOR) FOR HIGH SPEED SPATIAL LIGHT MODULATOR", Core Technology Center, Nikon Corporation, Japan.
- [5] Osamu Sasaki, Kyouhei Terao, Takaaki Suzuki Hidekuni Takao, Fumikazu Oohira, Yoshinori Kaibara, Takahiro Namazu,"DESIGN AND FABRICATION OF POLYMER MEMS MIRROR BASED ON THE MECHANICAL CHARACTERISTIC EVALUATION OF POLYIMIDE MATERIALS", Graduate School of Engineering, University of Hyogo, 2167 Shosha, Himeji, Hyogo, Japan.
- [6] S. K. Leel, M. G. Kim, J Y an, M H Jun, S Yang, and J. H. Lee,"POLYMERIC (SU-8) OPTICAL MICROSCANNER DRIVEN BY ELECTROSTATIC ACTUATION", School of Information and Mechatronics, Gwangju Institute of Science and Technology, Korea, South.
- [7] Sahil Oak, Gregory F. Edmiston, Ganapathy Sivakumar and Tim Dallas, Members of IEEE,"ROTATING OUT-OF-PLANE MICRO MIRROR", journal of microelectromechanical systems, vol. 19, NO. 3, june 2010.
- [8] Severin Waldis, Frederic Zamkotsian, Pierre-Andre Clerc, Wilfried Noell, Michael Zickar, and Nico de Rooij,"ARRAYS OF HIGH TILT-ANGLE MICRO MIRRORS FOR MULTI OBJECT SPECTROSCOPY", IEEE journal of selected topics in quantum electronics, vol. 13, no. 2, march/april 2007.
- [9] Sihua Li, Jing Xu, Yaming Wu," DESIGN AND FABRICATION OF A HIGH FILL-FACTOR MICRO-MIRROR ARRAY", Proceedings of the 2010 5th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems January 20-23, Xiamen, China.
- [10] Ya-Jun Pan, Yuan Ma and Shariful Islam, "ELECTROSTATIC TENSIONAL MICRO MIRROR: ITS ACTIVE CONTROL AND APPLICATIONS IN OPTICAL NETWORK", 4th IEEE Conference on Automation Science and Engineering Key Bridge Marriott, Washington DC, USA.

Dielectric behavior of the Aurivillius compound $\text{Bi}_{3.6}\text{La}_{0.4}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ prepared by hybrid process

Mohamed AFQIR^{1,2}, A. Tachafine², D. Fasquelle², M. Elaatmani¹, J.C. Carru², A. Zegzouti¹, and M. Daoud¹

¹Equipe de Sciences des Matériaux Inorganiques et Applications,
Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

²Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires,
Université du Littoral Côte d'Opale, Calais, France

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

ABSTRACT: The component of $\text{Bi}_{3.6}\text{La}_{0.4}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ was prepared by hybrid process (sol-gel hydrothermal) at low temperature 400 °C. Bismuth acetate, lanthanum acetate and titanium isopropoxide were used as metallic source. By X-ray diffraction, the $\text{Bi}_{3.6}\text{La}_{0.4}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ceramic has single $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ phase of Aurivillius type. The assignment of the infrared transmittance bands, especially in the region 400–1000 cm^{-2} . Dielectric properties of the obtained material at different frequencies 100 Hz, 1 kHz and 10 kHz as a function of temperature were investigated.

KEYWORDS: Sol-gel, hydrothermal, X-ray diffraction, infrared, dielectric proprieties.

1 INTRODUCTION

$(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}(\text{A}_{n-1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1})^{2-}$ is a general formal of Aurivillius phases, where A is a mono-, di- or trivalent element (or combination) with cub octahedral coordination, B is a transition element suitable to octahedral coordination and m ($1 < m < 6$) is the number of octahedral layers in the perovskite slab.[1].

$\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ belongs to the Aurivillius family [2]. It has great applications in optical devices and ferroelectric memories [3]. Many authors has been studied La-doped [4, 5], it has a high Curie temperature ($T_C = 675^\circ\text{C}$), is best candidate material for FeRAM devices. However, the fatigue-free behavior of lanthanum-substituted bismuth titanate $\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ (BLT) received increasing attention [6], wish it is easy to substitute selectively bismuth in layered perovskite by lanthanum. BLT has many attractive properties, such as low processing temperature and large values of remnant polarization.

The compounds of La-doped bismuth titanate (BLT) were prepared by various methods, where require more or less higher temperatures to achieve. By solid state, BLT ceramics were sintered using the conventional sintering method at 1150°C .

According to Guo Dong-Yun et al. [7], The $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ and $\text{Bi}_{3.25}\text{La}_{0.75}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ thin films were prepared on the Pt/Ti/SiO₂/Si substrate using the sol-gel method annealed at different temperatures (550–750 °C). A sol-gel process was used to prepare BLT powders synthesized by sol-gel method and calcinated at 900 °C [8], other authors may have prepared the BLT at 650°C and 750°C by sol-gel and co-precipitation respectively. However, there is scarcities information of $\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ prepared by hydrothermal method.

The sol-gel-hydrothermal processing represents an alternative to the calcinations for the crystallization of an objective compound under mild temperatures [9]. To our knowledge, the sol-gel hydrothermal method as called hybrid process could be a novel technique to prepare $\text{Bi}_{3.6}\text{La}_{0.4}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ powder. Our challenge is to form sufficient large pure powder at low temperature by combing hydrothermal and sol-gel process.

2 EXPERIMENTAL

The first step is to prepare the powder by a sol-gel, in this respect the process of the preparation is reported in Figure 1. The used precursors are acetate bismuth, acetate lanthanum and titanium isopropoxide. The temperature of colloidal sol was kept at about 60–80 °C. Then the xerogel was gained.

The second step involves the hydrothermal method; the fine powder was kept under stirring in a solution of KOH (1 M) for 1 h, and then put into an autoclave (Filling ratio superior to 80%) and heated at 180 °C during 12. After filtration and drying, the powder was calcined at 400 during 24 h. The calcined fine powder was pressed into cylindrical pellet of 6 mm in diameter and 1 mm in thickness using a uniaxial press with a pressure of 5 MPa. This pellet was sintered at 450°C for 4 h, which was obtained on silver electrode sample in plane capacitor configuration.

The formation and quality of powder were verified with X-ray diffraction (XRD). FTIR used to identify types of chemical bonds (functional groups). The dielectric constant (ϵ) and loss tangent ($\tan\delta$) of the compound were measured using a HP 4284A with a home-made furnace.

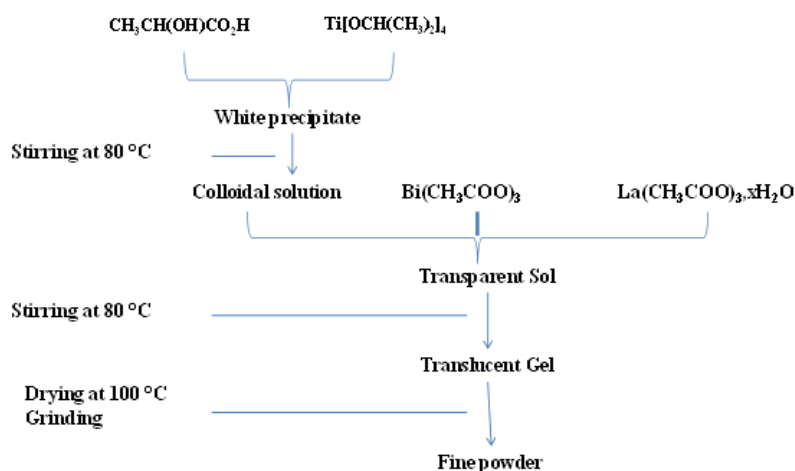


Fig 1. Flowchart for preparation of powder by sol-gel

3 RESULTS AND DISCUSSION

The powder X-Ray diffraction pattern (Figure. 2) confirms the layered perovskite structure, simulated with the reference pattern number JCPDS 00-035-0795 for $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$. The unit cell structure was found to be orthorhombic in accordance with matched reference pattern; $a=5,424$ Å; $b=5,436$ Å and $c=32,824$ Å. According to the Scherrer's formula [10, 11, 12], the crystallite size is found to be 81 nm.

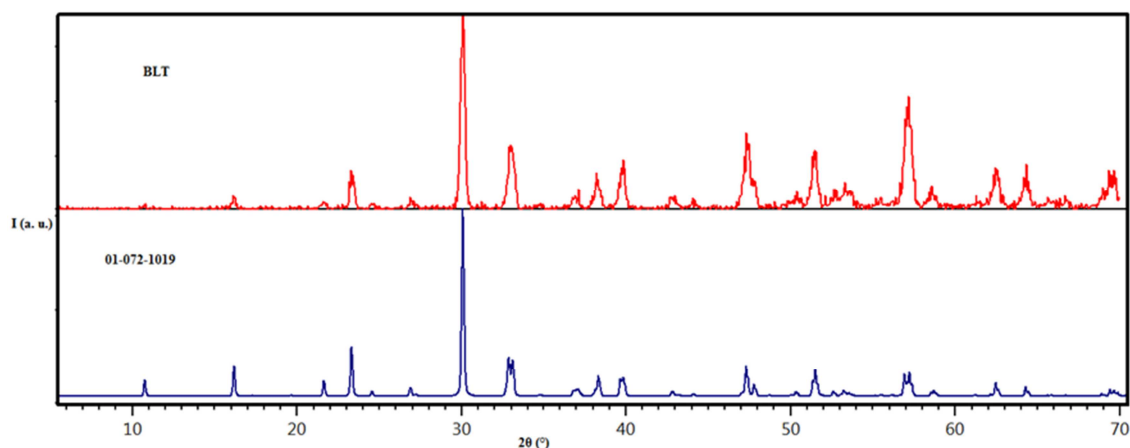


Fig 2. XRD pattern of SBLT powder

The FTIR spectrum is shown in Figure 2. The bands around 582 and 823 cm^{-1} (red line) related to the crystallization of the phase $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ [13]. According Zhiwu Chen et al. [14], the bands around 814 and 600 cm^{-1} corresponded to the stretching vibrations of Bi-O and Ti-O, respectively, further indicating formation of well crystallized $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$. La-O bond was assigned to the presence of the absorption band at around 415–423 cm^{-1} [16]. The C–O vibration, at 1064 cm^{-1} , persists because of the residual carbon, which was not decomposed at 400 °C [17]. The bands around 3434 and 1630 cm^{-1} are attributed to the O–H groups of the water adsorbed at the powder surface when the sample was in contact with the environment. It is noted that the absence of a C=O vibration around 1450 cm^{-1} , indicates that the powders are free of carbonates [18].

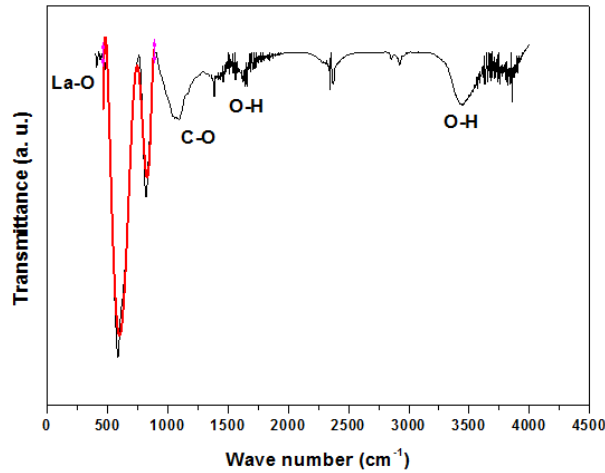


Fig 3. Characterization of powder by FTIR

Figure 3, shows the variation of dielectric (a) constant and (b) tangent loss with frequency at different temperatures. The ϵ' and $\tan\delta$ increase with temperature and decrease with increasing frequency. It is observed to be high at lower frequency. Well, Below 370 °C, the variation in dielectric constant is much less frequency dependent, above 370 °C the increment in dielectric constant is stronger and much more frequency dependent, may be due to the space charge polarization and inter face effect, or this is due to lattice expansion, polarizability of the constituent ions due to increase of atomic polarizability [19]. Another explanation suggests that these observations may be due to the fact that the dipoles cannot follow the fast variation of the applied field [20, 21].

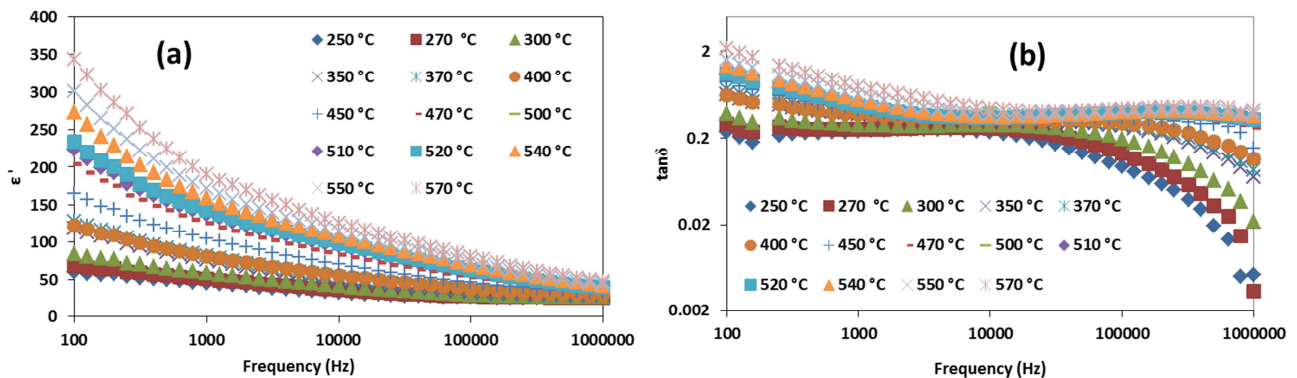


Fig 4. Variation of (a) dielectric constant and (b) tangent loss as a function of frequency at different temperatures

Figure 4, shows frequency dependence of dielectric constant at different temperatures. The pattern shows peaks around 600 °C for all frequencies which describes the normal ferroelectric phenomenon in the material. From literature the T_C was found to be around 630 °C [22]. The dielectric constant peaks are 325, 155 and 100 for 100 Hz, 1 kHz and 10 kHz respectively. On the other hand, Figure 5 illustrates the variation of loss tangent ($\tan\delta$) as a function of temperature at 10 kHz. The $\tan\delta$

increases with increasing temperature. A kink appears around 590 °C; the value of tangent loss kink is 0.4. This bow observed may be due to the ferroelectric–paraelectric transition.

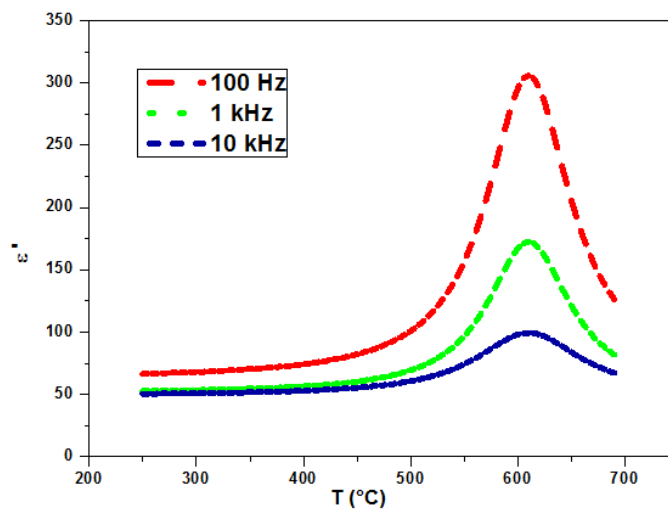


Fig 4. Variation of dielectric constant with temperature at different frequencies

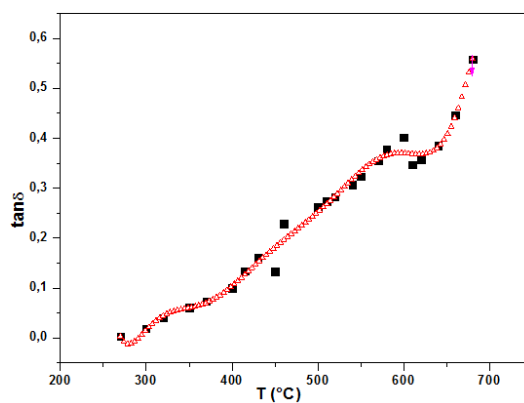


Fig 5. Dielectric loss as a function of temperature at 10 kHz

For a normal ferroelectric, should follow the Curie-Weiss law when the temperature exceeds the Curie temperature [23, 24]. The plot of the inverse dielectric constant as a function of temperature at 10 kHz is shown in Figure 7. When one extends the linear paraelectric portion of this curve back across the temperature axis, it intersects at the Curie-Weiss temperature ($T_{\text{CW}} = 595$ °C), which is close to T_{C} . It shows feature characteristic of a second order phase transition.

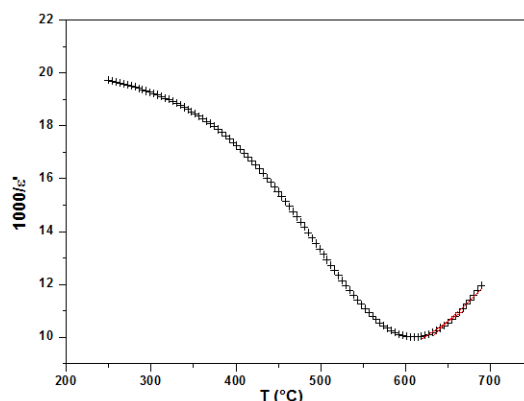


Fig 5. Inverse dielectric constant vs temperature at 10 kHz

4 CONCLUSION

The paper talks the low-temperature synthesis of $\text{Bi}_{3.6}\text{La}_{0.4}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ powder by the sol-gel-hydrothermal method. XRD pattern shows orthorhombic structure. The FT-IR spectra conforms result obtained from XRD. Dielectric measurements have shown T_C is at higher temperature and dielectric behavior is frequency dependent as well as temperature dependent. The microstructure is now examined in the future work under the name structural and dielectric properties of SBLT prepared by sol gel hydrothermal process.

REFERENCES

- [1] M. Garcia-Guarderrama, L. Fuentes, A. Marquez-Lucero and O. Blanco. "Structural stability and cation disorder in Aurivillius phases", *Materials Research Bulletin*, vol. 47, pp. 3850–3854, 2012.
- [2] Biljana D. Stojanovic', Carlos O. Paiva-Santos, Mario Cilense, Cedomir Jovalekic, and Zorica Z. Lazarevic. " Structure study of $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ produced via mechanochemically assisted synthesis", *Materials Research Bulletin*, vol. 43, pp. 1743–1753, 2008.
- [3] T. Jardiell, A. C. Caballero and M. Villegas, "Aurivillius ceramics: $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ -based piezoelectrics", *Journal of the Ceramic Society of Japan*, vol. 116, pp. 511–518, 2008.
- [4] M. Roy, Indu Bala, S.K. Barbar, S. Jangid and P. Dave. " Synthesis, structural and electrical properties of La and Nb modified $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ferroelectric ceramics", *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, vol. 72, pp. 1347–1353, 2011.
- [5] T. Jardiell, A. C. Caballero and M. Villegas."Aurivillius ceramics: $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ basezd piezoelectrics", *Journal of the Ceramic Society Of Japan*, vol. 116, pp. 511–518, 2008.
- [6] A.Z. Simoes, A. Ries, B.D. Stojanovic, G. Biasotto, E. Longo and J. A. Varela, "Electrical properties of lanthanum doped $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ thin films annealed indifferent atmospheres", *Ceramics International*, vol. 33, pp. 1535–1541, 2007.
- [7] J. P. Kim, C. R. Cho, S. H. Lee, M. K. Ryu and M. S. Jang, "Crystal Structures and Ferroelectric Properties of La-Doped $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ Crystals", *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. 42, pp. S1240–S1243, 2003.
- [8] Lin Xue, Guan Qing-Feng, Liu Yang and Li Hai-Bo, "Lanthanum-doped $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ Ceramics prepared by high-pressure technique", *Chinese Physics B*, Vol. 19, no. 10, 2010.
- [9] Zhiwu Chen and Xinhua He, "Low-temperature preparation of nanoplated bismuth titanate microspheres by a sol-gel-hydrothermal method", *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 497, pp. 312–315, 2010.
- [10] G. K. Williamson and W. H. Hall. "X-Ray Line Broadening From Filed Aluminium And Wolfram", *acta metallurgica*, 1953.
- [11] R. Delhez, Th. H. de Keijser and E. J. Mittemeijer, " Determination of Crystallite Size and Lattice Distortions through X-Ray Diffraction Line Profile Analysis Recipes, Methods and Comments", *Fresenius Z Anal Chem*, 1982.
- [12] I. J. Langfor, R. J. Cernik and D. Louër, " Instrumental line profiles in high-resolution powder diffraction, Dielectric measurements", *Journal of Applied Crystallography*, 1991.
- [13] A.Yoleva, S. Djambazov, Y. Ivanova and E. Kashchieva, "Sol-gel synthesis of titanate phases from aurivillius and sillenite type ($\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ and $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$)", *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, vol. 46, no. 3, pp. 255–260, 2011.
- [14] Zhiwu Chen, Hong Jiang, Wuliang Jin and Chunkai Shi, "Enhanced photocatalytic performance over $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ nanosheets with controllable size and exposed {001} facets for Rhodamine Bdegradation, *Applied Catalysis B: Environmental*, vol. 180, pp. 698–706, 2016.

- [15] L. Radev, L. Pavlova, B. Samuneva, E. Kashchieva, I. Mihailova, M. Zaharescu, B. Malic and L. Predoana, "Sol-gel synthesis and structure of $\text{La}_2\text{O}_3\text{--CoO--SiO}_2$ powders", *Processing and Application of Ceramics*, vol. 2, pp. 103–108, 2008.
- [16] Y. Qiao, C.J. Lu, Y.J. Qi and Y.H. Zhou, "Crystallization and electrical characteristics of ferroelectric $\text{Bi}_{3.15}\text{Nd}_{0.85}\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ thin films prepared by a sol-gel process", *Physica B*, vol. 403, pp. 2488–2494, 2008.
- [17] A. Z. Simões, E.C. Aguiar, A. Ries, E. Longo and J.A. Varela, "Niobium doped $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ceramics obtained by the polymeric precursor method", *Materials Letters*, vol. 61, pp. 588–591, 2007.
- [18] G. K. Solanki, Dipika B. Patel, K. D. Patel, N. N. Gosai and Yunus Gafur Mansur, "Growth and Dielectric Properties of DVT Grown $\text{GeS}_{0.25}\text{Se}_{0.75}$ Single Crystals", *Physical Chemistry*, Vol. 2, no. 5, pp. 67–72, 2012.
- [19] Ashok K. Batra, Matthew E. Edwards, Almuatasim Alomari and Adnan Elkhaldy, "Dielectric Behavior of P(VDF-TrFE)/PZT Nanocomposites Films Doped with Multi-walled Carbon Nanotubes (MWCNT)", *American Journal of Materials Science*, Vol. 5 no. 3A, pp. 55–61, 2015.
- [20] Hana NACEUR, Adel MEGRICHE and Mohamed EL MAAOUI, "Frequency-dependant dielectric characteristics and conductivity behavior of $\text{Sr}_{1-x}(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})_x\text{Bi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x = 0.0, 0.2, 0.5, 0.8$ and 1.0) ceramics", *Oriental journal of chemistry*, Vol. 29, no. 3 pp. 937–944, 2013.
- [21] V.B. Santos, J.-C. M'Peko, M. Mir, V.R. Mastelaro and A.C. Hernandes, "Microstructural, structural and electrical properties of La^{3+} -modified $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ferroelectric ceramics", *Journal of the European Ceramic Society*, 2009
- [22] Cheng Hua-Lei, Du Hong-Liang, Zhou Wan-Cheng, Luo Fa and Zhu Dong-Mei, "Effects of LaFeO_3 Additions on the Dielectric and Ferroelectric Properties of $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3$ Ceramics", *Journal of Inorganic Materials*, vol. 27, pp. 1228–1233, 2012.
- [23] K. Ch.Varada Rajulu, Tilak B and K. Sambasiva Rao, "Electrical conductivity and Dielectric Properties of $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.7}\text{K}_{0.2}\text{Li}_{0.1})_{0.5}\text{TiO}_3$ Ceramic Material", *American Journal of Materials Science*, vol. 2, pp. 15–21, 2012.

Sample synthesis and characterization of $\text{SrBi}_{2-x}\text{La}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x=0, 0.5$) Aurivillius-type layered oxides

Mohamed AFQIR^{1,2}, A. Tachafine², D. Fasquelle², M. Elaatmani¹, J. C. Carru², A. Zegzouti², and M. Daoud²

¹Equipe de Sciences des Matériaux Inorganiques et Applications,
Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad,
B. P. 2390, 40000 Marrakech, Maroc

²Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires,
Université du Littoral Côte d'Opale, 50 rue Ferdinand Buisson,
B. P. 717, 62228 Calais, France

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

ABSTRACT: The various Aurivillius oxides, $\text{SrBi}_{2-x}\text{La}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x=0, 0.5$), were synthesized by using the conventional solid state reaction method. Phase analyses were performed by X-ray diffraction (XRD) analyses and Raman spectroscopy. Microstructural morphology was investigated by scanning electron microscopy (SEM). The Curie temperature, maximum permittivity and activation energy decrease with the increase in La content.

KEYWORDS: Solid state, XRD, Raman, SEM. Dielectric proprieties.

1 INTRODUCTION

Aurivillius phase compounds, as bismuth layer-structured ferroelectrics are generally formulated $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+}(\text{A}_{m-1}\text{B}_m\text{O}_{3m+1})^{2-}$ where A is a mono, bi or trivalent ion, B a tetra, penta or hexavalent ion, and m the number of BO_6 octahedral in each pseudo-perovskite block ($m=1$ to 5) [1]. Bismuth layer-structured ferroelectric materials have attracted an increasing attention for non-volatile Ferroelectric Random Access Memory (FeRAM) applications [2] [3].

$\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ (SBN) and their solid solution have attracted much scientific attention due to their fatigue-free properties that make them potentially suitable candidates for application in the FeRAM [4]. But, this material suffers from the formation of oxygen vacancies. Whoever, to remain this problematic, many works suggest doping with rare earth, such as La^{3+} , Nd^{3+} , Pr^{3+} etc., can decrease the vacancies concentration, hence effectively modified the electrical properties [5, 6, 7].

The aim of this study is about synthesis, structural and dielectric properties of Lanthanum doped $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ ceramics. $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ (SBN) and $\text{SrBi}_{1.5}\text{La}_{0.5}\text{Nb}_2\text{O}_9$ (SBL0.5N) were prepared by solid-state reaction.

2 EXPERIMENTAL

Starting materials SrCO_3 , Bi_2O_3 , La_2O_3 and Nb_2O_5 were weighed, mixed and calcined at 100 and 1200 °C during 12 hours for undoped and doped samples respectively. The calcined powders were then pressed into pellets, and sintered at 1150 and 1250 °C during 8 hours for undoped and doped pellets respectively. X-ray diffraction (XRD) was used to determine the crystal structure of the powders. Raman spectroscopy informs us about ion substitution. The microstructure of ceramics was observed by Scanning Electron Microscope (SEM). Temperature dependence of dielectric properties of $\text{SrBi}_{2-x}\text{La}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ceramics were investigated from the room temperature to 500°C at various frequencies 10 kHz, 100 kHz and 1 MHz.

3 RESULTS AND DISCUSSION

XRD (Fig. 1) analysis reveals that all patterns show a single Aurivillius-type crystal, with the following lattice parameters $a=5.4114 \text{ \AA}$, $b=5.4449 \text{ \AA}$, $c=25.9013 \text{ \AA}$ for SBN and $a=5.5995 \text{ \AA}$, $b=5.4338 \text{ \AA}$, $c=25.1060 \text{ \AA}$ for SBL0.5N. The highest peak occurred at 29.4° is corresponded to (1 1 5) orientation, which is consistent with the (1 1 2m + 1) highest diffraction peak in bismuth layered structured ferroelectrics systems [8].

