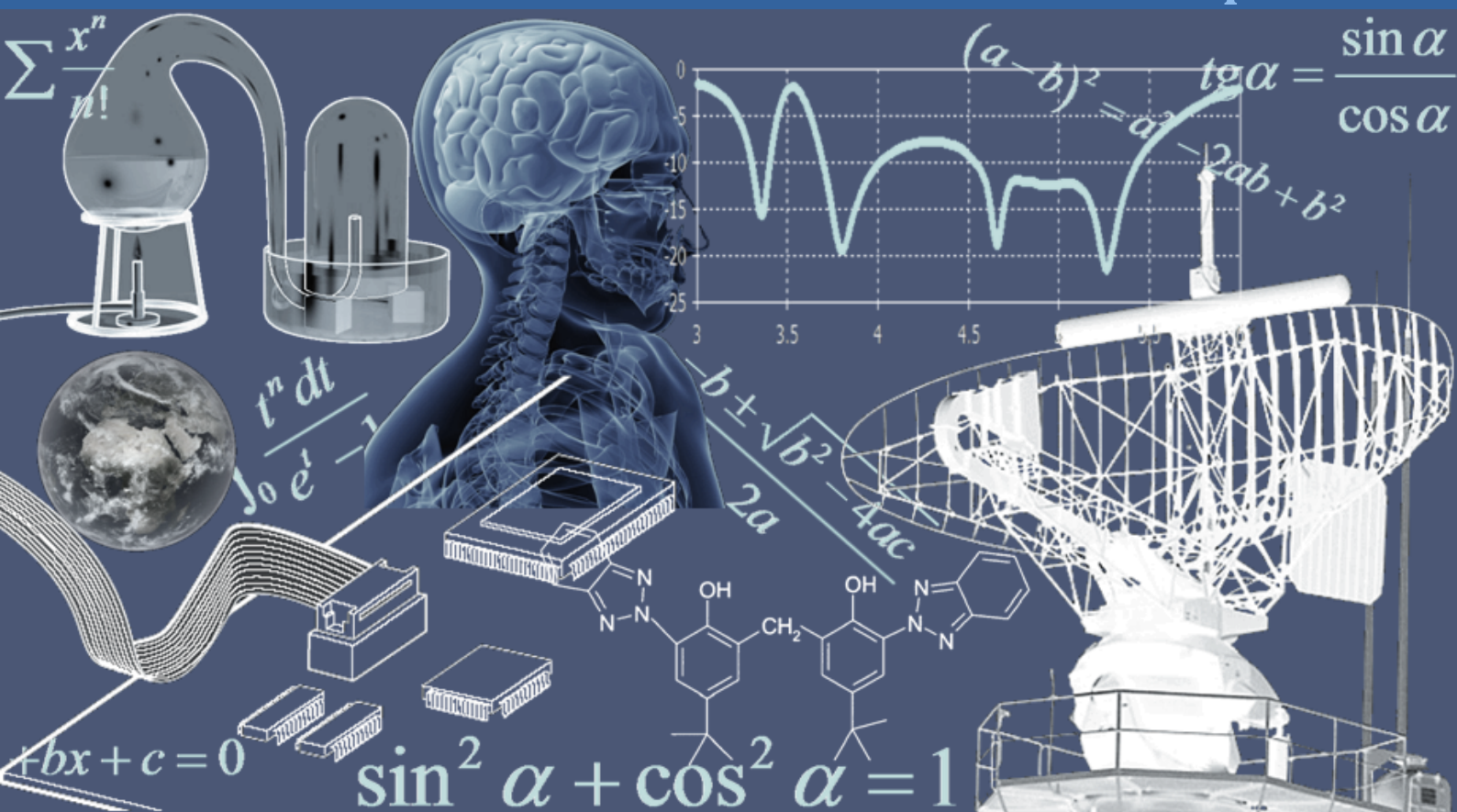


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 11 N. 1 April 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Editorial Advisory Board

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

Table of Contents

Physicochemical parameters, Heavy metals and some ions Analysis in drinking water in selected Districts of Gedio Zone, Ethiopia	1-5
<i><u>Degu Lere Keshebo and Mekonnen Yeshitila Degefu</u></i>	
La marque, un concept applicable au pays	6-14
<i><u>Boubacar BASSE</u></i>	
New observations in nut cracking behavior of chimpanzees (<i>Pan troglodytes verus</i>) in Djouroutou, Taï National Park	15-25
<i><u>Serge Pacome SOIRET, Blaise KADIO, Bessekon Denis ASSI, and Philippe Kouassi KOUASSI</u></i>	
Les forces armées camerounaises et le contexte sociopolitique au Cameroun Fédéral (1961-1971)	26-35
<i><u>Saliou ABBA and MBANG Marcelle Lucette</u></i>	
Would the Insertion of Drama therapy into the School Curriculum Help Moroccan Speech Hearing Impaired Students to Overcome the Challenge of Maladjustment?	36-48
<i><u>Amina Foukara</u></i>	
Estimation of spatial distribution and temporal variability of land surface temperature over Casablanca and the surroundings of the city using different Landat satellite sensor type (TM, ETM+ and OLI)	49-57
<i><u>Rida Azmi, Abderrahim Saadane, and Ilias Kacimi</u></i>	
MOM Application for calculating the RCS Two-Dimensional Dielectric Geometric Shape (TE)	58-62
<i><u>Gamil Alsharahi, Ahmed Faize, and Abdellah Driouach</u></i>	
SOCIO-PSYCHOLOGICAL CAUSES AND CONSEQUENCES OF MENTAL DISORDER AMONG THE FEMALES OF DISTRICT MULTAN	63-68
<i><u>Afshan Qureshi</u></i>	
Existence et unicité des Solutions Faibles du Problème de Steklov	69-76
<i><u>BASSAM AL-HAMZAH and NAJI YEBARI</u></i>	
Choix de stratégies adaptatives des producteurs face à la crise cotonnière : une analyse Logit multinomial au Nord Cameroun	77-89
<i><u>Denis Pompidou FOLEFACK and Michel TENIKUE</u></i>	
ZERO-KNOWLEDGE PROTOCOLS BASED ON PUBLIC-ENCRYPTION	90-95
<i><u>Nashwan Ahmed Al-Majmar, Dmitriy Nikolaevich Moldovyan, and Nikolay Andreevich Moldovyan</u></i>	
CARACTÉRISATION PHYSICO - CHIMIQUE DES EAUX USÉES BRUTES DE LA VILLE DE NOUAKCHOTT (MAURITANIE)	96-102
<i><u>Cheikhna Ould Abdikader, Mohamed Abdellah Mohamed Vall, Ould Djeh Talib Khyar, Ehy Ould Mohamedou, Mohamed Ould Sid'Ahmed Ould Kankou, Ould Mohamed Daba, Dieng Mamadou, Mint Mohamed Khadijetou, Omar El Rhaouat, Khadija El Kharrim, and Driss Belghyti</u></i>	
Concordance des cycles d'activité du Maroc et de ses principaux partenaires commerciaux	103-113
<i><u>Jennat Benhida</u></i>	
Effects of Biological Insecticides on Predatory Spider's Population in Rice Field	114-117
<i><u>Muhammad Muddasir, Zuhair Ahmad, Most Jannatul Fardusi, and Abdul Rehman</u></i>	
Rivière Kalamu dans la ville de Boma en RDC: site touristique en voie de disparition	118-128
<i><u>B.M. Bienvenu Wanga, M. Dieudonné Wafila, L. Charles Mafuana, and Z. Victorine Mbandu</u></i>	
Susceptibilité aux glissements de terrain: cas de la Commune d'Ibanda / Bukavu / République Démocratique du Congo	129-147
<i><u>S. Butara, S. Fiamu, B. Espoir Mugisho, and A. Mongane</u></i>	
Effects of roasting temperature and time on the physicochemical properties of sesame (<i>Sesamum indicum</i> .L) seeds	148-155
<i><u>Hajar Rizki, F. Kzaiber, M. Elharfi, S. Ennahli, and H. Hanine</u></i>	
Caractérisation agromorphologique du caya blanc (<i>Cleome gynandra</i> L.) de l'Ouest du Burkina Faso	156-166

Zakaria KIEBRE, Pauline BATIONO KANDO, Kiswendsida Romaric NANEMA, Mahamadou SAWADOGO, and Jean-Didier ZONGO

Tally Motifs as a contemporary fashion in designing upholstery fabrics 167-190

Rania Elsayed and Sahar Ahmed

TURNAROUND STRATEGY FOR BRASS AND BELL METAL INDUSTRY IN ASSAM, INDIA 191-196

Mridula Sahay

Inclusion, exclusion sociale et politique de la ville 197-203

Rachid Othmani

MENINGITES BACTERIENNES DE L'ENFANT A LWIRO (Sud-Kivu RDC) 204-206

Bisimwa Mushagalusa, Manegabe Babunga, Mbiye Badibanga, Nkonzi Karazo, Manimani Riziki, Kafumba Kibibi, and Ombeni Bashwira

DETERMINANTS OF FARMERS' ACCESS TO AGRICULTURAL INCENTIVES IN EGBEDORE LOCAL GOVERNMENT AREA OF OSUN STATE 207-213

K.Y. Ogunleye, R.G. Adeola, and O.J. Kojusola

LES FACTEURS DETERMINANTS DE LA PRODUCTION DE CEREALES SECHES EN ZONE SOUDANO-SAHELIENNE DU BURKINA FASO 214-230

Narcise Pamalba KABORE, Amadé OUEDRAOGO, Léopold SOME, and Jeanne MILLOGO-RASOLODIMBY

Effets du calcium alimentaire sur les paramètres de croissance de l'escargot *Limicolaria flammea* (Müller, 1774), en élevage hors-sol 231-240

KARAMOKO Mamadou, SIKI Nygblé Angèle, ADOU Coffi Franck Didier, OTCHOUMOU Atcho, and Philippe Kouassi KOUASSI

Physicochemical parameters, Heavy metals and some ions Analysis in drinking water in selected Districts of Gedio Zone, Ethiopia

Degu Lere Keshebo¹ and Mekonnen Yeshitila Degefu²

¹Dilla College of Teachers Education Department of Chemistry, P.O. Box 334, Dilla, Ethiopia

²Dilla College of Teachers Education Department of Biology, P.O. Box 334, Dilla, Ethiopia

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

ABSTRACT: Contamination of drinking water is an important health risk factor due to the attendant toxic effect linked to it. We therefore assessed the quality of water samples in each of the study areas of Gedyo Zone where water quality suspected with some problems by Zonal water quality administrative. In this study, heavy metals, fluoride, phosphorus light metals and physicochemical parameters of the water samples including pH, turbidity, total dissolved solids (TDS) were determined. The pH ranged from 6.77 to 8.19; while turbidity ranged from 3.78 to 40.2 NFU for borehole water in the study areas. On the other hand, TDS was in the order of 1.83 to 62. The levels of fluoride and phosphorus are in the acceptable range according to WHO permissive limit. Mean concentration of heavy metals for the water samples in all of the study areas were found to be in WHO acceptable range. However, Iron (Fe) level in Dilla College of Teacher's Education (DCTE) exceeded WHO permissive level. Findings from this study show that water sources in the DCTE has high amount of iron and its turbidity is very high compared to other site in the study areas, which needs further treatment before dispatching for the public use.

KEYWORDS: Drinking-water; physicochemical parameters; heavy metals; Fluoride and phosphorus.

INTRODUCTION

Water is one of the abundantly available substances in nature; it is an essential constituent of all animals and vegetables matter and forms about 70% of the matter of earth crust (APHA, 1980). Water is mostly used for industrial and municipal purposes (Gasim et al., 2007). Today human activities are constantly adding industrial, domestic and agricultural waste to ground water reservoirs at an alarming rate (Gautam, 1990). Ground water contamination is generally irreversible. Excessive mineralization of ground water degrades water quality producing an objectionable taste, odor and excessive hardness (Harrison).

It is always better to protect ground water first rather than recycling on technology to clean up water from contaminated source (ICMR, 1975). Polluted ground water is the major cause for the spread of epidemics and chronic diseases of man. It causes typhoid, dysentery, diarrhea, tuberculosis and hepatitis (Trivedi D.K. and Goal P.K., 1984).

Contaminants are substances that are dissolved in water and make it unfit for use. Some contaminants can be easily identified only by assessing the taste, odor and turbidity of the water because pure water remains tasteless, colorless and odorless. However, most cannot be easily detected and require testing to reveal whether or not water is contaminated. Physico-chemical parameters of water are important to determine the quality of drinking water as according to WHO (1996). The physical parameters that are likely to give rise to complaint from consumers are color, taste, odor and turbidity while low pH causes corrosion and high pH results in taste complaints (Chan et al., 2007). Some anions like phosphate, fluoride, sulphate, nitrite and nitrate and cations like Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} and K^{+} are essential parameters for drinking water.

Heavy metals also can be contaminant if they found above permissive value. Heavy metals are elements of high atomic numbers. They have high utilities in industrial applications from papers to automobiles, by their very characteristic

properties. They are found in the deep bowels of the earth as ores (complexes of mixtures). The metals are segregated from these ores, leaving behind the tailings that find their way into the environment as toxic pollutants (Gan et al., 2004 ; VAN Cauwenbergh et al., 2004; Koch et al., 2004). They get into the water bodies directly from point sources as sewage, and non-point sources as runoff and more insidiously as atmospheric deposition that are transported from long distances. Heavy metals affect every level of the food web, from producers in the trophic levels to the highest order carnivore by residing in the system and magnifying at every trophic status. Due to the impact of the heavy metal ions on human metabolism, trace heavy metal analysis is an important part of public health studies (Acar et al., 2004; ARE et al., 2002). Some transition metals at trace levels in our metabolism are important for good health. Heavy metals normally occurring in nature are not harmful to our environment, because they are only present in very small amounts. However, if the levels of these metals are higher than the levels of healthy life, the roles of these metals change to a negative dimension. The main sources of the heavy metal ions directly are food and water and, indirectly, industrial activities and traffic. Drinking water is also an important source for heavy metals for humans (Afzali et al., 2005; Shishehbore et al., 2005; Ghaedi et al., 2005). Gedyo Zone has the number water source which supplies the public mostly for domestic purpose which is obtained from underground or surface water. Even though the water has been using for drinking purpose no study has been conducted regard to the quality parameters especially toxicity in case of heavy metals and physicochemical characteristics. Moreover, the area was suspected with water quality problems by water quality assurance office of Gedyo Zone.

MATERIALS AND METHODS

Instrument used

Conductivity meter, pH meter, turbidity meter, flame photometer, UV- visible spectrophotometer, Flame Atomic absorption spectrophotometer (FAAS)

Sample collection

The drinking water samples were collected in pre-washed (with detergent, de-ionized distilled water, diluted HNO₃, de-ionized distilled water, respectively) polyethylene bottles from 3 stations in Gedyo Zone (DCTE, Gedeb and Bedesa). pH, conductivity and turbidity of the samples were measured while collecting the samples. Totally 6 liters from three sites were collected (3 liters for the determinations of main ions and 3 liters for metal determination).

Chemical analysis

The turbidity of water sample was directly determined by the portable turbidity meter (Jenway 6035) at room temperature. pH was carried out at room temperature by portable pH meter (Jenway 370) after calibration by using calibrating standard. Conductivity and TDS were carried out at 25°C by conductivity meter (Jenway 470) after calibration with calibration solution HI-7031, Henna instrument Hungry (Asadullah et al., 2013). Total hardness was determined by volumetric method (EDTA-titration). Sodium and potassium were determined by flame photometer.

Acidified water samples were analyzed for Heavy Metal (HM) (Cr, Cd, Cu, Fe, Ni, Mn, and Zn) with the help of atomic absorption spectrometer (Perkin-Elmer AAS-700). Standard working solutions of all concerned metals were prepared by appropriate dilution of 1000 mg/L certified standard solutions Fluka Chemica (Buchs, Switzer-land) in de-ionized water (M. Soylak et al., 2002; Degu et al, 2014; Zaher and Sameer , 2012).

Fluoride was determined by the following Procedure: A standard graph is prepared by using fluoride concentrations ranging from 0.005 mg/L to 0.150 mg/L at 570nm. A reference solution is prepared by adding 4ml of acid zirconyl-SPADNS reagent to 21 ml of distilled water. A volume of filtered sample (21ml) was taken in a test tube; 4ml of acid zirconyl-SPADNS reagent was added to the sample along with a reference solution. The mixture was left for about 30 min for complete colour development and the optical density was read at 570 nm (Zaher and Sameer , 2012).

Phosphorus was determined by the following Procedure: To 50ml of the filtered sample, 4 ml of ammonium molybdate reagent and about 4 drops of stannous chloride reagent was added. After 10 min the colour developed was measured photometrically at 690nm and calibration curve was prepared. A reagent blank was always run with same treatment with distilled water as sample. The value of phosphate was obtained by comparing absorbance of sample with the standard curve and expressed as mg/L. All the chemicals used during analysis were of analytical grade.

RESULT AND DISCUSSION

Physicochemical characteristics of drinking water in three site of Gedyo Zone have been carried out for different parameters, like, pH, turbidity, TDS and conductivity. The result shows in the [table 1](#). The pH values for water samples from all the study areas showed that they were acceptable range compared with the WHO permissible pH range guideline in drinking water of 6.5 to 8.5 . The turbidity of the sample ranged from (3.78 to 40.2 FNU). Turbidity values showed that one of the study areas has very high turbidity which was above the WHO limit for drinking water (5FNU). The range of TDS for the water samples from (67 to 110 mg/L) from all the study locations were below the WHO guideline value of 1,000 mg/L (Zaher and Sameer, 2012; WHO 2006). All Physicochemical parameters found in the permissible limit in different organizations except turbidity of DCTE which was above the permissible limit. This high turbidity most probably due some suspended and dissolved solids from the original water source or erosion my entering to source.

Table 1 shows different value of physicochemical parameters

Parameters	Sample sites		
	DCTE	Gedeb	Bedesa
Conductivity in μ s	138.19	156.3	96.8
pH	8.19	6.97	6.77
Temperature in $^{\circ}$ C	24.4	24.3	24.3
Turbidity in FNU	40.2	3.78	4.59
Total dissolved solids	96.733	109.41	67.76

Ions fluoride, Phosphorus, were determined by using UV-visible spectrophotometer potassium and sodium were determined by using flame photometer; the result obtained for each site is given in the following graph 1.