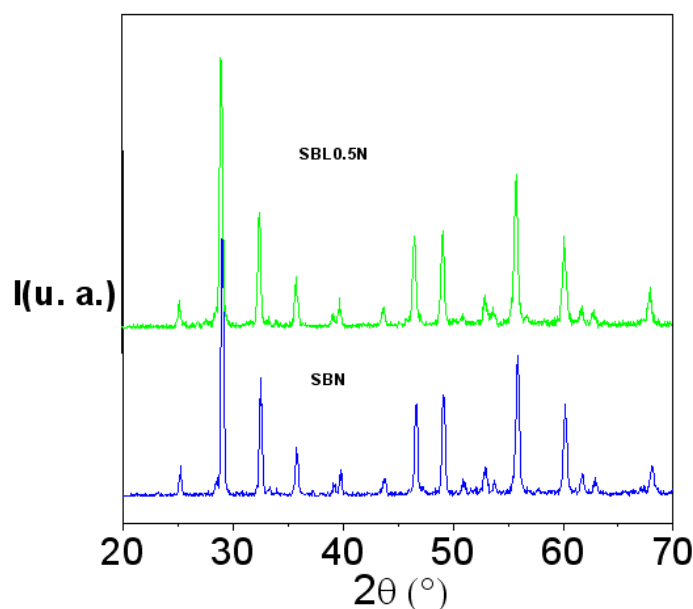


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of SBN and SBL0.5N powders

Room temperature Raman spectra of SBL0.5N (Fig. 2) shows phonon modes around $60, 97, 175, 205, 575,$ and 838 cm^{-1} . These modes are related to the vibrational on two-layer Aurivillius phase. In the range $100\text{--}250 \text{ cm}^{-1}$, the bands are overlapped for specimen that can be attributed to the disordered structure [9] [10].

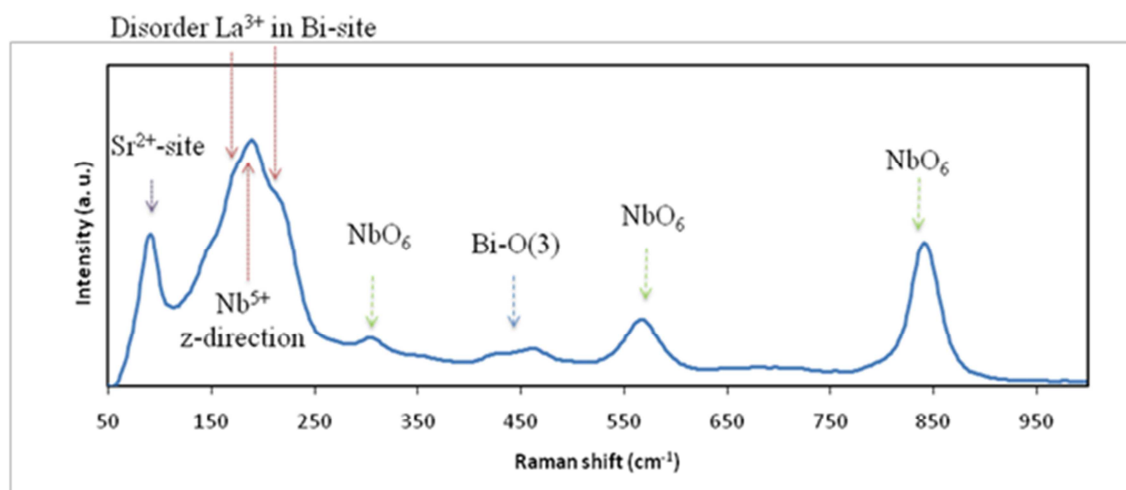


Fig. 2 Raman scattering of SBL0.5N

The SEM photos (Fig. 3) show that the SBL0.5N ceramic has an anisotropic plate-like microstructure, typically characteristic of Aurivillius ceramics [11].

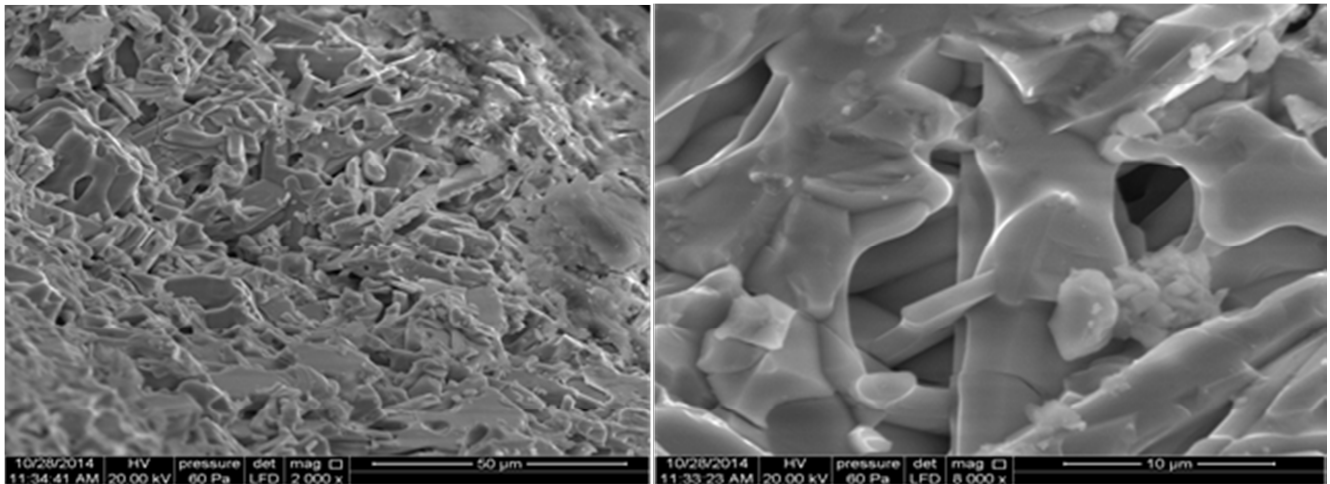


Fig. 3 Cross-sectional SEM photos of SBL0.5N.

Temperature dependence of dielectric properties of $\text{SrBi}_{2-x}\text{La}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ceramics were investigated from the room temperature to 500 °C at various frequencies 10 kHz, 100 kHz and 1 MHz (Fig. 4). The dielectric permittivity shows a sharp peak at the phase transition temperature for all frequencies. This indicates that SBN and SBL0.5N have a classical ferroelectric behavior. It was also observed for both ceramics, a strong frequency dispersion at lower frequencies and higher temperatures. The Curie temperature (T_c) decreases from 410 °C for SBN to 360 °C for SBL0.5N. This is probably due to La substitution which decreases the tilting of NbO_6 octahedral [12]. The dielectric permittivity peak of the ceramics decreases with La doping increasing, mainly due to the polarizability of Bi (lone pair of electrons) [13].

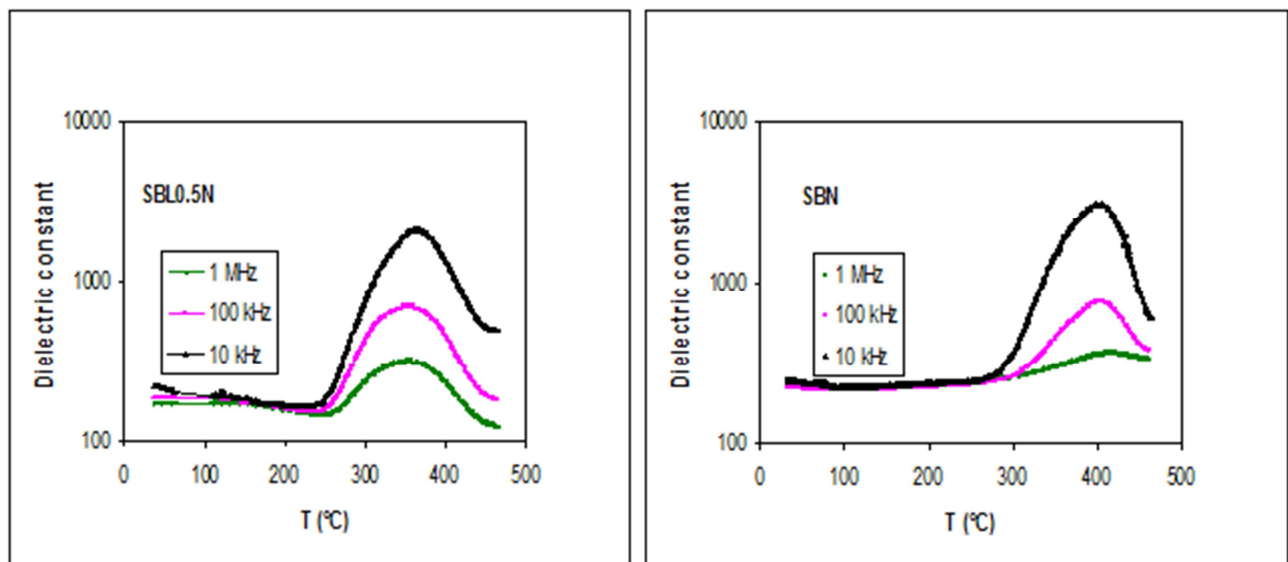


Fig. 4 Temperature dependence of the dielectric constant at various frequencies

The activation energy (E_a) of the ceramics in the high temperature region is calculated from the conductivity slope according to the reciprocal temperature (Fig. 5). The activation energy is about 2.052 eV for SBN and 1.189 eV for SBL0.5N. A

decrease in E_a may be due to chemical bond strengths with oxygen, knowing that the La–O (799 kJ/mole) bond is stronger than the Bi–O one (343 kJ/mole) [14].

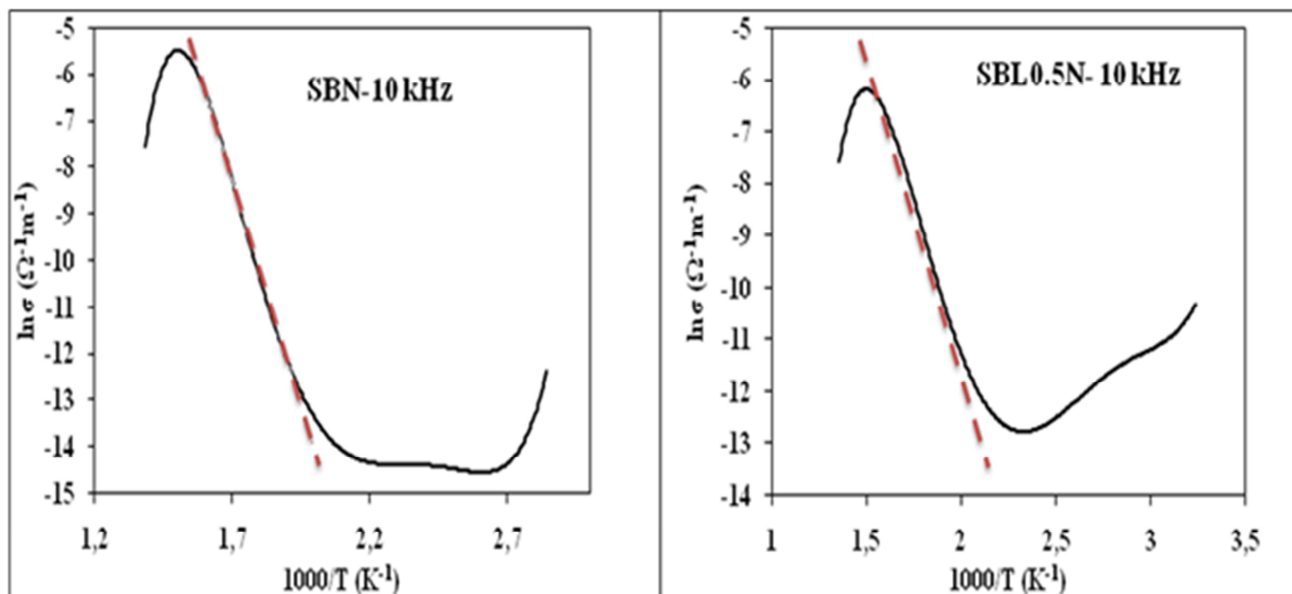


Fig. 5 Temperature dependence of ac conductivity

4 CONCLUSION

In summary, the effects of La^{3+} doping on the structure, dielectric proprieties have been investigated. A single phase of Bi-layered perovskite was confirmed for both compositions by XRD. The dielectric proprieties of the obtained ceramics were strongly dependent on the La.

REFERENCES

- [1] V. A. Isupov, "Systematization of Aurivillius-type layered oxides," *Inorganic Materials*, vol. 42, pp. 1094–1098, 2006.
- [2] N. Ortega, P. Bhattacharya and R.S. Katiyar, "Enhanced ferroelectric properties of multilayer $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9/\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ thin films for NVRAM applications," *Materials Science and Engineering*, vol. 130, pp. 36–40 2006.
- [3] Manfred Moert, Thomas Mikolajick, Guenther Schindler, Nicolas Nagel, Igor Kasko, Walter Hartner, Christine Dehm, Hermann Kohlstedt and Rainer Waser, "Integration of stacked capacitor module with ultra-thin ferroelectric $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ film for high density ferroelectric random access memory applications at low voltage operation," *Thin Solid Films*, vol. 473, pp. 328–334, 2005.
- [4] D. Kajewski and Z. Ujma, "Electrical properties of $\text{SrBi}_2(\text{Nb}_{0.5}\text{Ta}_{0.5})_2\text{O}_9$ ceramics," *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, vol. 71, pp.24–29, 2010.
- [5] Hua Zou, Yao Yu and Jun Li, "Photoluminescence enhanced ferroelectric and dielectric properties of Pr^{3+} -doped $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ multifunctional ceramics". *Materials Research Bulletin*, vol. 69, pp. 112–115, 2015.
- [6] Vaibhav Shrivastava, A.K. Jha and R.G. Mendiratta, "Structural and electrical studies in La substituted $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ ferroelectric ceramics," *Physica B*, vol. 371, pp.337–342, 2006.
- [7] B. Harihara Venkataraman, K.B.R. Varma, Vincent Rodriguez and Mario Maglione, "Optical diffraction of second harmonic generation in $\text{SrBi}_2(\text{Nb}_{0.7}\text{V}_{0.3})_2\text{O}_9$ in the $\text{SrO}-\text{Bi}_2\text{O}_3-0.7\text{Nb}_2\text{O}_5-0.3\text{V}_2\text{O}_5-\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ glass system". *Synthetic Metals*, vol. 155, pp. 434–438, 2005.
- [8] C.L. Diao, J.B. Xu and H.W. Zheng, "Dielectric and piezoelectric properties of cerium modified $\text{BaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ ceramics," *Ceramics International*, Vol.39, pp. 6991–6995, 2013.
- [9] Pinyang Fang, Zengzhe Xi, Wei Long, Xiaojuan Li and Jin Li, Structure and electrical properties of $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ -based ferroelectric ceramics with lithium and cerium modification," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 575, pp. 61–64, 2013.
- [10] Guo Zhen Liu, Can Wang, Hao Shuang and Hui Bin Lu, "Raman scattering study of La-doped $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$," *Ceramics Journal of Applied Physics*, vol. 40, pp. 7817–7820.

- [11] Rajveer Singh, Vandna Luthrab, R.S. Rawatc and R.P Tandon, "Structural, dielectric and piezoelectric properties of $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ and $\text{Sr}_{0.8}\text{Bi}_{2.2}\text{Nb}_2\text{O}_9$ ceramics," *Ceramics International*, vol. 40, p. 9027, 2015.
- [12] Shiming Huang, Chude Feng, MuGu and Yuchen Li, "Dielectric properties of $\text{SrBi}_{2-x}\text{La}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($0 \leq x \leq 0.35$) ceramics," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 472, pp. 262–266 2009.
- [13] Maya Verma, Amit Tanwar, K. Sreenivas and Vinay Gupta, "Dielectric and ferroelectric properties of $\text{SrBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ and $\text{SrBi}_{1.9}\text{La}_{0.1}\text{Nb}_2\text{O}_9$ ceramics," *Ferroelectrics*, vol. 404, pp. 233–239, 2010.
- [14] T. L. Cottrell, the Strengths of Chemical Bonds, 2d ed., Butterworth, London, 1958; B. deB. Darwent, National Standard Reference Data Series, National Bureau of Standards, no. 31, Washington, 1970; S. W. Benson, *J. Chem. Educ.* 42:502 (1965); and J. A. Kerr, *Chem. Rev.* 66:465 (1966).

MANAGING OF INSTITUTIONAL SELF-ASSESSMENT PROCESSES AS APPROACH TO QUALITY ASSURANCE AT HAIL UNIVERSITY

Hany R. Alalfy¹, Zaid M. El-Shemry¹⁻², and Samir R. E. Abo-Hegazy¹⁻³

¹Deanship of development and Quality, Hail University, Hail, Kingdom of Saudi Arabia

²curriculum Department, Faculty of Education, Hail University, Hail, Kingdom of Saudi Arabia

³Agronomy Departments, Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt

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

ABSTRACT: The present work aimed to introduce Hail University experiment in institutional self-assessment in 2013/2014 academic year, the University aimed from this assessment to analyze the current situation of Hail University using institutional self-assessment technique, this is one of the requirements of National Commission for academic accreditation and assessment in Saudi Arabia before introducing for local accreditation. The study used the descriptive method its suitability for the nature of the current study. The results indicated that, the University is suffering from some weakness points in three activities. The most strength points in Hail University appeared in community services than teaching and learning activities. However, Research activities came in the third rank.

KEYWORDS: Managing, Quality Assurance, Hail University, Self-assessment, Strength and weakness points, KPIs.

INTRODUCTION

It Quality assurance is systematic work , application of objective procedures to evaluation of how effectively a university/faculty/department/program is working, as part of continuous monitoring of good levels of quality at the university, for continuous improvement. (The Macau University, 2014).

Besides It is an instrument designed and developed to add a great value to higher education by presenting a high quality. An effective high quality/ higher education system which is internationally recognized and a well-established National Quality Culture are essential for growth in developing countries like Saudi Arabia. . (Batool and Qurashi, 2000). so No doubt that the application of quality assurance is a continuous process and therefore, continuity of plans , procedures , activities and efforts is a prerequisite for quality in higher education. (Batool and Qurashi ,2000).

In keeping with this principle the approach to quality assurance and accreditation of institutions in the Kingdom of Saudi Arabia(like Hail University) is based on self-assessment in relation to generally accepted standards of good practice, verified by independent internal review. To support this approach the standards are supported by self-assessment scales through which institutions (or sections responsible for particular functions within them) rate their own performance using a starring system, drawing on evidence relevant to the particular matters considered, and with independent advice to corroborate their conclusions(National commission for Assessment, 2011).

The main aim for self-assessment at hail university is Monitoring the nature of the current situation at the university through identifying weaknesses and strengths at university and developing procedures for improvement.

PROBLEM OF THE STUDY

The study problem is represented in the following main question : How can the management of the institutional self-assessment at Hail University ?

The fork of this question President the following sub-questions:

1. What is meant by institutional self-assessment and What are its stages?
2. What is the reality of institutional self-assessment at Hail University?
3. What are the main strengths and weaknesses revealed by institutional self-assessment process?
4. What are the main improvement procedures that university followed to handle the weakness points ?

AIM OF THE STUDY

The present work aimed to evaluate the current situation of Hail University through assessment of teaching and learning activities in addition, scientific research and Community activities. The purpose of this process was to evaluate the situation in each activity, for develop a plan for the improvement of the activity, as part of the quality assurance strategy of the university.

IMPORTANCE OF THE STUDY

The importance of the current study are summarized in the following points:

1. provide for responsables at Hail University specifically the nature of the current situation of the University, including the strengths and weaknesses points of the three functions of the university, education, scientific research, and community service.
2. meeting the requirements of National commission for Assessment and academic Accreditation in Saudi Arabia , where required to do self-assessment process before applying file to get accreditation.
3. enlighten university responsables how to manage self-assessment processes starting from defining the goal of the process and the ending with writing a comprehensive report about it.

PREVIOUS STUDIES

The study will handle throw expanding the Literature review .

LITERATURE REVIEW ABOUT SELF-ASSESSMENT PROCESS

Recently, there have been calls to apply quality measures to higher education institutions in Saudi Arabia. The National Organization for Assessment and Accreditation in Saudi Arabia launched the quality assurance certificate program – that requires the application of 11 standards covering the three main fields education and learning, scientific research and community service. and these standards are mission and objectives , Program Administration , Management of Program Quality Assurance, Learning and Teaching, Student Administration and Support Services, Learning Resources , Facilities and Equipment, Financial Planning and Management Faculty and Staff Employment Processes , Research and Relationships with the Community ([National commission for Assessment and academic Accreditation,2011](#))

Given that the goal of applying these standards is to achieve the ongoing improvement for educational services, self-assessment studies had to be conducted across higher education institutions in Saudi.

Self-assessment can be defined is a " Process" carried out by a team of university and shared by all workers (faculty members , administrators and students) for monitoring the current reality for all academic and administrative units of the university and identifying of the strengths and weaknesses according to the standards of the National commission for Assessment and academic Accreditation.

([El-Haj, Majid and Jreisat ,2009](#)) defined it as the process through which the Performance of the subjects (be they individuals or institutions) undergoes a qualitative and quantitative judgment and appraisal – based on the concept the evaluator adopts in understanding or weighing performance and in light of the objectives at hand such as the use of certain benchmarks to understand the inter-relation among the various components of the assessment or evaluation process.

Saudi higher education Institutions should conduct an internal assessment - to monitor the current situation throw pinpointing strength and weakness points then making improvement plan. And this means the self-assessment of the higher education institutions can be considered a mechanism to improve performance in a campus.

The self-assessment team should develop an action plan to conduct the process of assessment with a timeline to implementation ; the participants should be identified, roles assigned, and a follow up them . The team holds meetings to discuss with the participants their suggestions so as to ensure that all stakeholders are engaged and achievement levels attained. . (Jaradat, 2012) (Alalfy, H. R.; I. S. Al-Aodah, and E. A. Shalaby ,2013).

Self-assessment aims at Monitoring the nature of the current situation at the university through identifying weaknesses and strengths at university and developing procedures for improvement that need to Taken into account in any future plans.

The list of basic standards of self-assessment includes the following items (Jaradat, 2012): (i) management commitment (ii) ensuring the involvement of the employees of the university in The self-assessment, (iii) integration of the objectives And activities necessary to achieve them, (iv) development of performance indicators (v) keeping records and documentation of the entire self-assessment process.

The institutional self-assessment includes three phases as following : (Hail university,2013) (National commission for Assessment,2007)

First: planning to an institutional self- assessment process by

1. University announced officially the start of institutional self- assessment process.
2. It published a culture of self-evaluation among their workers
3. It identified the general objective for the institutional self-assessment.
4. It formed the Advisory Committee, the Main Committee and sub-committees of the assessment. And identified the mechanism of the work for each phase.

Second: implementation of the institutional self-assessment that related to work out the plans ,strategies and procedures on the assessment .

Third: the final report

This report including a comprehensive description of the procedures that university Carried out and a presented of the evidences that supported the results of the report.

METHODOLOGY AND PROCEDURES

For understand how the self-assessment process applied at Hail University and why it may succeed, the descriptive approach has been used. This approach was chosen because this is preferred when "how" and "why" questions are being asked. The study has been used various methods: interviews, surveys, observation, documentary data and feedback. This way enhances the belief that the result is a true and accurate one. Also The data collect by interviews and observation with the persons responsible for the self-assessment team in each level. This information was used to analyze the procedures, hardships, steps of application and key factors in the process.

The study conducted at University of Hail in the first semester of 2013- 2014 / academic year the study used a sample 10% of students, and a sample 25% of the faculty members , and a sample 20% of administrators .

For more clarification about the study methods

The study used these tools

1- Data Collection

Several data about teaching and learning, scientific research and Community activities in different units in Hail University. Data collected using several tools as follow:

A- Questioner

Applied on 25% of University staff, 50 employments, 25 stockholders, 20% of postgraduate students, 10% of graduate students, and all of leaderships.

B- Meetings

Applied on 20% sample of student, all leaderships, and 25% of University staff.

2-Evaluation of standards

Evaluation of practices related to teaching and learning techniques, scientific research and community services were depend on documentation from NCAAA as follow:

A- Assessment of learning and teaching included evaluation of the followings practices

1-Institutional oversight of quality of learning and teaching, 2- Student learning outcomes, 3- Program development processes, 4- Program evaluation and review processes, 5- Student assessment educational assistance for students, 6- Quality of teaching, 7- Support for improvements in quality of teaching, 8- Qualifications and experience of teaching Staff, 9- Field experience activities, 10- Partnership arrangements.

B- Assessment of Research included evaluation of the following practices:

1- Institutional research policies, 2- Teaching staff and student involvement, 3- Commercialization of research, 4-Research facilities and equipment.

C- Assessment of Institutional Relationships with the Community included evaluation of the following practices

1- Institutional policies on community relationships, 2- Interactions with the community, 3- institutional reputation.

3- Statistical numerical

No	Activities	Number
1	Number of target groups of questionnaires	8
2	Number of individual interviews	256
3	Number of group meetings	16
4	Number of meetings with Beneficiaries	1640
5	The number of participants in the sub-committees	62
6	Number of site visits	49

RESULTS AND DISCUSSION

This paper has described a self-assessment process in a Hail University, analyzing its strength and weakness points and improvement proposals. In the light this we can summarize the strength and weakness points as the followings:

1- Teaching and learning**Strengths points** (the important Strengths points)

- 1- Were polled beneficiaries, especially the final year students, and the initial stages of academic programs in accordance with the model of the student experience and the quality of the program form the breastplate from the National Assessment and Accreditation.
- 2- Preparation of descriptions of programs for all enterprise software models of the National Assessment and Accreditation.

- 3- Have been prepared for college programs in the light of the report of the National Commission for models Assessment and Accreditation with the internal audit of the Deanship of Quality and Development.
- 4- Was launched in the implementation of workshops for the design and development of educational programs at the university level to take corrective action in light of the weaknesses in current programs.
- 5- Is to discuss developments and modifications programs through the commission for the development of programs, which is chaired by the Vice President for Academic Affairs.
- 6- Has internal audit reports for all programs with your organization's benefit colleges and programs that discuss and recommend improvement plan governing councils to take corrective action and implement the recommendations of the audit team for the following year.
- 7- You may have been prepared for each course and each course is comprised of a report on the characterization and modeling of decision and periodic examinations and also to answer typical and statistics courses and report on student assessment of the decision and the school office hour's quarterly faculty members.
- 8- Have been prepared specifications for the paper containing test scores on the formal and substantive criteria which have to be consulted in the preparation of the tests.
- 9- Distribution of students to faculty members to provide support and advice Allazmeyan (Academic Advising) and the announcement of their office hours.
- 10- Identify and evaluate sources of teaching and learning through the characterization of the programs and courses and report programs and courses.

Improvement proposals (the important Improvement proposals points)

- 1- Preparation of a mechanism supported for calendar Comprehensive suggests new academic programs.
- 2- Develop a system for periodic review of the performance indicators for each program with corrective actions in the light of the results of the audit.
- 3- Should discuss all the proposals associated with the development courses and programs and everything related audit reports in the governing councils of institutional education.
- 4- Must be cooperation of all academic and administrative units and Deanships in implementing the strategy for improvement to deal with the issues that affect the public programs in all aspects of the enterprise.
- 5- Adopted academic standards and accreditation for academic programs after consultation with the views of beneficiaries and advertising.
- 6- Survey of the views of the beneficiaries about the extent to which the outputs of educational programs targeted at graduates.
- 7- External review of all academic programs (and characterization report).
- 8- Coordination between content and strategies that have been developed in the course descriptions , and apply them in practice; to ensure gradual progress and effective learning in all areas of learning in all programs.
- 9- There should be follow-up and Consultants to advise on the content and quality of programs.
- 10- The need to increase the means of advertising and media for the characterization of programs and courses for all beneficiaries of the students before starting to teach courses.

2-Scientific Research

Strengths points (the important Strengths points)

- 1- The institution has appropriate infrastructure to support the research activities of the faculty with the availability of security and safety systems.

- 2- Foundation provides financial support to undertake research in all parts of the organization, but that is inadequate and needs more spending.

Improvement proposals (the important Improvement proposals points)

- 1- The number of university research plan in the light of the actual needs of the surrounding community.
- 2- Identify points of reference for comparing the performance of the target.
- 3- Provide specific policies, especially the establishment of institutes or research centers.
- 4- Preparation of a mechanism to stimulate or encourage cooperation with the productive sectors and research bodies, local and international.
- 5- Increase the financial allocations for scientific research activities to the institution.
- 6- Preparation of a mechanism approved and disabled to support new faculty members to help them develop their research activities.
- 7- To encourage faculty members to carry out joint research on the level of divisions between the college and university faculties as well as cooperation at the international level.
- 8- Create a center for the development of research activities such as the development of research projects and provide business opportunities possible.
- 9- To provide regulations to avoid conflicts of interest and arbitration of intellectual property.
- 10- Increase the financial allocations to finance the facilities and services necessary for scientific research.
- 11- Develop policies and specific rules clearly define the ownership of facilities, equipment and maintenance responsibility.
- 12- Increase the diversity of sources to gather information for the faculty.

3-Communityrelationseducational institution

Strengths points (the important Strengths points)

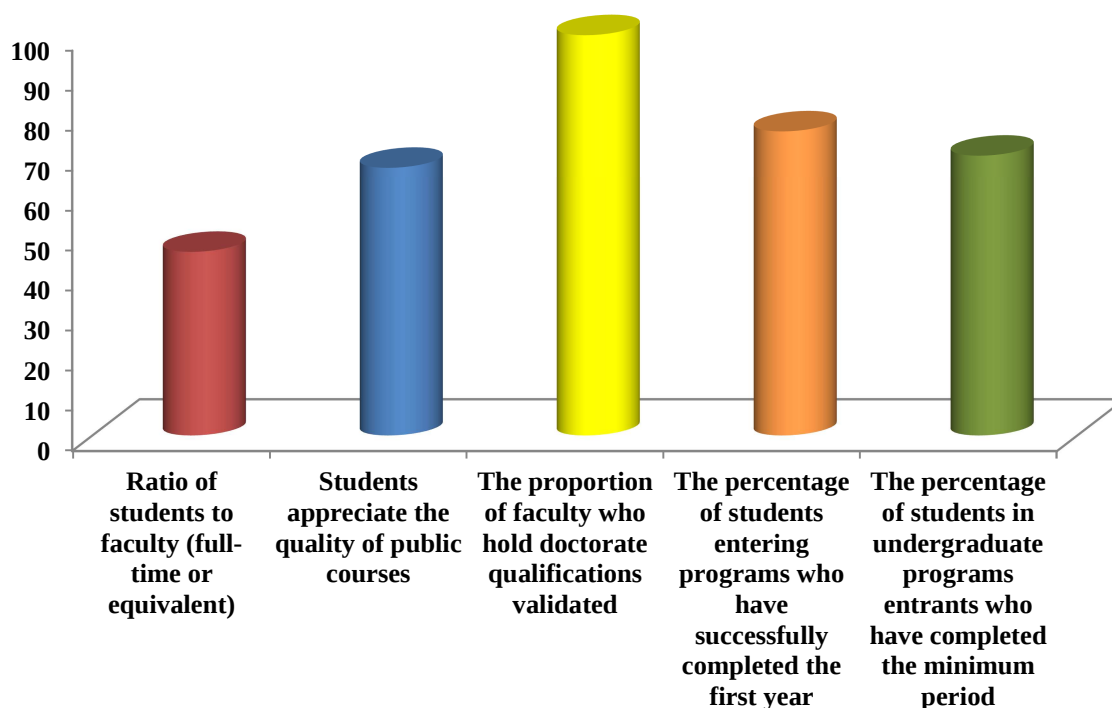
- 1- The University offers some Deans and some colleges and some agencies of many community services, whether in the form of training or consulting works.
- 2- Preparation of annual reports on the services provided by the university to the community.
- 3- Issuing magazine university and the community on a regular basis (Annual).
- 4- issuing an introductory guide to the university represented in the Deanship of Community Service unclear where the most important services provided by the university to the community and the most important centers which relate to community service.
- 5- Correlation university links with some of the schools through the College of Education to train teachers on the latest strategies for training are also trained principals to raise the efficiency of administrative and academic, as well as the development of human resources through conferences and workshops.
- 6- Faculty of Medicine provides treatment services for students and early detection of certain diseases and health awareness in schools in the Hail region.
- 7- The creation of five chairs and scientific center of the University of Hail research and advisory services.
- 8- The University offers several courses for the development of human resources for the Civil Defense, and the training of trainers on effective communication skills and dealing with hearing impaired to security patrols.
- 9- Establishing a dental colleges and Sharia law as well as the Postgraduate Diploma, Faculty of Science and bridge the faculties of Health Sciences and in light of community service and development trends in the Kingdom.
- 10- To prepare a study to determine the extent of the contribution of the university in the development of the local community and to find out look to it and to the activities offered.

Improvement proposals (the important Improvement proposals points)

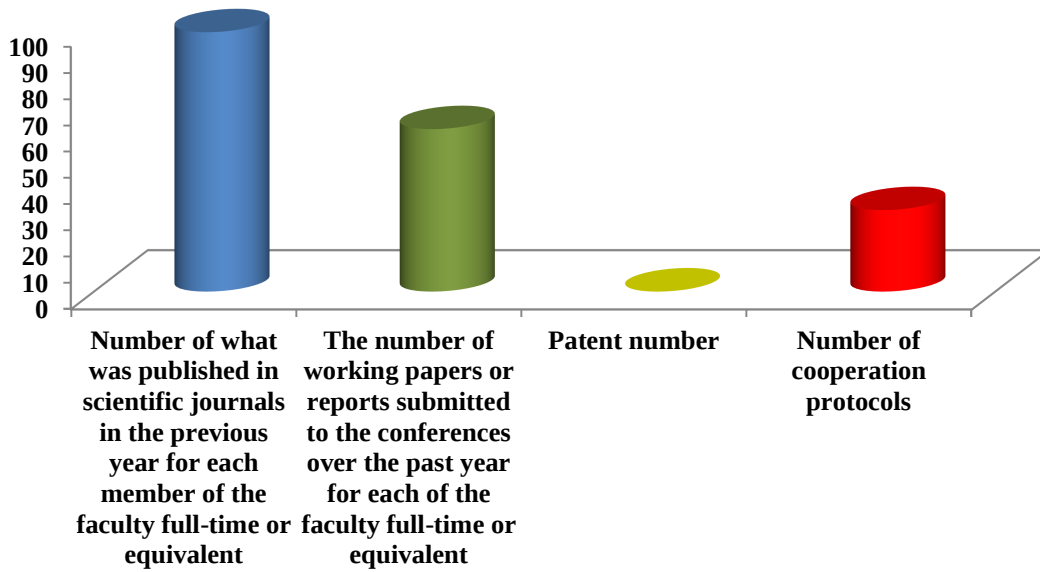
- 1- Activating the community service portion of the message and the vision of most of the university's colleges.
- 2- Preparation of policies, especially the role of the service to the university in community service with the activation of those policies.
- 3- The announcement of the results of the annual reports for community service among all employees of the university.
- 4- Update enterprise data on the Web on a regular basis with the preparation of a clear mechanism and specific deans and colleges about the mechanism of updating and upgrading the data on the site of the university.
- 5- Prepare policy encourages faculty and staff to participate in the seminars that discuss the issues of the community and where the review of development plans.
- 6- Establishing views or professional service organizations to support the community through colleges and scientific departments, using the expertise of faculty members.
- 7- A study of the needs of the labor market so as to strengthen cooperation with the local industrial sector and employers to provide work experience for graduates of the university and increase employment opportunities.
- 8- Set up a database of graduates from all faculties of the university.
- 9- post employers and owners of professions in advisory committees and boards of colleges and departments to participate in the development programs of the colleges.
- 10- Continue all colleges with schools in Hail to provide support in the areas of specialization and to provide information about the university's programs and employment opportunities for the future.

KEY PERFORMANCE INDICATORS

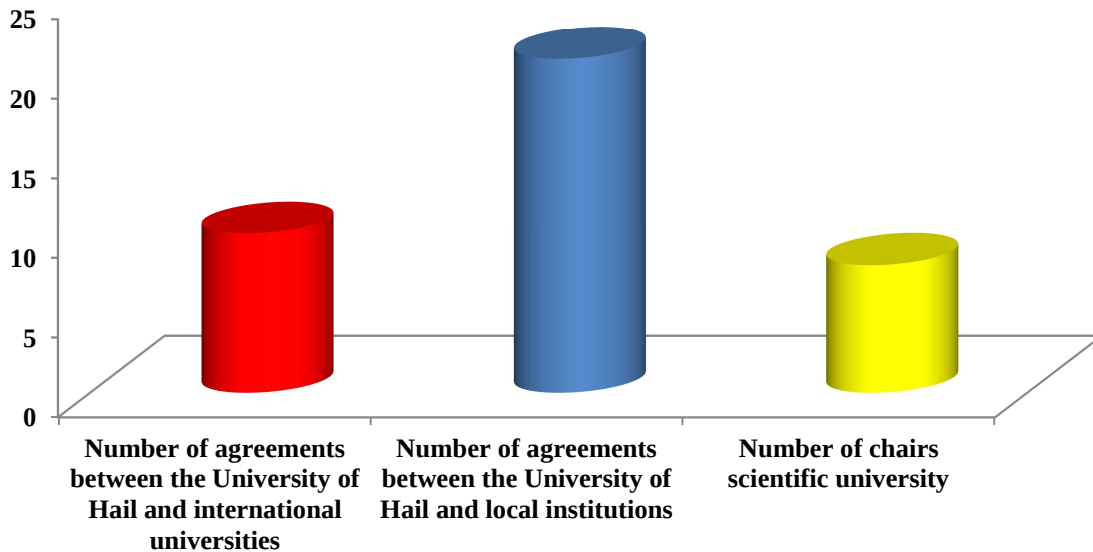
1- Teaching and learning indicators



2- Research indicators



3- Community services indicators



CONCLUSION

This research has studied a self-assessment practices in a Hail University, including Steps of application, process, the obstacles, benefits and key factors. The results show that a university can use self-assessment process as a tool for continuous improvement planning, like, improving education and learning, research and community services, creating quality awareness and developing a continuous improvement approach for the whole service. For this purpose, the university must Execution the improving proposals that Resulting of the self-assessment.

The contribution by this paper is that it describes a complete self-assessment process at Hail University, listing the obstacles and benefits, and it mentions all the key issues necessary to lead to successful results.

RECOMMENDATIONS

In light of these findings, the study makes the following recommendations:

1. Hold training workshops on the procedures to execute/ implement self-assessment that focus on the practical aspects and development of quality-based performance criteria.
2. promotion of self-assessment culture campus-wide.
3. more studies on self-assessment at universities.

REFERENCES

- [1] Alalfy, H. R. & I. S. Al-Aodah, and E. A. Shalaby, (2013). Role of Development and Accreditation Deanship for Qualification of Hail Faculties, Saudi Arabia for Local Accreditation. Greener Journal of Educational Research. Vol. 3 (3), pp. 123-133.
- [2] Batool, Z. and R. H. Qurashi, (2000). Quality assurance manual for higher education in Pakistan, Higher education Commission, Islamabad, Pakistan.
- [3] Hail university (2013), self-assessment process Manual, available on line at <http://www.uoh.edu.sa/Pages/default.aspx>. (accessed 29 November 2013)
- [4] Macau University of Science and Technology, (2014), Introduction to Quality Assurance, available <http://www.must.edu.mo/en/qa-en/qaintro>, (Accessed 27-November-2014).
- [5] Mohammad, Hasan Jaradat (2012), SELF-ASSESSMENT SKILLS AMONG ACADEMIC LEADERS A CASE STUDY: JERASH UNIVERSITY, JORDAN, European Scientific Journal October edition vol. 8, No.22
- [6] National commission for Assessment and academic Accreditation (2011), quality assurance and accreditation standards for higher education institutions, Saudi Arabia .
- [7] National commission for Assessment and academic Accreditation (2012), Handbook for Quality Assurance and Accreditation in Saudi Arabia, PART 2
- [8] National commission for Assessment and academic Accreditation (2007), report on initial self-study project, Saudi Arabia.

Etude de l'influence de différents métaux sur le développement et l'activité saprophytique de deux espèces de *Trichoderma*

[Study of the influence of different metals on the development and saprophytic activity of two *Trichoderma* species]

Azeddine ERRIFI, Abdellatif OUAZZANI CHAHDI, Karima SELMAOUI, Rachid BENKIRANE, Amina OUAZZANI TOUHAMI, and Allal DOUIRA

Laboratoire de Botanique, Biotechnologies et de Protection des Plantes, Département de Biologie, Faculté des Sciences, BP. 133, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc

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

ABSTRACT: The effects of metal ions (Cu, Fe, Zn, Mg, Mn) on the life cycle and ability of two *Trichoderma* species to compete in the soil were searched.

The strains of *T. harzianum* (Tcomp) and *T. viride* (TV1) presented a slowed mycelial growth (respectively 31 - 22 and 57.16 - 59.33 mm; 20 - 14.76 and 17.16 - 14.83 mm) on agar media supplemented with 200 and 400 mg/L copper and ferrous sulphate salts. By cons, in the presence of different concentrations of magnesium, zinc and manganese sulfates, mycelial growth varied between 66.66 and 90 mm compared to controls. Conidia production of the two strains was null in the presence of 400 mg/l of FeSO₄ and reduced in the presence of different concentrations of other salts varying between 0.37 and 1.97 10⁵ spores/mm² compared to the controls, 4,50 10⁵ spores/mm² for Tcomp et 4,10 10⁵ spores/mm² for TV1

The neutral pH became acid after culturing of the two strains in the liquid medium with or without the test salts varying between 3.75 and 5.71, except in the presence of TV1 in media supplemented with FeSO₄ and MgSO₄. In addition, the two *Trichoderma* strains showed a very strong saprophytic soil activity exceeding 80% at a concentration of 100 mg/L of the salts tested.

The ability of strains of *Trichoderma* to grow up and to show great saprophytic activity in the presence of metal ions and other soil fungi, suggests the possibility of using them for the remediation of contaminated soil.

KEYWORDS: *Trichoderma*, metal ions, life cycle, weight, saprophytic activity, soil.

RÉSUMÉ: Les effets des ions métalliques (Cu, Fe, Zn, Mg, Mn) sur le cycle de vie et l'aptitude à la compétition dans le sol de deux espèces de *Trichoderma* ont été étudiés.

Les souches de *T. harzianum* (Tcomp) et *T. viride* (TV1) ont présenté une croissance mycélienne ralentie (respectivement 31 - 22 et 57,16 - 59,33 mm ; 20 - 14,76 et 17,16 - 14,83 mm) sur les milieux gélosés à base de pomme de terre additionnés de sulfate de cuivre et de sulfate ferreux aux concentrations de 200 et 400 mg/L. Par contre, en présence des différentes concentrations des sulfates du magnésium, du Zinc et du manganèse, la croissance mycélienne a varié entre 66,66 et 90 mm par rapport aux témoins 90 mm. La sporulation des deux souches a été nulle en présence de 400 mg/L de FeSO₄ et réduite en présence des différentes concentrations des autres sels variant entre 0,37 et 1,97 10⁵ spores/mm² par rapport aux témoins, 4,50 10⁵ spores/mm² pour Tcomp et 4,10 10⁵ spores/mm² pour TV1.

Le pH neutre avant la mise en culture est devenu acide après la mise en culture des deux souches dans le milieu liquide à base de pomme de terre avec ou sans les sels testés variant entre 3,75 et 5,71 sauf en présence de TV1 dans les milieux additionnés de FeSO₄ et MgSO₄. De plus, les deux souches de *Trichoderma* ont montré une très forte activité saprophytique dans le sol dépassant les 80% à la concentration de 100 mg/L des sels testés.

La capacité des souches de *Trichoderma* de se développer et de montrer une grande activité saprophytique en présence des ions métalliques et des autres champignons du sol, suggère la possibilité de les utiliser pour la dépollution des sols de culture contaminés par les métaux.

MOTS-CLEFS: *Trichoderma*, ions métalliques, cycle de vie, poids, activité saprophytique, le sol.

1 INTRODUCTION

Plusieurs pesticides utilisés en agriculture comportent des ions métalliques. D'autre part, les métaux peuvent être présents dans le sol à la suite d'une contamination. Certains ions métalliques, tels que le Cuivre, le Zinc, le Fer, le Manganèse, le Magnésium et le Soufre, sont nécessaires pour la croissance des champignons, mais ils sont aussi toxiques à des concentrations élevées [9]. L'absorption des métaux toxiques par *Rhizopus arrhizus* et *Trichoderma viride* a été examinée par Morley et Gadd [11].

Les espèces du genre *Trichoderma* sont utilisées en lutte biologique pour concurrencer les champignons phytopathogènes du sol, leur efficacité dépend de leur aptitude à la compétition saprophytique et de la quantité d'inoculum incorporée au sol. Les souches de *T. harzianum* et *T. viride* testées par Mouria et al., [13] ont été caractérisées par une croissance rapide et une grande capacité de compétition saprophytique.

Lors de l'application des souches antagonistes de *Trichoderma spp.* il est très important de tenir compte des paramètres environnementaux affectant la lutte biologique contre les agents pathogènes dans le sol. Une série de paramètres environnementaux abiotiques et biotiques ont une influence sur l'efficacité des *Trichoderma spp.* La température, le potentiel de l'eau, le pH, la présence des pesticides, des ions métalliques et les bactéries antagonistes dans le sol sont des paramètres importants dont les effets doivent être pris en considération [9].

Les paramètres environnementaux biotiques et abiotiques peuvent avoir des effets négatifs sur l'efficacité de la lutte biologique par *Trichoderma*, il est donc très important de recueillir des informations sur les effets des facteurs environnementaux sur les différentes activités des souches de *Trichoderma* [9].

Les champignons peuvent s'adapter et se développer sous des conditions extrêmes de pH, de température et d'éléments nutritifs ainsi qu'en présence de concentrations élevées de métaux [1].

L'absorption et la bioremediation du sol par des organismes vivants est une méthode efficace contre les sols pollués par les métaux lourds [22 ; 23]. La technique alternative d'utilisation des organismes vivants est utilisée pour le traitement des eaux usées polluées par les métaux lourds [2].

Trichoderma harzianum a été identifié comme un agent efficace pour la bioconversion des déchets solides, car elle produit des enzymes extracellulaires [18].

Il a été montré que le Cu (II) peut se lier à la surface de la paroi cellulaire de *T. viride*, un mécanisme de tolérance aux métaux qui le rend moins disponible dans le milieu [1]. Ainsi, il pourrait être considéré comme un agent de bioremédiation [7].

Les isolats de *Trichoderma asperellum* ont été étudiés pour leur efficacité dans l'élimination de Cu (II) [21]. *Trichoderma asperellum* est omniprésent, et non pathogène et donc facilement utilisable comme un agent de bioremédiation du sol pour l'élimination des métaux lourds. La bioremédiation a été déterminée sous l'influence du temps, le pH et des concentrations initiales de Cu (II) [20].

Ainsi, l'objectif de ce travail est de tester l'effet de certains ions métalliques sur le cycle de vie, la capacité de maintien et l'aptitude à la compétition dans le sol des *Trichoderma*.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ESPÈCES FONGIQUES

Une souche de *Trichoderma viride* (TV1) et une souche de *Trichoderma harzianum* (Tcomp) appartenant à la Mycothèque du Laboratoire de Botanique et Protection des Plantes de la Faculté des Sciences de Kénitra (Maroc), sont maintenues en

culture sur milieu PSA (200 g pomme de terre, 20 g saccharose, 15 g Agar-agar, 1000 mL eau distillée) à 25°C et à l'obscurité pendant 7 jours.

2.2 LES IONS MÉTALLIQUES

Cinq ions métalliques (Cu, Fe, Zn, Mg, Mn) ont été utilisés sous forme de sels, sulfate de cuivre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), sulfate ferreux ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), sulfate de zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), sulfate de magnésium ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) et sulfate de manganèse ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

2.3 EFFETS DES IONS METALLIQUES *IN VITRO* SUR LE CYCLE DE VIE DES DEUX SOUCHES DE *TRICHODERMA*

2.3.1 SUR MILIEU A BASE DE POMME DE TERRE SOLIDE

Chaque sel est ajouté au milieu PSA à des concentrations croissantes (0, 50, 100, 200, 400 mg/L). Les milieux de culture additionnés par les sels sont stérilisés à 120°C pendant 30 mn.

Des implants mycéliens de 5 mm de diamètre découpés à l'emporte pièce dans la zone de croissance active d'une culture âgée de 7 jours des deux souches de *Trichoderma* sont déposés au centre des boîtes de Petri contenant le milieu PSA. Les boîtes ensemencées sont incubées à 25°C et à l'obscurité pendant 7 jours. La croissance mycélienne est estimée en mesurant les diamètres perpendiculaires de chaque colonie toutes les 48 h en fonction du temps d'incubation.

Après 7 jours d'incubation, la sporulation est estimée sur des cultures ayant servies à la mesure de la croissance mycélienne. 4 rondelles de 5 mm de diamètre sont prélevées à l'aide d'un emporte pièce, placées dans un tube à essai contenant 1 mL d'eau distillée stérile et agitées au vortex pendant quelques secondes pour libérer les conidies. Le comptage des conidies s'est effectué à l'aide d'une cellule de Malassez à raison de 10 comptages par espèce et par concentration.

2.3.2 DANS LE MILIEU A BASE DE POMME DE TERRE LIQUIDE

Les cultures liquides sont réalisées dans des Erlenmeyers de 250 ml à raison de 100 ml par Erlen contenant le milieu à base de pomme de terre (Pomme de terre : 200 g ; Saccharose : 20 g ; Eau distillée : 1000 mL) enrichies par les sels aux concentrations allant de 0, 50, 100, 200, 400 mg/L. Elles sont ensuite autoclavées à 120°C pendant 30 min et additionnées par 50 mg/L de chloramphénicol, maintenues en surfusion à 45°C puis ensemencées avec une bouture obtenue à partir d'une culture d'une des deux souches de *Trichoderma* âgée de 7 jours. Toutes les cultures sont incubées à l'obscurité et à 25°C.

Le pH du milieu est mesuré par un pH-mètre avant autoclavage et 7 jours après la mise en culture des deux espèces.

Après 7 jours d'incubation, les cultures liquides de *Trichoderma* sont filtrées sur mousseline et lavées deux fois à l'eau distillée. Le mycélium est mis entre plusieurs couches de papier filtre, puis le poids frais du mycélium est pesé avec une balance de précision. Le poids sec est pesé après séchage du mycélium dans l'étuve à 80°C pendant 24 h [14].

2.4 LE MAINTIEN DES SOUCHES DE *TRICHODERMA* SPP. DANS LE SOL

2.4.1 SUBSTRAT

Le sol de la forêt de la Mamora utilisé est meuble, très sableux, de pH légèrement basique (7,27), avec une teneur en matière organique de 0,6%, avec 0,35% de carbone organique [12]. La quantité nécessaire aux essais est tamisée puis stockée au sec à température ambiante dans un sac en polyéthylène fermé.

Selon la méthode de Davet et Comporota [4], 10 g de farine d'orge est ajoutée à 200 g de sol dans des fioles de Roux. Le mélange est humidifié par 30 mL d'eau distillée et autoclavé deux fois pendant 30 min à 120°C à 24 h d'intervalle.

2.4.2 PRÉPARATION DE L'INOCULUM

Les deux souches de *Trichoderma* sont cultivées en boîte de Petri de 90 mm de diamètre sur milieu PSA (Potato Sucrose Agar). Les cultures sont incubées à 28°C pendant 4 jours à l'obscurité puis 3 jours sous la lumière blanche continue.

Les suspensions sporales sont obtenues par introduction de 3 ml d'eau distillée stérile dans chaque boîte. Ensuite la surface chargée de spores est raclée à l'aide d'une spatule. La suspension sporale est ajustée par de l'eau distillée stérile à la concentration de 10^5 spores/mL par une lame de Malassez.

Les milieux de culture sol plus farine d'orge autoclavés sont alorsensemencés chacun par 2 ml de la suspension sporale.

Selon la méthode de Davet et Comporota [4], les fioles sont placés douze jours dans un incubateur à 28°C, puis maintenues pendant 12 jours à la température du laboratoire et à la lumière du jour.

Les mixtures sont récupérées, homogénéisées et séchées à l'air dans des conditions aseptiques pendant trois jours. Les poudres ainsi obtenues sont stockées à 5°C et constituent l'inoculum.

2.4.3 COLONISATION DE LA PAILLE

Une quantité de 10 g d'inoculum est mélangée à l'aide d'une spatule pendant 8 min à du sol de la Mamora tamisé, non stérilisé et non humidifié, amendé par les sels à la concentration de 100 mg/L de manière à obtenir 200 g de sol inoculé. 2 g de paille d'orge, coupés aux ciseaux en fragments d'environ 2 cm et 15 mL d'eau sont ainsi ajouté au sol inoculé. L'ensemble est brassé à l'aide d'une spatule et introduit dans des Erlen fermés. Les Erlen sont incubés quatre jours à 28°C et à l'obscurité.

La paille est ensuite récupérée, lavée sous un courant d'eau pendant une minute, désinfectée superficiellement à l'hypochlorite de sodium pendant deux minutes, rincée et découpée en fragments de 5 mm de long.

Pour chaque Erlen, 100 fragments sont mis en culture dans une boîte de Petri sur le milieu PSA additionné de 100 mg/L de chloramphénicol, pendant 7 jours à l'obscurité et à 28°C. Les pourcentages des fragments colonisés par *Trichoderma* sont estimés par rapport au nombre total de fragments pour chaque traitement.

Trois répétitions sont réalisées pour chaque traitement.

2.5 ANALYSE STATISTIQUE

Le traitement des données a porté sur l'analyse de la variance. Une comparaison des moyennes est réalisée par le test PPDS (plus petite différence significative) si une différence significative est enregistrée au seuil de probabilité de 5%,

Les pourcentages ont été transformés en Arcsin vP (où P désigne la proportion du pourcentage).

3 RÉSULTATS

3.1 EFFETS DES IONS METALLIQUES SUR LA CROISSANCE MYCELIENNE ET LA SPORULATION DES DEUX SOUCHES DE *TRICHODERMA* SUR LE MILIEU SOLIDE

La colonisation du milieu PSA par Tcomp et TV1 en présence des différents ions métalliques dépend de la nature du produit incorporé au milieu PSA et de sa concentration.

En présence de CuSO_4 et FeSO_4 , la croissance mycélienne de Tcomp et de TV1 n'a pas dépassé 50 mm à 50 mg/l du premier produit et 60 mm à 200 mg/l du second. Elle est devenue très faible pour les deux souches lorsque la concentration des deux produits a atteint 400 mg/l. Par contre, les autres sels n'ont eu qu'un faible effet sur la croissance mycélienne des deux souches, elle n'a pas diminué en dessous de 65 mm par rapport au témoin (90 mm) (Tableau 1).

Après 7 jours d'incubation, le nombre de spores de Tcomp et de TV1 a diminué significativement lorsque le milieu est additionné par les différents sels. Il a été nul en présence de 400 mg/l de FeSO_4 et il a varié de 0,50 à $1,50 \cdot 10^5$ spores/mm² en présence des autres éléments chimiques par rapport au témoin, respectivement 4,50 et $4,10 \cdot 10^5$ spores/mm².

3.2 EFFETS DES IONS METALLIQUES SUR LES POIDS FRAIS ET SEC DES DEUX SOUCHES DE *TRICHODERMA* ET DU pH DANS LE MILIEU LIQUIDE

Le poids frais de Tcomp et de TV1 n'a pas été affecté par l'addition des sulfates de cuivre, zinc et magnésium dans le milieu liquide, il est resté significativement identique à celui du témoin respectivement 7,07 et 6,23 mg. En présence du sulfate de fer, le poids frais de Tcomp a diminué en présence des concentrations élevées jusqu'à 2,274 mg alors que celui de

TV1 a diminué à 2,565 mg pour une concentration de 50 mg/l. Une diminution de presque la moitié est également observée en présence du sulfate de manganèse pour les deux souches (Tableau 3).

De même, le poids sec des deux souches est resté stable en présence des sulfates de cuivre et de zinc, ne montrant aucune différence significative avec le témoin respectivement 3,51 et 1,92 mg. Le poids sec de la souche TV1 a diminué légèrement en présence des différentes concentrations du sulfate de Magnésium par rapport au témoin et il est resté stable en présence des sulfates de fer et de manganèse. Par contre, le poids sec de Tcomp a diminué significativement en présence des concentrations de 200 et 400 mg/l du sulfate de Fer atteignant 1,002 mg/l et de toutes les concentrations de sulfate de Manganèse en variant entre 0,739 et 1,741 mg/l. Le poids de cette souche n'a significativement augmenté qu'après addition des différentes concentrations du sulfate de magnésium atteignant 5,391 mg/l.