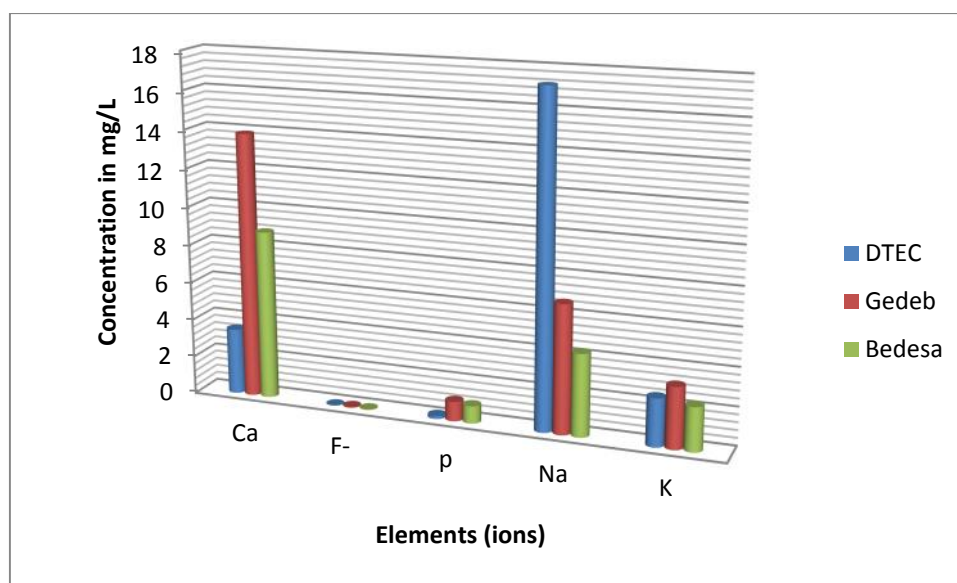


Figure 1 Concentration of different ions

From the concentration of heavy metals determined in the study areas given in table2 the concentration of Fe (mg/L) was exceptionally high for water sample in DTEC. The water sample has mean Fe concentrations (0.6 mg/L) that are above the WHO standard value of 0.3 mg/L for Fe (WHO, 2006). Iron is the common element in the earth's crust. As water percolates through soil and rock it can dissolve these minerals and carry them into ground water. Also, iron pipes can corrode and leach iron a house hold water supply (Mark and Monty, 2014; Bruce and Sharon, 2014).

Table 2. The level of different heavy metals in the three sites

Sample site	Types of Heavy metals unit (mg/L)							
	Fe	Cu	Zn	Cd	Ni	Co	Cr	Pb
Bedesa	ND	0.054 ± 0.0006	ND	ND	ND	0.082 ± 0.0009	ND	ND
DCTE	0.60 ± 0.0020	0.047 ± 0.0002	0.98 ± 0.0018	ND	ND	0.066 ± 0.0003	ND	ND
Gedeb	ND	0.050 ± 0.0002	0.53 ± 0.0013	ND	ND	0.068 ± 0.0004	ND	ND

ND = the result is less than method detection limit

CONCLUSION

The result on this study showed that the two sites, Gedeb and Bedesa sites were safe to drinking purpose according to different organizations but the third site Dilla College Teachers' Education (DCTE) not safe for drinking purpose because turbidity of the water was much higher than the permissive limit according to different organizations. Moreover, the concentration of iron in DCTE above WHO permissive limit. The researchers recommended that the water in DCTE need further treatment for its removal of heavy metals and to clean up different suspended and dissolved solid which cause high turbidity.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are grateful for the financial support of Dilla college of Teachers Education. The authors also would like to thank JIJE Analytical Testing Service Laboratory Addis Ababa Ethiopia for providing instruments and technical support during sample analysis.

REFERENCES

- [1] Acar K., Boz B., Kurtulus A., Divrikli U., Elci L.(2004). Using of atomic absorption spectrometry for diagnosis of electrical injuries (an experimental rat study). *Forensic Sci. Int.*, 146S, S3.
- [2] Afzali D., Taher M.A., Mostafavi A., Mobarakeh S.Z.M.(2005). Thermal modified Kaolinite as useful material for separation and preconcentration of trace amounts of manganese ions. *Talanta*, 65, 476.
- [3] APHA (American Public Health Association)(1980). American water works association and water pollution control/federation, Standard method for the examination of water and waste water, American publication Health Association, washington USA.
- [4] Are Mu D.A., OL Awuyi J.F., Meshit SUK A S., Srid Har M.K., Oluwande P.A. (2002). Heavy metal analysis of groundwater from Warri, Nigeria. *Int. J. Envir. Health Res.*, 12, 261
- [5] Asadullah, Kherun Nisa and Seema Ismat Khan (2013). Physico-chemical properties of drinking water available in educational institutes of Karachi City *Sci., Tech. and Dev.*, 32 (1): 28-33.
- [6] Bruce I. Dvorak and Sharon O.Skipton (2014). Drinking water iron and Manganese University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural resources G1714
- [7] Chan, C.L., M.K. Zalifah and A.S. Norrakiah. (2007). Microbiological and physicochemical
- [8] Degu Lere Keshebo, Manash Kumar Choudhury and Ahmed Hussen Dekebo (2014) Investigation on Toxicity, hypoglycemic effect of the root bark of *Securidacum longepedunculata* Fresen (Polygalaceae) and determination of heavy metals in it. *Annals of Biological Research*, 5 (6):15-19
- [9] Gan W.E., Shi W.W., SU Q.D.(2004). Determination of cadmium by CVAAS using nebulous phase reaction vapor generation system. *Atom. Spectrosc.*, 25, 245.
- [10] Gasim M.B., Ismail B.S., Toriman E., Mir S.I., and Chek T.C.(2007). A physico-chemical assessment of the bebar river pahana, Malaysia, *Global Journal of Environment Research*, 1(1), 7-11
- [11] Gautam A.(1990). Ecology and pollution of mountain waster's, Ashish Publishing house, New
- [12] Ghaedi M., Fathi M.R., Marahel F., Ahmadi F.(2005). Simultaneous preconcentration and determination of copper, nickel, cobalt and lead ions content by flame atomic absorption spectrometry, Fresen. *Environ. Bull.*, 14, 1158.
- [13] Horison R.M., pollution- causes, Effect publication No.44, Royal Society of Chemistry, London
- [14] ICMR Indian Council of Medical Research (1975) Manual of standard of quality of drinking water supplies 2nd ed. Special report series no. 44 New Delhi.

- [15] Koc H., Mendil D., Tuzen M., Sari H., Hasdemir E.(2004). Trace metal levels of some medical and aromatic plants collected from high density traffic areas in Tokat, Turkey. *Asian J. Chem.*, 16, 1089.
- [16] M. Soylak, F. Armagan Aydin, S. Saracoglu, L. Elci, M. Dogan (2002). Chemical Analysis of Drinking Water Samples from Yozgat, Turkey *Polish Journal of Environmental Studies Vol. 11, No. 2, 151-156*
- [17] Mark L.Mc Farland and Monty C. Dozier (2004). Drinking Water problems Iron and Manganese. Texas A&M Agri Life Extension, the Texas A&M University system L-5451
- [18] Shishehbore M.R., Nasirizadeh N., Shabani A.M.H., Tabatabaee M.(2005). Spectrophotometric determination of trace copper after preconcentration with 1,5- diphenylcarbazone on microcrystalline naphthalene. *Can. J. Anal. Sci. Spectr.*, 50, 130.
- [19] Trivedi D.K. and Goal P.K, (1984). Chemical and biological methods for water pollution studies, Environment Publication, karad, India.
- [20] Van Cauwenbergh R., Robberecht H., Van Vlaslaer V., Deelstra H. (2004) Comparison of the serum selenium content of healthy adults living in the Antwerp region (Belgium) with recent literature data. *J. Trace. Elem. Med. Biol.*, 18, 99.
- [21] World Health Organization (WHO) 2006 . First Addendum to third Edition volume1
- [22] World Health Organization. (1996). Guidelines for drinking water. 2nd Ed. Health Criteria and other supporting Information. WHO, Geneva, Switzerland
- [23] Zaher Barghouthi and Sameer Amereih (2012) Spectrophotometric determination of fluoride in drinking water using aluminium complexes of triphenylmethane dyes. *Institute of Chemistry, Karl-Franzens University, Universitaetsplatz 1, A8010 Graz, Austria*

La marque, un concept applicable au pays

[The brand, a concept applicable to the country]

Boubacar BASSE

PhD in Management Science,
Head of Economics Department Management,
Assane Seck University of Ziguinchor - BP 1540 Ziguinchor, Senegal

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

ABSTRACT: This article first proposes to present the foundations of the country brand through its image and identity components. Then it analyzes the country brand management model in three points: the identification of target groups, associations and positioning trails and finally the influence of the level of economic development on the management of the country brand.

The perception of a country as a brand is then dictated by a desire to better spread internationally in order to increase its attractiveness vis-a-vis those to whom he is interested: tourists, investors and particularly foreign direct investors, expatriates, students, residents, merchants, media, facilitators or relays (such as Tour Operators, airlines) ... To do so, it is important to measure the impact of the country on the behavior of these different audiences targets. These effects therefore vary from one country to another, given the differences in economic, socio-cultural and other factors. But for a country, it turns out that the picture varies over time, due to changes in industrialization, marketing strategies, changing lifestyles, etc. This means that the study of the image of the territories follows two logics based firstly on territorial imaging in relation to economic development, and also on the success of marketing strategies implemented.

KEYWORDS: brand, Country, Image, identity, Public, Positioning.

RESUME: Cet article se propose d'abord de présenter les fondements de la marque-pays à travers son image et ses composantes identitaires. Ensuite, il analyse le modèle de gestion de la marque-pays en trois points : l'identification des publics cibles, les associations et repérages de positionnement et enfin l'influence du niveau de développement économique sur la gestion de la marque-pays.

La perception d'un pays comme une marque est alors dictée par un désir de mieux rayonner sur le plan international afin d'accroître son pouvoir d'attraction vis-à-vis des différents publics auxquels il s'intéresse : touristes, investisseurs et en particulier les investisseurs étrangers directs, expatriés, étudiants, résidents, commerçants, media, facilitateurs ou relais (telles que les Tour Operateurs, les compagnies aériennes)...Pour se faire, il importe de mesurer les effets du pays sur le comportement de ces différents publics cibles. Ces effets varient donc d'un pays à un autre, compte tenu des différences au niveau économique, socioculturel, entre autres facteurs. Mais pour un même pays, il s'avère que l'image varie dans le temps, en raison des changements en matière d'industrialisation, de stratégies marketing, de l'évolution des modes de vie, etc. Cela revient à dire, que l'étude de l'image des territoires obéit à deux logiques fondées, d'une part sur l'image territoriale mise en relation avec le développement économique, et d'autre part sur le succès des stratégies marketing mises en œuvre.

MOTS-CLEFS: marque, pays, image, identité, publics, positionnement.

1 INTRODUCTION

Le concept de marque est traditionnellement réservé aux produits et services, d'où l'appellation de marque commerciale. Cependant, il peut être étendu à la ville, à la région voire au pays si l'on se réfère à deux faits majeurs se rapportant, d'une part aux extensions du domaine de la marque, et d'autre part à l'analogie selon laquelle le pays utilise les mêmes « armes » que l'entreprise pour se faire valoir, au premier rang desquelles l'image et l'identité. En outre, le concept de marque-pays se situe en droite ligne de l'avènement de « pôles d'émergence » illustrés, à titre d'exemples, par l'automobile allemande, l'informatique en Inde, les cosmétiques et les parfums français, l'agro-alimentaire brésilien, l'énergie russe, les montres et les chocolats suisses, l'industrie chinoise... A côté de ces pôles d'émergence se développent des appellations nationales identitaires comme le Pays de la Téranga (Sénégal), l'Empire du Milieu (la Chine), le Pays des Hommes Intègres (Burkina Faso), l'Hexagone (la France), le Pays du matin Calme et de la Rose (Corée du Sud), le Pays de l'Oncle Sam (Etats Unis), le Quartier latin de l'Afrique (le Bénin)... Ces dénominations renferment un sens profond qui renvoie à la spécificité tant économique, sociale, culturelle que symbolique du pays concerné. Il s'agit en fait d'un contenu qui confère à la marque-pays sa personnalité identitaire associée à une image forte. Pour ce qui est du Sénégal, le concept de la *Téranga* lui est habituellement associé pour devenir un signe de reconnaissance et d'identification. Il s'agit d'un concept en langue wolof qui veut dire littéralement « hospitalité ».

Dans la typologie des extensions de marque, la marque-ombrelle au sens de Michel (2009) nous semble la mieux indiquée pour être appliquée au pays. Car « elle commercialise des produits hétérogènes associés à différentes promesses et se distingue par un territoire produit plus vaste ». Une autre caractéristique de la marque-ombrelle attestant de son analogie avec la marque-pays est sans doute son socle originel constitué par une marque forte en notoriété, disposant d'une image valorisante et désireuse de se diversifier (Michel, 2009). Au rôle fédérateur de la marque viennent s'ajouter celui d'outil de développement au service du territoire et de vecteur de communication.

C'est dire donc que le temps où le mot « marque » n'évoquait que les biens de grande consommation est révolu. Aujourd'hui, la marque est devenue une unité de valeur omniprésente qui sort même du champ traditionnel des secteurs de l'économie. On parle des sportifs comme des marques, des universités aussi, des musées, des villes, et enfindes pays. Dans ce même ordre d'idées, on peut citer la loi française n° 64 – 1360 du Code civil qui intègre, en ces termes, les noms géographiques parmi les marques reconnues : « sont considérées comme marques de fabrique, de commerce ou de service, les noms patronymiques, les pseudonymes, les noms géographiques, les dénominations arbitraires ou de fantaisie, la forme caractéristique du produit ou de son conditionnement, les étiquettes, enveloppes, emblèmes, empreintes... combinaison ou disposition de couleurs, dessins, reliefs, lettres, chiffres, devises et, en général, tous signes matériels servant à distinguer les produits, objets ou services d'une entreprise ».

Notre présente recherche s'appuie sur une revue synthétique de la littérature pour apporter une contribution à l'extension du concept de marque au pays. A cet effet, nous nous posons la question essentielle suivante : pourquoi un pays peut-il se vivre comme une marque ? Accessoirement, quels sont les angles d'appréhension de la marque-pays ainsi que le modèle de gestion qui lui est associé ?

Dans la première partie de cet article, nous présentons les fondements de la marque-pays à travers son image et ses composantes identitaires. Dans la seconde partie, nous analysons le modèle de gestion de la marque-pays en trois points : l'identification des publics cibles, les associations et repérages de positionnement et enfin l'influence du niveau de développement économique sur la gestion de la marque-pays.

2 LES FONDEMENTS DE LA MARQUE – PAYS

La marque constitue un « signe susceptible de représentation graphique servant à distinguer les produits ou services d'une personne physique ou morale » (Vernette, 2008 ; p). Cette définition rejoint la position de Michel (2009) qui considère la marque comme un repère pour les clients en ce sens qu'elle constitue un facteur de différenciation à l'heure où on compte douze millions de marques dans le monde, dont certaines sont bi voire tricentenaires.

L'analogie entre marque commerciale et marque-pays est entretenue par l'existence de nombreux points comme :

- le nom ;
- un slogan, par exemple « Un Peuple, un But, une Foi » ;
- un logo (le drapeau du Sénégal en Vert, Or et Rouge avec une étoile verte au milieu)

En outre, un pays, au même titre qu'une entreprise, participe à la compétition économique sur le plan régional, continental voire mondial pour ce qui concerne la vente de produits et services nationaux, le tourisme, la captation des flux

d'investissements directs étrangers et l'offre culturelle. A ce sujet, il y a lieu de souligner que l'émergence des « marques pays » va bien au-delà de la très classique analyse des attributs des territoires associés au label « made in ... ». En réalité la recherche sur les effets COO (country of origin) ou COC (country of conception) ne correspond qu'à une petite partie de ce que l'on entend par la « marque pays » (Kapferer, 2011).

Pour en revenir à l'analogie avec la marque commerciale, il convient de reconnaître à la marque-pays deux types de marché : le marché des investissements étrangers et du tourisme où le pays se « vend » en direct et le marché des exportations pour lesquelles le pays tient lieu de marque ombrelle au sens de Michel (2009), après les marques commerciales.

En tout état de cause, à l'image de la marque commerciale, le pays se doit de gérer un capital de marque en respectant les « cinq secrets des grandes marques » identifiées par Domart (2007), à savoir :

1. Regrouper ses marques sous une même bannière ;
2. Se focaliser sur un créneau et faire connaître sa différence ;
3. Faire de sa signature une garantie d'excellence ;
4. Travailler son image et accroître sa notoriété ;
5. Protéger son identité pour assurer sa pérennité : proclamer et défendre ses valeurs.

Et Bastien, Dubourdeau et Leclère (2011) de rajouter que les différents pays de la planète sont dans des situations très différentes. De ce point de vue, il faut remarquer que les pays ont d'autant plus de facilités pour « se vendre » à l'étranger qu'ils sont mieux réputés et qu'à l'inverse ceux en mal de réputation peinent à susciter la confiance auprès de leurs cibles respectives. La perception d'un pays comme une marque est alors dictée par un désir de mieux rayonner sur le plan international afin d'accroître son pouvoir d'attraction. Dès lors, la notion de marque pays trouve toute sa légitimité. Car, à l'image d'une entreprise ou une collectivité quelconque évoluant dans un contexte de mondialisation, le pays recherche une réputation qui lui est vitale en ce sens qu'elle lui permet de nouer des partenariats avec d'autres pays, d'exporter ses produits, d'attirer des investisseurs et des touristes...

L'opportunité et la pertinence de la notion de marque-pays résident certainement dans son rôle de renforcement de la marque produit qui peine aujourd'hui à se vendre dans un environnement très concurrentiel. Ainsi, pour opérationnaliser le concept de marque pays, Bastien, Dubourdeau et Leclère (2011) s'inspirent de la marque France et préconisent « dans une première étape, d'identifier, au sein d'un environnement en évolution permanente, les caractéristiques du pays qui sont légitimes, crédibles, vraies et perçues comme telles par le reste de la planète et à partir desquelles il serait possible de renforcer les points forts de la marque pays et de développer des stratégies sectorielles cohérentes entre elles exploitant au mieux son potentiel... ». Dans une seconde étape, ils envisagent de chiffrer les différents composants de la valeur de la marque pays et à en quantifier les potentiels d'amélioration.

2.1 L'IMAGE DU PAYS

D'après Merunka et Ouattara (2006), les villes qui composent les pays sont de plus en plus considérées comme des marques si l'on se réfère à l'émergence de concepts nouveaux comme le marketing urbain ou de place marketing qui en sont des signes précurseurs. Il s'y ajoute que les villes partagent un certain nombre de caractéristiques avec les marques. Il s'agit principalement d'une notoriété plus ou moins forte et d'une image faisant l'objet de stratégies de communication axées sur les spécificités de la ville : la tradition, l'art et le raffinement pour Paris, les jeux, la fête et le spectacle pour Las Vega etc. Cette image associée à la ville peut être positive comme elle peut être détériorée suite à l'avènement de facteurs de distorsion et de risque (cherté, pollution, trafic, terrorisme, manque d'infrastructure...).