Le pH avant la culture en milieu liquide est de $7,66 \pm 0,01$ pour le témoin et il a varié entre 8,27 et 6,90 après addition des différentes concentrations des sels testés au milieu de culture. Mais après la mise en culture, les deux souches de *Trichoderma* ont acidifié le milieu de culture aussi bien pour les témoins, respectivement de 4,44 et 5,29, que pour les cultures additionnées par les différents sels atteignant une valeur de 3,75 en présence du sulfate de Zinc. Cependant, le pH est resté neutre après incubation suite à l'addition des différentes concentrations de $MgSO_4$ en présence des deux souches et $FeSO_4$ en présence de TV1. La souche Tcomp a présenté un pH neutre après addition d'une concentration de 400 mg/l de $FeSO_4$ (Tableau 5).

3.3 LE MAINTIEN DE *TRICHODERMA* SPP. DANS LE SOL DE MAAMORA EN PRÉSENCE DES IONS MÉTALLIQUES ET DES AUTRES MICROORGANISMES

A la concentration de 100 mg/l de $CuSO_4$, $FeSO_4$, $ZnSO_4$, $MgSO_4$ et $MnSO_4$, les deux souches de *Trichoderma* se sont maintenues dans le sol non stérile de la Maamora. Les pourcentages des fragments colonisés par Tcomp en présence de $CuSO_4$, $MnSO_4$ et $MgSO_4$ ne sont pas significativement différents du témoin (100%) et ils sont supérieurs à 85% en présence de $FeSO_4$ et $ZnSO_4$ (Figure 1A). Par contre, la souche TV1 a montré des pourcentages de colonisation significativement identique au témoin (100%) en présence $FeSO_4$ et $ZnSO_4$ et supérieurs à 80% en présence des autres sels minéraux testés (Figure 1B).

Les deux souches de *Trichoderma* se sont montrées compétitives au niveau du sol en présence des champignons telluriques, *Rhizopus* sp. et *Fusarium* sp., qui ont également colonisé une partie des fragments de paille.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

L'utilisation intense des pesticides et de produits chimiques en agriculture ainsi que les eaux usées industrielles sont responsables de la libération de différents métaux dans le sol des cultures.

Le problème de la pollution du sol par les éléments métalliques a soulevé la nécessité d'étudier des alternatives telles que l'utilisation de *Trichoderma* spp. comme bio-pesticides, et bio-absorbants ainsi que comme agent de bioaccumulation surtout dans les sols agricoles. D'autre part, l'application de *Trichoderma* avec certains pesticides et / ou engrais chimiques soulève la nécessité des études approfondies.

La méthode utilisée pour mesurer l'aptitude de Tcomp et de TV1 à la compétition, en présence des différents métaux ne prétend pas être un reflet fidèle de ce qui se passe dans le sol. Elle paraît, cependant, bien moins artificielle que des mesures de croissance du champignon seul ou en présence de quelques microorganismes du sol, sur des milieux contenant les produits à étudier. Les conditions d'essai *in vitro* peuvent être standardisées.

Les souches des espèces de *T. harzianum* et *T. viride* ont pu survivre à des concentrations plus élevée de $ZnSO_4$, $MgSO_4$, $MnSO_4$. *T. harzianum* a montré une tolérance à ces composés, tandis qu'en présence de $CuSO_4$ et de $FeSO_4$, la croissance mycélienne a diminué significativement en parallèle avec l'augmentation de la teneur en $CuSO_4$ et $FeSO_4$, de 200 à 400 mg/l.

Trichoderma atroviride a réussi à croître malgré une forte concentration de Zn contrairement au fer qui élimine la croissance de *Trichoderma atroviride* à forte concentration. Les concentrations maximales notées dans le mycélium de *T. atroviride* se sont établies respectivement à 21,3 et 4,5 mg/g pour Zn et Fe [8].

T. atroviride s'est adapté à diverses conditions permettant son utilisation comme agent biologique pour la restauration des sols [8].

En effet, le $CuSO_4$ a montré une forte inhibition de la croissance mycélienne de toutes les espèces de *T. harzianum*, *T. hamatum* et *T. virens* [3].

Les essais *in vitro* avec *T. atroviride* ont confirmé sa grande tolérance au cuivre. *T. atroviride* a survécu à des concentrations comprises entre 0 et 300 mg/l avec presque des niveaux constants de biomasse. Cependant, la croissance a diminué à 350 mg/l, ou une réduction de 80% a été observée, alors qu'aucune croissance n'a été détectée à une concentration de 400 mg/l [5].

L'effet inhibiteur de MnSO_4 , H_2O sur la croissance mycélienne de *T. harzianum* et *T. hamatum* a été observé à partir de la concentration de 166 mg/l de MnSO_4 , avec une réduction de 50% du taux de croissance diamétrale à 219,25 et 343,46 mg/l de MnSO_4 , H_2O respectivement pour *T. harzianum* et *T. hamatum* [3].

À une concentration maximale de 800 ppm, les ions de manganèse ont causé un affaiblissement de la germination des conidies de *T. harzianum* et *T. viride* [6]. Dans le cas de ZnSO_4 , le taux de croissance de *T. harzianum* a diminué lorsque le milieu est additionné par 50 à 550 mg/l de ZnSO_4 toutefois, le taux de croissance diamétrale de *T. hamatum* a augmenté à 91,2 mg/l de ZnSO_4 [3].

Aucune croissance n'a été détectée à une concentration de 1000 mg/l alors que la croissance mycélienne de *T. virens* a diminué plus lentement que les autres isolats. La diminution de la croissance diamétrale de ce champignon a été observée à partir de 302 mg/l de ZnSO_4 . Cette souche a été capable de survivre même à 1000 mg/l de ZnSO_4 . Par conséquent, *T. virens* a montré la plus haute résistance au Zn^{2+} par rapport aux autres souches de *Trichoderma* [3].

Les essais *in vitro* ont confirmé une grande tolérance de *T. atroviride* au zinc. En effet, *T. atroviride* a été capable de survivre à des concentrations plus élevées de zinc, jusqu'à 750 mg/l, avec une réduction plus progressive de la croissance, 50% de réduction est observée à 200 mg/l [5].

La présence de FeSO_4 , avec des concentrations allant de 5 à 302 mg/l, dans un milieu de croissance n'a pas affecté le taux de croissance de *T. harzianum*, *T. hamatum* et *T. virens*. L'augmentation de la concentration de FeSO_4 , a provoqué une inhibition du pourcentage de la croissance mycélienne jusqu'à 13,19 ; 15,54 et 28,19% à la concentration de 550 mg/l et à 91,96 ; 89,65 et 85,31% à 1000 mg/l respectivement pour *T. harzianum*, *T. hamatum* et *T. virens* [3].

En présence de MgSO_4 , il n'y a aucune différence significative entre la croissance mycélienne des deux souches de *Trichoderma* spp. et de leurs témoins [3]. Kredics et al., [10] ont également montré que les ions métalliques, notamment le manganèse, ont une influence importante sur la croissance mycélienne des souches de *T. harzianum*, *T. viride* et *T. aureoviride*.

Les champignons du genre *Trichoderma* sont influencés par la présence de métaux dans l'environnement. Sierota (1984) a observé une stimulation de la sporulation de *T. viride* par les ions de manganèse. Il a été remarqué que les ions de manganèse ont conduit à des changements dans les quantités d'enzymes extracellulaires produites par *Trichoderma* spp. [10].

Certains fongicides commerciaux contiennent du manganèse, tel que le Dithane M-45 WP, qui à une concentration de 100 ppm a inhibé significativement la croissance mycélienne de *Trichoderma* [16]. Par conséquent, les données sur les effets du manganèse sur les souches de *Trichoderma* ont une importance particulière de point de vue de la gestion intégrée des pathogènes fongiques. *Trichoderma* pourrait être utilisé en combinaison avec le manganèse contenu dans les fongicides.

L'activité métabolique des micro-organismes provoque une variation du pH du substrat de culture influençant par la suite la bonne croissance des micro-organismes. Les champignons filamenteux se développent bien dans des milieux acides et peuvent tolérer les changements de pH (2,5 jusqu'à 7,5). Ce changement du pH peut être dû à la sécrétion de métabolites par les souches de *Trichoderma* spp. ou de l'accumulation des métaux par les espèces fongiques. En effet, l'acidification du milieu de culture PSA liquide représentée par la diminution du pH est observée 7 jours après la culture de *T. harzianum* dans le milieu de culture témoin et celui amendé par les différentes concentrations de NaCl [17].

Les souches de *T. harzianum* et *T. viride* se sont maintenues dans le sol amendés par les différents sels minéraux et en présence des autres microorganismes. Ouazzani Chahdi et al., [17] ont également montré que l'installation et la viabilité de *T. harzianum* dans le sol n'ont pas été affectées les concentrations croissantes de NaCl, les pourcentages de colonisation ont dépassé 97%.

Les *Trichoderma* spp., sont connus par leur capacité de produire différents types d'enzymes qui jouent un rôle important dans l'activité de lutte biologique, comme la dégradation de la paroi cellulaire, la croissance fongique et l'antagonisme contre les agents pathogènes des plantes. *Trichoderma* spp. sont des espèces cosmopolites qui interagissent avec les écosystèmes des racines, du sol et des feuilles. Elles sont capables de se développer rapidement et devenir de bons concurrents en compétition avec d'autres microorganismes [15].

Yazdani *et al.* [23] ont constaté que *Trichoderma atroviride* a une capacité de tolérance et d'absorption de Zn, a des concentrations de 500 à 1000 mg / L tant en milieu solide qu'en milieu de culture liquide. La forte capacité d'absorption de Zn suggèrent que *T. atroviride* est un bioremédiateur du sol.

Certaines souches de *Trichoderma sp.* peuvent persister dans les écosystèmes avec des concentrations élevées de métaux lourds [7]. Jovičić Petrović *et al.* [7] ont indiqué que certaines souches isolées de *Trichoderma spp.* ont fait preuve de tolérance vis-à-vis de concentrations plus élevées de cuivre.

D'après les résultats obtenus, le Magnésium, le Manganèse et le Zinc ont très peu ou pas du tout modifié le développement de *T. harzianum* et de *T. viride in vitro* et en présence des autres champignons du sol. Le Cuivre inhibe les deux souches de *Trichoderma in vitro* à des concentrations élevées. Par contre, *in vivo*, il n'a aucun effet sur le développement des deux souches de *Trichoderma*. Le Fer, à faible concentration, n'a pas inhibé leur développement *in vivo* et *in vitro*, par contre à des concentrations très élevées exerce une faible inhibition *in vitro*. Le Magnésium a donc eu une action stimulante très marquée.

Ainsi, la capacité des souches de *Trichoderma* de se développer et de montrer une grande activité saprophytique en présence des ions métalliques et des autres champignons du sol, suggère la possibilité de les utiliser pour la dépollution des sols de culture contaminés par les métaux.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du programme national d'appui à la recherche sectorielle, projet RS-23, « Situation phytosanitaire de la culture du Fraisier au Maroc et recherche de moyens de lutte alternatifs : Production et formulation d'un Biofongicide à base de *Trichoderma spp.* » financé par le Centre National de la Recherche Scientifique et Technique, Rabat, Maroc.

RÉFÉRENCES

- [1] Anand P., Isar J., Saran S. and Saxena R.K., 2006. Bioaccumulation of copper by *Trichoderma viride*. Bioresource Technology, 97: 1018-25.
- [2] Bayramoglu G., Bektas S. and Yakup Arica M., 2003. Biosorption of heavy metal ions on immobilized white-rot fungus *Trametes versicolor*. Journal of Hazardous Materials, 101 (3): 285-300.
- [3] Behzad H., 2010. Effect of some metal-containing compounds and fertilizers on mycoparasite *Trichoderma* species mycelia growth response. African Journal of Biotechnology, Vol. 9(26) : 4025-4033.
- [4] Davet P. et Comporota P., 1986. Étude comparative de quelques méthodes d'estimation de l'aptitude à la compétition saprophytique dans le sol des *Trichoderma*. Agronomie, 6: 575-581.
- [5] Errasquin L. E. and Vazquez V., 2003. Tolerance and uptake of heavy metal by *Trichoderma atroviride* isolated from sludge. Chemosphere, 50 (1) : 137-143.
- [6] Jaworska M. and Dłużniewska J., 2007. The effect of manganese ions on development and antagonism of *Trichoderma* isolates. Journal of Environmental Studies, 4: 549-553.
- [7] Jovičić Petrović J., Danilović G., Ćurčić N., Milinković M., Stošić N., Panković D. and Raičević V., 2014. Copper tolerance of *Trichoderma* species. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 66 (1), 137-142.
- [8] Kacprzak M., et Malina G., 2005. The tolerance and Zn, Ba and Fe accumulation by *Trichoderma atroviride* and *Mortierella exiguua* isolated from contaminated soil. Canadian Journal of Soil Science, 85(2): 283-290.
- [9] Kredics L., Antal Z., Manczinger L., Szekeres A., Kevei F. and Nagy E., 2003. Influence of Environmental Parameters on *Trichoderma* Strains with Biocontrol Potential, Biotechnol. 41: 37-42.
- [10] Kredics L., Doczi I., Antal Z. and Manczinger L., 2001. Effect of heavy metals on growth and extracellular enzyme activities of mycoparasitic *Trichoderma* strains. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 66: 249-254.
- [11] Morley G. F. and Gadd G. M., 1995. Sorption of toxic metals by fungi and clay minerals. Mycol. Res., 99: 1429-1438.
- [12] Mouria B., 2009. Contribution à la lutte biologique contre la pourriture grise et la verticilliose de la tomate cultivée sous serre par utilisation du compost et les *Trichoderma spp.* seul ou en combinaison. Thèse de Doctorat National. Université Ibn Tofail. Faculté des Sciences, Kénitra, Maroc, 295 p.
- [13] Mouria B., ouazzani-touhami A., Badoc A. et Douira A., 2005. Effet de diverses farines sur la compétitivité des inoculum de trois souches de *Trichoderma* vis-à-vis des champignons phytopathogènes du sol. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 144 : 211-224.
- [14] Moussaoui M., 2009. Développement et extraction des métabolites secondaires de *Trichoderma viride* et leurs effets biologiquement actifs. Mémoire de master en microbiologie, université Mentouri constantine, Algérie, 64 pages

- [15] Munir S., Jamal Q., Bano K., Sherwani S.K., Bokhari T.Z., Khan T.A., Khan R.A., Jabbar A. and Anees M., 2013. Biocontrol ability of *Trichoderma*. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 6 (18): 1246-1252.
- [16] Nadolnik M., Dłużniewska J. and Jaworska M., 1999. *In vitro* effect of some fungicides containing metal ions on *Trichoderma* fungi. Department of Analytical Chemistry, Chemical Faculty, Gdańsk University of Technology. 6 (7) : 615, [In Polish].
- [17] Ouazzani Chahdi A., Chliyah M., Mouria B., Dahmani J, Ouazzani Touhami A., Benkirane R., Achbani EL. and DouiraA., 2014. *In vitro* and *in vivo* effect of salinity on the antagonist potential of *Trichoderma harzianum* and sensitivity of tomato to *Verticillium* wilt. International Journal of Recent Scientific Research 5 (4): 780-791.
- [18] Rahman A., Begum D., Rahman M., Bari M.A., Ilias G. N. M and Alam M.F., 2011. Isolation and identification of *Trichoderma* species from different habitats and their use for bioconversion of solid waste. Turk J Biol., 35: 183-194.
- [19] Sierota Z., 1984. Influence of some mineral salts on the development of *Trichoderma viride* Pers. ex Fr. *in vitro*. Prace Inst. Bad. Leśnictwa, 611: 67, 1982 [In Polish].
- [20] Tan W. S. and Ting A. S. Y., 2012. Efficacy and reusability of alginate immobilized live and heat-inactivated *Trichoderma asperellum* cells for Cu (II) removal from aqueous solution. Bioresource Technology, 290-295.
- [21] Ting A.S.Y. and Choong C.C., 2009. Bioaccumulation and biosorption efficacy of *Trichoderma* isolate SP2F1 in removing copper (Cu(II)) from aqueous solutions. World J Microbiol Biotechnol., 25: 1431-1437.
- [22] Volesky B., 1994. Advances in biosorption of metals: Selection of biomass types, FEMS Microbiology, 14: 291-302.
- [23] Yazdani M., Yap C.K., Abdullah F. and Tan S.G., 2010. An *in vitro* Study on the Adsorption, Absorption and Uptake Capacity of Zn by the Bioremediator *Trichoderma atroviride*. Environment Asia, 3(1) : 53-59.

ANNEXE

Tableau 1 : Croissance mycélienne des deux espèces de *Trichoderma* après 48 h d'incubation en présence de concentrations croissantes de différents sels minéraux (exprimée en mm).

Sels minéraux	Souches de <i>Trichoderma</i>	Concentrations en mg/L				
		0	50	100	200	400
CuSO ₄	Tcomp	90 ^a	40,83 ^b	40,16 ^b	31 ^c	20 ^d
	TV1	90 ^a	50 ^b	38,5 ^b	22 ^c	14,76 ^c
FeSO ₄	Tcomp	90 ^a	83,66 ^a	80,66 ^a	57,16 ^b	17,16 ^c
	TV1	90 ^a	78 ^b	83,33 ^b	59,33 ^c	14,83 ^d
ZnSO ₄	Tcomp	90 ^a	85 ^a	84 ^a	84,66 ^a	90 ^a
	TV1	90 ^a	66,66 ^c	71,66 ^c	72,16 ^c	82,16 ^b
MnSO ₄	Tcomp	90 ^a	77,66 ^{ab}	71,66 ^b	82,5 ^{ab}	86,66 ^a
	TV1	90 ^a	85,33 ^b	90 ^a	89b ^a	78,5 ^c
MgSO ₄	Tcomp	90 ^a	87,5 ^a	88 ^a	74,66 ^b	89 ^a
	TV1	90 ^a	72,16 ^{bc}	76,16 ^{bc}	67,5 ^c	80,66a ^b

Les valeurs présentées sur la même ligne et suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (PPDS).

Tableau 2 : Sporulation des deux espèces de *Trichoderma* après 7 jours d'incubation en présence de concentrations croissantes de différents sels minéraux (exprimée en 10⁵ spores/mm²).

Sels minéraux	Souches de <i>Trichoderma</i>	Concentrations en mg/l				
		0	50	100	200	400
CuSO ₄	Tcomp	4,50 ^a	1,30 ^b	1,60 ^b	1,60 ^b	1,50 ^b
	TV1	4,10 ^a	1,97 ^b	1,30 ^b	1,66 ^b	1,29 ^b
FeSO ₄	Tcomp	4,50 ^a	1,40 ^b	0,80 ^c	0,30 ^d	0 ^d
	TV1	4,10 ^a	0,01 ^b	0,005 ^b	0 ^b	0 ^b
ZnSO ₄	Tcomp	4,50 ^a	0,80 ^b	0,80 ^b	0,37 ^c	0,50 ^c
	TV1	4,10 ^a	0,60 ^b	0,60 ^b	0,50 ^b	0,50 ^b
MnSO ₄	Tcomp	4,50a	1,00bc	1,79b	0,70c	0,68c
	TV1	4,10 ^a	1,40 ^b	1,10 ^b	1,40 ^b	0,69 ^b
MgSO ₄	Tcomp	4,50 ^a	1,70 ^b	1,40b ^c	0,90 ^c	0,90 ^c
	TV1	4,10 ^a	1,60 ^b	1,10 ^b	1,0 ^b	0,79 ^b

Les valeurs présentées sur la même ligne et suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (PPDS).

Tableau 3 : Poids frais (P.F) des deux espèces de *Trichoderma* en présence de concentrations croissantes de différents sels minéraux (Exprimé en mg).

Sels minéraux	Souches de <i>Trichoderma</i>	Concentrations en mg/L				
		0	50	100	200	400
CuSO ₄	Tcomp	7,07 ^a	8,326 ^a	9,334 ^a	8,794 ^a	6,688 ^a
	TV1	6,23 ^a	4,931 ^a	5,693 ^a	6,316 ^a	7,598 ^a
FeSO ₄	Tcomp	7,07 ^{ab}	7,478 ^a	7,6 ^a	3,951 ^b	2,274 ^b
	TV1	6,23 ^a	2,565 ^c	3,647 ^b	2,809 ^c	2,888 ^c
ZnSO ₄	Tcomp	7,07 ^a	8,192 ^a	8,562 ^a	8,964 ^a	8,42 ^a
	TV1	6,23 ^a	10,611 ^a	8,28 ^a	7,262 ^a	6,396 ^a
MnSO ₄	Tcomp	7,07 ^a	3,202 ^c	3,392 ^{bc}	3,832 ^{bc}	4,106 ^b
	TV1	6,23 ^a	4,407 ^a	3,918 ^a	4,645 ^a	3,19 ^b
MgSO ₄	Tcomp	7,07 ^b	7,728 ^b	8,76 ^a	7,976 ^{ab}	7,775 ^b
	TV1	6,23 ^c	5,672 ^e	6,875 ^a	6,564 ^b	5,864 ^d

Les valeurs présentées sur la même ligne et suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (PPDS).

Tableau 4: Poids sec (P.S) des deux espèces de *Trichoderma* et en présence de concentrations croissantes de différents sels minéraux (Exprimé en mg).

Sels minéraux	Souches de <i>Trichoderma</i>	Concentrations en mg/L				
		0	50	100	200	400
CuSO ₄	Tcomp	3,51 ^a	3,044 ^a	3,386 ^a	3,55 ^a	3,286 ^a
	TV	1,92 ^a	1,471 ^a	2,31 ^a	1,961 ^a	2,272 ^a
FeSO ₄	Tcomp	3,51 ^a	3,422 ^a	3,804 ^a	1,752 ^b	1,0022 ^b
	TV	1,92 ^{ab}	1,321 ^b	2,128 ^a	1,645 ^{ab}	1,339 ^b
ZnSO ₄	Tcomp	3,51 ^a	3 ^a	2,747 ^b	4,112 ^a	3,628 ^a
	TV	1,92 ^b	2,937 ^{ab}	3,935 ^a	2,395 ^b	2,83 ^{ab}
MnSO ₄	Tcomp	3,51 ^a	0,739 ^c	0,933 ^{bc}	1,741 ^b	1,387 ^{bc}
	TV	1,92 ^a	2,697 ^a	2,54 ^a	2,975 ^a	2,618 ^a
MgSO ₄	Tcomp	3,51 ^b	5,286 ^a	5,167 ^a	4,823 ^a	5,391 ^a
	TV	1,92 ^a	1,626 ^b	1,001 ^e	1,416 ^c	1,305 ^d

Les valeurs présentées sur la même ligne et suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (PPDS).

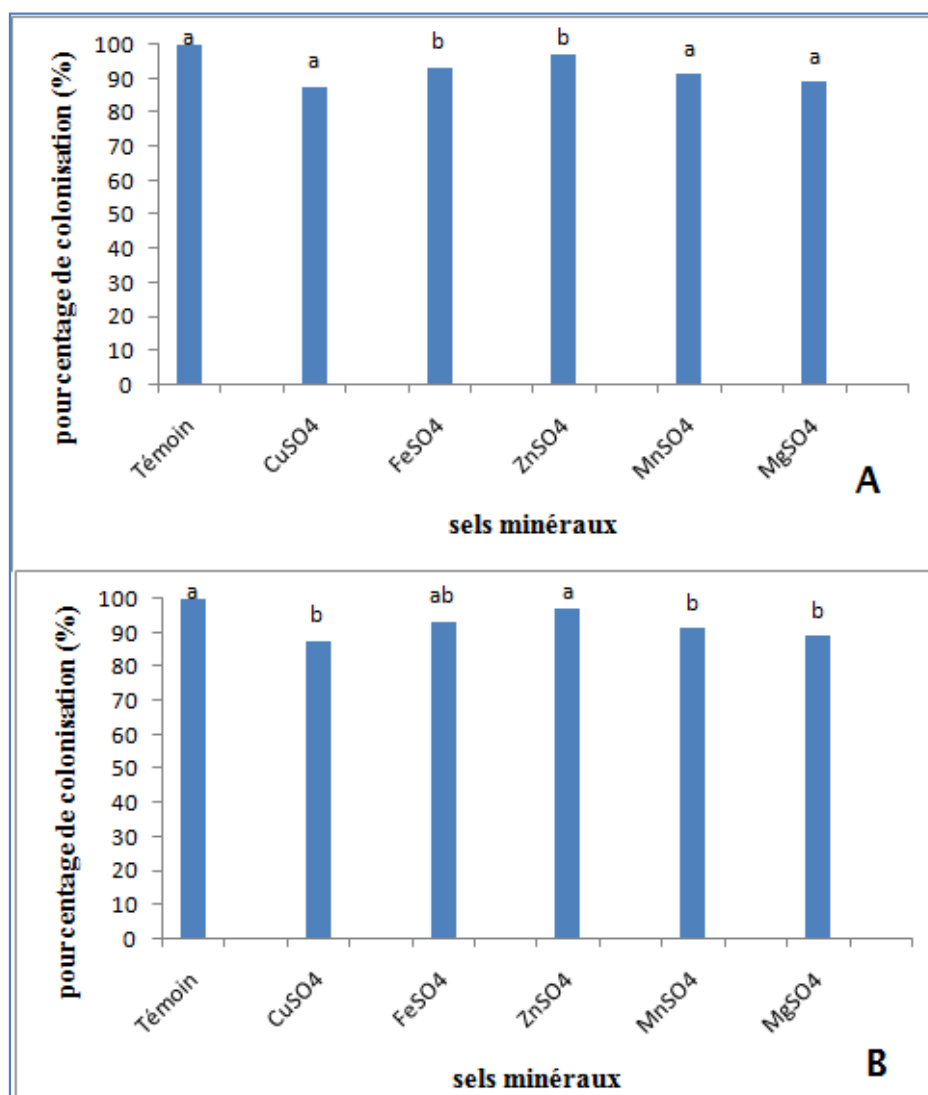


Figure 1 : Colonisation des fragments de paille d'orge par les souches *Trichoderma harzianum* (A) et *Trichoderma viride* (B), après quatre jours d'incubation dans un sol non stérilisé à 28°C, en présence de 100 mg/L des sels minéraux (exprimée en %).

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (PPDS).

Tableau 5 : pH des cultures avant et après incubation des souches *Trichoderma* spp. en présence de concentrations croissantes de différents sels minéraux.

Sels minéraux	Souches de <i>Trichoderma</i>	pH avant culture					pH après culture				
		Concentrations en mg/L					Concentrations en mg/L				
		0	50	100	200	400	0	50	100	200	400
CuSO ₄	Tcomp	7.66 ^d	8,27 ^a	7,95 ^b	7,83 ^c	7,72 ^d	4,44 ^d	5,05 ^c	5,04 ^c	5,3 ^b	5,46 ^a
	TV1	7.67 ^b	8,10 ^a	7,70 ^b	7,53 ^c	7,32 ^d	5,29 ^b	5,2 ^b	5,48 ^a	4,86 ^d	5,12 ^c
FeSO ₄	Tcomp	7.66 ^a	7,52 ^b	7,5 ^b	7,42 ^c	7,24 ^d	4,44 ^d	5,05 ^c	5,34 ^b	5,11 ^c	6,7 ^a
	TV1	7.67 ^a	7,71 ^a	7,37 ^b	7,26 ^c	6,9 ^d	5,29 ^b	6,17 ^a	6,4 ^a	6,34 ^a	6,30 ^b
ZnSO ₄	Tcomp	7.66 ^a	7,44 ^a	7,47 ^a	7,44 ^a	7,28 ^a	4,44 ^a	3,94 ^b	4,12 ^{ab}	4 ^b	3,75 ^b
	TV1	7.67 ^a	7,52 ^{ab}	7,5 ^{bc}	7,41 ^c	7,44 ^c	5,29 ^a	3,72 ^d	4,5 ^b	4,35 ^c	3,93 ^e
MnSO ₄	Tcomp	7.66 ^a	7,56 ^{ab}	7,5 ^{bc}	7,41 ^c	7,3 ^d	4,44 ^d	5,09 ^c	5,2 ^b	4,48 ^d	5,71 ^a
	TV1	7.67 ^a	7,46 ^b	7,5a ^b	7,46 ^b	7,4 ^b	5,29 ^a	5,1 ^b	4,73 ^d	5,1 ^b	4,8 ^c
MgSO ₄	Tcomp	7.66 ^b	7,42 ^d	7,55 ^c	7,6 ^{bc}	7,74 ^a	4,44 ^c	4,84 ^a	4,41 ^c	4,72 ^b	4,04 ^d
	TV1	7.67 ^a	7,5 ^b	7,5 ^b	7,48 ^b	7,52 ^b	5,29 ^e	6,45 ^d	7,56 ^c	7,66 ^b	7,8 ^a

Les valeurs présentées sur la même ligne et suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (PPDS).