Les enjeux attachés à une image positive sont nombreux. Que ce soit pour attirer des investisseurs étrangers ou des touristes ou pour accueillir un événement culturel, sportif, économique... d'envergure continentale voire mondiale, les villes rivalisent d'atouts pour remporter la compétition et saisir ainsi les diverses opportunités qui y sont attachées. C'est à l'image de la ville de Bilbao citée par Merunka et Ouattara (2006) qui a fondé son développement sur une forte stratégie de communication orientée vers la création d'une marque forte. Ainsi, les éléments constitutifs de la marque-ville Bilbao sont :

1. Un musée d'art contemporain qui jouit de la renommée internationale de la fondation Guggenheim. Cette œuvre architecturale constitue un symbole fort de la ville de Bilbao à l'image de la Tour Eiffel et de l'Arc de Triomphe pour Paris, du Monument de la Renaissance Africaine et de la Maison des Esclaves de Gorée pour Dakar...
2. Un centre architectural majeur qui est le reflet du talent des architectes de renommée internationale
3. Une stratégie de communication aux niveaux national et international destinée à promouvoir l'image et les spécificités (culturelles, architecturales,...) de la ville de Bilbao

La réunion de ces trois éléments constitutifs ne saurait suffire pour assoir le concept de marque-ville voire de marque-pays. Ils doivent aller de pair avec des associations fortes et positives qui sont entretenues au sujet de la ville par les divers publics : investisseurs, touristes... De ce point de vue, l'analogie existant entre la marque commerciale et le territoire consacre le bien-fondé et l'opportunité de la gestion de la ville en tant que marque. Cela est d'autant plus plausible que des villes en arrivent à arborer un nom commercial dans le but de bénéficier de la notoriété qui y est attachée. A ce sujet, Merunka et Ouattara (2006) soutiennent que « le nom de la ville devient à l'évidence une marque lorsqu'elle est fortement associée à un produit ou à un événement et devient soit une appellation soit un label de qualité » [1]. Il en est de même lorsque le nom de la ville est utilisé sur des produits dérivés comme le textile, l'habillement, la vaisselle...

Utilisée pour créer de la lisibilité et de la différenciation, la marque-pays, à l'image de la marque-employeur prônée par Liger (2004) cité par Autissier et al. (2009) est destinée à être exploitée aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays. Ainsi appliquée au pays, la marque au sens de Liger (2004) obéit à un plan marketing en quatre phases.

- 1ère phase : la définition d'une stratégie pays correspondant à la spécification des besoins en matière d'IDE. La stratégie ainsi déclinée va également donner des orientations pour développer la notoriété et l'image du pays
- 2ème phase : la réalisation d'un bilan d'attractivité territoriale du pays en interviewant des personnes en interne et en externe. Cette phase cruciale permet de déterminer le taux d'attractivité et les facteurs de cette attractivité, ou non-attractivité le cas échéant.
- 3ème phase : la mise en œuvre d'un plan d'action par cible d'investisseurs étrangers. A ce sujet, chaque cible est positionnée en termes de priorité et des actions de communication spécifiques sont déployées en direction des investisseurs potentiels pendant que des services appropriés sont proposés à ceux déjà implantés sur le territoire.
- 4ème phase l'évaluation de l'image du pays qui peut être faite par des agences de notation spécialisées. L'indicateur peut porter sur le risque pays, qui selon Meier et Schier (2005) est un surplus d'incertitude comprenant deux catégories d'éléments : les éléments objectifs et les éléments subjectifs. Ainsi, les composantes objectives incluent :
 - ▀ Le risque politique c'est-à-dire la probabilité d'occurrence d'une modification substantielle et non anticipée du cadre institutionnel du pays comme le changement de régime politique, les décisions d'expropriation et de nationalisation, les changements de régimes de change, les décisions de restriction sur les mouvements de capitaux...
 - ▀ Le risque réglementaire découle d'une modification du cadre juridique régissant le fonctionnement des entreprises.
 - ▀ Le risque économique recouvre les aléas afférents à l'inflation, au taux d'intérêt, au niveau des prélèvements obligatoires...

Quant aux composantes subjectives du risque pays, elles sont plus difficiles à cerner. Elles proviennent d'une mauvaise interprétation des règles non formalisées ou des us et coutumes du pays d'accueil. Le risque pays peut aussi être engendré par une sous-estimation des différences culturelles dont la non-prise en compte peut remettre en cause la viabilité économique de l'entreprise étrangère.

L'évaluation de l'image du pays à l'aune du risque pays va certainement dans le sens de nourrir le capital de la marque-pays, c'est-à-dire la valeur ajoutée que la marque apporte au pays, au sens de Michel (2009). Il s'agit en d'autres termes d'une performance supplémentaire que la marque apporte au pays. Ainsi, l'analyse de la performance de la marque s'apprécie à partir des perceptions des investisseurs. Leur point de vue est donc étudié à travers l'image de marque qui englobe l'ensemble des associations liées mentalement à la marque, en termes d'attributs, de promesses, de valeurs... Michel (2009).

2.2 L'IDENTITE DE LA MARQUE-PAYS

La marque a deux attributs essentiels que sont son image et son identité. L'identité représente la façon dont la marque veut être perçue à la différence de l'image qui est la façon dont elle est réellement perçue par les consommateurs (Michel, 2009). Appliquée au pays, donc au territoire, la marque génère le concept d'identité de marque qui dérive de sa composante identitaire. Ainsi, nous utilisons le terme d'identité territoriale pour désigner la même réalité d'identité de marque, d'où le concept d'identité de marque territoriale reconnaissable par des traits saillants représentés par un logo, un label ou une icône. Elle englobe aussi des composantes immatérielles voire affectives qui lui donnent vie. Il s'agit du sentiment patriotique

qui fédère dans un cadre unitaire l'ensemble des nationaux voire des acteurs économiques, sociaux, culturels,...qui opèrent dans le pays.

S'inspirant du modèle du Corporate mix territorial de Girard (1999), la marque-pays se compose de quatre dimensions identitaires : organique, économique, géographique et symbolique. Le contenu général visible sur la figure 1, met en évidence les déclinaisons concrètes relatives à chaque composante.

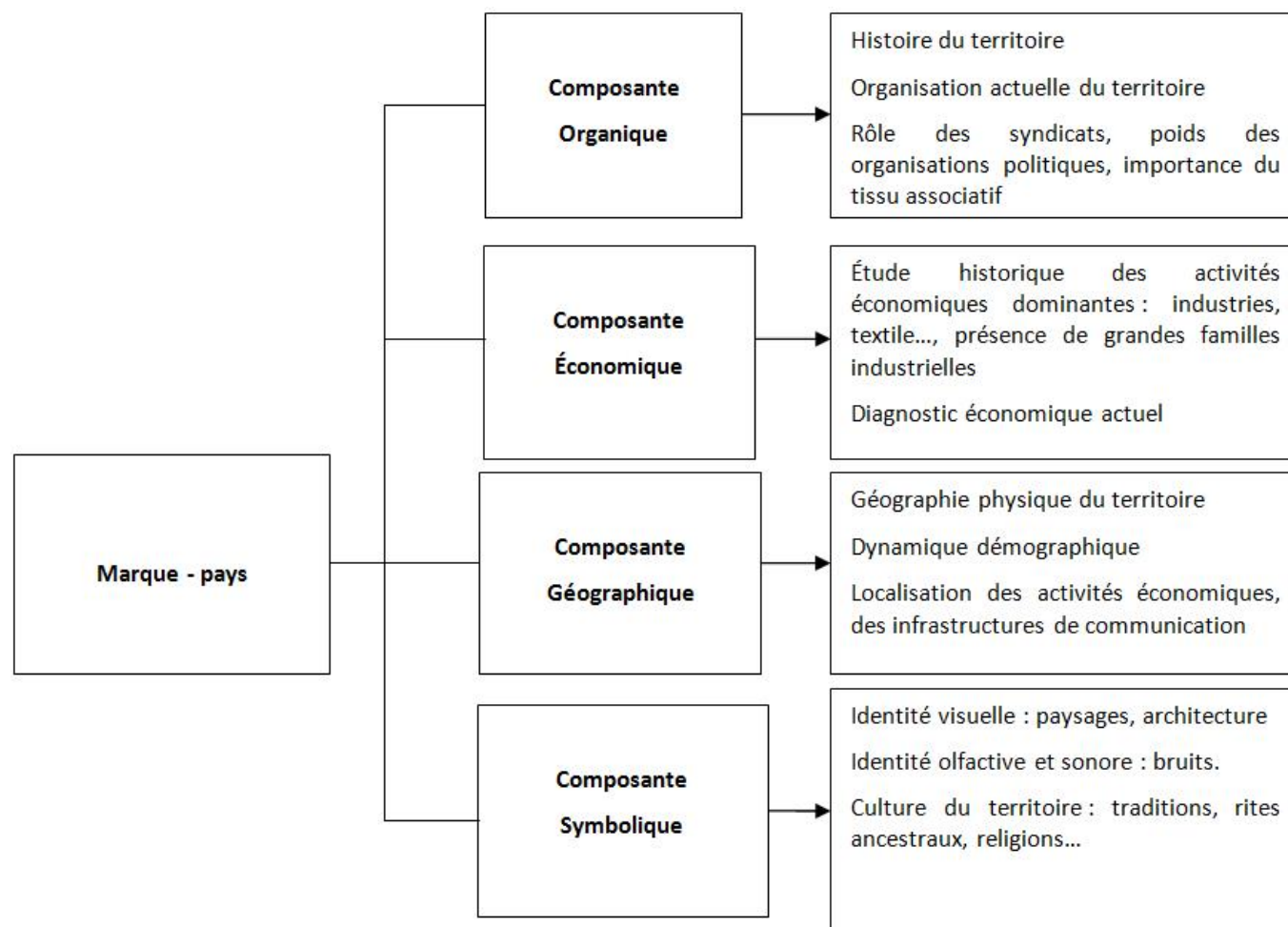


Figure 1 : les composantes identitaires de la marque – pays

Source : d'après le Corporate mix territorial de Girard (1999)

3 LE MODELE DE GESTION DE LA MARQUE-PAYS

D'après Merunka et Ouattara (2006), la gestion de la marque-pays est comparable à la gestion de la marque commerciale, qui consiste essentiellement à créer des associations positives et fortes dans l'esprit des publics visés (investisseurs, touristes, étudiants...). Pour se faire, il importe de :

- Agir sur les caractéristiques du pays : architecture, évènement, urbanisme, etc.
- Communiquer intensément auprès de la cible visée pour l'inciter à « consommer » la marque-pays.

Le développement de ces deux actions phares de la gestion de la marque ne peut logiquement se faire indépendamment des moyens financiers, matériels et humains mobilisables par le pays. Il découle de la stratégie de marque au sens de Bastien, Dubourdeau et Leclère (2011) qui en voient un double objectif, c'est à dire comprendre comment l'entreprise ou le pays est perçu et trouver comment influencer cette perception dans le sens recherché.

La gestion de la marque territoriale pose donc incontestablement le problème du budget de l'organisation (ville, région, pays...) et par ricochet, celui de son niveau de développement économique et social. Il est dès lors intéressant de poser la question de savoir si la gestion de la marque-pays utilise les mêmes modes opératoires ou bien si elle produit les mêmes résultats selon que l'on se situe dans un environnement favorable ou dans un contexte de sous-développement. La transition de la ville au pays reste tout à fait possible dans la mesure où le pays est une juxtaposition organique et cohérente de villes partageant un commun vouloir de vie commune. En outre, s'inscrivant en droite ligne des travaux antérieurs de Hamzaoui et Merunka (2006), Shimp, Samiee et Madden (1993) et Thakor and Lavack (2003) sur la marque-pays, Merunka et Ouattara (2006) montrent que les niveaux d'analyse (ville, région, pays) sont tout aussi pertinents. Ils font toutefois remarquer que par delà les pays, les investisseurs pensent prioritairement aux continents, aux régions et aux villes. Cette attitude des investisseurs découle certainement des contrastes relevés dans la répartition géographique des activités économiques et des infrastructures au sein des pays. A ce sujet, il faut noter que les capitales concentrent généralement l'essentiel de l'économie des pays en dépit de l'existence d'une volonté politique manifeste de corriger les déséquilibres au profit des villes périphériques.

Ils rajoutent que le modèle de gestion de la marque s'applique à ville, et par ricochet, au pays dès lors qu'il existe une association entre le nom de la ville et une catégorie de produits ou un produit particulier comme la verrerie de Murano ou bien le cristal de Baccarat...Ainsi, la marque, forte de son origine géographique crée une valeur additionnelle au produit qui la porte. Le territoire (ville, région, pays) peut aussi être associé à un événement pour des raisons historiques, religieuses... C'est le cas des pèlerinages à la Mecque (Arabie Saoudite), à Popenguine (Sénégal), à Lourdes (France), à Saint-Jacques de Compostelle (Espagne) etc. Ces associations sont positives, mais d'autres sont négatives car étant liées à des événements tragiques (Tchernobyl en Ukraine, le génocide au Rwanda...). Ces exemples montrent, si de besoin, que la dimension de l'événement est souvent tellement grande qu'elle dépasse le cadre de la ville pour embrasser le pays tout entier avec lequel l'association est ainsi entretenue. Cela nous permet de poser la relation d'inclusion logique de la marque-ville dans la marque-pays qui en constitue par ailleurs un prolongement naturel. En tout état de cause, les pays, par delà les villes qui les composent, sont en compétition ouverte pour attirer sur leur territoire des touristes, des investisseurs étrangers...ou pour abriter des événements majeurs. Se faisant, ils mettent en valeur leurs atouts respectifs, objet d'une stratégie de communication en direction des cibles visées. Eu égard aux nombreux enjeux en termes de retombées financières, de notoriété, de capacités organisationnelles, d'effets d'expérience,... un management de la marque-pays s'impose pour réussir le pari de l'attractivité territoriale et de la compétitivité internationale. Pour relever ces défis, Merunka et Ouattara (2006) préconisent le développement d'une stratégie de gestion de l'image de marque fondée sur essentiellement deux éléments :

1. L'identification des publics cibles du pays ;
2. Le repérage de points d'image et d'un positionnement fort, différenciateurs et crédibles.

3.1 L'IDENTIFICATION DES PUBLICS CIBLES DU PAYS

Les publics cibles de la marque-pays sont tout aussi nombreux et variés que ceux auxquels s'intéresse la ville d'après Gilmore (2002). Ainsi, de façon non exhaustive, Merunka et Ouattara (2006) citent les divers publics auxquels s'intéresse la marque-ville, et par ricochet, la marque-pays. Il s'agit de :

- touristes (qui ne sont pas une population homogène et qui méritent d'être segmentés),
- visiteurs (ou touristes d'affaires),
- investisseurs et en particulier les investisseurs étrangers directs,
- expatriés,
- étudiants,
- résidents,
- commerçants,
- media,
- facilitateurs ou relais (telles que les Tour Opérateurs, les compagnies aériennes).

La gestion de cette multitude de publics hétérogène s'inscrit en droite ligne du marketing territorial au sens de Chamard et Liquet (2007) qui l'assimilent à « une démarche qui vise à élaborer une offre territoriale par les dirigeants élus au sein d'une entité décentralisée de l'Etat en vue d'assurer son adéquation permanente à diverses cibles (touristes, résidents, entreprises...) tout en poursuivant les missions d'intérêt général auprès de tous leurs administrés et ce, quelle que soit l'hétérogénéité des éléments d'identité qui compose le territoire dont ils ont la charge ».

Si la ville de Paris mise plus sur l'attraction des touristes que des investisseurs directs étrangers (Merunka et Ouattara, 2006), il n'en est pas de même d'autres villes comme celles des pays en développement qui poursuivent des objectifs

ambitieux de créations de richesses et d'emplois afin d'endiguer le phénomène de la pauvreté qui y sévit. Les cibles de la marque-pays en matière d'IDE restent aussi très disparates du point de vue de la nationalité, et donc de la culture. Cette grande diversité de la cible « commerciale » entraîne des stratégies de communication adaptées aux spécificités culturelles des investisseurs étrangers visés.

3.2 LES ASSOCIATIONS ET LES REPERAGES DE POSITIONNEMENT

A partir de la théorie du noyau central développée par Abric (1994), Michel (1999) identifie les associations centrales (« noyau ») qu'elle distingue des associations périphériques vis-à-vis de la marque considérée. Le noyau central étant composé des associations entretenues par une majorité de consommateurs comme étant indissociables de la marque. Le noyau central se veut un facteur fédérateur des éléments les plus fondamentaux de la marque et qui se propose de conférer du sens aux autres associations. Quant au système périphérique, il englobe les associations à la marque les plus concrètes et les plus susceptibles d'évoluer.

Ainsi, lorsqu'une marque modifie son offre, le système périphérique s'en trouve affecté à la différence du noyau central qui en est moins sensible, permettant ainsi de maintenir les consommateurs fidèles. Hamzaoui Essoussi (2009) appréhende l'image d'un pays comme un ensemble perceptuel composé des différentes associations du pays. Ces associations renvoient à ce que les consommateurs savent ou pensent savoir sur les produits et / ou services du pays en termes d'innovation, de technologie, de fiabilité, de prix, de qualité,... Cette définition s'inscrit en droite ligne de nombreuses études qui traitent de l'image du pays par rapport à une catégorie de produit. Cependant, l'approche développée par Hooley, Shipley et Krieger (1988), Lawrence, Marr et Prendergast, (1992) appréhende l'image du pays d'origine de façon globale. Il s'agit alors de ne pas limiter l'image ou l'effet de l'image d'un pays à une catégorie de produits spécifiques mais de prendre en considération l'ensemble des associations liées au pays. Se faisant, les systèmes politiques, sociaux, culturels du pays ainsi que son niveau de développement économique contribuent donc à le positionner dans l'esprit des consommateurs, notamment étrangers (Hamzaoui Essoussi, 2009).

En définitive, le but du jeu est de mesurer les effets du pays sur le comportement de ses différents publics cibles. Ces effets varient donc d'un pays à un autre, compte tenu des différences au niveau économique, socioculturel, entre autres facteurs. Mais pour un même pays, Papadopoulos et Heslop (1993) affirment que l'image varie aussi dans le temps, en raison des changements en matière d'industrialisation, de stratégies marketing, de l'évolution des modes de vie, etc. C'est dire, à l'instar d'Avraham et Ketter (2008), que l'étude de l'image des territoires obéit à deux logiques fondées, d'une part sur l'image territoriale mise en relation avec le développement économique, et d'autre part sur le succès des stratégies marketing mises en œuvre.

3.3 L'INFLUENCE DU NIVEAU DE DEVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE SUR LA GESTION DE LA MARQUE-PAYS

Les travaux de Kaynak et al. (2000) ont permis d'apprécier la relation entre la marque-pays et la qualité perçue des produits en général, par les consommateurs. Quant à Papadopoulos et Heslop, (1993), ils se sont intéressés à des produits spécifiques, comportant une certaine complexité technologique. Ainsi, lorsqu'on demande aux consommateurs d'évaluer les produits en provenance de différents pays, sans préciser la nature des produits, « on note que les produits fabriqués dans les pays industrialisés sont généralement bien évalués ». Cordell (1992) montre aussi que les produits fabriqués dans les pays en voie de développement sont perçus par les consommateurs comme étant de moindre qualité. Ces résultats sont plus évidents pour des produits à technologie complexe que pour des produits ou services à technologie simple. De ce point de vue, les pays industrialisés sont spécialisés, en ce sens que les stéréotypes qui leur sont associés restent spécifiques aux produits considérés, par opposition aux pays en développement qui sont réputés non différenciés c'est-à-dire qu'ils font l'objet de stéréotypes étendus à tous leurs produits (Cordell, 1992). Néanmoins, pour certaines catégories de produits, l'image de qualité est donc associée à des pays spécifiques (par exemple, les vins français, les voitures japonaises, les chaussures italiennes...).

Ainsi, selon Hamzaoui Essoussi (2009), l'image du pays est donc étendue à ses symboles nationaux et culturels, à sa situation économique et politique, à son degré d'industrialisation,... C'est ce qui fait dire à Roth and Romeo (1992) que l'image du pays d'origine d'un produit dépend de la perception du degré de développement économique du pays. Plus le pays considéré est industrialisé, plus la perception de la qualité de ses travailleurs sera favorable (Li and Monroe, 1992). Il en va de même de la qualité perçue des produits de ce pays selon Iyer and Kalita (1997). C'est dire donc que les pays en développement comme le Sénégal souffrent d'une absence de tradition industrielle qui affecte négativement leur image de marque. Cette contreperformance est sans doute à l'origine de la faiblesse relative des flux d'investissements industriels en

direction des pays africains, comparativement aux anciens pays socialistes d'Europe de l'Est qui avaient bénéficié, pendant des années d'IDE massifs en provenance de l'ex Union Soviétique.

Il faut néanmoins reconnaître que l'industrialisation du pays n'est pas le seul facteur d'attractivité territoriale mis en avant par les entreprises multinationales dans leur stratégie d'implantation à l'étranger. Le degré de développement économique du pays contribue certes à le positionner dans l'esprit des consommateurs, mais les systèmes politiques, sociaux, culturels sont aussi pris en compte dans l'appréciation de l'image du pays (Lin and Sternquist, 1994).

Ainsi, du point de vue économique, socioculturel, entre autres facteurs, on peut bien reconnaître que les marques-pays sont différentes et les effets induits sur le comportement du consommateur ou de l'investisseur varient donc d'un pays à un autre.

Par ailleurs, l'image associée au pays n'est pas figée. Elle varie ainsi dans le temps, compte tenu de changements opérés en matière d'industrialisation, de stratégie marketing territorial, de styles de vie... (Papadopoulos et Heslop, 1993). De ce point de vue, l'exemple du Japon est assez illustratif car, si l'on en croit Darling et Wood (1989), l'image de ce pays s'est grandement améliorée au sortir de la tragédie de la seconde guerre mondiale. L'expérience positive des consommateurs avec les produits « made in Japan » ne serait pas étrangère à cette évolution favorable de l'image de ce pays, conformément aux résultats de l'étude d'Ahmed et d'Astous (2007) pour les produits fabriqués en Chine.

4 CONCLUSION

Dans le cadre de cette recherche, nous avons spécifié le concept de marque-pays alors que nous aurions pu nous contenter simplement du pays dans son entièreté. La raison en est que la vocation d'une marque est de créer de la valeur économique à la différence d'un pays qui a des finalités beaucoup plus globales. Il s'avère aussi que cette vocation de création de valeur motive et mobilise les publics cibles de la marque-pays notamment les entreprises multinationales... C'est fondamentalement la finalité de toute organisation à but lucratif contrairement à un pays qui ne saurait être réduit à la notion de marque. Loin de susciter une concurrence au niveau interne c'est-à-dire entre les acteurs présents sur le territoire, la marque-pays donne lieu à une véritable compétition au niveau international. L'exposition universelle de Shanghai (en Chine) en 2010 en est une parfaite illustration. Tous les pays présents à cette manifestation d'envergure mondiale ont cherché à promouvoir et défendre leur marque.

RÉFÉRENCES

- [1] Abric J. C., Les représentations sociales : aspects théoriques, Pratiques sociales représentations, PUF, Paris, 1994.
- [2] Ahmed S., and d'Astous A., "Antecedents, moderators and dimensions of country-of-origin evaluations", *International Marketing Review*, 25 (1), 75-106, 2007.
- [3] Autissier D., Bensebaa F. et Boudier F., *L'Atlas du management*, Eyrolles Editions d'Organisation, 2009
- [4] Avaraham E. and Ketter E., *Media strategies for marketing places in crisis*, Butterworth-Heinemann Ed, 2008.
- [5] Bastien V., Dubourdeau P.-L. et Leclère M., *La marque France*, Presses des Mines – Translator, coll Libres opinions, 2011
- [6] Chamard C, Liquet J.C, « Evaluer l'image des régions françaises : le modèle bidimensionnel des représentations appliqué au marketing territorial », *Actes du congrès International de l'Association Française de Marketing*, Aix les Bains, 2007.
- [7] Cordell, V.V., "Effects of consumer preference for foreign sourced products", *Journal of International Business Studies*, 23 (2), 361-86, 1992.
- [8] Darling, J.R. et Wood, V.R. A longitudinal study comparing perceptions of U.S. and Japanese consumer products in a third neutral country: Finland 1965 to 1985. *Journal of International Business Studies*, 21, 427-450, 1990.
- [9] Domart Q. « Carrefour se met en ordre de marche », Article paru dans *L'Expansion* du 01/12/2007
- [10] Girard V. (1999) « Contribution à l'étude du Marketing territorial, le cas des projets de villes et d'agglomérations françaises », thèse de doctorat en sciences de gestion, IAE - Université Lyon
- [11] Gilmore F., « A country – can it be repositioned? Spain – the success story of country branding », *Brand Management*, vol.9, n° 4-5 (April), 281-293, 2002.
- [12] Hamzaoui Essoussi L., « Image globale et compétences perçues du pays d'origine: quelle influence sur l'évaluation de produits à faible ou forte complexité technologique ? » ASAC, Telfer School of Management, University of Ottawa, 2009
- [13] Hamzaoui. L. and Merunka, D., "The impact of country of design and country of manufacture on consumer perceptions of bi-national products' quality: an empirical model based on the concept of fit", *Journal of Consumer Marketing*, 23 (3), 145-155, 2006.

- [14] Hooley, G., Shipley, D. and Krieger, N., "A method for modelling consumer perceptions of country-of-origin", *International Marketing Review*, Autumn, 67-76, 1988.
- [15] Iyer, G.R. and Kalita, J.K., "The Impact of Country-of-Origin and Country of-Manufacture Cues on Consumer Perceptions of Quality and Value", *Journal of Global Marketing*, 11(1), 7-28, 1997.
- [16] Kapferer, J – N., « France : Pourquoi penser marque? », *Revue française de gestion*, n°218-219, 2011
- [17] Kaynak, E., Kucukemiroglu, O., and Hyder, A.S., "Consumers' country-of-origin (COO) perceptions of imported products in a homogenous less-developed country", *European Journal of Marketing*, 34 (9/10), 221-41, 2000.
- [18] Lawrence, C., Marr, N.E and Prendergast, G.P., "A country of origin stereotyping : a case study in the New Zealand motor vehicle industry ", *European Journal of Marketing*, 30, 37-51, 1992.
- [19] Li, W.K. and K.B. Monroe, "The Role of Country of Origin Information on Buyers' Product Evaluation: An In-Depth Interview Approach", *Enhancing Knowledge Development*, Vol. 3, Proceedings of the American Marketing Association Educators' Conference, 274-280, 1992.
- [20] Liger P., *Le marketing RH*, Dunod, 2004
- [21] Lin, L. and B. Sternquist, "Taiwanese Consumers' Perceptions of Product Information Cues", *European Journal of Marketing*, 28(1), 5-18, 1994.
- [22] Meier O. et G. Schier, *Entreprises multinationales*, Dunod, 2005
- [23] Merunka D. et Ouattara A., « La ville en tant que marque : métaphore ou réalité ? » Centre d'Etudes et de Recherche sur les Organisations et la Gestion, IAE de l'université d'Aix Marseille, W.P. n° 769, Septembre 2006
- [24] Michel G., *Au cœur de la marque*, Dunod, 2ème édition, 2009
- [25] Papadopoulos, N. and L.A. Heslop, "Product-Country Images: Impact and Role in International Marketing", New York: International Business Press, 1993.
- [26] Roth M.S, Romeo. J.B., "Matching product category and country image perceptions: a framework for managing country-of-origin effects", *Journal of International Business Studies*, 3rd quarter, 477-497, 1992
- [27] Shimp, T.A., Samiee, S., and Madden, T.J., "Countries and their products: a cognitive structure perspective", *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 21, n° 4, pp. 323-330, 1993.
- [28] Thakor, M., and Lavack, A., "Effect of perceived brand origin associations on consumer perceptions of quality", *The Journal of Product and Brand Management*, Vol. 12 No. 6, pp. 394-407, 2003.
- [29] Vernet E., *L'essentiel du marketing – Marketing Fondamental*, Editions d'Organisation, 2ème édition, 2008

New observations in nut cracking behavior of chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in Djouroutou, Taï National Park

Serge Pacome SOIRET^{1,2}, Blaise KADJO¹, Bessekon Denis ASSI³, and Philippe Kouassi KOUASSI¹

¹Laboratory of Zoology and Animal Biology,
Felix Houphouet-Boigny University,
Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Adiopodoumé, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

³Laboratory of Neurosciences,
Felix Houphouet-Boigny University,
Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: Among the variety of activities in which wild chimpanzees use tools, some of the most complex behaviors are seen during nut cracking. As studies of nut cracking have been limited to a few habituated groups of chimpanzees located in a specific area in Taï National Park, we now question whether other groups without contact with the previously studied groups develop the same behavior of nut cracking. Thus, we conducted this study on a group of partially habituated chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in Djouroutou in the southwest of Taï National Park, Côte d'Ivoire. Over a one year period, we collected observational data on chimpanzee feeding behavior, mainly on nut cracking activities. Evidence was found that these chimpanzees crack five species of nuts (*Coula edulis*, *Parinari excelsa*, *Panda oleosa*, *Sacoglottis gabonensis* and *Detarium senegalensis*) using only stones as hammers for opening the nuts to gain access to the nutritious kernel. This chimpanzee group spends 21.43% of the year cracking one type of nut *Sacoglottis gabonensis*. These findings revealed that other groups in Taï National Park developed nut cracking behaviors with some unique features compared to other groups living in the same forest block. These results contribute to the understanding of the origin and evolution of ecologically driven behavioral adaptations in wild chimpanzees.

KEYWORDS: *Chimpanzees*, *Sacoglottis gabonensis*, tool use, stones, wood.

1 INTRODUCTION

Nut cracking is one of the most sophisticated activities among the diverse tool-using behaviors found in wild chimpanzees[1],[2],[3]. It is performed to open a nut species to gain access to its nutritious kernel by using specific tools such as stones, wood, or both [4]. Nut cracking has been reported by researchers at several sites in West African countries such as Sierra-Leone[5],[6], Liberia[7], Guinée[8] and Côte d'Ivoire[9],[10],[11],[12]. In East and Central Africa, nut cracking have been reported for a single group of chimpanzees that live in the Ebo forest of Cameroon[13].

The studies mentioned above, highlight the variety of behaviors shown by different groups of chimpanzees to successfully forage.

Some few studies [14] showed that chimpanzees use hammers and anvils for nut cracking at 14 sites in Africa. The behaviors necessary for nut cracking chimpanzees include the ability of locating and identifying nut species, choosing the appropriate shape and size of a hammer and anvil, and sometimes even making tool modifications[15],[16],[4].

Previous research has indicated that many populations of chimpanzees do not crack nuts and the availability of the material is not a limiting factor for tool choice in their habitat[17],[18],[1][12][19].

Studies of nut cracking activities at several sites or at distinct areas from a particular forest block are critically in assessing whether the observed nut cracking behavior is due to cultural differences or environmental conditions.

This study aimed to describe the nut cracking activities by a social group of chimpanzees in the Djouroutou area located in the southwest of Taï National Park. This particular group of chimpanzees in this park has never been studied before. We'll specifically (1) identify the nut species cracked by this group of chimpanzees and (2) determine and characterize the tools used by this group of chimpanzees.

2 METHODS

2.1 STUDY SITE

We conducted our study in Djouroutou area in the southwest of Taï National Park (**Fig. 1**), the largest remaining tropical rain forest in West Africa and covers 536.000 ha. This park is an UNESCO World Heritage Site, and represents one of the world's 25 biodiversity hotspots[20]. The landscape of this park is gradual from the south to the north; the average altitude is 150 meters, with emergence in the south at the *Niékoué* Mountain, which peaks at 396 meters. Details of the location, climate, flora and fauna can be found in other studies[21],[4],[22].

Our study site, Djouroutou area is located in this park at 12 kilometers east of the nearest town, Djouroutou (5°21'N, 7°17'W). The hydrographic network in this area is dominated by the *Hana* river and is the natural northern border of the territory of the group studied. The chimpanzees sometimes have been observed traversing it, passing on the trunks of trees present in this river as a "foot-bridge".

The study group's territory is about 25 km² and contains around 60 individuals. This group has been in contact with field assistants since 1994 for an ecotourism project initiated by the authorities of Côte d'Ivoire. Since 2010, the chimpanzees were followed regularly and daily observations of their feeding behavior were recorded.

Currently, this region of the park is efficiently protected and poaching is low.

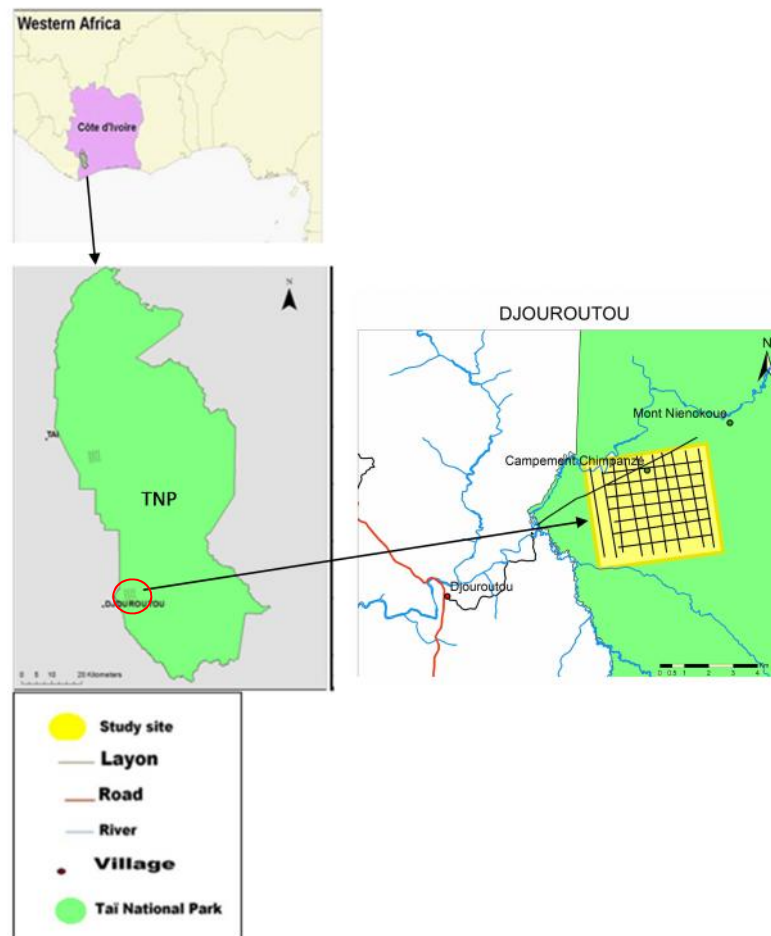


Fig.1. Territory of the chimpanzee group in the Djouroutou area, Taï National Park (TNP)

2.2 DATA COLLECTION

We collected data in the study site between January and December 2012. Data collection was made possible by identifying the active area of the chimpanzee group. One advantage we had in our study was that the chimpanzee group is partially habituated to human presence. The chimpanzees were followed by us, and behavioral data were taken when possible.

Additionally, at the nut cracking sites, we recorded data on the nut shells, the anvil and the presence or absence of a hammer. A cracking site was defined as an anvil plus the remaining shells of cracked nut[15]. Also one species cracking site is one with shells from only a single nut species.

With four field assistants specifically trained in this data collection procedure, we followed individual chimpanzees from nest to nest from 6:00 am to 19:00 pm. We observed each focal chimpanzee from an approach distance of 10 to 12 meters. We recorded feeding data on standardized check-sheets each month. Data were collected according to the *continuous focal animal sampling* method [23]. We recorded data related to the nut cracked species (**Fig. 2**), and the time spent during this activity. The nut cracking activity for the year 2012 was approximately 62 hours of data.

2.2.1 IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF TOOLS USED FOR NUT CRACKING

We identified and characterized the tools used and recorded the weight and the type of hammers (wooden or stone) used. Hammer used was defined as stones or wood which show evident wear due to nut cracking. To measure stone hardness, we first struck the hammer with the force necessary to crack a nut; friable stones were thus eliminated. Additionally, we randomly choose stone hammers to make an experimental test by placing a 10-cm steel nail on a stone and stabilized it using a disc. We then dropped a 2-kg hammer five times, through a cylinder, onto the nail from a height of 50 cm. We measured the depth of the depression on the surface of the stone using a slide caliper with a capacity of 150 mm and an accuracy of 0.02 mm. This test allowed us to categorize the relative hardness of each stone material. We classified the stones according to their resistance. We measured the width of the used anvil i.e., substrates on which the nut was placed to be hammered. To better understand preferences for the types of root anvils of this group of chimpanzees, we pooled the anvils used at the cracking site into two categories: the first contains the anvils of the nut producing tree "*Tree roots*" and the second contains the anvils of all other trees "*Other tree roots*". For the definition of "*tools used*" see [15],[16],[12].



Coula edulis ripe fruits



Panda oleosa ripe fruits



Sacoglottis gabonensis ripe fruits



Parinari excelsa ripe fruits



Detarium senegalense ripe fruits

Fig.2. Photographic views of ripe fruits whose kernels are eaten after being cracked by chimpanzees In Taï National Park

2.3 DATA ANALYSIS

The percentage of time spent during one year to crack each nut species was calculated with the following formula:

$$T = [\sum_i t_i / \sum t] \times 100$$

Where **T** is the percentage of time spent cracking each distinct nut species, **t_i** is the sum of the time chimpanzees were observed cracking each distinct nut species and **t** is the total time spent cracking all species of nuts combined.

Statistical analysis was made using the Student's t-test to compare the mean of stone anvil used and root anvil used for cracking nuts. The Kruskal-Wallis (X^2) test was used to compare the mean hardness of stone between stone type, and between the weight of the hammer used and the time spent to crack different nut species. We calculated the mean stone weight to make comparisons between the stone used and the nut species.

All the statistical tests were done using R software (R 2.15.3) [24].