Factors determining the demand for health insurance among the migrant workers

Lesego Selotlegeng, Peter Twum, and Lingzhong Xu

Department of Social Medicine and Health Services Management, School of Public Health, Shandong University, Jinan, China

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

ABSTRACT: *Background:* Over the preceding few years, the rate of individuals that have been living without health insurance has continued to increase exponentially. This paper the aim was on investigating the factors determining the demand for health insurance among migrants Botswana. *Methods:* A cross sectional study conducted between August 2013 to January 2014 in Gaborone and Francistown. Descriptive statistics and multivariate logistic regression analysis were used to describe the characteristics of the sample and to identify factors associated with participation in the health insurance. *Results:* The likelihood ratio chi-square of 42.09 with a p-value of 0.0000 indicated model as a whole fits significantly better than an empty model. We can say that for a one unit increase in employment category level, the odds in favour of owning insurance increases by a factor of 0.31. *Conclusions:* The results from the study revealed that gender of an individual was significant in determining the health insurance ownership among tuberculosis patients. A possible policy solution that would make health insurance compulsory would help to increase the demand for medical aid scheme.

KEYWORDS: Health insurance, migrant workers, Botswana.

1 INTRODUCTION

Over the past few years, the rate of patients that have been living without health insurance has continued to increase exponentially. The reasons why thousands of people across the country live without health insurance has been blamed on rising costs of insurance, higher levels of redundancy, and more proprietors cutting back on benefits offered to employees. Botswana's increase in private health care services has been partially associated to the development of medical aid schemes. These include public service, parastatals, as well as large and medium size companies. Most members of these schemes use private health care services than public health services, particularly for acute illnesses which are not treated in public health facilities [3]. Medical aid in Botswana started in the early 70's and this was optional to individuals who wanted to access high quality private care which was considered to be of a relatively higher quality compared to the public health care at the time.

The eight medical aid schemes in Botswana are: Botswana Medical Aid Society, Botlhe, Botswana Public Officers Medical Aid Scheme, Botsogo Health Plan, Itsekanele, Doctors Aid, Pula Medical Aid and Audient Medical Aid. They have over 320 000 clients [4]. Some Medical Aid Scheme have membership restriction by occupation or income level while others are open to everyone who needs coverage. Public Health care services in Botswana are highly subsidized by government. An amount of Pula 5 (which is equivalent to \$0.72) is required for outpatient visits to the health care service. Nonetheless, failure to produce this fee does not prevent one from obtaining the services. This high health-care subsidy has led to improvements in accessing and utilization of health-care services particularly in the primary health-care services [5].

Health insurance provides a mechanism for cost sharing. Therefore, when the demand for health insurance increases, we expect the public health expenditure to decrease. The high prevalence of HIV/AIDS draw resources away from other priority areas in which the country has achieved in the economic spheres. This therefore places the health system and the social fabric under considerable stress. For purpose of this study, the focus will be on investigating the factors determining the demand for health insurance among the migrants in Botswana.

2 METHODS

2.1 STUDY SITE

A cross-sectional study with a quantitative approach was completed in Gaborone and Francistown between August 2013 and January 2014; these are the biggest cities with job opportunities.

2.2 SAMPLE SIZE

Sample size was calculated by using an estimation of population proportion formula: $n = Z^2 P(1-P)/(E^2)$, where P = expected value = 12%, E = (expected frequency-worst acceptable) = 10%–8% = 2%, $Z = 1.960$ with a confidence level of 95%, $n = 1.960^2 \cdot 0.10(1-0.10)/(0.02^2)$. The final sample size was determined to be 431 after calculating that $S = n/[1+(n/\text{population})]$. Only 400 were selected to be eligible as nine participants dropped out.

2.3 EXCLUSION AND INCLUSION CRITERIA

Respondents who were included in the study were migrant workers who were between 18 and 65 years of age. Only migrant workers were eligible.

2.4 DATA COLLECTION PROCEDURE

Due to the geographically scattered distribution of migrant workers, different working nature and working hours, and their free time, it was difficult to arrange data collection. Data were recruited in both daytime and after hours and in their residences and workplaces. Data collectors were fourth-year students at the University of Botswana with data collection experience.

2.5 GAIN ACCESS TO KEY PARTICIPANTS

A snowball sampling technique was used to find a specific number of participants per target group. Participants who suited the inclusion criteria were targeted and their informed consent was received prior to recruitment. Indeed, participants were able to identify and refer other potential respondents with similar characteristics, who were willing to discuss health insurance. The author's contact information was passed to migrant workers whom the researchers had already interviewed so that they could pass on to other potential participants.

2.6 STATISTICAL ANALYSIS

Descriptive statistics was analyzed as mean $\pm$ SD. In order to examine the associations between the sexual behavior, univariate logistic regression was used. A multiple logistic regression model with forward selection was used for potential confounding. The centrality level was at $p = 0.05$ or less. SPSS 21.0 was used to analyze the data.

2.7 ETHICAL CONSIDERATIONS

This study was approved by the Human Subjects Review Committee of the Institution of Social Medicine and Health Administration at Shandong Medical University. An ethical clearance letter was also obtained from the Research Review Committee of the Ministry of Health in Botswana. At the enrolment visit, eligible respondents were confirmed and signed informed consent obtained but immediately after data collection they were destroyed, as the study was regarded as dealing with sensitive issues in the local culture. This consent procedure was approved by the Ethical Committee of Shandong University and the Ministry of Health.

3 RESULTS

The descriptive statistics presented on Table 1 displays the mean, standard deviation, smallest and highest values of each of the variables under consideration. The descriptive statistics results show that on the average, 80 percent of the migrant workers indicated the ownership of Health Insurance policy while 20 percent don't have a Health Insurance policy. About 68

percent of the migrant workers were males and the majority of those interviewed were intermediate staff members of the various companies.

Table 1. Descriptive Statistic

Variable	Description	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
ins_status	Insurance ownership	400	0.70039	0.447935	0	1
Ms1	married	400	0.36972	0.478225	0	1
gender	Male or female	400	1.388261	0.464466	1	2
dependants	No. of dependants	293	2.536941	2.108826	0	13
emp_cond	Category of employment	388	2.292779	0.899282	1	5
mh_income	Monthly income	388	5.236623	3.188997	1	11
visits	No. of visits to hospital	289	5.036902	4.462114	0	25
Alc_drink	Drinking alcohol	400	0.456971	0.488406	0	1
dur_exp	Duration of employment	233	10.44692	8.335553	3	30

Similarly, only 30 percent of the TB patients are married and 70 percent single. The Table also indicates that on the average there are two dependants per respondents and this range from 0 to 13. The descriptive statistics displays that the average income of the TB patients is P5000.

3.1 EMPIRICAL RESULTS AND THE ECONOMIC INTERPRETATIONS

Table 2 gives the logit estimates of the odds of insurance ownership. The likelihood ratio chi-square of 42.09 with a p-value of 0.0000 tells us that our model as a whole fits significantly better than an empty model. However, this section discusses only the significant variables.

Table 2. Logit regression model results

Parameters	Odds Ratio	Std. Err.	z	P>z	95% Conf. Interval	
Ms1	2.26242	1.478892	1.37	0.204	0.6307279	8.765881
gender	2.844777	1.826605	1.44	0.098**	0.8172981	11.55547
dependents	1.083657	0.2476611	0.66	0.41	0.3391193	1.493899
Emp_cond	0.4146667	0.116644	-3.11	0.002*	0.1523330	0.7498963
Mh_income	1.383884	0.1226411	1.88	0.044*	1.0003745	1.996591
visits	0.9965735	0.0608944	-0.53	0.605	0.8550644	1.113785
Religion	3.365566	1.922913	1.88	0.062**	0.9803356	10.66290
Duration exp	0.8887135	0.031177	-0.33	0.025*	0.8496592	0.993966
Number of obs = 400				LR chi2(8) = 42.09		
Log likelihood = -47.934026				Prob > chi2 = 0.0000		
				Pseudo R2 = 0.3097		

NB * Significant at 95% confidence interval

** Significant at 90% confidence interval

For a one unit increase in employment category level (emp_cond), the odds in favour of owning insurance (vs. not owning insurance) increases by a factor of 0.31.

4 DISCUSSION

The study indicated shocking results, gender of the migrant workers was found to be statistically significant at the 10 percent level. Being male migrant workers increases the odds of owning a health insurance by a factor of 2.84. The outcomes disagree with previous studies because most women play the decision-making role in their families' well-being. Their care

giving accountabilities and their own health needs may result in making women to have more contact with the health system [10]. On the average, more women are eligible for health insurance because of their lower average income and the greater likelihood of parenting infants and young offspring, therefore this brands women to request health insurance more than men and on average they use the health system more than men [11] but in this study it indicated that the majority of male migrants owed insurance than female migrant workers that's interesting.

Occupational status is significant and negatively influences the odds in favour of insurance ownership. Increasing the level of employment by a level decreases the odds in favour of insurance ownership by a 0.41. As we exchange from the lower category to the highest category we expect the likelihood of owning the health insurance to deterioration. This is because those in high positions of employment are more likely to join health insurance, as they may be offering more attention-grabbing packages. Preceding studies [12,13,14], verified that employment in the formal sector is an important determinant of owning health insurance policy, the result from the study didn't backings the findings of such numerous studies that have found income to significantly influence health insurance ownership. Most of the migrant workers were unemployment/self-employment but owned health insurance through Itékanele. Itékanele Health Scheme is a medical aid for low-income earners and it covers all members of the society including the jobless, retirees and students in Botswana.

Attentiveness results also show that the religion is significant and negatively influences the odds in favour of insurance possession. Increasing the occurrence of religion by one unit increases the odds of insurance ownership by a factor of 3.36. This advocates that those people who belong to a particular religion were more likely to acquire a health insurance. One paper shown that Catholic Church will encounter requests for medical procedures contrary to the moral teachings of the Religion. Catholic religion does not offend the rights of individual conscience by refusing to provide or permit medical procedures that are judged morally wrong by the teaching authority of the Church [15]. Religion has the advantage of empowering the individual through connecting him/her to a municipal, and to a superior potency, that might in turn give psychological stability [16].

Income is significant and positively influences the odds in favour of insurance possession. Increasing income by P1000 will escalation the odds of insurance ownership by a factor of 1.38. These outcomes therefore signify that patients demand for health insurance was influenced positively by their income level. The higher the income level of the patient, the greater the chances of acquiring health insurance. This is consistent with the findings of other studies [17, 18]. Other studies that have found income to have a very strong relationship with health insurance ownership [19, 20, 21]. Lastly number of dependents, age, number of visits to hospital, marital status, were not significant at 90 percent confidence interval. This may propose that they do not influence the insurance ownership in Botswana. This study had limitations that need to be highlighted. The data was collected from only two big cities in Botswana, and, therefore, the findings from this study are not generalizable to all the cities in Botswana.

5 CONCLUSION

The results from the study shown that the gender of an individual was significant in determining the health insurance ownership among the patients and religion. The results shows that men were more likely to own a health insurance than their female counterparts. This mainly because the family structure in Botswana assigns more social responsibility on the males. The study therefore recommends that the government come up with policies that will enable more men to demand health insurances. This can be done by charging low premiums for men as a result this can encourage more men to join as they make the household health decision.

COMPETING INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interests.

FUNDS

No funds

AUTHORS' CONTRIBUTION

The concept, data analysis and drafting of the manuscript were done by Lesego Selotlegeng. All authors contributed to reading and correcting the manuscript prior to submission.

REFERENCES

- [1] World Health Organization, 2003; Country Cooperation strategy, Botswana-2003-2007. Regional Office for Africa Brazzaville.
- [2] Botswana Ministry of Health, 2002. Guidelines on antiretroviral treatment, 2002 version. Botswana Ministry of Health, Gaborone, Botswana.
- [3] Mathauer I, Schmidt JO, Wenyaa M, 2008: Extending social health insurance to the informal sector in Kenya. An assessment of factors affecting demand. *Int J Heal Plan Manag*, 23:51-68. 3.
- [4] Short, P. F, 1998. Gaps and Transition in Health Insurance: What are the concern in women? *Journal of Womens Health* Vol. 7, No. 3, pp. 725-737.
- [5] Frostin, P, 2000. Sources of Health Insurance and Characteristics of the Uninsured. Issue brief No. 228. Washington, DC; Employee Benefit Research Institute.
- [6] Kirigia JM, Preker A, Carrin G, Mwikisa C, Diarra-Nama AJ, 2006: An overview of health financing patterns and the way forward in the WHO African region. *The East Afr Med J* , 83(8):S1-S27.
- [7] Kimani D, Muthaka DI, Manda DK, 2004: *Healthcare Financing Through Health Insurance in Kenya. The Shift to A National Social Health Insurance Scheme*. Nairobi, Kenya: Kenya Institute for Public Policy Research and Analysis; 1-71.
- [8] United States Conference of Catholic Bishops, Health and Health Care: A Pastoral Letter of the American Catholic Bishops (Washington, DC: United States Conference of Catholic Bishops, 1981).
- [9] Oman, D. & Thorensen, C.E, 2003. Without spirituality does critical health psychology risk fostering cultural iatrogenesis? *Journal of Health Psychology*, 8, 223-229.
- [10] Lu, M., Zhang J., Ma J., Li B. and Quan H, 2008. Child health insurance coverage: a survey among temporary and permanent residents in Shanghai. *BioMed Central Ltd*.
- [11] Makoka, D., Benkaluwa, Kambewa P, 2007. Demand for private Insurance Where Public Services are Free. Centre of development Research, University of Boom.
- [12] Kirigia, J.M., Sambo L.G., Nganda B., Mwabu G.M., Chatora R. and Mwase T, 2005. Determinants of health insurance ownership among South African women. *BioMed Central Ltd*.
- [13] Amponsah, E, 2009. Demand for Health Insurance Among Women in Ghana: Cross Sectional Evidence. *Journal of Finance and Economics*, issue 33.

Despite Symptoms, migrant's construction workers Delay Treatment for STIs, Have Unsafe Sex in Botswana

Lesego Selotlegeng and Lingzhong Xu

Department of Social Medicine and Health Services Management, School of Public Health, Shandong University, Jinan, China

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

ABSTRACT: *Background:* However much research has been carried out with mine workers, truck drivers, and other migrant groups, few studies have investigated the risk factors of construction workers, which form one of the largest employment groups in Botswana.

Materials and methods: This cross-sectional study aimed to assess the level of Human Immunodeficiency Virus/Acquired Immune Deficiency Syndrome -risk behavior among construction workers in Botswana. Data of 500 workers was collected using structured questionnaires with purposive method.

Results: More than quarter (33.4%) of respondent's engaged in unprotected sex. Forty point two percent had experienced sex with Commercial sex workers. Multivariate analysis discovered that living with friends/relatives [Adjusted Odd Ratio 95% Confidence Interval; 2.7(1.89-6.01)], and monthly salary [Adjusted Odd Ratio 95% Confidence Interval; 2.0(0.83-3.85)], were statistically significant to influence condom use efficacy.

Conclusion: The paper suggest that migrant worker's lack of awareness about the need to receive prompt treatment, the lack of monetary resources, mostly among women, are all conceivable reasons that people in the study delayed seeking treatment.

KEYWORDS: Migrant Construction workers, Sexual Transmitted Infections, Condom use, Knowledge about Human Immunodeficiency Virus.

1 BACKGROUND

In Botswana, construction workers have been one of the largest groups of migrant labour, accounting for an estimated 10.5% to 12.5% of formal employment [1]. A number of studies [2] have indicated how construction workers' sexual behaviours contributed to increased levels of HIV infection. The Botswana government's HIV surveillance report found that construction projects have played a major role in the spread of HIV, bringing about a situation where economically buoyant young men frequently come into contact with economically vulnerable young women [3]. A study of the Kgalagadi region of South-West Botswana reported that one of the major ways in which residents were initially exposed to HIV infection was through contact with migrant workers employed at large construction sites in the zone [4]. Botswana UNDP indicated that "expanses that had hosted development projects often involving construction were found to have especially high rates of HIV" [5]. Comparable condition has occurred in South Africa, where it has been reported that the local construction industry suffers from the third highest incidence of HIV/AIDS. The Construction Industry Development Board argued that this was mainly due to its migrant working environment, making it a prime contributor to the spread of the disease [6].

While it has been demonstrated that construction projects contribute to the transmission of HIV in Botswana, few studies have established why this is the case. Amongst other groups of migrant labour, research has identified a number of sexual behaviours involving multiple partners, transactional sex, commercial sex and unprotected sex, which have placed workers at greater risk of HIV. Long-distance migration, involving the separation of workers from their long-term partner, has been identified as one of the central factors contributing to workers' engagement in these sexual risk behaviours. The aim of this

study is to determine the sexual risk behaviours of migrant construction workers, and the risk factors which have contributed to these behaviours.

2 METHODOLOGY

2.1 STUDY SITE

A cross-sectional study with a quantitative approach was completed in Gaborone and Francistown between August 2013 and January 2014; these are the biggest cities with job opportunities.

2.2 SAMPLE SIZE

Sample size was calculated by using an estimation of population proportion formula: $n = Z^2 P(1-P)/(E^2)$, where P = expected value = 12%, E = (expected frequency-worst acceptable) = 10%–8% = 2%, $Z = 1.960$ with a confidence level of 95%, $n = 1.960^2 \cdot 0.10(1-0.10)/(0.02^2)$. The final sample size was determined to be 500 after calculating that $S = n / [1 + (n/\text{population})]$.

2.3 EXCLUSION AND INCLUSION CRITERIA

Respondents who were included in the study were migrant workers who were between 18 and 65 years of age. Only migrant workers were eligible.

2.4 DATA COLLECTION PROCEDURE

Due to the geographically scattered distribution of migrant workers, different working nature and working hours, and their free time, it was difficult to arrange data collection. Data were recruited in both daytime and after hours and in their residences and workplaces. Data collectors were fourth-year students at the University of Botswana with data collection experience.

2.5 GAIN ACCESS TO KEY PARTICIPANTS

A snowball sampling technique was used to find a specific number of participants per target group. Participants who suited the inclusion criteria were targeted and their informed consent was received prior to recruitment. Indeed, participants were able to identify and refer other potential respondents with similar characteristics, who were willing to discuss sexual behavior. The author's contact information was passed to migrant workers whom the researchers had already interviewed so that they could pass on to other potential participants.

2.6 STATISTICAL ANALYSIS

Descriptive statistics was analyzed as mean $\pm$ *SD*. In order to examine the associations between the sexual behavior, univariate logistic regression was used. SPSS 21.0 was used to analyze the data.

2.7 ETHICAL CONSIDERATIONS

This study was approved by the Human Subjects Review Committee of the Institution of Social Medicine and Health Administration at Shandong Medical University. An ethical clearance letter was also obtained from the Research Review Committee of the Ministry of Health in Botswana. At the enrolment visit, eligible respondents were confirmed and signed informed consent obtained but immediately after data collection they were destroyed, as the study was regarded as dealing with sensitive issues in the local culture. This consent procedure was approved by the Ethical Committee of Shandong University and the Ministry of Health.

3 RESULTS

3.1 DEMOGRAPHIC DATA

The majority of workers were able to report their age. Of these, 53 workers (10.6 %) were under 22 years of age, 164 workers (32.8 %) were 23 – 28 years old, and 283 workers (56.6%) were 29- 35 years. The mean age was 28.3 years with a standard deviation of 8.1 years. The majority (36.2%) of all the respondents had lived in Botswana for an average duration of 3 years. The mean number of years completed by senior staff, 8.23 years (95% CI: 7.88 to 9.04) was significantly higher than the mean number of years completed by skilled workers, 5.11 years (95% CI: 4.92 to 6.30). An independent two-tailed t-test resulted in a significance of $p = 0.022$ ($t = 2.82$).

Risk behavior among the migrant construction workers

Table 1: level of risky sexual behaviours among construction workers in Botswana

Variable	n=500	Percent(95% CI)
Using condoms on every occasion		
Yes	232	46.4 (32.45-65.32)
No	268	53.6 (48.99-59.82)
Ever experienced condom breakage		
Yes	98	19.6 (10.28-23.40)
No	402	80.4 (62.19-96.44)
Faithfulness with spouse/partner		
Yes	68	13.6 (10.87-30.22)
No	432	86.4 (78.88-95.16)
No condom used because of been circumcised		
Yes	128	25.6 (22.67-31.96)
No	372	74.6 (69.01-82.77)
Had sex with CSW in the past one year		
Yes	201	40.2 (29.11-59.36)
No	299	59.8 (49.41-71.49)
Have more than 2 partner in the in the past one year		
Yes	382	76.4 (72.55-89.21)
No	118	23.6 (18.09-42.63)
Engaged in unprotected sex		
Yes	167	33.4 (30.62-44.41)
No	333	66.6 (58.55-76.92)

Table 1 indicated that virtually all the respondents had received information on HIV/AIDS. About 46.4 % of migrant workers used condoms on every occasion. Of those who used condom always, around 19.6% encountered condom breakage and 25.6 % reported that they had sex without condom because of circumcision. About 86.4% of migrant construction workers were unfaithful to their spouse/partners. Of those who are unfaithful, 40.2 % had more than 2 partners. The mean age at first sex was about 16 years (SD 2.8).

Factors related with HIV and risky sexual behaviours

Table 2: Factors associated with condom use as HIV risk preventive behavior in migrant construction workers

Variables	Crude or 95% CI	Adjusted OR 95% CI
Categories		
Unskilled workers	1	1
Skilled workers	3.2 (2.31-4.62)	2.8 (1.28- 7.55)
Alcohol consumption		
Yes	1	1
No	6.7 (4.11-8.62)	4.8 (4.13-9.02)
Living arrangement		
Alone	1	1
Friends/relatives	3.6 (2.9-5.33)	2.7 (1.89-6.01)
Partner /co-workers	0.81 (0.27-1.02)	0.4 (0.35-1.25)
Monthly		
P500- P1000	1	1
P1001-2000	1.3 (0.92 – 2.25)	2.0 (0.83 – 3.85)
P2001-3000	0.60 (0.44 – 0.99)	1.3 (0.52 – 2.88)
P3001+	0.06 (0.022 – 0.26)	0.31 (0.04-1.44)
Religion		
African traditional religion	1	1
Christianity	0.72 (0.39 – 1.57)	1.0 (0.78 – 2.51)
Muslim	0.04 (0.021-0.42)	0.19 (0.10 – 0.52)

* $P < 0.05$ ** $P < 0.001$.

As indicated in table 2, the logistic regression model shown that higher income from construction workers has affirmative association with condom use efficiency. Construction workers who earned better salary were more likely to be able to use condom during sexual practices. Non alcohol consumption workers had contrary association with condom use. Living arrangement also had association of condom use. Construction workers who lived with friends/relatives were about three times more likely to used condom than those who lived alone.

Table 3: factor association with having one partner as HIV risk preventive behavior in migrant construction workers

Variables	Crude OR 95% CI	Adjusted OR 95% CI
Migration		
Separated from main partner		
Yes	1	1
No	6.2 (5.45-7.22)	5.6 (4.77-8.27)
Living condition		
Location of accommodation		
Off-site	1	1
On-site	4.2 (2.85-5.44)	4 (2.39-5.70)
Alcohol consumption		
N0. Beers drink per week		
10 beers and over	1	1
Under 10 beers	2.2 (1.32 – 3.82)	2 (1.46-3.99)
Cultural determinants		
Cleansing	1	1
Society recognition	0.72 (0.37-1.10)	0.88 (0.42-1.40)

* $P < 0.05$ ** $P < 0.001$

As shown in table 3, construction workers who are not separated from their main partners were six times more likely to have partner than the workers who were separated from their partner. Construction workers who lived on-site were about four times to have one partner than those who stayed off-site. Respondent who had drank less than 10 beers in a week were less likely to have one partner than those who ever took more than 10 beers in a week.

Sexual transmitted disease among construction workers: The majority (48.3%) of all the respondents had heard of STI. More than half (62.3%) of the STI-aware respondents could name one or more STD symptoms. There were only 205 men who revealed that they had STI in the past 6 months prior to the survey. Most of these were single (62.1%), with secondary school (42.1%) but with little income. One half (58.2%) of these men had multiple partners. Respondents also reported that they sought medical advice from friends. Diagnosis of STI was reported (1) unskilled workers (48%) than by supervisors (9%; $P = .02$) but not more than skilled workers (27%; $P = .11$); (2) More by those who reported had sex with CSW (45%) than by those who did not (16%; $P < .001$); and (3) more by those who have multi partners (34%; $P = .003$). Majority of respondents took medicine for their ailment from pharmacy (57.4%).

4 DISCUSSION

Construction workers in Gaborone and Francistown, wait approximately two week after the appearance of sexually transmitted infection (STI) symptoms to seek treatment at a health clinic, according to a survey of 500 migrant construction workers. Moreover, once they receive a referral for STI treatment, male wait longer than female to attend an STI clinic for follow-up treatment (28 days vs. 21 days) [7]. Nearly two-quarter of women and one-quarter of men report having had sex while indicative, and one in five women and one in five men report having used condoms while symptomatic.

Men were more likely than women to report coming directly to the STI clinic for their current STI treatment (57% vs. 45%), while women first seek help from drug stores. Workers indicated first seeking treatment a median of seven days following the appearance of STI symptoms which agreed with what others had find [8]. When men and women were referred to the STI clinic, they delayed even longer: Men delayed attending the STI clinic for a median of 28 days and women delayed for a median of 21 days. For genital ulcer disease, the delay was shorter--a median of 16 days for male workers and 18 days for female workers. In the case of vaginitis, women delayed a median of 38 days before attending the STI clinic.

Significantly more women than men reported that they had engaged in sex while they had STI symptoms (66% vs. 30%). Women were significantly more likely than men to report that they had had only one sexual partner while they had symptoms (91% vs. 58%) and that their sexual partner was their spouse (64% vs. 51%). Men were significantly more likely than women to report having exchanged money for sex while they had symptoms (11% vs. 5%).

There was no significant difference between the proportions of men and women who said they had used condoms while they had STI symptoms (20% and 16%). However, significantly fewer men than women said they had used a condom with their spouse while symptomatic (27% vs. 55%). Overall, men were more likely than women to report having used condoms ever in their lives (73% vs. 38%). These findings are beyond our expectations. However, the previous study indicated that for transport workers, the feeling of loneliness grows with every mile, but there are some who see their families even less frequently. This may cause them to be involved with a CSW or multiple partners [9].

5 CONCLUSION

This study specified that improved working conditions could significantly reduce the extent to which migrant construction workers engage in sexual risk behaviours. As a result, introduce availability of condoms at construction sites. During the interviews respondents stated concern that condoms were rarely available, despite the company's condom distribution policy. Workers had difficulties accessing condoms from clinics or shops because majority of them have no travelling documents. Escalating condom distributors for public access at construction sites would be a simple low-cost measure which could potentially reduce the overall incidence of unprotected sex.

COMPETING INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interests.

FUNDS

No funds

AUTHORS' CONTRIBUTION

The concept, data analysis and drafting of the manuscript were done by Lesego Selotlegeng. All authors contributed to reading and correcting the manuscript prior to submission.

REFERENCES

- [1] Kaboyakgosi, G. & Sengwaketse, M. (2003). *Construction and related services in Botswana SATRN Working Paper No.4*. Gaborone: Botswana Institute for Development Policy Analysis (BIDPA).
- [2] UNDP, (2000). Botswana Human Development Report 2000. Gaborone: United Nations Development Programme.
- [3] Williams, B., Gouws, E. & Lurie, M, (2002). *Spaces of vulnerability: Migration and HIV/AIDS in South Africa*. Cape town: Southern African Migration Project (SAMP).
- [4] Williams, B., Gouws, E. & Lurie, M, (2002). *Spaces of vulnerability: Migration and HIV/AIDS in South Africa*. Cape town: Southern African Migration Project (SAMP).
- [5] Brockhoff, M. & Biddlecom, A.E. Migration, (1999). Sexual behaviour, and the risk of HIV in Kenya. *The International Migration Review*, vol. 33, no. 4; pp 833-857.
- [6] CIDB, (2003). Specification for HIV/AIDS awareness. South Africa: Construction Industry Development Board. <<http://www.cidb.org.za>>.
- [7] Wong D, Berman SM, Furness BW, Gunn RA, Taylor M, Peterman TA, (2005). Time to treatment for women with chlamydial or gonococcal infections: a comparative evaluation of sexually transmitted disease clinics in 3 US cities. *Sex Transm Dis* 32(3):194–198. [PubMed]
- [8] Li S-h, Huang H, Cai Y, Xu G, Huang F-r, Shen X-m, Characteristics and determinants of sexual behavior among adolescents of migrant workers in Shanghai (China). *BMC Public Health*, 2009. **9**: p. 195.
- [9] Morapedi W.G, Post-Liberation Xenophobia in Southern Africa: The Case of the Influx of Undocumented Zimbabwean Immigrants into Botswana. *Journal of Contemporary African Studies*, 2007. **25**: p. 229–250.