3 RESULTS

3.1 NUT SPECIES CRACKED BY DJOUROUTOU CHIMPANZEES AND TIME SPENT FOR THIS ACTIVITIES

3.1.1 NUT SPECIES CRACKED

Based on specific nut tree species, we identified five sites of nut cracking in the Djouroutou area (**Table 1**). We found 108 cracking sites for *Sacoglottis gabonensis* (Humiriaceae) (**Fig. 3**), 107 for *Parinari excelsa* (Chrysobalanaceae), 100 for *Coula edulis* (Olacaceae), 85 for *Panda oleosa* (Pandaceae) and 1 for *Detarium senegalense* (Caesalpiniaceae).

Table 1. Distribution of anvil and hammer in one species cracking site found in Djouroutou area

Cracking site	Total number of cracking site	Anvils		Hammers	
		roots	stones	wooden	stones
<i>Sacoglottis gabonensis</i> (Humiriaceae)	108	79	29	0	59
<i>Parinari excelsa</i> (Chrysobalanaceae)	107	73	34	0	73
<i>Coula edulis</i> (Olacaceae)	100	79	21	0	59
<i>Panda oleosa</i> (Pandaceae)	85	47	38	0	77
<i>Detarium senegalense</i> (Caesalpiniaceae)	1	1	0	0	1



Fig.3. Cracking site of *Sacoglottis gabonensis* nuts made by Djouroutou chimpanzees on a root anvil (A) without the hammer and a stone anvil (B) with the stone hammer

3.1.2 MONTHLY NUT CRACKING ACTIVITIES AND TIME SPENT

During 12 months of chimpanzee observations, we noticed two *Coula* nut cracking seasons (January to March and November to December). *Coula* is cracked first on the ground and then in a tree (14 observations) or vice-versa. *Panda* nut was cracked almost all year except for the months of May and June. *Sacoglottis* trees are generally found in swampy areas. *Sacoglottis* dry nut was cracked in March and from May to November and *Parinari* dry nut from February to March and May to November. Time spent by Djouroutou chimpanzees during the year to crack the different species of nuts was similar $X^2 = 7.41$, $df = 3$, $P = 0.059$. The percentage of time spent cracking each nut during the year was as follows: *Parinari* = 32.35%, *Coula* = 30%, *Sacoglottis* = 21.43% and *Panda* = 16.22%. We did not observe chimpanzees cracking *Detarium* nuts. (Fig. 4)

For both (*Sacoglottis* and *Parinari*) ripe fruits, chimpanzees create a wadge (consisting of pulp, nut and skin) by choosing ripe fruit that contains a sticky pulp, putting it in their mouth and repeatedly masticating the fruit while sucking the juices from the fruit. They sometimes remove the wadge with their hand, take new fruits, and then put the wadge into their mouth again. For the *Sacoglottis* fruits, chimpanzee sometimes plunges the wadge slightly in water and then back into its mouth to extract the residual juice. When the extraction is finished, the wadge is not swallowed but rejected onto the ground. These activities occurred for *Sacoglottis* from January to April and from August to December and for *Parinari* from January to May and September to December. The nut cracking occurs later when the nut is dried to extract the kernel.

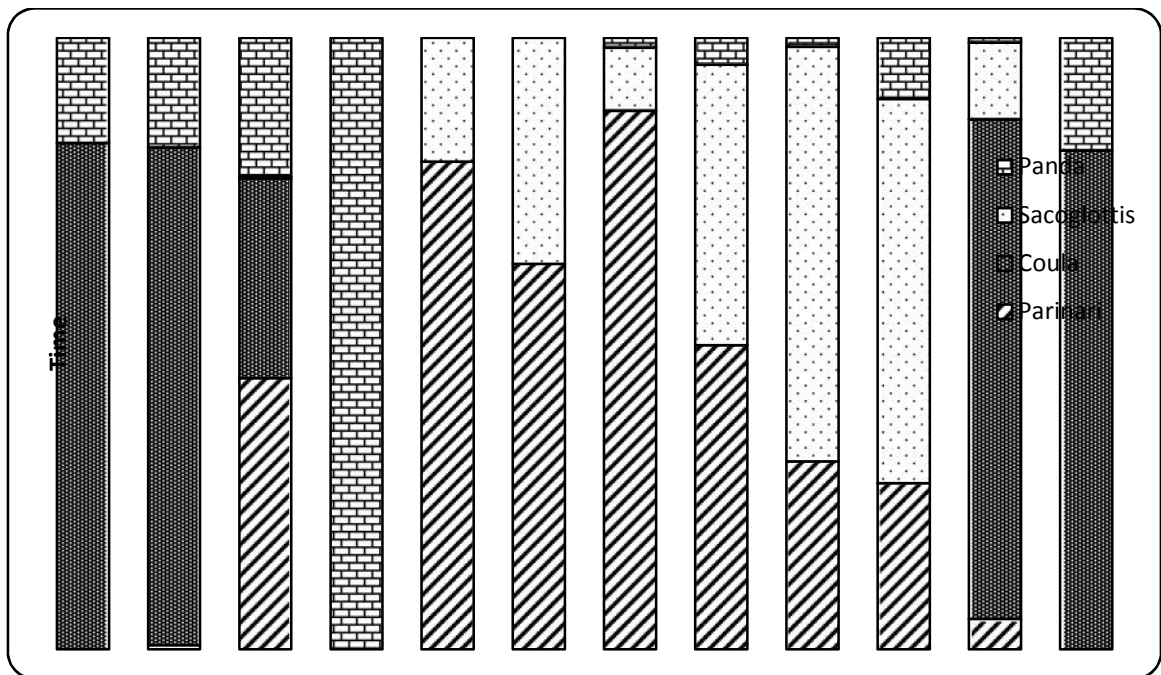


Fig.4. Percentage of time spent per month to crack each species of nuts

3.2 IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF TOOLS USED FOR NUT CRACKING BY DJOUROUTOU CHIMPANZEES

3.2.1 HAMMERS

We found 269 stone hammers used by Djouroutou chimpanzees, distributed in four raw types of stone. We found, by order of abundance, *quartzite* (N = 195), the *granito gneiss* (N = 51), *granite* (N = 18), and *laterite* (N = 4). We found one rare stone hammer used for *Panda* nut cracking that had an iron aspect of 1.35 kg. *Quartzite* stone was most frequently found but weighed the least (mean=1.93±0.12), followed by *granito gneiss* (mean=4.91 ± 0.53), *granite* (3.71± 0.41) and *laterite* (mean= 1.43±0.46). The results of the weight of the stone hammers used as a function of the nut reveal highly significant differences ($\chi^2 = 22.82$, df = 3, $P < 0.001$). *Panda* nuts are cracked with *quartzite* stone and it was also the only nut cracked with a majority of the heaviest stones. All nuts were cracked systematically with stone hammers. *Quartzite* is the hardest stone (impact depth mean = 1.15±0.08), followed by *granite* (impact depth mean = 1.25±0.19), *granito gneiss* (impact depth mean = 5.26±0.38), and lastly *laterite* (impact depth mean = 5.5±0.86) (Fig. 5).

The experimental test of the hardness of the stone hammers type used showed a significant difference ($\chi^2 = 35.27$, df = 3, $P < 0.001$).

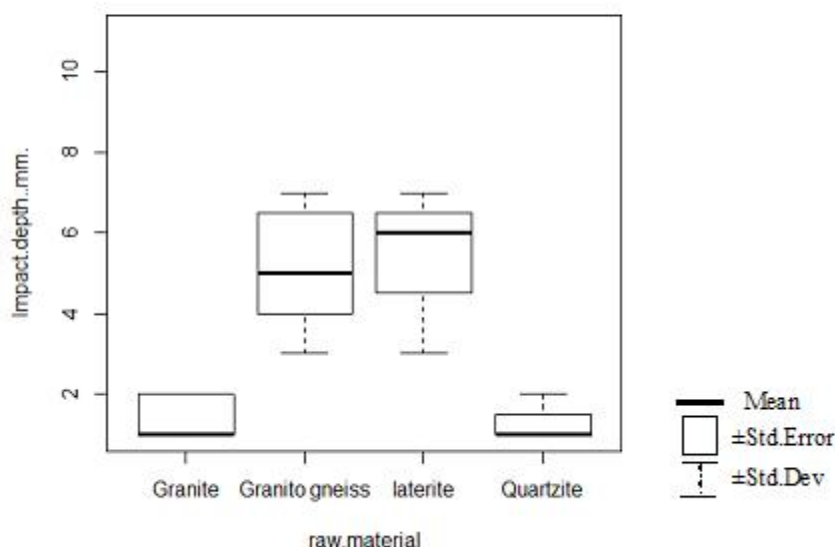


Fig.5. Hardness of the stone material according to the depth of the impact (experimental test)

3.2.2 ANVILS

We found that Djouroutou chimpanzees used more root anvils ($N = 279$) than stone anvils ($N = 122$) $t = -4.60$, $df = 4.312$, $P < 0.001$ (**Table 1**). For the preferences of the root anvils, we excluded the *Detarium* cracking site because of the small sample size of one. Of the 91 anvils used for *Sacoglottis*, 57 were anvils of the nut producing tree (mean width = 7.60 ± 0.37 cm) and 16 were anvils of other trees (mean width = 7.09 ± 0.66 cm). Of the 69 anvils used for *Coula*, 40 were anvils of the nut producing tree (mean width = 5.64 ± 0.30 cm) and 22 were anvils of other trees (mean width = 5.94 ± 0.42 cm). Among the 67 anvils used to crack *Parinari* nuts, 42 of them were anvils of the nut producing tree (mean width = 8.57 ± 0.52 cm) and 13 were anvils of other trees (mean width = 6.69 ± 0.77 cm). Of the 54 anvils used for cracking *Panda* nuts, 20 were anvils of the nut producing tree (mean width = 11.84 ± 3.09 cm) and 21 were anvils of other trees (mean width = 7.79 ± 0.63 cm) (**Table 3**). The percentage of stone anvils used was higher for *Panda* (24.07 %) than for *Sacoglottis* (19.78 %), *Parinari* (17.91 %) and *Coula* nuts (10.14%).

Table 3. Percentage (%) of stone anvils and total of root anvils used with mean width (cm) according to the trees species. (.): indicate the mean width of root anvils

Trees species	Anvils					
	Total anvils	(%) stone	Tree roots		Other tree roots	
			Number	Mean width $\pm$ Std.Dev	Number	Mean width $\pm$ Std.Dev
<i>Sacoglottis gabonensis</i>	91	19.78	57	7.60 ± 0.37	16	7.09 ± 0.66
<i>Coula edulis</i>	69	10.14	40	5.64 ± 0.30	22	5.94 ± 0.42
<i>Parinari excelsa</i>	67	17.91	42	8.57 ± 0.52	13	6.69 ± 0.77
<i>Panda oleosa</i>	54	24.07	20	11.84 ± 3.09	21	7.79 ± 0.63

4 DISCUSSION

Direct observation showed that, Djouroutou chimpanzees cracked four nut species during variable periods of the year. They cracked *Coula* and *Panda* nuts during the same period as well as another group of chimpanzees living in this national park "the Taï group"[15]. This group is located in the north west at 20 kilometers east of the nearest town, Taï. In the Taï group *Parinari* nuts were cracked from June to October [15]. However this seems not to be the case in Djouroutou where this nut is cracked within a total of nine months per year. *Sacoglottis* nuts were commonly cracked eight months of the year by Djouroutou chimpanzees. Hence, based on this observation, the *Sacoglottis* nuts represents a preferred food for this group and not a fallback foods[25], whereas Cracking *Sacoglottis* nuts was only heard once in October in the Taï group [15]. With regards to the *Detarium* we did not observe nut cracking sessions, but we found evidence for one cracking site of this nut, due to the rarity of this nut producing trees in the Djouroutou area. Similar result was found with the Taï chimpanzees group, with a low frequency too, related to the rarity of the nut producing tree in this area [15]. Thus so far we can confirmed that Djouroutou chimpanzees cracked five species of nuts. Five is also the number of nut cracked by the Taï group (four species of nuts frequently and one specie rarely)[15]. However, the Taï group does not seem to like the kernel of *Sacoglottis* nut but instead prefer only the juice in the pulp [4]. Our results showed a local difference in feeding habit compared to the Taï group where despite to the high density of *Sacoglottis* trees in this area, the latest chimpanzees group do not crack this nut species [15],[16],[12], but a similarity with chimpanzees living in Sapo National Park, Liberia. Djouroutou chimpanzees frequently crack *Sacoglottis* nuts. Thus, the *Sacoglottis* cracking behaviour was observed as well in the chimpanzees group of Sapo National Park[26]. This observation is surprising seeing that the Taï and Djouroutou chimpanzee groups are present in the same forest block and live only 60 km apart.

Another area which is likely to yield worthwhile comparisons across groups is the use of tools. The used of wooden hammers was common in the Taï group, mainly to crack *Coula* nuts[15][27]. Our results clearly demonstrated that the chimpanzees of Djouroutou do not use wooden hammers to crack nuts. All of the hammers found by us were stone. Djouroutou chimpanzees used four types of stone hammers to crack nuts. *Quartzite* stones were used most often and in addition are the most abundant stone spread over the territory. Studies conducted of wild chimpanzees [28] and of captive chimpanzees [29] showed that chimpanzees tend to use heavy stone hammers to crack hard nuts. Djouroutou chimpanzees showed evidence of this trend. They used hard and heavy stone hammers to crack *Panda oleosa* which are the toughest than any nut exploited as food in Africa [30][16]. The use of rare, raw stone hammer with a heavy weight to crack this nut, attests to this trend.

Aside from cracking nuts on stone anvils, Djouroutou chimpanzees preferred to crack on root anvils. These results are the same with the study carried out on the anvils used by chimpanzees of the Taï group where 89.9 % of the anvils used are root anvils when 8.8% are stone anvils[31]. For *Parinari*, *Coula* and *Sacoglottis* nuts, Djouroutou chimpanzees preferred to crack on the root of the nut producing tree rather than other trees. The width of the anvil of a nut producing tree was higher than other trees except for *Coula* trees where the width of the nut producing tree was lower than that of other trees. *Panda* nuts were cracked more often on the roots of other trees that had a smaller width than the roots of the nut producing tree which had a greater anvil width. Djouroutou chimpanzees cracked more *Panda* nuts on stone anvils compared to other nuts. This is probably due to the presence of stone supports around these trees and also the hardness of this nut.

5 CONCLUSION

Our study is the first one which describe the nut cracking activities in this particular group of chimpanzees in the Taï National Park. The group of chimpanzees in Djouroutou cracked five nut species and only used stone hammers. Furthermore, they cracked *Sacoglottis* nuts more than any other nuts, in contrast to other chimpanzee groups present in this national park that do not crack *Sacoglottis* despite its pervasiveness and high abundance. However, numerous questions remain unanswered for this newly habituated group such as why do they crack frequently *Sacoglottis* nuts while the Taï groups do not? Why do they use only stone hammers to crack the five nut species while the Taï groups use stone and wooden hammers? Extensive and long-term research is necessary to answer these questions. Studying the Djouroutou chimpanzees will help us to contribute to the understanding of the behavioral differences between chimpanzee groups living in the same forest block.

ACKNOWLEDGMENTS

We are very grateful to the following people and organizations: The Ministère de la Recherche Scientifique de Côte d'Ivoire, the Ministère de l'Environnement, de la salubrité urbaine et du développement durable and OIPR (Office Ivoirien

des Parcs et Reserve) for granting us permits to conduct research in Taï National Park; Prof. Bassirou Bonfoh and Prof. Inza Kone, Director and Deputy director respectively of the Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS); We are acknowledging to Prof. C. Boesch for the useful advice; Dr Ouattara Karim and three anonymous referees for critical reading this manuscript; Kouya Roger, Zo Beugré, Akobi Yapi, Kouadio Fabrice, our faithful assistants who helped to collect field data over the years.

Funding for this research was provided by the Max Planck Institute, Germany, Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire and Proyecto Gran Simio-Spain (PGS-Spain).

REFERENCES

- [1] W. C. McGrew, *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution*, Cambridge University Press. Cambridge, 1992.
- [2] C. Boesch, "Handedness in wild chimpanzees," *International Journal of Primatology*, vol. 12, no. 6, pp. 541–558, 1991.
- [3] N. Inoue-Nakamura, T. Matsuzawa, "Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*)," *Journal of Comparative Psychology*, vol. 111, no. 2, pp. 159–173, 1997.
- [4] C. Boesch, & H. Boesch-Achermann, *The Chimpanzees of the Taï Forest: Behavioural Ecology and Evolution*, Oxford University Press. Oxford, 2000.
- [5] J. M. Sept and G. E. Brooks, "Reports of Chimpanzee Natural History, Including Tool Use, in 16th- and 17th-Century Sierra Leone," *International Journal of Primatology*, vol. 15, no. 6, pp. 867–878, 1994.
- [6] G. H. Whitesides, "Nut cracking by wild chimpanzees in Sierra Leone, West Africa," *Primates*, vol. 26, no. 1, pp. 91–94, 1985.
- [7] H. Beatty, "A note on the behavior of the chimpanzee," *J. Mammal*, vol. 32, p. 118, 1951.
- [8] Y. Sugiyama, J. Koman, "Social structure and dynamics of wild chimpanzees at Bossou, Guinea," *Primates*, vol. 20, pp. 323–339, 1979.
- [9] T. Struhsaker & P. Hunkeler, "Evidence of tool-using by chimpanzees in the Ivory Coast," *Folia Primatol*, no. 15, pp. 212–219, 1971.
- [10] U. Rahm, "L'emploi d'outils par les chimpanzées de l'ouest de la Côte d'Ivoire," *La Terre et la Vie*, vol. 25, pp. 506–509, 1971.
- [11] C. Boesch, "Nouvelles observations sur les chimpanzées de la forêt de Taï (Côte d'Ivoire)," *Terre Vie*, vol. 32, pp. 195–201, 1978.
- [12] C. Boesch, P. Marchesi, N. Marchesi, B. Fruth, and F. Joulain, "Is nut cracking in wild chimpanzees a cultural behaviour?," *Journal of Human Evolution*, vol. 26, pp. 325–338, 1994.
- [13] B. J. Morgan and E. E. Abwe, "Chimpanzees use stone hammers in Cameroon," *Current. biology: CB*, vol. 16, no. 16, pp. R632–3, Aug. 2006.
- [14] K. Koops, W.C. McGrew, T. Matsuzawa, "Ecology of culture: do environmental factors influence foraging tool use in wild chimpanzees, *Pan troglodytes verus*?," *Animal. Behaviour*, vol. 85, no. 1, pp. 175–185, 2013.
- [15] C. Boesch and H. Boesch-Achermann, "Optimisation of nut-cracking with natural hammers by wild chimpanzees," *Behaviour*, vol. 83, no. 3/4, pp. 265–286, 1983.
- [16] H. Boesch-Achermann and C. Boesch, "Tool use in wild chimpanzees: new light from dark forests," *Current. Directions in Psychological Science*, vol. 2, no. 1, pp. 18–21, 1993.
- [17] W.C. McGrew, C.E.G. Tutin, P.J. Baldwin, "Chimpanzees, tools, and termites: Cross-cultural comparisons of Senegal, Tanzania, and Rio Muni," *Man(N.S.)*, vol. 14, pp. 185–214, 1979.
- [18] W. C. McGrew, R. M. Ham, L. J. T. White, C. E. G. Tutin, and M. Fernandez, "Why don't chimpanzees in Gabon crack nuts?," *International journal of Primatology*, vol. 18, no. 3, pp. 353–374, 1997.
- [19] A. Whiten, J. Goodall, W.C. McGrew, T. Nishida, V. Reynolds, Y. Sugiyama, C.E.G. Tutin, R.W. Wrangham & C. Boesch, "Cultures in chimpanzees," *Nature*, vol. 399, pp. 682–685, 1999.
- [20] N. Myers, A. R. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B da Fonseca and J. Kent, "Biodiversity hotspots for conservation priorities", *Nature*, vol. 403, pp. 853–858, 2000.
- [21] P. E. Riezebos, P. A. Vooren and J.L. Guillaumet, "Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. I: Synthèse des connaissances. II: Bibliographie," *Ed. Tropenbos Wageningen.*, 1994.
- [22] J. Collinet, B. Monteny et B. Pouyaud, Le milieu physique, In: J.L. Guillaumet, G. Couturier et H. Dosso (Eds.), Recherche et aménagement en milieu forestier tropical humide: le Projet Taï de Côte d'Ivoire, *France: UNESCO*, pp. 35–58, 1984.
- [23] J. Altman, "Observational study of behavior: sampling methods," *Behaviour*, vol. 49, no. 3–4, pp. 227–267, 1974.
- [24] R. C. Team, "R: A Language and Environment for Statistical Computing," *R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria {ISBN} 3-900051-07-0 <http://www.R-project.org/>*, 2012.

- [25] A. J. Marshall & R. W. Wrangham, "Evolutionary consequences of fallback foods," *International Journal of Primatology*, vol. 28, p. 1219-1235, 2007.
- [26] J.R. Anderson, E.A. Williamson and J. Carter, "Chimpanzees of Sapo Forest, Liberia: Density, nests, tools and meat-eating," *Primates*, vol. 24, no. 4, pp. 594-601, 1983.
- [27] L.V. Luncz, R. Mundry and C. Boesch, "Evidence for Cultural Differences between Neighboring Chimpanzee Communities," *Current Biology*, vol. 22, no. 10, pp. 922-926, 2012.
- [28] C. Boesch and H. Boesch-Achermann, "Tool use and tool making in wild chimpanzees," *Folia Primatologica*, vol. 54, no. 1-2, pp. 86-99, 1990.
- [29] C. Schrauf, J. Call, K. Fuwa, S. Hirata "Do Chimpanzees Use Weight to Select Hammer Tools?," *PLoS One*, vol. 7, no. 7, p. e41044, 2012.
- [30] C. R. Peters, "Nut-like oil seeds: Food for monkeys, chimpanzees, humans, and probably ape-men," *Am. J. Phys. Anthropol.*, vol. 73, pp. 333-363, 1987.
- [31] C. Falquet, *Etude ethno-archéologique des sites de cassage de noix utilisés par les chimpanzés sauvages de la région de Taï (République de Côte d'Ivoire)*. Département d'anthropologie et d'écologie-Université de Genève, 1990.

Les forces armées camerounaises et le contexte sociopolitique au Cameroun Fédéral (1961-1971)

[The Cameroon's armed forces and the sociopolitical context of the federal system (1961-1971)]

Saliou ABBA and MBANG Marcelle Lucette

Centre National d'Education, Yaoundé, Cameroun

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

ABSTRACT: The purpose of this article is to analyze through multidisciplinary approach, the harmonization of security during federal period. The armed forces overcame cultural and political differences inherited from the British and French occupation and set up a unified military force regrouping all ethnic sensibilities before advent of the unitary State. This position is guided by the hypothesis that, a conservative federal constitution on defense and security issues, and an overall socio-political instability prevailing in some parts of the federal state, catalyzed the unification process. They are therefore a model in a context where patriotism, national unity and devotion to the state are not longer upheld in Cameroon.

KEYWORDS: military, federalism, instability, security.

RÉSUMÉ: Posant la problématique de l'harmonisation sécuritaire au sein de l'Etat fédéral, le présent article propose à travers une approche pluridisciplinaire, une nouvelle grille de lecture sur les acteurs du processus de construction de l'unité nationale jusque là à forte coloration civile. Ainsi, il découle des analyses que, les forces armées sont les pionniers de la concrétisation de l'unité nationale avant l'avènement de l'Etat Unitaire. Elles ont été aidées par un contexte sociopolitique relativement stable et par une constitution conservatrice à l'égard des domaines militaires et sécuritaires, transcendant les obstacles politiques et culturels hérités de la double occupation franco-britannique.

MOTS-CLEFS: militaire, fédéralisme, instabilité, sécurité.

1 INTRODUCTION

Le système fédéral adopté au lendemain de la réunification des territoires du Cameroun francophone et anglophone influence de manière profonde l'ensemble du fonctionnement des institutions. La conséquence immédiate est l'instauration d'une dualité aux conséquences notoires sur la dynamique politique du pays. Cependant, les forces armées se distinguent par leur homogénéité nonobstant cette bi-institutionnalisation de l'Etat. Ce cas atypique constitue la mamelle nourricière des débats du panel intellectuel. Ainsi, pour Ngomba Ekali Thomas, les forces armées camerounaises étaient un corps homogène. Ce fait émane de la volonté des États fédérés de centraliser le domaine de la défense et de la sécurité pour plus d'efficacité. Et d'après lui, le principal corollaire de cette monopolisation de l'appareil sécuritaire est la mise en place d'une armée nationale [1]. Allant dans le même sens, Christian Badiyana Mouko dans son mémoire de Maîtrise en Histoire intitulé « l'armée camerounaise de 1959 à 1970 » soutenu à l'Université de Yaoundé 1 affirme que, l'armée camerounaise comprenait au départ des éléments du Cameroun Oriental. Quant au Cameroun Occidental, les troupes évoluaient sous les

commandements de la couronne britannique puis, de l'armée nigériane. La fusion des deux troupes s'effectue au lendemain de la réunification avec pour conséquence immédiate, la naissance d'une armée à coloration nationale.

Ces arguments en faveur de l'homogénéité des troupes camerounaises au lendemain de la réunification, sont remis en cause par les spécialistes en défense et stratégie. Pemboura Aicha dans son mémoire de Master II en Science politique soutenu à l'Université de Yaoundé 2-Soa intitulé « le processus de formation de la culture stratégique camerounaise : analyse du rôle des écoles militaires » soutient que, le système fédéral en vigueur de 1961 à 1971 influence fortement l'évolution des forces armées. Pour ces auteurs, les particularités culturelles et politiques de cette période ne facilitent pas l'unification des troupes au contraire, elles ne font qu'accentuer ces disparités à cause des différences de modèles militaires promus par les deux puissances occupantes (la France et l'Angleterre). Les domaines de la défense et de la sécurité se voient ainsi assurés par les États fédérés et la fusion des différentes troupes serait le résultat d'un long processus qui prend fin avec l'avènement de l'Etat unitaire. Selon eux, le 20 mai 1972 marque la naissance d'une véritable armée à caractère national.

A l'issue de ces différentes thèses sur la nature des forces de défense, on peut retenir que l'armée camerounaise est d'origine hybride. Ce fait découle de la double administration franco-britannique qui a moulé les différentes troupes selon leur pensée militaire. L'hétérogénéité de ce corps de défense pose en réalité la problématique de l'uniformisation des appareils sécuritaires et militaires au sein des territoires fédérés, ceci dès l'accession du Cameroun Français à l'indépendance le 1^{er} janvier 1960, et de l'accession du Cameroun Britannique à l'autonomie le 1^{er} octobre 1961 [2]. A ce titre, nous émettons l'hypothèse selon laquelle, le système fédéral camerounais issu du processus de la réunification des deux entités ainsi que l'instabilité sociopolitique sont des facteurs unificateurs de l'actuelle armée nationale camerounaise. La démonstration de ce postulat met à contribution une approche pluridisciplinaire. Ainsi, le Droit met en exergue la monopolisation constitutionnelle du domaine de la défense qui place *de jure* les troupes sous l'autorité du gouvernement central ; l'histoire militaire quant à elle retrace les tactiques et les stratégies élaborées par l'armée camerounaise et les forces indépendantistes de l'Union des Population du Cameroun (UPC) dans les foyers considérés comme insurrectionnels.

L'armée est un milieu hermétique du fait de son caractère sensible. Certaines archives militaires relatives à notre période d'étude ne sont pas encore déclassées. Par conséquent, la réalisation de ce travail sera faite au prorata des sources disponibles. Les matériaux d'analyse seront essentiellement composés de sources secondaires (archives déclassées, ouvrages généraux et spécifiques, mémoires universitaires) obtenues au niveau des centres documentaires. Les résultats découlant de l'exploitation de ces données permettent de formuler la thèse selon laquelle les impératifs sécuritaires sont à l'origine de l'homogénéisation de l'armée camerounaise indépendamment du système politique fédérale en vigueur. La vérification de cette position sera la constance de ce travail. Pour ce faire, il est tout d'abord important de faire une étude sur la constitution fédérale considérée comme le texte instaurant de manière juridique le principe de l'unité des forces de défense camerounaise.

2 LA CONSTITUTION FEDERALE COMME CATALYSEUR DU PROCESSUS D'UNIFICATION DE L'ARMEE NATIONALE

Avant de ressortir le rôle de la constitution fédérale dans le processus d'unification de l'armée camerounaise, il convient tout d'abord de revenir sur la notion de fédéralisme et de son impact sur le processus politique des territoires du Cameroun. Selon Dominique Chagnaulaud cité par Kankeu Joseph: « *L'Etat fédéral peut se définir comme un super-Etat composé d'autres États dits fédérés, qui abandonnent une partie de leur souveraineté au profit du premier, conservant une large autonomie de compétences et participent au gouvernement du super-Etat* [3] ». Ce qu'il faut retenir de cette assertion c'est que le système fédéral repose sur la volonté d'entités politiques qui, conscientes de certaines réalités politiques, décident de faire des concessions mutuelles dans des domaines bien déterminés. Et de ces compromis, découlent deux formes de fédéralismes, exposées par l'auteur. D'une part, nous avons le « *fédéralisme par dissociation d'États* [4] » c'est-à-dire, deux États intégrés au départ, décident de se dissocier à cause de divergences d'ordres politiques ou économiques. Dans ce cas d'espèce, les États fédérés bénéficient d'une large autonomie tout en renonçant à une rupture totale avec le gouvernement fédéral. D'autre part, on a « *le fédéralisme par association d'États* [5] » qui est adopté lorsque des entités politiques qui au départ dissociés, décident de se joindre en association pour des raisons géostratégiques. Et pour ce cas de figure, les États fédérés abandonnent une partie de leur souveraineté à l'Etat fédéral tout en conservant une autonomie relative. Ces variantes sont entérinées par une constitution, qui délimite les attributions de chaque partie.

Le système fédéral instauré au Cameroun de 1961 à 1971 est une forme de *fédéralisme par association d'États* dans la mesure où, le but est de rassembler les territoires de l'ancien Kamerun allemand partagés entre la Grande Bretagne et la France. Leur fonctionnement est régi par une constitution fédérale adoptée le 1^{er} septembre 1961, à l'issue de la conférence de Foumban qui s'est tenue du 17 au 21 juillet de la même année. Et dans ce texte faisant office de loi fondamentale, le

gouvernement fédéral à l'exemple des démocraties occidentales, relègue les questions de sécurité et de défense du domaine réservé de l'Etat Fédéral. En effet, l'article 5 de cette constitution stipule que : « *relèvent de la compétence des autorités fédérales [...] la défense nationale, la sûreté intérieure et extérieure de l'Etat fédéral [...].* [6] ». Cette exclusivité en matière de défense rentre en effet dans le cadre des compétences régaliennes de la forme du régime politique adoptée. Avec ce quitus juridique, l'Etat fédéral se présente donc comme la seule institution autorisée à lever et à entretenir les troupes à travers le pays. La constitution fédérale a ainsi de manière tacite, permis à la grande muette d'enrichir son effectif. Des hommes issus du Cameroun Occidental et du Cameroun Oriental vont unir leur force. Les enjeux majeurs de cette unification sécuritaire est la traque des combattants de l'Armée de Libération Nationale Kamerunaise (ALNK) et d'éviter l'effet domino de l'insécurité vers d'autres localités.

3 L'OBSESSION UPECISTE ET LE PROCESSUS DE CREATION D'UNE FORCE COERCITIVE NATIONALE

Le contexte sociopolitique prévalant au Cameroun de 1961 à 1971 est considéré comme l'un des facteurs ayant accéléré la création d'une armée à caractère national. Cette période est marquée par de vives tensions internes causées par une guerre asymétrique opposant les troupes de l'armée camerounaise bénéficiant de l'appui des forces françaises, aux combattants de l'ALNK (Armée de Libération Nationale Kamerunaise). L'exploitation des sources archivistiques renseigne que, cette branche armée de l'UPC (Union des Populations du Cameroun) opérant par petits groupes, avait pour cibles des objectifs civils du nouveau Gouvernement de l'Etat du Cameroun Oriental (Archives Nationale de Yaoundé, Activités de la Rébellion et lutte antiterroriste, 1967-1971)

L'enlèvement du conflit incite le gouvernement fédéral à prendre des mesures radicales pour venir à bout des « rebelles ». C'est dans ce sens qu'une vaste opération de « pacification » est lancée au sein des principales poches de résistance par l'armée du Cameroun francophone. Mais compte tenu de la multiplication de foyers insurrectionnels due à l'extrême mobilité des combattants de l'ALNK, l'harmonisation de la manœuvre des troupes dans les deux États fédérés se présente dès lors comme un impératif. Sur le terrain, la tactique consiste à quadriller les zones de tensions en vue de couper les bases arrière de l'ennemi mais aussi et surtout d'éviter l'effet domino du conflit dans d'autres localités¹. Et malgré les rapports de force en faveur de l'armée, notamment sur le plan logistique, ces missions sont rendues davantage complexes à cause de la tactique de guérilla élaborée par l'ALNK.

Pour atteindre ces objectifs, il s'avère donc nécessaire de disposer d'un effectif conséquent, capable d'occuper militairement toutes les positions, sur tous les différents fronts. Conscient de ces enjeux, le Gouvernement fédéral met sur pied une armée nationale comprenant les éléments de l'armée du Cameroun Oriental et les ex militaires du Cameroun méridional qui servaient autrefois sous la bannière nigériane. Le cas le plus illustratif est celui du Général TATAW James TABE. Ce dernier a servi comme sous-lieutenant où l'occupa le poste de chef de section au cinquième Régiment de la Reine d'Angleterre de Kaduna au Nigeria. Au profit de la Réunification il intègre les rangs de du nouvel Etat Fédéral du Cameroun en tant que Commandant du Centre D'instruction des Forces Armées Nationales (CIFAN).

4 TRAJECTOIRE DES ARMEES CAMEROUNAISES : ENTRE HERITAGE COLONIAL ET DEFIS D'UNIFORMISATION

Pour mieux saisir la dynamique de l'uniformisation au sein de l'armée nationale, il convient de présenter au préalable, les configurations militaires des territoires avant l'avènement de la réunification. Il faut souligner de ce fait qu'au Cameroun Oriental, l'armée est une émanation de l'occupation française. Le premier corps d'élite à voir le jour est la Garde régionale grâce au décret du 4 janvier 1920. Les documents officiels consultés au niveau des Archives Nationales de Yaoundé (ANY/Affaires Politiques et Administratives : Gendarmerie 1921-1929) indiquent que le premier détachement était composée de 01 brigadier et 04 gendarmes. Toujours d'après ces sources documentaires, le tout premier détachement est crée à Douala avec pour missions essentielles, le maintien de l'ordre et le renseignement. Mais les troubles embrasant certaines parties du pays vont obliger la France à renforcer sa présence militaire pendant la période de tutelle voire la période post indépendance comme le montre si bien cette affirmation : « (...) *La France très soucieuse de sécurité et consciente de l'instabilité qui touche les États voisins africains offre bien plus que son soutien tacite. L'armée française est activement engagée dans la suppression de la rébellion de l'UPC au début des années 1960 et reste très présente dans les forces armée,*

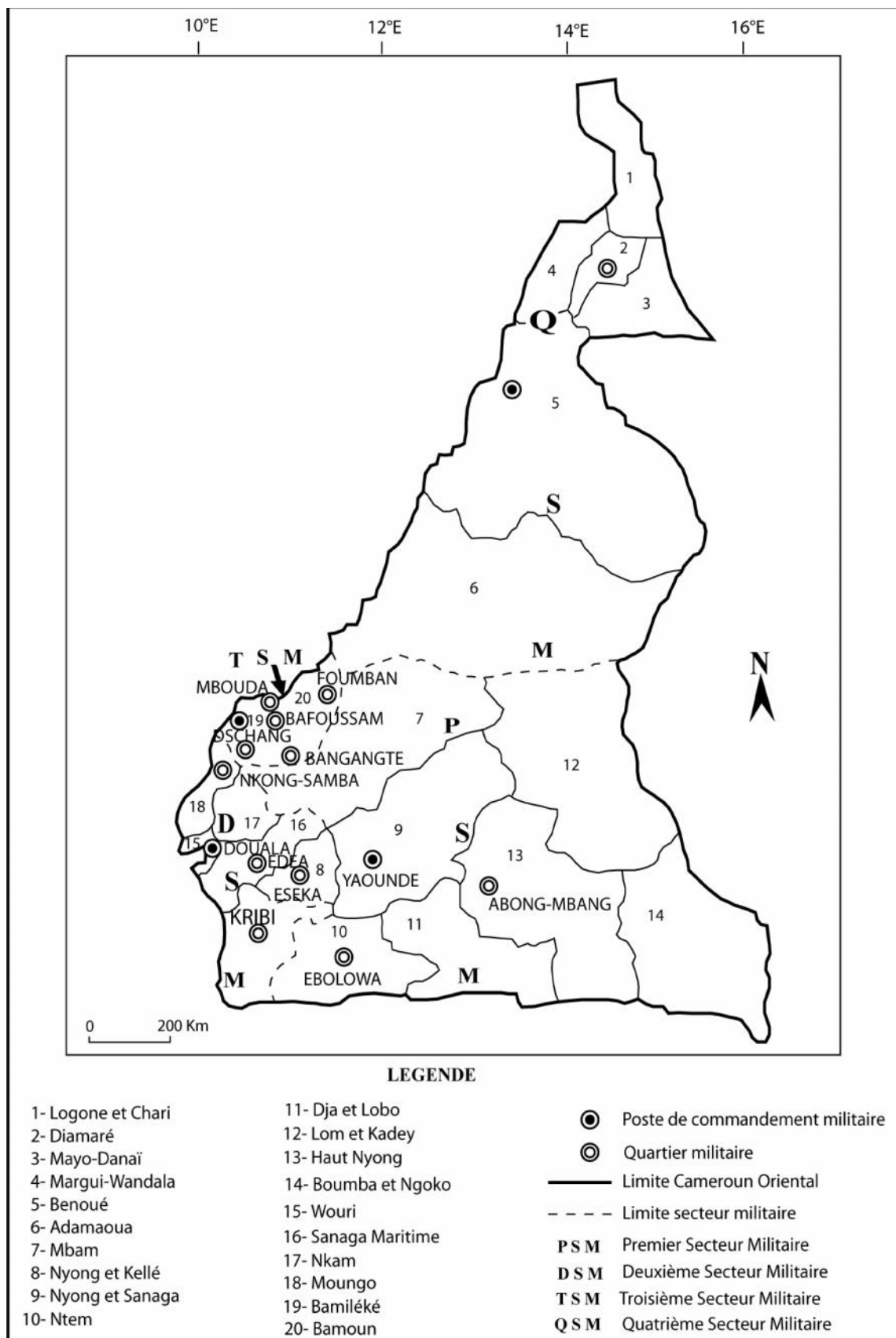
¹ A cet effet, le gouvernement fédéral décide de proroger l'Etat d'urgence dans les États fédérés. Ce qui donne à l'armée une large marge de manœuvre dans les opérations de « pacification ». (ANY), 1AA-1002 : Etat d'urgence. Prorogation 1961, 1962, 1964.

où elle détient la majorité des postes d'officiers supérieurs jusqu'en 1971. [7] » Cet accompagnement s'illustre par la formation des officiers et de la construction d'infrastructures militaires. C'est le cas de certains bâtiments abritant l'École Militaire Interarmées, certains locaux du Ministère de la Défense, la Base Aérienne de Douala, le Centre d'Instruction de Koutaba et son aérodrome, qui jouent, il faut le relever un rôle déterminant dans les opérations de « pacification » du pays Bamiléké. Cette logistique et bien d'autres ont été cédées aux autorités camerounaises le 12 août 1960 [8].