Evaluation of Effectiveness of Crop Production Programme under Lachi Poverty Reduction Programme (Lprp) In Tehsil Lachi of District Kohat

Mehnaz Safdar¹, Khalid Nawab¹, Rahmatullah¹⁻², Saqib Ullah³, Muhammad Munir⁴, and Nadia Bostan⁵

¹Department of Agricultural Extension Education and Communication, the University of Agriculture, Peshawar, Pakistan

²Department of Agricultural Extension Education, Balochistan Agriculture College, Quetta, Pakistan

³Department of Statistics, Balochistan Agricultural College Quetta, Pakistan

⁴Department of Agronomy, the University of Agriculture, Peshawar, Pakistan

⁵Department of Horticulture, the University of Agriculture, Peshawar, Pakistan

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

ABSTRACT: Lachi Poverty Reduction Program aimed at developing and promoting a replicable model for rural poverty alleviation. It is a research and development project set off to improve the livelihoods of over 100,000 people in Lachi Tehsil of North West Frontier Province Kohat District. The project was initiated in April, 2000 with a proposed period of five years. LPRP has adopted multi-pronged strategy to ensure maximum return from crop production, animal husbandry and utilization of available natural resources. Based on this a study was designed to evaluate the effect of crop production program under LPRP, to evaluate the LPRP innovations regarding crop production, to study the application/adoption of these innovations by the farmers and to draw conclusions and recommendations for further improvement. The study was conducted in 09 representatives Union Councils of Tehsil Lachi, District Kohat. Interview schedule were designed in order to collect complete and correct information. The data was analyzed using computer program SPSS. It was observed that 45% of the respondents were in the age of 40-45 years and 23% were 30-40 years. Forty two percent of the respondents were illiterate, 25% were up to primary and 06% were above metric. Fifty nine percent of the respondents were having medium landholdings in the range of 12.5 acres. Twenty three percent were having less than 5 acres. Tenancy status of the farmers shows that 77% were owners of the land, 08% tenants and 15% were owner-cum-tenants. LPRP introduced different varieties of wheat, chickpea and groundnut. Daman-98, Tatara-96, KT-2000 and Uqab in wheat, KK-1 in chickpea and BARD-479 in groundnut were adopted by the people. The statement that the innovation of seed villages practically implemented was agreed by 60% of the respondents. Sixty three percent of the respondents were agreed that the schemes introduced by LPRP have given them more returns than the one they were doing. Forty five percent were agreed that these trainings were of practical application. Results of this study showed that LPRP has brought a positive change in the attitude of farmers in the project area.

KEYWORDS: Evaluation, Effectiveness, Crop Production, Lachi Poverty Reduction Programme, District Kohat.

1 INTRODUCTION

Lachi Poverty Reduction Project (LPRP) is a research and development project set up to improve the livelihoods of over 100,000 people in Lachi tehsil of Khyber Pakhtunkhwa Kohat District. The project aims at developing and promoting a replicable mode for rural poverty alleviation. The project was initiated in April, 2000 with a proposed period of five years. This project is jointly funded by the UK's Department for International Development (DFID) and United Nations Development Program (UNDP), while it is implemented by Sarhad Rural Support Program (SRSP).

LPRP has adopted multi-pronged strategy to ensure maximum return from crop production, animal husbandry and utilization of available natural resources. The overall theme of the project is to alleviate poverty through better management of the existing Flora. Main focal areas are crop production, water harvesting, livestock improvement and capacity building in agriculture related sectors.

Traditionally, wheat is a main rabbi crop of the entire Lachi Tehsil, However, some acreage is spread for chickpea. Similarly there is no crop in Kharif season in rainfed region and the area is left for uncontrolled grazing of cattle and goats, while maize, sorghum, vegetables and mung/mash are planted where water is available.

It is customary that in social sciences, particularly in agriculture extension, two models i.e. top down (TD) or bottom up (BU) are followed particularly under devolution of power to the grass root level but in LPRP, in consultation with local farming communities, followed Participatory Mobilization and Appraisal (PMA) which is fully supported by both male and female community organizations. To increase per unit production and thus generate maximum revenue from the available piece of land within the prevailing Agro-ecology, LPRP introduced a concept of participatory Variety selection (PVS). In collaboration with the experts from both Agriculture Research and Agriculture Extension, the project introduced newly approved varieties of different crop plants like wheat, maize, sorghum, chickpea, groundnut, millets etc, in the project area. Farmers of the area were encouraged to select the best out of the introduced varieties according to their own environment and needs. Thus countless numbers of new varieties were introduced to diversify the flora. Workshops, seminars and field days were arranged and experts were hired to educate the farmers on respective plots in addition to regular trainings on crop production and management.

In order to generate the flow of regular supply of seed of the selected and privileged varieties, another innovative concept of "Seed Village" was introduced. In this program a nominated growers from each CO was encouraged to multiply the seed of selected variety and share it with other members either on barter system or on cash payment. Seed villages resulted in the quick dissemination of the preferred varieties in many crops like wheat, maize and groundnut.

Although most of the area in Lachi Tehsil is rain fed, some union councils are irrigated by Tanda Dam, Kohat. Similarly, there are several tube wells and dug wells meant for irrigation purpose. To make the best use of available water and to maximize the farm returns LPRP promoted and strengthen off-season vegetables in such areas. Plastic tunnel technology was introduced to prevent young seedlings of vegetables from frost injury and cold shocks.

It is worth mentioning that in order to diversify the existing flora, LPRP introduced different species of forest and fruit plants. Selection of both types of plants was done according to the existing ecology. Guava, pomegranate, lemon and Jamon were distributed free of cost to several households in each CO. In order to make sure the participation of women, special trainings were arranged on forest nursery growing and management, poultry production and kitchen gardening. To boost the women's' earnings, they were encouraged to grow forest nurseries on commercial scale.

Any new innovation and or promotional program is considered successful only if it is widely adopted by the communities. Regarding crop production, LPRP introduced several programs for poverty alleviation in Lachi Tehsil. Now that the LPRP is winding upon, a need was felt to alleviate its crop production innovations and see the level of adoption by the beneficiaries. Moreover, assessment of these innovations based on their positives and negatives will provide bases for future replication of these innovations in similar agro-climate.

This study is designed to achieve the following objectives:

2 OBJECTIVES

1. To evaluate the LPRP innovations regarding crop production
2. To study the application / adoption of these innovations by the farmers.
3. To formulate suggestions for further improvement.

3 RESEARCH METHODOLOGY

The universe of the research comprised of the LPRP Project in Lachi region of district Kohat. Population of the study consisted of all members (male and female) who had received trainings from LPRP in the field of agriculture, livestock and forestry and were residing in Lachi region of Kohat district. Since it is very hard to approach all the organizations and farmers, where LPRP has launched their program, 09 representative Union Councils were selected purposively in both Barani as well

as irrigated regions of Lachi Tehsil. Total of 150 members and nonmembers of organizations among these union councils were randomly selected.

Keeping in view objectives of the study, an interview schedule was prepared to gather information from the respondents. The interview schedule was pre- tested to check the validity and reliability. Irrelevant questions were omitted and some relevant questions where needed were added. Data were collected with the help of the interview schedule, from the sampled respondents in the selected union councils of Lachi region. The collected data were analyzed by using computer software "Statistical Package for Social Sciences" (SPSS) to draw results and conclusions on the basis of results obtained and observations made by the respondents. Chi-square test was used where needed.

4 RESULTS AND DISCUSSION

AGE LEVEL OF THE SAMPLE RESPONDENTS

It has been shown in different studies conducted on various social problems, that age plays an important role in dissemination, adoption and diffusion of any innovation. In other words adoption and diffusion of invention is positively correlated with age.

It is evident from the above table that out of the total respondents 45% were in the age group of 40-50 years followed by 30-40 years age group which were 23%. Nineteen percent were in the age group of 20-30 years and 13% were above 50 years of age. It means that younger is the person more is the adoptability and acceptability but in the area the younger people were of school age or were involved in other services therefore, the agricultural practices were mostly carried out by middle age people.

EDUCATION

Education plays a vital role in human resource development. It influences the pace of development by providing skills, knowledge and problem solving techniques. Educational level of respondents helps in judging the quality of human resources and developing stage of society as it broadens the vision of the community. Education is an important factor which has a positive influence on human behavior either directly or indirectly. Educated people are expected to have more favorable attitude towards agricultural skills, knowledge and information as compared to uneducated ones, (Hassan, 1991). Data in this regard is represented as below:

Most of the respondents (42%) were illiterate. The literate were further classified as primary, middle, metric and above metric. The above table shows that 25% had the education up to primary level, 15% were up to middle level, 12% were up to metric and only 6% were above metric. As Lachi Tehsil is one of the backward area of Kohat district that's why the literacy rate is very low.

LAND HOLDINGS

In Lachi area land holdings of the people were of three major categories i.e., small having land holdings of less than 5 acres, medium having land holdings of 12.5 acres and large, having land holdings of above 12.5 acres. Land holdings refer to the land used for agricultural practices.

In the study area 23% of the total respondents were having less than 5 acres land, 59% were having medium land holding in the range of 12.5 acres and 18% were having large land holding of above 12.5 acres. Mansha (1970) stated that there existed no significant relationship between educational level of the respondents and the adoption of recommended cropping patterns but the size of land holding had positive relationship with the adoption of recommended practices.

TENANCY STATUS

Peoples carrying out agricultural practices are of three types. Owners are the land lords i.e., they have their own land. Tenants are those farmers who have no land and they cultivate the land of others. Owner-com-tenants are those who had their own land and they themselves cultivate it.

In the above table 77% of the total respondents were owners of their lands, 08% were tenants and 15% were owner-cum tenants.

Different varieties of the three major crops i.e., wheat, chickpea and groundnut were introduced in Lachi area and people selected varieties suitable to their conditions. For wheat Tatara-96, Daman-98, Suleiman-96, Dera-98, Raj, Uqab, Nasir-2000, Fakhre Sarhad, S-2000, K-96, K-87, KT-2000, Wafaq and Chakwal, were introduced, of which Daman-98, Tatara-96, KT-2000 and Uqab were the most liked varieties in that area. For chickpea Sheen Ghar, KK-1, KC-98 and Parbat were introduced and KK-1 was mostly selected by the people of the area. For groundnut BARD-479, BARD-92 and C-130 were introduced of which BARD-479 was adopted by most of the farmers of the study area. Identification and development of crops and their cultivars with improved salt tolerance has been the key to improve and production (Sharma Goyal 2003). Similarly Muhammad (1979) observed that availability of good quality certified seed of recommended varieties is perhaps the main bottleneck in the efforts of government agencies.

SEED VILLAGES

Improved varieties of wheat, chickpea and groundnut were provided to the farmers by LPRP. They sow these improved varieties in comparison to their local varieties and they got the highest and better yield. Those farmers then sold that improved varieties seed to other farmers, as reported by Dahiya et al. 1996 that the reduction in area and production of food legumes, which are an integral components of farming system of agricultural based developing economics, is of great concern in the context of sustainability of agriculture. Waheed (1980) reported that to encourage production of quality seed, the government should purchase approved seed from the registered growers at premium prices.

a. Chi-square (χ^2) Significant at .05 level

The following information were collected

- 1) The innovation of seed villages was practically implemented. Sixty percent of the total respondents were satisfied with this statement, 30% were strongly agree while 30% agreed, 12% were uncertain, 18% were disagree and only 10% were strongly disagree.
- 2) Seed Villages helped in getting quality seed, 27% respondents were agree with it, 16% were strongly agree, 24% were uncertain, 17% disagree and 16% were strongly disagree.
- 3) Seed villages be continued: About 58% people were agree that seed villages should be continued, 30% were strongly agree, 16% were uncertain, 16% were disagree and only 9% were strongly disagree.
- 4) The concept of seed villages be extended to other crops too. Fifty four percent respondents were of the opinion that the concept of seed villages be extended to other crops as well, 20% were uncertain, 26% were not in favor of this statement.
- 5) The community members are mobilized to continue this innovation even after winding up of the project. Out of the total respondents 34% were mobilized to continue this innovation after winding up of the project, 31% were uncertain and 27% were disagree and only 8% were strongly disagree.
- 6) Fifty seven percent of the total respondents were not agree with the services of government organizations, 23% were uncertain and 20% of the respondents were in favor of it.

Forty six percent of the total respondents were agree that the schemes are meeting our needs, 28% were uncertain, 18% were disagree while 8% were strongly disagree with the statement.

Sixty three percent were of the opinion that these schemes are giving us more returns than the one which they had adopted, 23% were uncertain and only 13% were not agree. Thirty four percent of the respondents were agree that these technologies are environmentally friendly, 40% were uncertain and 16% were disagree.

Forty three percent of the respondents were happy in getting these technologies, 23% were uncertain and 34% were disagree. Nine percent were strongly agree that they have enough skills to undertake these technologies, 28% were agree, 45% were not sure while 18% were not in favor. Fifty nine percent of the respondents were of the opinion that they can easily get the material used in these innovations, 11% were uncertain and 30% were disagree. Forty three percent agreed that these activities are well suited in our conditions, 34% were uncertain, 21% disagreed and only 2% strongly disagreed. Farmers should be motivated to attend the trainings and their interest be raised similar evaluation was found by Budakand Yurdaul (2004). The effectiveness of agricultural extension services will clearly be enhanced when an extension worker's and farmer's training centers is established.

a. Chi-square (x2) Significant at 0.05 level

Forty five percent of the respondents were agree that these trainings were of practical application to them, 21 % were uncertain, 34% were disagree, 59% of the respondents were agree that these trainings helped them in increasing their farm income, 27% were uncertain and 13% were not satisfied. Thirty three percent were of the opinion that the technologies projected in these trainings are environmentally friendly, 37% were uncertain and 20% disagreed. Sixty two percent of the respondents agreed that the participants of the trainings were actually farmers, 20% were uncertain and 18% were disagree. Forty percent of the respondents were agree that most farmers are using the technical knowhow which they gained from these trainings, 20% were uncertain about it and 40% were disagree. Twenty percent of the respondents were satisfied that LPRP has arranged sufficient trainings and there is no need of further trainings in crop production, 34% were uncertain and 46% were disagreed. Chaudhary (1970) observed that the hurdles which impeded the adaptation of improved agricultural practices by farmers were lack of awareness about certain practices.

Table 1. Distribution of respondents according to age level

Age Groups	NO.	% age	Chi-square test
20-30	29	19	9.27 (0.017)a
30-40	35	23	
40-50	68	45	
Above 50	18	13	
Chi-square (*x2)Significant at 0.05 level			

Table 2. Distribution of respondents according to their education level

Education	No.	% age	Chi-square test
Illiterate	64	42	5.44 (0.029)a
Up to primary	38	25	
Up to middle	23	15	
Up to matric	16	12	
Above matric	09	06	
Chi-square (x2) significant at 0.05 level			

Table 3. Distribution of respondents according to land holdings (Acres)

Area	No.	% age	Chi-square test
Small (5ac)	35	23	12.71(.009)a
Medium(12.5 ac)	88	59	
Large (above 12.5)	27	18	
a. Chi-square (x2) Significant at 0.05 level			

Table 4. Distribution of respondents according to tenancy status

Category	No	% age	Chi-square test
Owner	116	77	16.06(.000)a
Tenant	12	08	
Owner-cum-tenant	22	15	
a. Chi-square (x2) Significant at 0.05 level			

Table 5. Distribution of respondents regarding the following information

Statements	Strongly agree	Agree	Uncertain	Disagree	Strongly disagreed	Chi-square test
The innovation of seed village was practically implemented	30	30	12	18	10	9.41 (0.011)a
Seed villages helped in getting quality seed	16	27	24	17	16	5.61(.032)a
Seed villages should be continued	30	29	16	16	9	8.30(.017)a
The concept of seed villages be extended to other crops too	26	28	20	15	11	10.04(.007)a
The community members are mobilized to continue this innovation even after winding up of the project	12	22	31	27	8	2.11(0.54)ns
The services of government organizations, especially extension department will further improve the quality of this venture	13	7	23	32	25	6.44(.015)a

Table 6. Distribution of respondents regarding overall rating by the community members

Statements	Strongly agree	Agree	Uncertain	Disagree	Strongly disagreed	Chi-square test
These schemes are matching my needs?	20	26	28	18	8	9.35(0.012)a
These schemes are giving me more returns than the one I am doing?	34	29	23	4	9	12.09(.002)a
These technologies are environmentally friendly?	13	21	40	12	4	4.89(.050)a
People are happy in getting the technologies?	22	21	23	15	19	3.66(.067)ns
I have enough skills to undertake these technologies?	9	28	45	9	9	11.34(.001)a
I can easily get the material used in these innovations?	20	39	11	20	10	6.32(.018)a
These activities are suited well in our conditions	18	25	34	21	2	5.13(.034)a

a. Chi-square (x2) significant at .05 level

Table 7. Distribution of respondents regarding level of satisfaction from the trainings on these innovations arranged by LPRP.

Statements	Strongly agree	Agree	Uncertain	Disagree	Strongly Disagree	Chi-square test
These trainings were of practical applications.	22	23	21	15	19	3.41(.066)ns
These trainings helped me in increasing my farm income	33	26	27	9	4	12.22(.002)a
The technologies projected in these trainings are environmentally friendly	12	21	37	13	7	6.30(.017)a
The participants of the trainings were actually farmers.	23	39	20	11	7	10.64(.007)a
Most farmers are using the technical know-how which they gained from these trainings	10	30	20	20	20	5.11(.5034)a
The LPRP arranged sufficient trainings and there is no need of further trainings in crop production.	7	13	34	21	25	6.49(.018)a

5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Results of this study show that LPRP has brought a positive change in the attitude of farmers in the project area. The role of LPRP in the development of agriculture was worth mentioning. It has brought improvements in crop yield and livestock industry. The farmers were made aware of the new varieties, their cropping technologies, new breed of livestock and water management techniques. LPRP plays a major role in capacity building of farmers in modern agricultural practices. The study is useful document for future programmes of such nature.

- LPRP should spread their development activities for maximum participation of the entire rural masses
- More and more capacity building trainings should be arranged
- Farmers should be strongly motivated to adopt the new varieties and technologies
- LPRP facilitators and coordinators should be more skilled and practical oriented so that farmers face fewer problems.

REFERENCES

- [1] Budak,D.B. and O.Yurdakul.2004. Sustainable agricultural development through extension education. Plant Sci.3 (2):215-218.
- [2] Chaudhary, H.A. 1970. A study of the factors which impeded the adoption of improved agricultural practices by the farmers of Wazirabad Tehsil of Gujranwala District. M.Sc.(H) Agri.ExtThesis, U.A.,Lyllpur110-130.
- [3] Dahiya, B.S., V. S. Lather and B.S.Mehl. 1996. Approaches to upgrade the genetic potential of productivity of chickpea.23 (2):193-198.
- [4] Hassan, A.1991. Economic development in Pakistan progress and problems. Economic Analysis Network (EANO) project Islamabad.
- [5] Mansha, M.1970. A study of the land use patterns of farmers of Tehsil Chunian District Lahore. M.Sc. (Hons) Agri.Ext.Thesis,U.A.Lyllpur. Pp 35-4.
- [6] Mohammad, A.1979. National wheat Perspective Analysis of the production strategy for last wheat crop and priorities for future. National seminar on wheat research and production Islamabad. PARC, August. Pp 80-105.
- [7] Sharma, S.K., S.S. Goyal. 2003. Progress in plant salinity resistance research: Need for an Integrative Paradigm. Crop-Prod. (1-2): Pp 387-407.
- [8] Waheed, A.1980. Agricultural Research in Pakistan. Islamabad:PARC,December. Pp 25-40.

What challenges affects the implementation of E-learning in Ghana Tertiary Institutions?

Kenneth Wilson Adjei Budu and Owusu Ackah

School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, China

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

ABSTRACT: The objective of this study is to examine key challenges hindering the implementation of E-learning systems in Ghanaian tertiary institutions and to recommend practical measures that would ensure the attainment of its fullest potential. Most institutes of higher learning in Ghana have initiated reforms geared towards E-learning adoption. However, the execution of this laudable concept of teaching and learning has not been without its associated implementation challenges. Thus, affecting the realization of all the advantages associated with E-learning. The objective of the study therefore is to ascertain key problems hampering the implementation and utilization of successful E-learning systems in Ghanaian tertiary institutions. Data for the study was gathered through the deployment of questionnaire, interview and secondary data. The survey comprises of 163 respondents made up of School authorities, Faculty members, ICT staff and students of 4 tertiary institutions in Ghana.

The results revealed that the introduction of E-learning comes with inherent challenges that must be dealt with by both Government and implementing tertiary institutions in order to derive all the advantages that comes with it. The study concluded by proposing conceptual recommendations that will enhance the success rate of E-learning implementation by institutes of higher learning in Ghana. In addition, the study suggests that the opportunities with this mode of teaching and learning by far surpass the challenges.

KEYWORDS: electronic learning, Ghana Tertiary Institutions, Implementation Challenges, ICT.

1 INTRODUCTION

Tertiary institutions all over the world are continuously striving for innovation in teaching and learning. An increasing number of them operating in international education markets are using E-learning as a cost effective alternative to conventional face-to-face learning systems (Loh et al, 2016). A large and growing body of research shows that a high technology (high tech) workforce will create substantial economic benefits. Lichtenberg (1995) reported that a single Information Technology (IT) worker can be substituted for six non-IT workers.

Improving tertiary education in Ghana and for that matter other developing countries had until recently been overshadowed by initiatives focusing on national economic and infrastructure development. However, in recent times investments by governments and other developing partners are targeted at expanding the number of student enrollment at all levels of education, higher education inclusive. In conjunction with this, the transformation of tertiary education through the introduction of ICT initiatives to produce capable work force. Numerous policies and projects are being introduced to usher ICT and related teaching, and learning approaches known jointly as electronic-Learning into schools, notably institutes of higher learning.

Various forms of reforms have been initiated by educational policy providers in a bid to provide alternative modes of delivery, such as technology enhanced modes of learning. This has generated a great deal of attention from students, educational designers, researchers, policy makers and education providers. The past 20 years have witnessed a rapid growth of E-learning, "the third generation of distance education" mostly in the economically advanced countries, and most recently, in developing nations (Garrison and Anderson, 2003). One important reason that can explain the increasing demand for E-

learning by potential students in developing countries is the lack of infrastructural capacity by tertiary institutions to enroll students to pursue programs offered through the conventional face-to face mode of teaching and learning. Garg et al (2015) in their study established that extant literature have identified a number of impediments towards adoption of ICT in supporting teaching and learning in developing countries, few however, have explored the most significant obstacles affecting their implementations.

Tertiary institution in Ghana embarking on any form of E-learning initiatives should explore what it takes to create a successful e-learning experience for diverse learners. Kahn (2001) proposed “A Framework for E-Learning”. The framework began with the question "What does it take to provide the best and most meaningful open, flexible, and distributed learning environments for learners worldwide?" and comprise of eight dimensions: institutional, pedagogical, technological, interface design, evaluation, management, resource support, and ethical. Each dimension has several sub dimensions each consisting of issues focused on a specific aspect of an e-learning environment. Wagner et al (2008) stated that the degree or magnitude of E-learning technology varies significantly among delivery institutions.

The focus of this study, therefore, is to undertake an assessment of challenges affecting the success rate of E-learning among tertiary institutions in Ghana. A review of literature of E-learning in Ghana revealed that it is currently bedeviled with lots of challenges acting as barrier to its utilization across economic, geographic and cultural barriers. Dominant among these challenges were issues that had to do with existence of ICT and E-Learning infrastructural gap resulting in equipment and software challenges exacerbated by inappropriate and obsolete equipments, inefficient connectivity and unaffordable internet bandwidth. In addition, there is also lack of trained and motivated ICT and administrative support staff with adequate skills to aid the integration of ICT into courses which are relevant contextually and thereby creating lasting interest to attract students or learners

2 LITERATURE REVIEW

2.1 DEFINITION OF ELECTRONIC LEARNING (E-LEARNING)

For researchers, E-learning is a broad and disconnected area of enquiry that has attracted disciplines as diverse as educational, psychology, computer science, information science, management, communication etc. The comprehensiveness of the subject and the divergent objectives, goals or targets among those studying E-learning has led to a disconnected understanding of what E-learning means and how it should be defined. The current state of affairs is best illustrated and exemplified by the numerous terms used to refer to instruction delivered through computer technology, such as; online learning, distant learning, distant education, computer-assisted instruction, computer-based instruction, technology-delivered instruction, E-learning, computer-based simulation, and simulation games.

E-Learning is a term that means something different to almost everyone who uses it. Some use the term to refer to packaged content pieces and others to technical infrastructures. Some think only of web-based self-study while others realize E-Learning can encompass real-time learning and collaboration. Rosenberg (2001) defined E-Learning as “*the use of Internet technologies to deliver a broad array of solutions that enhance knowledge and performance.*”. Within two years, this definition has expanded to include wireless as well as internet technologies with the two technologies often working together to deliver focused learning and teaching. Jenkins & Hanson (2003) also referred to E-learning as learning facilitated and supported through the use of information and communications technology (ICT). Garrison (2011) on the other hand, defined E-learning as “electronically mediated asynchronous and synchronous communication for the purpose of constructing and confirming knowledge.” E-learning can be classified into two broad categories, synchronous and asynchronous (Cantoni, 2004). Brown et al (2012) in their study discovered 46 distinct terms.

2.2 DIMENSIONS OF E-LEARNING

The variations in the configuration of E-learning offerings can be described through a number of dimensions, as listed in Table 1 below. These attributes are categorized into dimensions, which are; synchronicity, location, independence, and mode. E-learning can be real-time (synchronous) or flex-time (asynchronous). According to Romiszowski (2004), in cases where technology such as video conferencing and electronic white boards are used in the execution of E-learning, it is referred to as Synchronous. In other words, students are required to be present at the time of content delivery. However, Asynchronous applications include programmed instruction and tutorials that allow students to work through the screens at their own pace and at their own time. Most of the courses available on the Internet are based on this asynchronous model (Greenagel, 2002).

Studies across the world have unveiled a growing potential of E-learning in addressing the many socio-economic challenges confronting nations, especially the educational sector. A white paper reports by Olson et al (2011) states among other potentials of E-learning as; addressing the issue of shortage of teachers at all levels of education, addressing the issue of shortage of learning materials such as textbooks for students, improving the quality of education through the provision of improved informational content and learning approaches, and providing students with requisite information communication technology skills.

Table 1: Dimension of E-Learning

Dimension	Attribute	Meaning	Example
Synchronicity	Asynchronous	content delivery occurs at a different time than receipt by the student	lecture module delivered via email
	Synchronous	content delivery occurs at the same time as receipt by the student	lecture delivery via web cast
Location	Same place	students use an application at the same physical location as other students and/or the instructor	using a GSS to solve a problem in a classroom
	Distributed	Students use an application at various physical locations, separate from other students and the instructor	using a GSS to solve a problem from distributed locations
Independence	Individual	students work independently from one another to complete learning tasks	students complete e-learning modules autonomously
	Collaborative	students work collaboratively with one another to complete learning tasks	students participate in discussion forums to share ideas
Mode	Electronically	Only all content is delivered via technology, there is no face-to-face component	an electronically enabled distance learning course
	Blended	e-learning is used to supplement traditional classroom learning	in class lectures are enhanced with hands on computer exercises

Source: Wegner et al (2008)

2.3 ICT IN EDUCATION AND IMPLEMENTATION OF E-LEARNING IN GHANAIAI TERTIARY INSTITUTION

Ghana is among the top twenty countries with the highest E-learning growth rate in the world, where it's expected to grow by 45% in 2020 (Ambient Insight Report, 2015).

Ghana has always exhibited its commitment in transforming the agro-based economy of Ghana into an information rich and knowledge-based economy and society using the tools of Information and Communication Technology (ICT). It acknowledges the need for ICT training and education in schools, colleges and universities and the overall improvement of the education system. The deployment of ICT into Education will result in the creation of new possibilities for learners and teachers to engage in new ways of information acquisition and analysis. ICT will enhance access to education and improve the quality of education delivery on equitable basis.

Consequently, The government in collaboration of its developing partners it came up with the "ICT in Education policy document" in 2008, after an extensive consultative process with various sector stakeholders, thus; public, private, civil society and development partners. The development of this policy represented a critical step in streamlining efforts towards integrating ICTs into Ghana's educational sector.

The policy outlined various thematic through the guiding principles, objectives and associated strategies that have been identified to achieve goal. Included in these thematic areas was the Educational Management –Ministry/Agencies and Educational Institutions as well as Infrastructural, E-readiness and Equitable access. As part of the strategies, the policy proposed the upgrade of ICT facilities (laboratories, equipments, software, digital libraries, communication access) to acceptable international standards and the promotion of electronic and distance education, virtual leaning systems to complement and supplement the face-to-face campus based educational training systems (ICT for Education Policy, 2008). It

is important to note, however that the government has come up with a revised policy document “National ICT in Education Policy for Ghana” in furthering it reengineering bit to the deploy and the create new possibilities for learners and teachers to engage in new ways of information acquisition and analysis and also enhancing access to education and improve the quality of education delivery on equitable basis.”. Most tertiary institutions in Ghana (both public and private) are taking advantage of these policy initiatives by the government to transform their mode of educational delivery bearing in mind the enormous benefits that comes with it.

The University of Ghana has improved facilities in the distance learning centers starting from the 2015/2016 academic year. Students, who are admitted to specific regional centers, will have all tutorials and examinations in their centers, rather than travelling to traveling to the main university campus. This move will go a long way to enhance teaching and learning whiles the programme is being moved away from the use of paper-based teaching materials to Sakai, an E-Learning platform. Additionally, the university’s Distance Learning mode has been boosted with a 37.5 million dollar Information and Communication Technology (ICT) project under the Chinese Phase 2 ICT Project. The project, funded with a Chinese Government loan procured by the government of Ghana on behalf of the University, has deployed an integrated Digital Mobile Learning platform for Distance Education. As part of the project, the Accra, Koforidua, Sunyani, Takoradi, Tamale, Tsito, and Wa Learning Centres have been equipped with modern facilities; with each center provided with ultra-modern computer labs, smart classrooms, a video conference facility, backup generators and outdoor Wi-Fi. In addition, as part of the project; 3000 internet enabled android tablets have been acquired; pre-loaded with the relevant teaching and learning materials, and distributed to newly admitted students.

Furthermore, the Kwame Nkrumah University of Science and Technology has a central ICT center with a seating capacity of about 250 personal computers with an executive wing for senior members of staff. Computer access on campus with student/computer ratio is 8:1. The university has taken up the challenge of increasing access to tertiary education and training through the Institute of Distance Learning (IDL), in response to the Ghana Government policy on Tertiary Education and education technology innovations worldwide of providing the policy framework for Ghanaian Universities to increase access to tertiary education. The E-learning center at KNUST offer programmes such as MSc in Information Technology, ICT professional courses and MBA in Finance through ICT usage for the Ghanaian public (KNUST, 2016).

The African Virtual University (AVU), between November 26th and 28th, 2012, launched the AVU multinational Project in Ghana. The project was launched in three institutions including the Ghana Institute of Management and Public Administration, the University of Education – Winneba, and the Kwame Nkrumah University of Science and Technology in Kumasi. The African Virtual University (AVU) has announced the launching of a multinational project in Ghana. At the Ghana Institute of Management and Public Administration (GIMPA), there is also an implementation of a multinational Project II. Ghana is the only country with three institutions participating in the Multinational Project II (AVU, 2016).

In spite of the laudable initiatives being done currently to boast and embrace E-Learning towards transforming higher education delivery in Ghana, its implementation hasn’t been without problems. A review of various literatures on E-Learning has revealed that not much in terms of studies have been devoted to investigate its implementation challenges by tertiary institutions in Ghana specifically. The objective of this study, however, is to undertake a comprehensive assessment of factors impeding the smooth implementation of E-Learning in Ghanaian tertiary institutions and to recommend strategies that could be adopted to ensure the attainment of its fullest potential by users as well as the implementing institutions. The findings and recommendations of this study would benefit researchers interested in other aspects of e-learning adoption and its implementation in the context of developing economies that may not been catered for under this study.

3 RESEARCH METHOD

The objective of this study is to investigate key factors hindering the successful implementation of E-learning systems in Ghana’s tertiary institutions. The study adopted a random sampling to collect data from respondents for the purpose of the study. The sample size of the study was 200 respondents, drawn from four tertiary institutions in Ghana. The criteria for selecting these institutions were due to their adoption and utilization of E-learning system for at least three consecutive years. The study assumed that by meeting the above criteria, the selected institutions had comparatively and relatively well-established teaching, learning and research infrastructure, as well as generated more teaching and learning materials in E-learning. Hence they were more likely to assist in unraveling a solution to the research question than institutions that just commenced or plan to implement E-learning.

The unit of analysis for this study was these four institutions on which individuals such as university authorities, faculty members, ICT staff and students were presumed to be representing. Therefore, all relevant data for the study was collected from these institutions through the use of a structured instrument; that is a questionnaire. To ensure the content validity of

the scales adopted in this study, the items were derived from existing instruments used to measure all the phenomenon of interest in this study. This approach helped ensure content validity (Chang & Tung, 2008). Notwithstanding, in most cases, the wording in the existing items were reviewed to be consistent and relevant to our study. A 5 point Likert scale ranging from 1 as strongly disagree to 5 as strongly agree is used for the measurement.

3.1 DATA ANALYSIS

This section of the study presents the manner in which data collected for this study was stored and analyzed to arrive at our findings. Through the process of categorizing and coding, the data collected from the questionnaire were quantitatively analyzed using Microsoft excel.

Additionally, qualitative data from interviews was organized into relevant themes and concepts. After analysis of both quantitative and qualitative data, it was interpreted by use of descriptive narrations. The data analysis process also included the comparison between the responses and relevant documents to augment the quality of information.

3.2 DATA COLLECTION

The questionnaire included 4 parts and 40 items. The first part was used to capture the demographic characteristics of the respondents as well as their digital literacy. Respondents were asked to rate their own capabilities to carry out range of tasks using a computer or mobile device. These tasks used for this study were adopted from Kennedy et al (2008).

Part 2 which was made of 10 items questionnaire was used to solicit responses on the availability or otherwise of ICT and E-Learning infrastructure for implementation of E-learning. Part 3, on the other hand measured the general perception or attitude towards the implementation of E-learning in Ghanaian tertiary institutions using 10 items. The final part, which is part 4, and made up of 10 items was meant to assess the existence or otherwise of institutional support systems for E-learning and Education Technology

The respondents were university authorities, members of faculties, and staff of ICT department Ghanaian tertiary institutions who are currently running programs in E-Learning at the undergraduate level to help us answer the research question. In all, 200 questionnaires were distributed while 163 were retrieved, representing an acceptable 81.5% retrieval rate. The respondents comprised of 8 university authorities, 65 members of faculties, 10 staff members of ICT departments, and 80 students. The objective of purposive sampling is to focus on particular characteristics of a population that are of interest, which will best enable you to answer your research questions. To this end, purposive sampling which is also known as selective or subjective type of non-probability sampling technique was used to select the 8 university authorities and 10 ICT staff for the study. However, in the case of faculty members and students, a simple random sampling technique was adopted to select the respondents for the study.

4 FINDINGS AND DISCUSSIONS

4.1 DEMOGRAPHY OF RESPONDENTS

The figure 1 presents the demography of the respondents of this study.

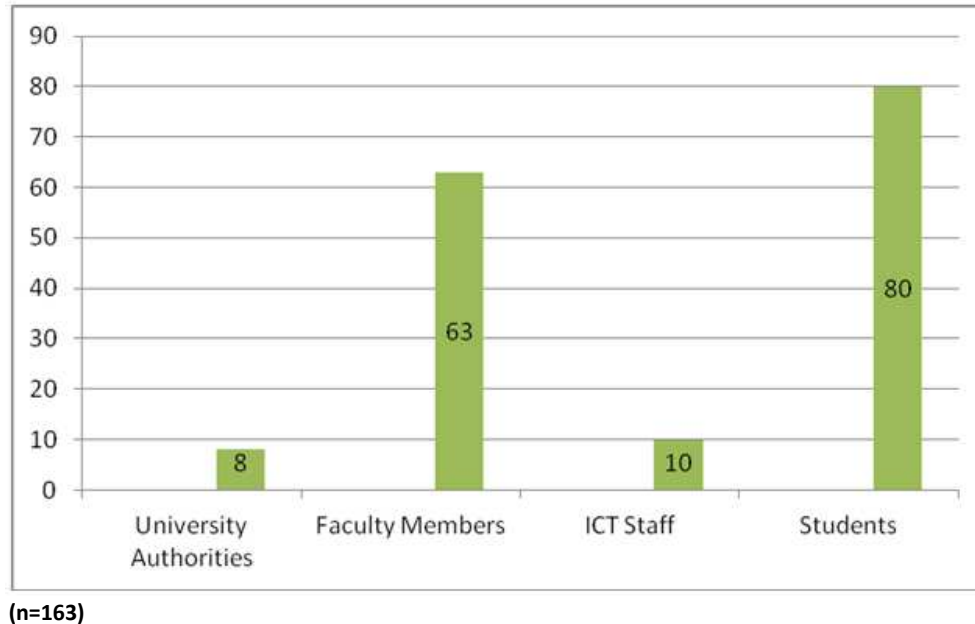


Fig. 1. Demographic Characteristics of Respondents

4.2 NON-AVAILABILITY OF ICT AND E-LEARNING INFRASTRUCTURE

The lag in the development of computer and ICT infrastructure was identified as one of the key factors hindering the smooth and implementation of E-learning systems in Ghana's tertiary institutions. To ascertain the adequacy and availability of ICT and E-Learning infrastructure in these institutions, a question was asked on the existence of well-equipped computer laboratories, expansion of ICT services, improved network backbone and increased bandwidth. Internet bandwidth is rather limited. The University of Ghana, for instance has increased its internet bandwidth from 10 megabyte per second (mbps) in early 2010 to 310 mbps in late 2013 (UG, 2015) in terms of both uplink and downlink, internet connectivity in virtually all the institutions are unreliable. E-learning system users have to rely on their private USB mobile internet connectivity to be able to complete their tasks.

The study revealed that, significantly, 85% (that is 139) of the respondents consented to the fact that there were various challenges involving the inadequacy of ICT infrastructure to aid the implementation of E-learning in Ghana's tertiary education delivery system. Equally prominent also, was the lack of awareness of existing ICT services, lack of coordination across campuses and departments, lack of instructor incentives to integrate technology with teaching and research, frequent power outages and fluctuations. This is consistent with the results obtained by (Marfo & Okine, 2011) on their study of the disadvantages of implementing E-Learning systems in Kwame Nkrumah University of Science and technology Kumasi, Ghana.

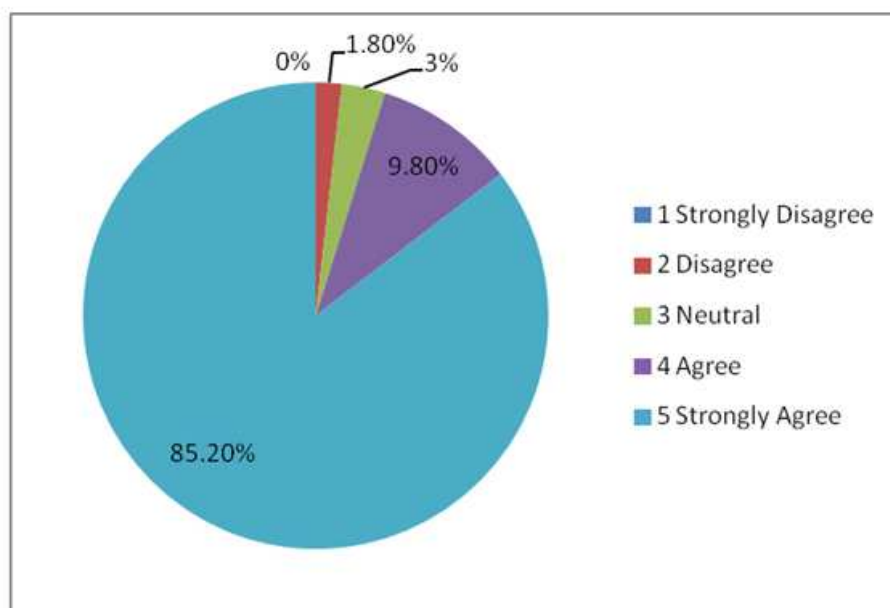


Fig. 2. Lack of availability of ICT and E-Learning infrastructure

4.3 ATTITUDE AND PERCEPTION TOWARDS E-LEARNING SYSTEMS

Furthermore, analysis of data collected (both primary and secondary) confirmed the general perception that even though, the concept of E-learning is consociated with instructional experience that is difficult or impossible to create in the classroom or through alternative media, they still harbor a negative perception with regards to its adoption and utilization. Another factor that was also identified as being responsible for the difficulties confronting the successful implementation and integration of E-learning systems was the issue unwillingness and hesitation to change. Andersson and Grönlund (2009), in their study, reported that beliefs and attitudes of decision-makers in a system will affect the growth of both technology and e-learning in a country. In this study, a sizeable majority 61.3% (that is 100) of the respondents agreed that E-learning is still embroiled with certain deficiencies, particularly as alternative to the conventional face-to-face mode of education where a classroom made up of students with a teacher leading the process.

The integration of ICT into the higher education delivery in Ghana calls for a new orientation in methods and changing roles of teachers and quite obviously pushing some faculty members out of their comfort zones. The resistance to change by these institutions and strong feelings of academic staff towards traditional teaching practice and methods is a major concern requiring urgent attention. The apparent deficiency of teacher incentives to integrate technology with teaching and research was clearly manifested. The study found that, a segment of stakeholders still holds the view that E-learning offers less educational value than traditional classroom courses. A section of faculty members who were interviewed were skeptical of the value of E-learning because it differs in terms of characteristics and traits from the way they were taught, and hold the fear that the system will distant them from their students, thereby subverting the educational and mentoring process. This is coherent with the study by Kwofie & Anders (2011) that Ghana educational system portrays the teacher as the principal source of knowledge.

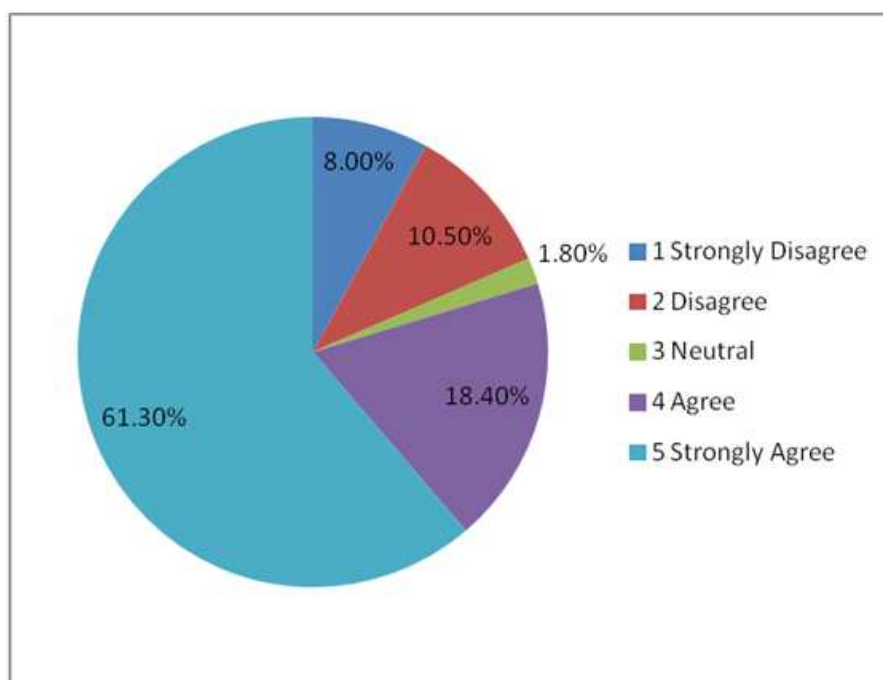


Fig. 3. Attitude and perception towards E-Learning Systems

4.4 INSTITUTIONAL SUPPORT SYSTEMS FOR E-LEARNING AND EDUCATION TECHNOLOGY

To conclude, the questionnaire was administered to obtain responses that will enable the study analyze another important factor, which is the availability of institutional support systems that are targeted towards E-learning implementation and improvement in education technology in these institutions. Data gathered demonstrated that, although these tertiary institutions have been implementing E-learning for at least three years or more, there was no policy documents designed to guide the implementation process. Institutional support, policies and strategies that will ensure the creation of a solid basis for a wider integration of learning technologies in teaching and learning were not well grounded and constituted.

Critical institutional and management responsibilities such as the provision of monitoring and evaluation support systems which will provide support to assess that the outcomes of E-learning match the anticipated goals were in most cases nonexistence. In situations where policy documents on ICT and E-learning implementation have been put in place, lack of firm and concrete budgetary commitment prevents its adherence to the latter.

Additionally, management of these institutions has failed to institutionalize policies that will serve as motivators to administrators, teachers and students to adopt and implement E-learning systems for teaching and learning purposes. Although, virtually all these institutions make yearly projections and financial budgetary allocations for E-learning implementation and related activities collected to technological mediated teaching and learning, it's evident that these allocations are not sufficient to accomplish important E-learning activities like the provision of infrastructure, training, creating of awareness on the need to change and empowering teachers to the learning process by transforming themselves into team leaders and role models.

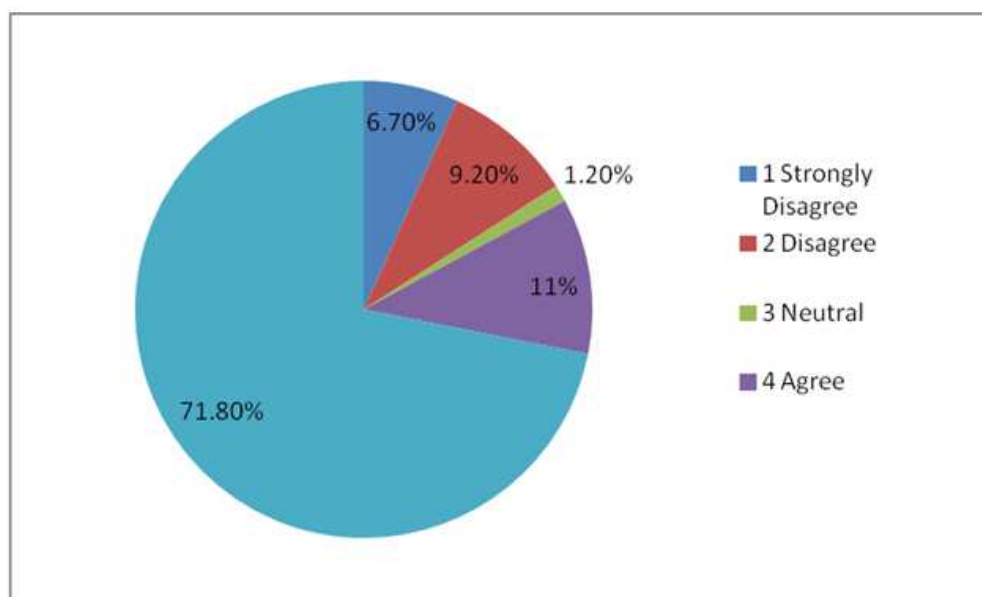


Fig. 4. Institutional support systems for E-learning and Education Technology

5 RECOMMENDATIONS

Having gathered and analyzed both qualitative and quantitative data obtain for this study; the results and discussions above indicate that the implementation of E-learning in Ghanaian tertiary institutions, notwithstanding all the benefits that is associated with, is still faced with myriad of constraints. Bhuasiri, Wannasiri, et al (2012) in their study to investigate critical success factors for E-learning in developing countries, identified six (6) dimensions and twenty (20) critical success factors for E-learning systems in developing countries. Technology awareness, motivation and changing users' behavior and attitude towards E-learning featured predominantly for the successful implementation of E-learning in the context of developing countries. The critical constraints confronting the adoption and smooth implementation E-learning by Ghanaian tertiary institutions can be attributed to the problems enumerated in the results and discussion section of this study. The following key E-learning implementation challenges were identified by the study;

- ICT and E-Learning Infrastructural gab resulting in equipment and software challenges exacerbated by inappropriate and obsolete equipments, inefficient connectivity and unaffordable internet bandwidth.
- Inadequate financial and budgetary support, resulting in overly dependence on external support thereby E-learning implementation facing problems after funding has elapsed.
- Lack of consultations and coordination among tertiary institutions and appropriate government agencies resulting in many piloted E-learning programmes enable to expand to other courses.
- Lack of trained and motivated ICT support staff, and school administrators to support, with adequate skills the introduction of E-learning into courses which are relevant contextually and thereby creating lasting interest to attract students or learners.
- Insufficient technological (ICT) orientation on E-learning and general absents of E-learning implementation policies, guidelines and strategies.
- Lack of interest and negative perception towards E-learning by key stakeholder groups.

The development of matured E-learning systems in higher education delivery in Ghana is still restricted by lack of complete and absolute ICT infrastructures and connectivity solutions. According to 2012 estimates by the international telecommunication authority (ITU, 2012), internet penetration in Africa has reached only 15.6%. Despite the fact that the impact is undoubtedly significant, the statistics showcases a major infrastructural inequality between Africa and the rest of the world. It is however gratifying to note that the progressive increase in the demand for mobile devices seems to be a major motivating factor and trend that will encourage the growth and development of E-learning in Africa and Ghana in particular.

Thus, in the light of the constraints identified above by the study, as the main factors affecting the smooth implementation and adoption of E-learning systems by tertiary institutions in Ghana, the study proposes the adoption of the following recommendations for addressing implementation challenges confronting E-learning adoption in Ghana's tertiary education delivery system.

PROVISION OF ADEQUATE ICT AND E-LEARNING INFRASTRUCTURE:

Various Surveys indicate that the Ghanaian learning population is willing to engage and embrace new technology-based tools to improve their education and knowledge. However, the Ghana's current ICT infrastructure proves to be a main hindrance, undermining the long-term benefits of Internet and computer mediated learning.

The smooth and successful implementation of E-learning in Ghanaian tertiary institutions, the process of transforming the country's economic development and spurring a transition from an agrarian to a knowledge- based economy, to a large extent, depends on the provision of appropriate internet bandwidth and required hardware and software packages. This is also dependent on the availability of appropriate ICT infrastructural facilities, while institutions implementing E-learning systems ensure continuous availability and affordable high-speed internet connectivity.

The government of Ghana, developing partners and all stakeholders in education must recognize the expansion of ICT and E-learning infrastructure as a topmost priority. There should be conscious efforts and commitments towards expanding and maintaining ICT and E-learning infrastructure, empowering ICT staff with requisite technical capacity and the acquisition and deployment of appropriate computer aided design and software to support and foster E-learning implementation process in tertiary institutions. The government, through the Ministry of Education should as a matter of policy ensure the efficient monitoring and evaluation of all E-learning programmes across the country and tertiary institutions in particular

IMPROVING INSTRUCTIONAL CHARACTERISTICS:

Ross et al (2010) argued that "educational technology is not homogeneous 'intervention', but a broad variety of modalities, tools and strategies for learning. It depends on how well it helps teachers and students achieve the desired instrumental goals". Effectively, to ensure successful implementation of E-learning in Ghanaian tertiary institutions, conscious efforts must be done to improve the instructional characteristics and underpins engrafted in them such as; content, immersion, interactivity and communication. Through these characteristics, E-learning systems can produce a particular instructional feature, characteristic or experience.

By "content", this study refers to the degree of consistency of value and substance with which knowledge is transferred to students through E-learning. Communication quality such as bandwidth should be increased in order to positively influence students' ability to communicate verbally or non-verbally.

The richness of communication channels must be improved to enable students interact synchronously in real time. Interactivity, that is the level of interaction between student-student, student-teacher, teacher-teacher as well as institutional collaboration should also be enhanced.

TACKLING THE CULTURE AND BARRIER TO CHANGE:

A new mindset is required to adopt ICT in education with authorities, teachers and students of tertiary educational system in Ghana spearheading the effort favorably towards new learning and instructional methodologies that would allow them to catch up with their colleagues in other developed countries. Key issue hampering and obstructing the integration of E-learning implementation in tertiary institutions in Ghana is the existing culture of systematic resistance to change. The need for a comprehensive re-orientation targeted towards eliminating conservativeness and inherent reluctance by tertiary institutions in Ghana to change and modification.

Training, information and education should be used as a tool to deal and in enhancing a positive attitude and perception towards the modification and alteration towards teaching and learning as far as higher education delivery in Ghana is concerned. With the integration of new technology and methods, systematic training is the effective way to transform instruction. However, it must be emphasized that not only teachers need training and re-orientation, senior and middle-level staff of tertiary institutions also play a critical role in the decision making process of E-learning implementation. This category of professionals should be empowered to have a solid appreciation of the important elements of successful E-learning implementation and especially how to establish cohesiveness between policy objectives and practical actualization.

6 CONCLUSION

With an appropriate strategic plan and policies in place, careful consideration of the stakeholder's needs and concerns, and adequate funding, the public universities in Ghana will have set the stage for successful adaptation of e-learning instructional methods and implementation of appropriate supporting technologies. This groundwork can facilitate the national goal of offering higher education for everyone in Ghana who wants it.

The study concludes by suggesting that the implementation of E-learning by Ghanaian tertiary institutions should be preceded by instituting an E-learning implementation plan. This plan should encompass the creation of awareness of the need for modifications in knowledge delivery and acquisition. The study proposes that the commencement of E-learning adoption and implementation process must be done on pilot basis since this will be the ideal approach of starting up an institutional change and appropriately convince and create awareness on the need for change. The institution of an E-learning implementation plan will afford the implementing institution the opportunity of having insights of the existing challenges and possible barriers before coming up with a long term strategy or action plan. A critical evaluation of the outcome of E-learning implementation on a pilot basis will serve as a credible manifestation or prove of potential academic, infrastructural, cultural and financial implications of E-learning implementation success.

REFERENCES

- [1] "An Analysis of e-Learning Impacts & Best Practices in Developing Countries With Reference to Secondary School Education in Tanzania" (2012) http://cas.msu.edu/wp-content/uploads/2013/09/E-Learning-White-Paper_oct-2011.pdf retrieved January 27th, 2016
- [2] Anchal Garg Balvinder Shukla Graham Kendall , (2015), "Barriers to implementation of IT in educational institutions", The International Journal of Information and Learning Technology, Vol. 32 Iss 2 pp. 94 – 108
- [3] Andersson, A., & Grönlund, A., (2009), "A Conceptual Framework in Developing Countries: A Critical Review of Research Challenges, EJISDC, 38, 8, 1-16
- [4] Cantoni, L.M. (2004). World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, AACE, Norfolk, pp. 50-5.
- [5] Chang, S.C., & Tung F. C. (2008). An empirical investigation of students' behavioral intentions to use online learning course websites. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 71-83
- [6] Claire Loh David H Wong Ali Quazi Russel Philip Kingshott, (2016), "Re-examining students' perception of e-learning: an Australian perspective", International Journal of Educational Management, Vol. 30 Iss 1 pp. 129 – 139
- [7] E-Learning Center, KNUST (Accessed From: <http://knust.edu.gh/pages/index.php?siteid=elearning#>) on 05-01-2016.
- [8] Garrison, D. R. (2011). *E-learning in the 21st century: A framework for research and practice* (2nd ed.). Taylor & Francis, New York.
- [9] Garrison, D.R. and Anderson, T. (2003), *E-learning in the 21st Century*, Taylor & Francis
- [10] <http://www.avu.org/Issue-6-December-2012/avu-multinational-project-launched-in-ghana.html> (Retrieved on 28th January, 2016)
- [11] <http://www.ug.edu.gh/news/matriculation-ceremonies-distance-education-students-held> retrieveed 27th January, 2016
- [12] Insight, Ambient. "Worldwide Self-paced elearning Market." *Retrieved February 19* (2015) : 2016. <http://www.ambientinsight.com/Reports/eLearning.aspx>
- [13] Institute of Distance Learning, KNUST (Accessed From: <http://idl.knust.edu.gh/pages/>) on 05-01-2016.
- [14] Kennedy, G., Dalgarno, B., Bennett S., Judd, T, Gray K & Chang, R. (2008). Immigrants and natives: Investigating differences between staff and students' use of technology. A Paper presented at the Ascilite 2008, Melbourne
- [15] Kenneth G. Brown, Steven D. Charlier, and Abigail Pierotti, "E-learning at Work: Contributions of Past Research and Suggestions for the Future," in International Review of Industrial and Organizational Psychology, vol. 27, edited by Gerard P. Hodgkinson and J. Kevin Ford (Chichester, U.K.: Wiley, 2012), pp. 89–114.
- [16] Khan, B. H. (2001). A framework for Web-based learning. In B. H. Khan (Ed.), *Web-based training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications
- [17] Kwofie, B., & Henten, A. (2011). The advantages and challenges of e-learning implementation: The story of a developing nation. Paper presented at WCES-2011 3rd World Conference on Education Sciences, Bahcesehir University, Istanbul, Turkey
- [18] Lichtenberg, F. R. (1995). The Output Contributions of Computer Equipment and Personal: A Firm-Level Analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 201-217.