L'armée du Cameroun Oriental voit le jour par Ordonnance n°59/57 du 11 novembre 1959. Cette décision est suivie par un recrutement d'urgence lancé à travers l'Arrêté n° 3697 du 12 novembre 1959, opération qui permet la levée de 300 hommes à travers les centres *ad hoc* réparties dans les villes de Douala, Garoua et Yaoundé. La conséquence immédiate est la mise sur pied de la toute première organisation militaire sur le plan territorial (**Carte n°1**).

Une analyse de cette carte récapitulative de l'organisation militaire territoriale du Cameroun Oriental, permet de constater qu'elle présente à première vue un déséquilibre structurel ; on observe une forte concentration des places d'armes dans le Grand Sud et plus particulièrement dans la zone des Grassfield, des forêts et des côtes par rapport au reste du pays. En effet, les quatre secteurs militaires localisés dans les provinces du Centre-Sud, du Littoral, de l'Est et de l'Ouest, possèdent des postes de commandement et des quartiers militaires inégalement répartis. Les Deuxième et Troisième secteurs militaires par exemple, disposent de la majorité des postes militaires par rapport aux autres zones ; on y retrouve 09 quartiers militaires et 02 postes de commandement. Cette densité s'explique par le fait que, ces deux zones comprenant la Sanaga maritime, le Mungo, le Nkam, le Haut Nyong, le Pays bamiléké, et le Wouri abritent l'essentiel des positions des combattants de l'ANLK [9]. Alors que, les Premier (Nyong et Sanaga, Nyong et Kéllé et le Mbam) Quatrième secteurs (Haut Nyong, Boumba et Ngoko, Lom et Kadey), on observe la présence de 05 quartiers militaires et 02 postes de commandement.

La configuration militaire territoriale découle du contexte d'instabilité causé par la lutte armée opposée par les « terroristes », l'armée camerounaise appuyée par des officiers français va mener une guerre sans merci contre la guérilla opposée par les milices de l'UPC



CARTE N°1 : ORGANISATION MILITAIRE DU TERRITOIRE DU CAMEROUN ORIENTAL (196) [10]

En effet, face à l'ampleur des combats au front Ouest (Pays Bamiléké, Pays Bassa'a, Mungo, Wouri, Sanaga Maritime), les autorités militaires entreprennent de mettre en place des Zones de Pacification (ZOPAC) dans ces localités [11]. Dans ces dispositifs militaires stratégiques, les Deuxième et Troisième Secteurs Militaires sont priorisés en matière logistique et en effectif par rapport à la zone Est (Centre-Sud, et Est) qui abrite le Premier secteur militaire, et où les assauts des upécistes sont sporadiques car, ils se trouvent en périphérie du conflit.

L'organisation militaire au Cameroun occidental reste encore peu explorée par les historiens militaires du Cameroun francophone. Néanmoins, quelques sources obtenues au niveau des archives nationales de Yaoundé permettent d'avoir une idée sur l'architecture militaire de cette partie du pays (ANY/APA1123/F, affaires militaires, renseignement sur le Cameroun britannique-1938). Selon les renseignements fournis par le commis des douanes Bekombo Louis en séjour dans cette région, on note l'existence des troupes régulières avec pour centre de commandement Buéa. Elles sont composées d'officiers, sous-officiers et soldats indigènes. L'effectif comprend 08 sous-officiers dont 02 sous-officiers indigènes épaulés par 57 sans grades. Regroupés au sein d'une Infanterie, ils composent l'essentiel des unités de l'Armée de Terre et de la Marine. Mais compte tenu de l'importance du rayon d'intervention et surtout de l'insuffisance du personnel, le commandement britannique associe les forces de l'ordre dans l'accomplissement de certaines missions. Ces troupes sont équipées de fusils et baïonnettes anglais et de l'armement individuel de la police. Le ravitaillement en munitions s'effectue au dépôt de Bamenda qui posséderait 03 ou 04 caisses de cartouches [14] (ANY/APA11223/F, affaires militaires, renseignements sur le Cameroun britannique).

La population civile se trouve aussi associée au système de défense pour des raisons stratégiques et logistiques. Son matériel se voit en effet réquisitionné par l'armée dans le cadre des multiples missions menées à travers le territoire. L'exemple de Blaich Théo est le plus illustratif. Ce fermier allemand, propriétaire d'une vaste bananeraie, la *Kamerun Bananen Gesellschaft*, possède toute une panoplie d'équipements : 02 avions touristes (01 biplace *Focker-Wufe* et 01 quadriplace *Messerschmitt*) stationnés dans ses plantations de *Tiko* et *Likombe*. Ces appareils sont réquisitionnés par les troupes britanniques lors des missions de reconnaissance et de liaison. La marine quant à elle dispose de chaloupes et des chalands de marque allemande mouillant dans les ports de *Tiko* et de *Mundamé*. Battant pavillon britannique, ces équipements sont utilisés lors des patrouilles fluviales et maritimes [15] (ANY/APA11223/F, affaires militaires, renseignements sur le Cameroun britannique).

5 LE PROCESSUS D'HOMOGENEISATION AU SEIN DES CASERNES

Au Cameroun britannique les militaires originaires de cette région ne prennent pas service dans les postes de commandement militaire. Ces derniers sont plus tôt intégrés dans les armées des colonies de la couronne britannique bien qu'il se pose comme nous l'avons vu plus haut un problème de personnel. Cette situation est d'autant plus paradoxale en ce qu'elle suscite une interrogation quant aux raisons de la décamerounisation de la gestion territoriale militaire du Cameroun occidental, alors qu'au sein du régiment nigérian de la *Royal West Africa Frontière Force*, on rencontre des officiers et sous-officiers d'origine camerounaise. Mais l'avantage que présente cette exclusion est que, le séjour des Camerounais dans les casernes nigérianes pendant les périodes de mandat et de tutelle, a permis à ces derniers de s'imprégner de la pensée militaire britannique. Ainsi dès l'accession du Cameroun Oriental à l'indépendance, des contacts furent noués avec les soldats Camerounais anglophones. Une mission conduite par les autorités militaires du Cameroun Oriental s' rend juste après à la veille du départ des autorités anglaises. Elle se déroule du 20 au 30 septembre 1961, sous la conduite du Sous-lieutenant Ndoumbe Justin comme le déclare une fois de plus Badiyana dans son mémoire :

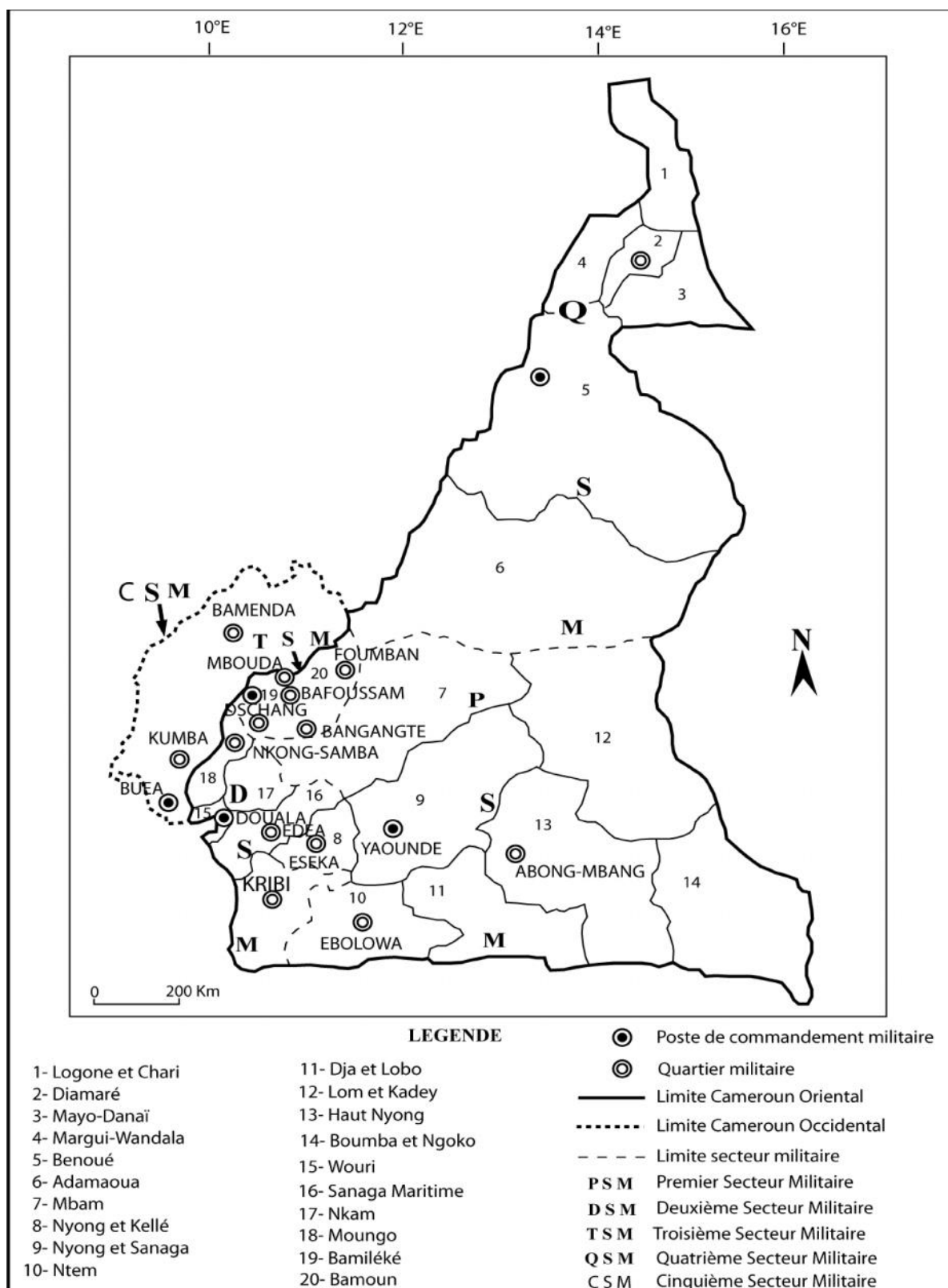
« Une mission de recrutement de l'armée camerounaise conduite par le sous-lieutenant Ndoumbe Justin, officier d'administration prenait contact avec les militaires d'Outre-Mungo qui servait dans l'armée nigériane. De ce contact, l'armée camerounaise s'agrandit de 5 officiers, 13 sous-officiers 22 hommes de troupe et 6 enfants de troupes qui avaient choisi de servir sous le drapeau camerounais ».

A l'issue de ce contact, l'armée s'enrichit de 106 hommes en plus des troupes camerounaises incorporées au sein de l'armée française. Si l'objectif de cette initiative est de ramener les frères d'arme dans la grande famille militaire nationale, la conséquence directe est que le haut commandement du Cameroun Oriental réussit à pallier à l'insuffisance d'effectif. Ceci leur confère un avantage sur le plan tactique qui leur permet d'encercler et d'étouffer les combattants de l'ANLK qui trouvaient refuge dans les zones des Grassfield et du Mungo :

« (...) Les rebelles fuient le contact avec les forces de l'ordre, trouvent aisément refuge au Cameroun britannique. (...). Simultanément, dans le pays Mungo, à la frontière du Cameroun Britannique, l'activité terroriste apparaît dans la région du Loum-Pendja. L'attaque d'un poste de garde camerounais à Forkona fut

menée par une cinquantaine de terroristes qui se replient au Cameroun britannique après avoir tué 2 gardes et en avoir blessé 5 autres et s'être emparé de fusils et de cartouches [12] ».

Pour asseoir de manière définitive cette nouvelle configuration, les soldats camerounais en provenance de la *Royal West Africa Frontier Force* (RWAFF) du *Nigeria Regiment* [13] sont transférés au Centre d'Instruction des Forces Armées Nationales (CIFAN) de N'Gaoundéré pour recyclage. Quant aux officiers, ils bénéficient de stage d'imprégnation en France, ceci dans le but de les arrimer au modèle militaire francophone du Cameroun Oriental. Martin Paul Oyono fait une étude intéressante à ce sujet. Dans son mémoire de maîtrise en Histoire (Vie et parcours Vie et parcours d'un militaire camerounais anglophone : Titus Malongué (1927-1987), Université de Yaoundé I) il édifie le lecteur sur le cas du Capitaine Titus MALONGUE. Selon lui, ce dernier bénéficie d'un stage d'imprégnation afin de s'adapter au nouveau contexte militaire. Progressivement, les militaires du Cameroun Occidental sont admis à l'École Militaire Inter Armées du Cameroun (EMIAC) et dans les autres structures de formation. Ce processus a pour principale conséquence, la modification de l'organisation territoriale sur le plan militaire (**Carte n°2.**) avec notamment la création d'un nouveau secteur militaire du Cameroun Occidental qui avait pour poste de commandement Buea [14]. Si l'uniformisation des modèles martiaux met en place une armée nationale, sur le terrain par contre, des dissensions vont apparaître dans les rapports militaro-civils.



CARTE N°2 : ORGANISATION TERRITORIALE MILITAIRE DE LA RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE DU CAMEROUN

6 LES FORCES ARMEES DU CAMEROUN ORIENTAL A L'EPREUVE DE L'HARMONISATION SECURITAIRE AU CAMEROUN OCCIDENTAL : CAS DE LA GENDARMERIE NATIONALE

Au Cameroun Occidental, la défense et la sécurité sont assurées par le Haut Commandement britannique. Au moment de leur départ en 1961, ces troupes cèdent aux nouvelles autorités politiques locales un système de sécurité du fait d'une insuffisance en personnel militaire et en moyens logistiques. Ces insuffisances amènent les dirigeants à solliciter l'aide du Gouvernement Fédéral. En réponse, ce dernier affecte une brigade de gendarmerie avec une double mission : assister la police judiciaire locale et assurer la sécurité des biens et des personnes [15]. Mais très tôt, cette dernière se trouve confrontée aux réalités sociales et juridiques de leur nouvelle zone d'affectation.

En effet, la transposition de ce corps militaro-civil, somme toute inédit dans un contexte à forte coloration anglo-saxonne, engendre des *frictions* entre les diverses composantes de la machine sécuritaire et de l'environnement social. De manière générale, ces frictions résultent de l'incompréhension et de l'inadaptation des politiques sécuritaires pratiquées par la Gendarmerie et qui sont aussi bien méconnues des populations que de l'appareil judiciaire et sécuritaire du Cameroun anglophone. Ces antagonismes donnent lieu à des protestations et remettent à l'ordre du jour la problématique d'uniformisation et de compatibilité des deux modèles sécuritaires. L'impopularité de la Gendarmerie Nationale à contribuer à façonner une image négative de la gendarmerie auprès des habitants. Et en réaction à ces dérives, de nombreuses plaintes sont formulées à la hiérarchie mais pour *déclinaoire de compétences*, celles-ci sont plutôt transmises au Tribunal militaire de Yaoundé.

Sur demande du Premier Ministre du Cameroun Occidental de l'époque ; John Ngu Foncha un tribunal militaire est créé à Buéa le 25 février 1963. Il a pour objectif de statuer sur les délits commis par les gendarmes au sein de l'Etat fédéré du Cameroun méridional [16]. Les mises en cause sont désormais jugées conformément aux lois en vigueur dans cette partie du territoire national. Cette déconcentration du domaine juridique en matière de maintien de l'ordre atténue les divergences, ouvrant ainsi la voie au renforcement de l'unité nationale.

Cependant, la résolution de l'imbroglio judiciaire laisse apparaître l'existence d'autres divergences, cette fois-ci sur le plan sécuritaire. Il s'agit en fait des conflits de compétences entre la gendarmerie nationale et la police locale au sujet de l'exécution des charges en matière pénale [17]. En effet, au Cameroun britannique, la police est en charge de la conduite des enquêtes criminelles, de la sécurité routière et celle des personnes et des biens. Or, ces missions font aussi parties des tâches principales assignées à la gendarmerie nationale. Logiquement, cette confusion des rôles cède la place aux disputes entre la hiérarchie des deux corps. Pour la police, la présence de la gendarmerie nationale n'est d'aucune utilité. Au contraire, elle contribue non seulement à créer des dépenses supplémentaires pour le budget de l'Etat fédéral, mais aussi alourdit le fonctionnement du système de sécurité.

Si comme l'indique l'Inspecteur Fédéral de l'administration du territoire la gendarmerie ne joue qu'un rôle technique (assistance à la police judiciaire et le renseignement) il n'en demeure pas moins dans les faits que, cette dernière outrepassa largement le cadre de ses compétences. C'est d'ailleurs la conclusion des analyses faites par Ngomba Ekali. Il établit que, la Gendarmerie se positionne en fait comme plutôt un corps de substitution à la Police. Il est arrivé que cette usurpation culmine en affrontement verbal et physique entre les éléments des deux corps. Saisi de cette situation délétère, l'Inspecteur fédéral de l'administration du territoire organise une réunion en Aout 1962 à Buéa afin de circonscrire le domaine de compétence de chaque partie [18]. Cet arbitrage résorbe de manière significative les querelles sus évoquées.