- [19] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054
- [20] Romiszowski, A. (2004). How's the E-learning Baby? Factors Leading to Success or Failure of an Educational Technology Innovation. *Educational Technology*, 44 (1), 5–27.
- [21] Ross, Steven M., Gary R. Morrison, and Deborah L. Lowther. "Educational technology research past and present: Balancing rigor and relevance to impact school learning." *Contemporary Educational Technology* 1.1 (2010): 17-35.
- [22] S Bradford and J. E. Federman (2013)
http://www.futureofchildren.org/futureofchildren/publications/docs/23_01_08.pdf retrieved January 27th, 2016
- [23] Serbe Marfo, John, and Robert Kabutey Okine. "Implementation of e-Learning in Ghanaian Tertiary Institutions (A Case Study of KNUST)." (2011).
- [24] Wagner, N., Hassanein, K and Head, M (2008). "Who Is Responsible for E-Learning Success in Higher Education? A Stakeholders' Analysis". *Educational Technology & Society*, v11 n3 p26-36 2008
- [25] William G. Bowen, Matthew M. Chingos, Kelly A. Lack, and Thomas I. Nygren1 (2012) Interactive Learning Online at Public Universities: Evidence from Randomized Trials
- [26] William J. Bowers, Student Dishonesty and Its Control in College (New York: Columbia University, Bureau of Applied Social Research, 1964).

MULTI WALLED CARBON NANOTUBES FOR DESALINATION: PERFORMANCE EVALUATION AND COMPARATIVE STUDIES

Pradeep Panneerselvam, Pritham Velamur Aravind, Sai Madhusudanan, K.R. Rohit Narayanan, S. Siddarth, R. Pavan Kumar, and K. Sathish Kumar

Department of Chemical Engineering, SSN college of Engineering, Kalavakkam - 603 110, India

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

ABSTRACT: With increasing requirement worldwide, the advent of desalination technology using carbon nanotubes to address energy issues seems a practical option. This project intends to provide an in-depth insight on the application of MWCNTs to heighten the performance of seawater desalination in a universal manner. The mechanical and chemical properties of this material to facilitate excellent flux of water transport and salt rejection are outlined. The raw MWCNTs are modified accordingly and subsequent tests are then carried out to study the characteristic changes of MWCNTs. With use of FTC apparatus, desalination trials are then carried out for various samples and concentrations that help in optimization of desalination technique using MWCNTs. Cost effective measures are then analyzed and are modified accordingly. By measuring the TDS before and after we show the efficiency of the desalination process with each sample and concentration. The current hurdles and future challenges related to this technology are also addressed.

KEYWORDS: MWCNT (Multi-Walled Carbon Nanotubes), Desalination, FTC (Flow Through Capacitor), TDS (Total Dissolved Solids)

INTRODUCTION

Nanomaterials are one field of study that has fascinated scientists and engineers over the better part of the last few decades. The broad spectrum of potential applications makes this field all the more significant to present demand. Nanomaterials have a wide range of potential applications including: Construction of harder cutting tools, High density batteries, Improving automobile efficiency, etc. The rapid growth in nanotechnology research has triggered the interest in its biological and environmental applications. Some of the major environmental and biological applications of nanomaterials are: elimination of pollutants, brackish/salt water desalination, longer lasting medical implants, etc.

Water is a basic necessity for life on planet Earth. Unfortunately 98% of the water present on our planet is saline. And of the 2% water available, 90% is frozen in glaciers. There is little doubt that the world needs more drinking water. To meet the rising water demands, desalination of sea water seems to be the most practical solution and it must be given paramount importance^[10].

RO technology has become a critical technology to assure the supply of freshwater due to its inherently simple design and operation and to enable it to serve as one of the most energy efficient techniques for seawater desalination purposes^{[1][3]}. In fact, it has been reported that membrane-based desalination accounts for about 44% of the installed capacity of water desalination in the world^[2]. Very recently, forward osmosis (FO) and membrane distillation (MD) as well as non-membrane electrochemical technologies such as capacitive deionization (CDI) have been explored for the potentials as alternative desalination technologies to offer low energy consumption while achieving high water recovery. These technologies are emerging to provide wider options, but have yet to find practical and commercialized applications^[11]. Research efforts are underway to seek for breakthrough of these technologies to compete with and surpass the performance of conventional RO and thermal desalination^{[16][17]}.

CNTs have particularly attracted significant growing attention due to their capability to display superior durability and separation characteristics. The introduction of CNTs constitutes a significant potential break through for the desalination technology^[8]. Previous research studies on the transport properties of CNTs have commonly found that the extremely smooth hollowed structure of the nanotubes could facilitate rapid transport of liquid and gas molecules in the channels, hence can favorably offer high flux membrane separation performance^[9]. Diameter of the CNTs is the critical dimension to implement physical size exclusion and capillary behavior relevant to the environment systems. Extraordinarily, the small and precise diameter size of CNTs is also proved to reject most ions due to the energy barrier existing at the channel entries hence only water molecules are allowed to permit through the nanotube hollows. The findings from some of the simulation studies have interestingly showed that water can enter narrow hydrophobic interior channels of CNTs, which have been confirmed experimentally and have opened the door to the incorporation of CNTs into membrane to form smooth pores for the desalination applications.

Despite the current modern desalination technology that is using the advantages of CNTs, several challenges and hurdles encountered in the development of this newly emerging technology are still remaining as the major concerns of the worldwide desalination industries. Substantial uncertainty also remains about the technology's environment impact. Therefore, efforts to expand and fully harvest the advantages of CNTs may face great challenge in the near term. With the major focus placed on the utilization of CNTs, this paper aims to apply Multi walled CNTs for desalination of seawater and also incorporating it as a standard desalination technology.

With the constant improvement achieved in all aspects, it is anticipated that it is just the matter of time for this novel material to likely play an essential role in shaping the future trends in water purification research.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

MATERIALS AND REAGENTS

Reagent grade nitric acid and sulphuric acid were obtained from SRL They were used as received without further purification. Multi-walled carbon nanotubes obtained from SRL. All chemicals were of reagent grade and double-distilled water was used throughout the experiments.

INSTRUMENTATION

SEM analysis was carried out using FEI Quanta FEG-200 microscope was used. FT-IR results were obtained using Bruker spectrometer. Total dissolved solids was measured using TDS meter of Elico make.

MODIFICATION OF MWCNTS

Raw MWCNTs were marked as sample A. 0.35 grams of Sample A was immersed in 20% HNO₃ solution and refluxed for 30 minutes; then was washed several times with distilled water until the washings showed no acidity; and finally was dried at 100 °C for 2 hours. The product was marked as sample C. Now, 0.35 grams of sample A was refluxed in concentrated HNO₃ (10 ml) and H₂SO₄ solution (5 ml) for 45 minutes. It was then washed several times with distilled water until the washings show no acidity; and finally it was dried at 100 °C for 3 hours, this was marked as sample B. 0.35 grams of sample A was then heated with concentrated H₂SO₄ solution for 30 minutes to obtain sample D. The modifications are tabulated in Table 1

Table 1. Modifications in different samples

Sample	Modification Employed
A	Raw MWCNT
B	10 ml HNO ₃ & 5ml H ₂ SO ₄ - Refluxed for 45 minutes
C	20% HNO ₃ - refluxed for 30 minutes
D	Sample B – heated with 5ml H ₂ SO ₄

PREPARATION OF MWCNT ELECTRODES

For construction of Electrodes, graphite rods were used as the base. A binding mixture made up of Phenolic resin (90%) and Urotropine (10%) in ratio of 80:20 is used to coat the graphite rods with the MWCNTs. The binding mixture is prepared

separately before adding 0.175 grams of each sample of surface modified MWCNT and is consequently coated on the exterior of the graphite rods. The graphite rods were then dried for a considerable amount of time and were tested for their physical properties. The rods are selected in such a way they don't interact with the solution contained in the FTC apparatus. The rods were then used and fabricated according to scaling needs.

FTC APPARATUS

The flow through capacitor (FTC) is an efficient means of chemical-free Total Dissolved Solids (TDS) reduction using electrically charged plates to remove ions. Its primary application thus far has been household water purification. The FTC delivers high purification, high recovery and long life. It resists scaling, and requires no routine maintenance or chemicals. It also is capable of removing "problem" ions such as arsenic, perchlorate, metals, nitrate, and sulfate, which have been proven to be harmful. It purifies up to 98% of hardness and salt from tap and brackish feed waters.

The FTC consists mainly of two carbon electrodes and a DC power source. Water flows through the narrow gap of the FTC, and anions as well as cations are removed via adsorption on the electrodes under the influence of an applied electric field. By simply controlling the applied voltage, the ions can be released thereby regenerating the cell. Chemical-free operation, low operating and maintenance costs, long lifetime, high recovery, low pressure-drop and the ability to remove harmful impurities distinguish the FTC.

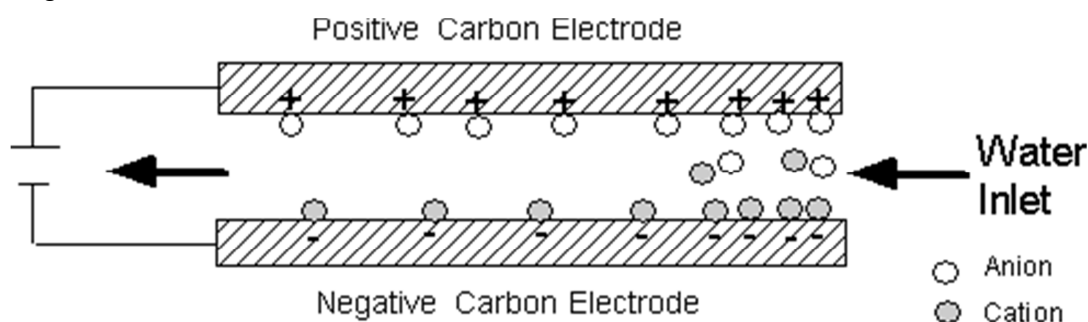


Fig 1 . FTC electrode mechanism

CONSTRUCTION OF FTC APPARATUS

The FTC apparatus is shown in the Fig 4. Graphite foil was used as an inert current collector on the backside of MWCNT electrode, and the electrodes were separated by the separator into anode/cathode pairs. Saltwater solution was passed through the capacitor at a flow rate of 10 ml min^{-1} .

NaCl was removed by applying a direct voltage of 3V between the collectors. The main advantage of this method of desalination over Reverse Osmosis (RO) is that constant pressure need not be applied to the membrane surface. A constant potential difference across the two electrodes is sufficient. Various trials were carried out with varying concentrations. Desalination process was also carried out for raw MWCNT for optimization purpose. The output voltage was measured with a scaled version of voltmeter. Various trials were carried out with varying concentrations. Desalination process was also carried out for raw MWCNT for optimization purpose. The output voltage was measured with a scaled version of voltmeter. The flow through capacitor (FTC) is an efficient means of chemical-free Total Dissolved Solids (TDS) reduction using electrically charged plates to remove ions. It resists scaling, and requires no routine maintenance or chemicals. It also is capable of removing ions such as arsenic, perchlorate, metals, nitrate, and sulfate, which have been proven to be harmful. It purifies up to 98% of hardness and salt from tap and brackish feed waters.

TEST AND MEASUREMENT

Before conducting the desalination process, initial TDS was measured for the contaminated water sample. The electrodes of the FTC apparatus is then immersed in this water sample and potential difference of 3 Volts is maintained. This procedure lasts for 20 minutes with continuous inspection at intervals of 5 minutes each. The water sample is then retrieved and the final TDS is measured.

RESULTS AND DISCUSSIONS

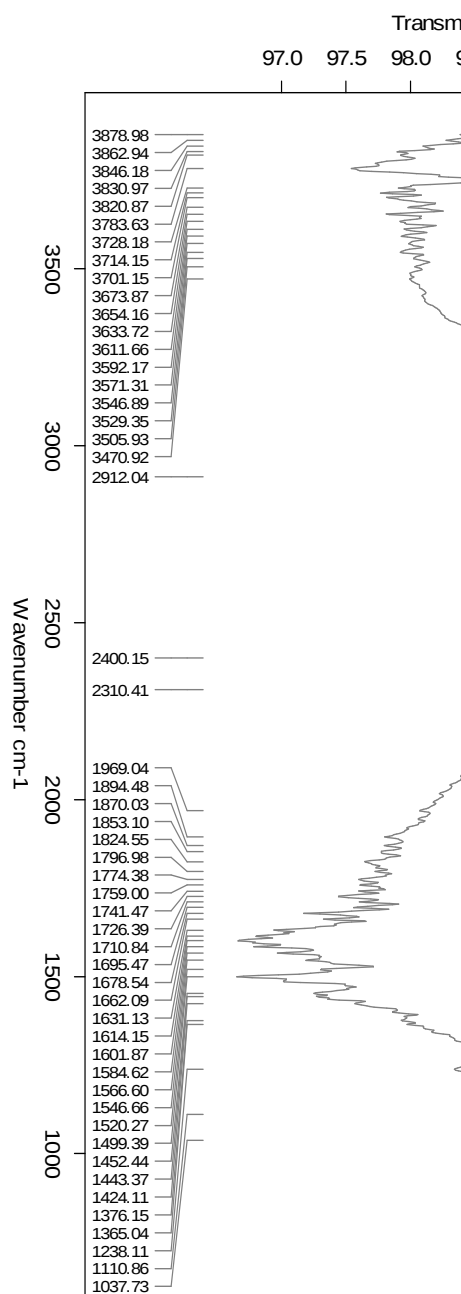


Fig 2 FTIR Analysis of raw MWCNT sample (Sample A)

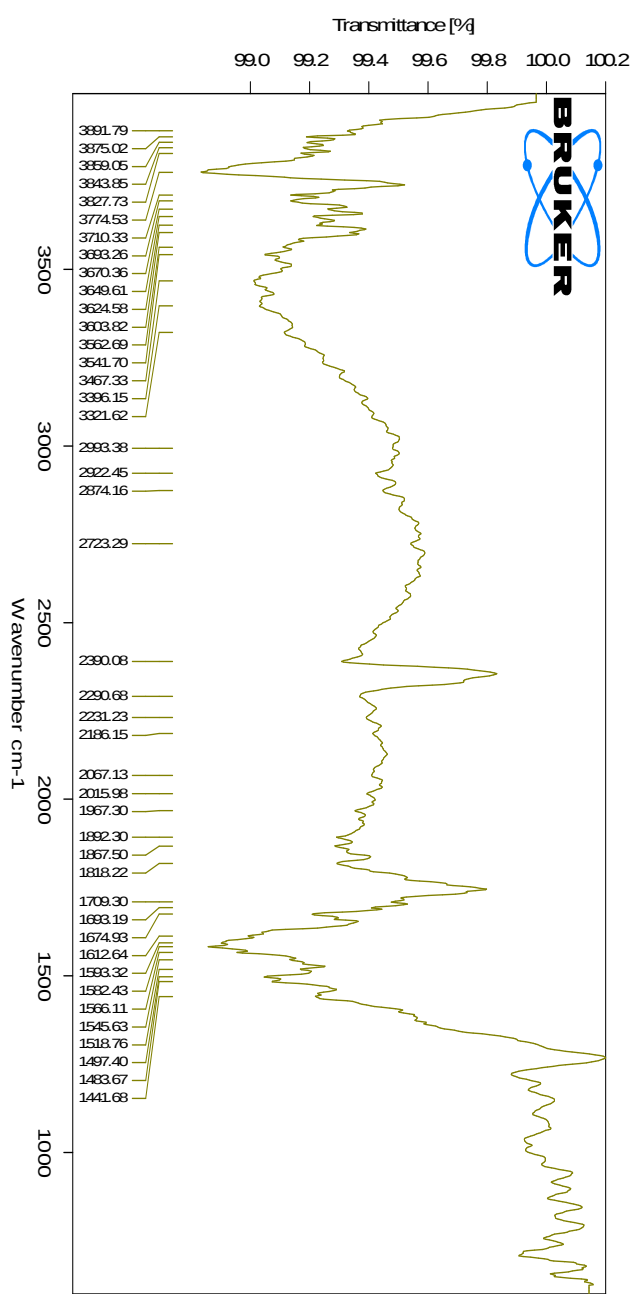


Fig 3. FTIR Analysis of Modified MWCNT sample (Sample B)

The modification take into consideration here is that of Sample B, which was refluxed in 10 ml HNO_3 & 5ml H_2SO_4 for 45 minutes. It is observed that there is only one additional peak formation in the modified sample when compared to the FTIR of raw MWCNT. This peak forms at approximately $1750. \text{cm}^{-1}$ wave number. This shows that there is no functional group attached to the modified sample other than anhydrides. Hence this shows that there is no detrimental effect of any functional group which can be observed during the desalination process.

SEM ANALYSIS

Scanning Electron Microscope with high resolution is powerful instrument for imaging of fine structures of materials and nanoparticles fabricated by the nanotechnology. For MWCNTs observation and their morphological analysis the F E I Quanta FEG 200 – High Resolution Scanning Electron Microscope was used. Fig 4 and 5 shows the SEM images of Sample A and Sample B containing Raw and Acid refluxed MWCNTs. The resolution of secondary electron image (SEI) of the microscope is 2.0 and 5.0 μm at accelerating voltage 20 kV. Magnification is in the range of 15000x to 40000x. The MWCNTs in Figure 5 were found to be more randomly dispersed with MWCNT bundle formation at few regions. It therefore means that MWCNT dispersion in the refluxed sample is finer than that in raw MWCNTs. The results obtained from SEM and EDX shows the surface characterization, determination of the chemical composition and degree of purity of multi walled carbon nanotubes. Also these results showed that the



Fig.4 SEM Images of Sample A/Raw MWCNTs

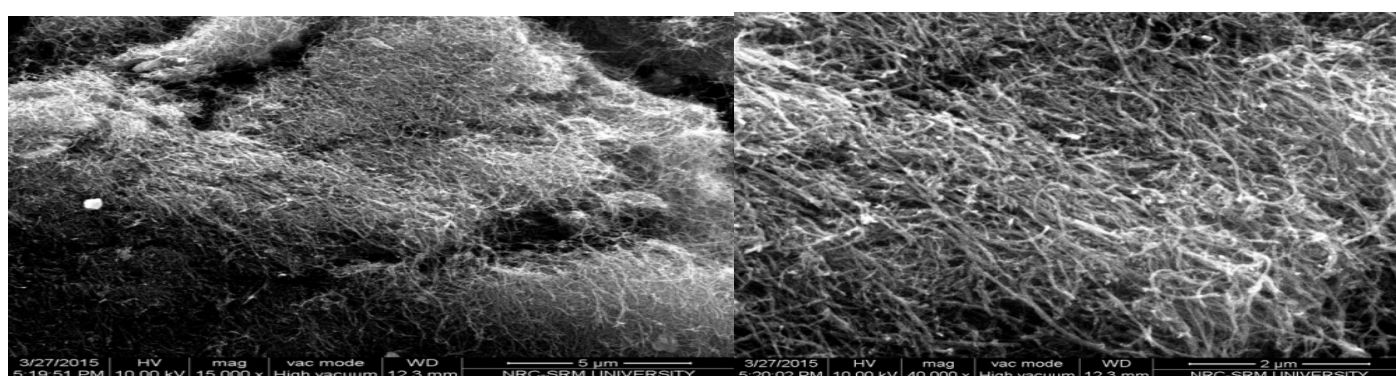


Fig.5 SEM Images of Sample B/Modified MWCNTs

MWCNTs when treated with 10 ml HNO_3 & 5ml H_2SO_4 . Refluxed for 45 minutes is best suited for obtaining high purity MWCNTs and without any defects in its structure. These results prove to be important in the scalability of the process. These results are also important in analyzing the efficiency range of the process for different modified samples

EFFECT OF MODIFICATION ON DESALINATION

Desalination studies were conducted for Sample A and Sample B on contaminated water sample of known initial TDS (886.2ppm). Characteristic studies over time were conducted for the water sample with the MWCNT electrodes placed inside the apparatus under 3 volts potential difference. The results are tabulated in Table 2

Table 2: Effect of MWCNT modification on desalination

Time (minutes)	Concentration of Sample A(ppm)	Concentration of Sample B(ppm)
5	886.6	886.6
10	863.4	760.5
15	839.2	678.5
20	825.7	659.2

Plotting of concentration of sample A and sample B against time gives the desalination curve as shown in Fig 6

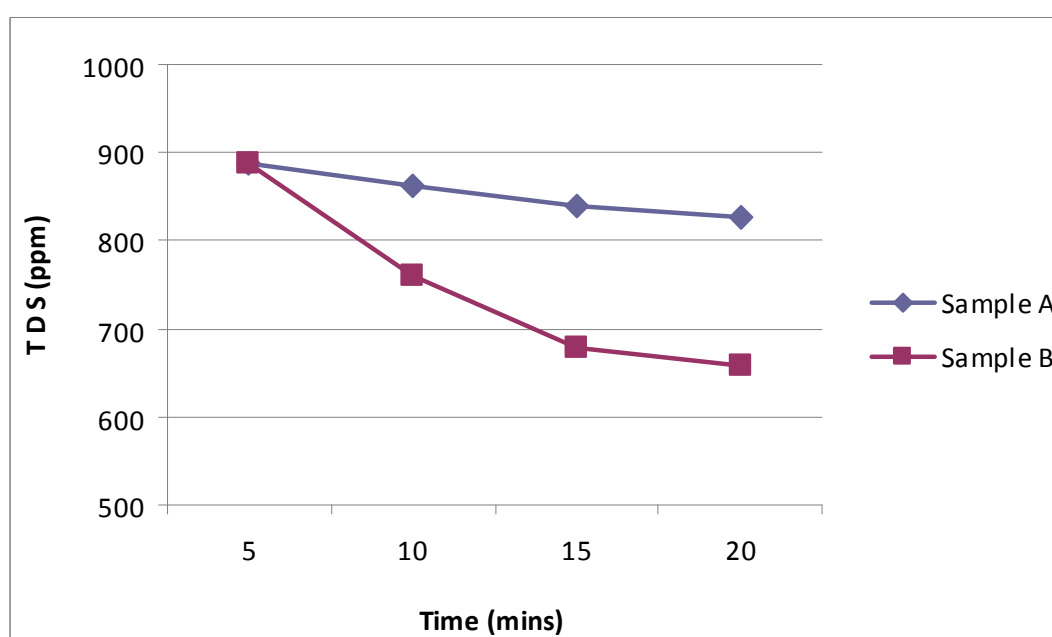


Fig 6 TDS curves of Sample A (Raw MWCNT) and Sample B (Modified MWCNT)

CONCLUSION

MWCNTs were modified successfully by using acid treatment. The surface morphologies of the modified samples were studied by using FEI Quanta FEG 200 Scanning Electron Microscope and FTIR. It is observed that the modification of MWCNT largely enhances the desalination performance of this novel material. Samples C and D were discarded because the de-acidification process failed to separate the MWCNT from the acid used for reflux. From this project, it has been confirmed that Sample A (Raw MWCNT) can be used as a material for desalination and the Total Dissolved Solid content of the water sample reduced from 886.6 ppm to 825.7 ppm. But, it has been proved that Sample B has a much superior efficiency and performance characteristics as it reduced to 659.2 ppm. Since this method employs a simple potential difference instead of maintaining a high constant pressure in the case of Reverse Osmosis, this understates that the running costs of this technique is very low making this a highly economical and favorable method for desalination of seawater

REFERENCES

- [1] A. Matin, Z. Khan, S.M.J. Zaidi, M.C. Boyce, Biofouling in reverse osmosis membranes for seawater desalination: phenomena and prevention, *Desalination* 281 (2011) 1–16.
- [2] F. Macedonia, E. Curcio, E. Drioli, Integrated membrane systems for sea water desalination: energetic and exoegetic analysis, economic evaluation, experimental study, *Desalination* 203 (2007) 260–276.
- [3] A. Matin, Z. Khan, S.M.J. Zaidi, M.C. Boyce, Biofouling in reverse osmosis membranes for seawater desalination: phenomena and prevention, *Desalination* 281 (2011) 1–16.
- [4] A. Matin, Z. Khan, S.M.J. Zaidi, M.C. Boyce, Biofouling in reverse osmosis membranes for seawater desalination: phenomena and prevention, *Desalination* 281 (2011) 1–16.
- [5] F. Macedonia, E. Curcio, E. Drioli, Integrated membrane systems for sea water desalination: energetic and exoegetic analysis, economic evaluation, experimental study, *Desalination* 203 (2007) 260–276.
- [6] C. Fritzmann, J. Lowenberg, T. Wintgens, T. Melin, State-of-the-art of reverse osmosis desalination, *Desalination* 219 (2007) 1–76.
- [7] P.S. Goh, A.F. Ismail, B.C. Ng - Carbon nanotubes for desalination: Performance evaluation and current hurdles
- [8] L. Shi, J. Xie, H. Liu, H. Yang, C. Li, W. Zhu, A method about seawater desalination using flow through capacitor with carbon nanotube electrode, Patent No. CN1463927A, 2003
- [9] Dengsong Zhang, Liyi Shi, Jianhui Fang, Kai Dai, Xuanke Li - Preparation and desalination performance of multiwall carbon Nanotubes
- [10] Review of Water resources and desalination technologies - James E. Miller
- [11] R. Sheikholeslami, Strategies for future research and development in desalination-challenges ahead, *Desalination* 248 (2009) 218–224.
- [12] UN Water, Coping with water scarcity, A Strategic Issue and Priority for System- Wide Action, 2006.
- [13] 2030 Water Resources Groups, Charting Our Water Future-Economic Frameworks to Inform Decision-Making, 2009.
- [14] UNGA, United Nations Millennium Declaration, United Nations General Assembly, United Nations, A/RES/55/2, 9, 2000.
- [15] F. Macedonia, E. Drioli, A.A. Gusev, A. Bardo, R. Semiat, M. Kurihara, Efficient technologies for worldwide clean water supply, *Chem. Eng. Process.* 51 (2011) 2–17.
- [16] M.S. Shannon, P.W. Bohn, M. Elimelech, J.G. Georgiadis, B.J. Marinas, A.M. Mayes, Science and technology for water purification in the coming decades, *Nature* 452 (2008) 301–310.
- [17] B. Penate, L. Garcia-Rodriguez, Current trends and future prospects in the design of seawater reverse osmosis desalination technology, *Desalination* 284 (2012) 1–8.
- [18] International Desalination Association, Desalination in 2008 global marker snapshot, 21st GWI/International Desalination Association Worldwide Desalting Plant Inventory, 2008.
- [19] S.K. Pillai, S.S. Ray, M. Moodley, Purification of multi-walled carbon nanotubes, *J. Nanosci. Nanotechnol.* 8 (12) (2008) 6187–6207.
- [20] A.F. Ismail, P.S. Goh, J.C. Tee, S.M. Sanip, M. Aziz, A review of purification techniques for carbon nanotubes, *Nano* 3 (2008) 127–143.
- [21] M.S. Mauter, M. Elimelech, Environmental applications of carbon-based nanomaterials, *Environ. Sci. Technol.* 42 (2008) 5843–5859.