7 CONCLUSION

Au sortir de ce travail, il convient de retenir que les défis sécuritaires imposés par un contexte socio politique sensible sont l'un des facteurs ayant cimenté l'unité nationale au sein de nos forces de défense. Une étude du contexte sociopolitique de la période allant de 1961 à 1971 indique cependant que, la politique intérieure de l'Etat fédéral s'oriente vers la « stabilisation » d'une partie du pays en proie à la guerre civile. Le gouvernement central par le biais de la constitution fédérale, décide d'étendre sa zone d'intervention jusqu'au Cameroun occidental pour des mobiles stratégiques. L'extension des théâtres d'opération faisant appel aux camerounais, indépendamment de leur modèle culturel colonial est un facteur essentiel de l'harmonisation sécuritaire au sein de l'Etat fédéral. Cette synergie impulse un souffle nouveau au processus de la construction de l'unité nationale dans un environnement marqué par des *fédéraliseries* (égoïsmes culturels et politiques car, chaque partie est jalouse de son héritage coloniale. Sur le plan pratique, l'intégration des troupes issues des modèles militaires différents, butte aux diversités juridiques et sociales. Mais grâce à la volonté politique, ces divergences progressivement aplanies. Bien que la Réunification réussisse à ramener les troupes camerounaises sous les mêmes couleurs, cette symbiose ne se reflète pas dans les centres d'instruction. Car force est de constater que la formation de nos forces de

défense est à forte dominance francophone et ne tient pas compte des spécificités culturelles sur les plans tactique et stratégique. Les troupes en provenance du Cameroun britannique se sont assimilées à l'école militaire francophone. Par conséquent, tout un pan de l'héritage historique militaire des compatriotes de culture britannique, se trouve ainsi effacé de la mémoire nationale. A cet égard, combler ce vide historiographique, il permettrait aux officiers et sous officiers d'enrichir leur expertise militaire et dans un certain sens, préserver les acquis de la Réunification.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du concours du Dr Mourad Djebabla, enseignant à l'École Militaire Royale du Canada et du Dr Tassou André enseignant à l'Université de Yaoundé I dont les suggestions et l'aide documentaire nous ont permis de réaliser ce travail. Nos remerciements vont à l'endroit des bibliothécaires du Département d'Histoire de l'Université de Yaoundé I ainsi que des collègues du Centre National d'Education.

REFERENCES

- [1] T. NGOMBA EKALI, « The federal system in West and East Cameroon » in: NGOH, V. J (Eds) Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004.
- [2] J. KANKEU, Droit constitutionnel, Tome 1, Bafoussam, 1^{ère} édition, Editions des huit jours de la semaine, 2003
- [3] J. KANKEU, Droit constitutionnel, Tome 1, Bafoussam, 1^{ère} édition, Editions des huit jours de la semaine, 2003
- [4] J. KANKEU, Droit constitutionnel, Tome 1, Bafoussam, 1^{ère} édition, Editions des huit jours de la semaine, 2003
- [5] J. KANKEU, Droit constitutionnel, Tome 1, Bafoussam, 1^{ère} édition, Editions des huit jours de la semaine, 2003
- [6] International Crisis Group, " Cameroun : Etat fragile ?" dans *Rapport Afrique*, n°160, Dakar, Nairobi, Bruxelles, 2010, p11
- [7] E-J. DUVAL, Le sillage militaire de la France au Cameroun, Paris, L'Harmattan, 2004, p335
- [8] S. KALA LOBE, " L'UPC peut-elle ressusciter ?" dans Jeune Afrique Economie, n°152, Paris, 1992, p18
- [9] T. DELTOMBE, M. DOMERGUE, and J. TATSITSA, Kamerun! Une guerre cache aux origines de la françafrique: 1948-1971, La Découverte, Paris, 2011
- [10] T. DELTOMBE, M. DOMERGUE Kamerun! Une guerre cache aux origines de la françafrique: 1948-1971, La Découverte, Paris, 2011
- [11] M.P, OYONO, Vie et parcours d'un militaire camerounais anglophone : Titus Malonguè (1927-1987), Mémoire de Maîtrise en Histoire, Université de Yaoundé I, 2007, p34
- [12] Journal Officiel de la République Fédérale du Cameroun, J.O 62/239 : Décret n°62-239 du 7 juillet 1962 modifiant certaines dispositions du 31 décembre 1960 portant création de secteurs de commandement militaire, pp781-782
- [13] T. NGOMBA EKALI, « The federal system in West and East Cameroon » in: NGOH, V. J (Eds) Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004
- [14] V.J, NGOH, Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004, p80
- [15] V.J, NGOH, Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004
- [16] V.J, NGOH, Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004
- [17] V.J, NGOH, Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004
- [18] T. NGOMBA EKALI, « The federal system in West and East Cameroon » in: NGOH, V. J (Eds) Cameroon from a Federal to a Unitary State (1961-1972), Limbé, Design House, 2004

Would the Insertion of Drama therapy into the School Curriculum Help Moroccan Speech Hearing Impaired Students to Overcome the Challenge of Maladjustment?

Amina Foukara

ENCG Agadir, Université Ibn Zohr; Hay Salam BP 37/S; Agadir, Maroc

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

ABSTRACT: Two major goals were targeted throughout this qualitative and quantitative research. The provision of an answer to whether the establishment of a curriculum for Drama therapy could help Moroccan speech hearing impaired students to overcome the challenge of maladjustment was the first target. The confirmation of the validity the hypothesis that the establishment of a curriculum for Drama therapy could benefit Moroccan students facing the challenge of speech impairment to achieve catharsis, to improve their knowledge and to impact on the audience was a second target. The findings disclosed that Moroccan students enrolling in Moroccan schools faced challenge with emotional dysfunctions due to a set of factors that accounted for their underachievement at school. The findings revealed also that neither the school curriculum nor the Moroccan teachers placed in charge of them responded to their academic needs. In light of challenges, two outstanding suggestions were made to enlighten Moroccan teachers about what could be incorporated into the curriculum for Drama therapy. Thus, because Shakespeare used characters facing the challenge of impairment in his drama, teachers were solicited to rely on them for the empowerment of non hearing students. This might facilitate the task for Moroccan teachers to introduce Moroccan speech hearing impaired students to drama therapy. It might also help them to come with suggestions about what components of drama therapy should be inserted into the curriculum. The second suggestion placed the focus on giving the chance to Moroccan teachers to take training in Drama therapy. Inspiration was believed to be drawn from British schools A and B.

KEYWORDS: Drama therapy; Dramatherapist; Catharsis; Self-esteem; Self-confidence.

1 INTRODUCTION

In light of major and minor research questions, I personally think that although the 1999 Moroccan National Chart of Education and Training as well as the Moroccan 1996 and the 2011 Moroccan constitutions could help Moroccan students facing challenge with speech hearing impairment to adjust to the 21 global economy, an array of personal challenges standing in the way of academic achievement need to be eradicated. This belief finds support in a statement made by (Patricia Phelan, Ann Locke Davidson and Hanh Thanh Cao, 1992: 695) [1] that a great deal of attention has recently been given to conditions outside the school context. They are thought to affect student's academic performance and their engagement with learning. Divorce, poverty, gang involvement, teenage pregnancy, immigrant status, substance abuse, and a myriad of other factors are held responsible for what occurs in the lives of Moroccan speech hearing students in particular. Speech hearing impaired students are often the first victims of such phenomena on the ground that the social hybrid directly impacts on their academic achievement. Therefore, I formulate the hypothesis that the establishment of a school curriculum for drama therapy can help Moroccan speech hearing students to adjust to school life, hence, to the intricacy of the 21st global economy.

The truth is that maladjustment being a common worldwide phenomenon today has aroused my curiosity about the factors that engendered it. Its consequences on Moroccan speech hearing impaired students in particular deserve careful attention. As it will be indicated later, the (NH Center for Reviews and Discrimination, 1998 cited in David Winter, 2007: 1) [2] has disclosed a high percentage of youngsters who failed to adapt to life today. It is a fact to be deplored that learning

difficulties are the outcome of maladjustment, failure, or even loss, as well as relevant phenomena, such as child labor, exploitation, vagrancy, illegal immigration and crime. It is unfortunately assumed that these scourges continue to grow worldwide not only among the non hearing community but among sound in mind and body students as well. In light of this, there is good will to prompt educators to probe into the dreadful situation lived by Moroccan speech hearing impaired students in particular.

And because educators are supposed to contribute ideas to the reduction of maladjustment experienced by Moroccan speech hearing impaired students through the establishment of a school curriculum for drama therapy, there rises the need to find out whether Moroccan speech hearing impaired students virtually experience low states of mind being the result of maladjustment and whether this state of the mind impacts on their academic achievement. The objective is to help the non hearing community of students enrolling in Morocco to eventually devise their own business projects and to establish their own schools. The ultimate objective is to find out whether adaptation to Moroccan society can enhance adaptation to educational reform leading Moroccan speech hearing impaired students neither to continue seeking refuge through illegal immigration to massively industrialized countries, nor would they continue to fret over the possibility of being deprived from "a visa entrance to the EU in the mid-to long-term perspective. In short, the overall objective is to contribute ideas to the Moroccan system of education thanks to the establishment of a curriculum for Drama therapy. In short, the rationale for the choice of Drama therapy as a subject for this article is to attract the attention of the Moroccan designers of school curricular to consider the inclusion of Drama therapy into the Moroccan school curriculum.

This is to point out that four chapters in addition to an introduction and a conclusion will be consecrated to the confirmation of the hypothesis that the establishment of a school curriculum for Drama therapy can help Moroccan speech hearing impaired students enrolling in Moroccan schools to achieve catharsis and to overcome feeling depressed, pursuant to which their intrinsic motivation to learning subjects inscribed into the curriculum and to achieve success at school would be met. This might, in turn, contribute to their adjustment to globalized economy. The part dealing with the literature review will place the focus on the definition of maladjustment. It will mainly be an occasion for the reader to get familiar with drama therapy when it is incorporated into the curriculum. The second chapter in this study will focus on the methodology to be used for

the generation of data to support the validity of the hypothesis that Moroccan speech hearing impaired students can experience maladjustment. The objective is to identify the factors that cause such mal-adjustment and whether the establishment of a curriculum for drama therapy can contribute to the reduction of maladjustment to society and to globalized education and economy. The third chapter in this study will be devoted to

the description of the results; Themes will be constructed and quotes will be made. The daily challenges experienced by the sample of Moroccan speech hearing students will be a focal point. A comparative study with students enrolling in schools in South Wales will be made to highlight defects that need being redressed for the reduction of mal-adjustment. The fourth chapter will be devoted to the discussion of the results. This chapter will be an attempt to discuss the so far generated data in light of the importance of a school-Drama therapy- curriculum for Moroccan students facing the challenge of speech hearing impairment. The light will also be shed on the challenges that stand in the way of using Drama therapy as an empowering tool, in the light of which suggestions will be made. Ultimately, the conclusion will disclose the outcome of the research. It will provide a definitive answer to the research question posed in the title of this research.

2 CHAPTER ONE: THE LITERATURE REVIEW

2.1 THE DEFINITION OF MALADJUSTMENT

To come with an answer to the research question finding an echo in the title given to this researching paper, I shall define key words in it, one of which is the term "mal-adjustment". Mal-adjustment seems to have a social denotation, hence, it might refer to social impairment. In this context, it would be appropriate to point out that while some individuals manage to be judged sane in mind and in soul just because they manage to adapt to society, other individuals might be judged as socially impaired. The latter category of people are consequently perceived as being socially impaired because they experience mal-adjustment, the outcome of which can be translated into underachievement at school. Consequently, their behavior might be perceived in light of a period of a faulty stage of development that might need to be reworked relying either on individual or on group psychoanalysis psycho-therapy or else through drama therapy. Adaptation to society can, therefore, be measured depending on the extent to which an individual can interact with what (Moha Ennaji, 2005 : 24) [3] calls an identifiable community, meaning, family, classmates/ colleagues and neighbors. Adjustment to society can also be perceived in the light of the extent to which an individual manages to belong to a particular culture which (ibid, Moha Ennaji, 2005 : 24) defines as a whole which encompasses such things as language, history, geography, religion, politics, literature,

architecture, folklore, traditions, beliefs. Adaptation to national culture consists of adjustment to whatever it is one has to know or believe in in order to operate in a manner acceptable to nationally-bred members. The chapter dealing with the description of the results will provide an answer to whether Moroccan speech hearing impaired students adapt to these social and cultural layers.

2.2 HOW TO MOTIVATE NON HEARING STUDENT TO TOWARDS EDUCATION?

Cheng S & Zhang L (2014 :22) [4] write that today, a high number of hard of hearing students have been enrolling at university, yet, only a limited number among them graduated. This can be understood in light of the literature review placing the focus on the part that globalization has engendered at the level of academic achievement.

Teachers might motivate speech hearing impaired students relying on one of two types of motivation. Motivation is considered to be external because it is achieved independently from the inner self of the individual. It ranges from strategies based on persuasion, negotiation, rewards, to yelling, shouting and to using physical force. External motivation is suggestive of the prevalence of a stressful learning situation, no matter how rewarding it is. The objective is limited to getting pupils learn subjects inscribed into the school curriculum irrespective of whether they are emotionally ready to learn. Jonathan C Erwing (2003: 20) [5] considers that when motivation is based on external rewarding, it becomes self-defeating. It becomes synonymous to bribery and to flattery. Bribery and flattery are suggestive of manipulation. They can contribute to the reduction of the intensity of tension experienced by students.. While the curriculum for educational drama is believed to help Moroccan speech hearing impaired students to improve their educational skills, the curriculum for drama therapy is believed to help them to even achieve catharsis, to develop social skills, to redress low self esteem and low self-confidence. This implies that educational drama and Drama therapy are different. While educational drama takes place at school, Drama therapy, known also under remedial drama takes place outside the school context. Phil Jones (1996: 6)

[6] writes that remedial drama is practiced with groups and individuals in care settings like clinics, hospitals and specialist centers targeting adults or children". The emotionally damaged speech hearing impaired person, in this case, will be expected to consult caring professionals like teachers, social workers, youth-workers, school-nurses or health visitors" (Alec , 1987: 14) [7] . However, the two genres share the same advantage of being committed to social and individual change. Paul Holmes (1991: 34) [8] writes that before Drama therapy was used for the first time with participants, "individuals facing the challenge of speech hearing impairment had been shut away in institutions well apart from society. Then, when individuals with special needs discovered the value of Drama therapy, they relented the idea of consulting a doctor and they opted for seeking the assistance of a Drama-therapist. This point was confirmed by (Steve Mitchel ,1996:16) [9] taking note of the fact that hearing impaired clients preferred to work with a Drama-therapist rather than with a doctor. He (1996: 16) quotes the statement of a hearing impaired client saying: *"I did not want to go to a psychiatrist because I thought he was like a judge and would pass a sentence"*. Thus, it would be worth wondering

2.3 A BRIEF DESCRIPTION OF THE METHOD OF WORKING DURING THE PRODUCTION PHASE OF DRAMA THERAPY:

2.3.1 THE ESTABLISHMENT OF A WARM ATMOSPHERE

Renée Emunah (1994: 35)) [10] considers that the first step in the dramatic process 'lays the ground work or the foundation that can support the work that is to follow: a non-threatening or playful environment needs to be established. It involves, according to (Renée Emunah, 1994: 35), creative dramatics.

2.3.2 THE ESTABLISHMENT OF GROUND RULES DURING CAN STRENGTHEN THE STRUCTURE ESTABLISHED DURING THE PRODUCTION OF DRAMATICS

Sue Jennings and Alida Gersie (1987: 171) [11] observe that participants in Drama therapy might not feel safe if the structure in which they are situated is not firm. For the achievement of this objective, (ibid, Sue Jennings and Alida Gersie, 1987: 171) consider that ground rules directing the production of therapeutic Drama be discussed and agreed upon during the first session of Drama therapy. Sue Jennings and Alida Gersie (ibid, 1987: 171) make it explicit that 'the group needs to establish basic ground rules directing its work on the basis of collective agreement. Being on time, staying in the room, not to smoke unless there is a break as well as commitment to session-attendance are cases in point of what must be agreed upon. Jennings and Alida Gersie (ibid, 1987: 171) maintain that absenteeism, for instance, needs to be discussed by group members in such a way that it is not just the production of Drama-therapy that is important but "they" as individuals matter, so, their presence matters.

2.3.3 THE ESTABLISHMENT OF A DEMOCRATIC METHOD

A democratic system is established during the production of Drama therapy. It might give the chance to Moroccan speech hearing impaired pupils to develop the sense of belonging to a tolerant community. Eva Leveton (1991:6) [12] believes that the Drama therapist is expected to be like a parent or a teacher of young children granting the possibility to participants in Drama therapy to feel safe, to feel that they can play, they can try whatever silly things they want to do. Eva Leveton (ibid, 1991:6) [12] notes that the Drama therapist is bound to keep an eye on each group member as he might keep it on his children. The Drama therapist is supposed to be as protective as a parent. He won't permit that group members neither hurt others, nor be hurt themselves.

2.3.4 A DRAMA-THERAPIST THE USE OF EXERCISES WITHIN THE PRODUCTION PHASE OF DRAMA THERAPY FOR ASSESSMENT PURPOSES

Here is a game, also called an exercise played by three members in a group called Tom, Lucy and Math; They proved to have deficient social skills. It was suggested by (Jenny Pearson, 1996: 212) [13] to evade the vicious circle of isolation. Steve Mitchel (1996: 92) [9] reports that Tom and Lucy exchanged glances and giggles. Someone giggled at the giggling. Math pulled his chair slightly and he leaned forward, gazing at the floor. Several others looked tense. There was little eye contact. The group felt fragmented'. Jenny Pearson (1996: 212) [13] suggests a pair play a mirroring game during a Drama-therapy session: "the pair might initiate and respond to each other as though they were the reflected counterpart in a looking glass" ... "a partner would for example move his fingers. The other partner would imitate this movement exactly. The fingers become a waving hand. The other would wave it back. Both arms would begin to sway and the partners arms do the same, then the feet, then the whole body" (ibid, Jenny Pearson, 1996: 212) [13].

3 CHAPTER TWO: METHODOLOGY

3.1 DATA COLLECTION METHODS

The data collection methods used in this study incorporated interviews and questionnaires administered to hearing impaired pupils and to management in schools established in the West and in the South of Morocco as well as in schools located in South Wales. (see appendix B for examples of questionnaires devised by professors at a British school where training took place. They were Submitted to the Sample of Moroccan Pupils with Special Needs)

3.2 SAMPLING

Stratified sampling was used to mostly find out if the sample of Moroccan and British speech hearing students was vulnerable to mal-adaptation due to social and cultural factor and whether the establishment of a curriculum for drama therapy could help them to overcome all their tribulations. A British sample was mostly expected to help the researcher learn how to be of service to Moroccan students facing the challenge of speech and hearing impairment.

The Number of the Questioned Sample

Schools	The Number of Targeted Samples
School A1 Rabat	9
School A2 Salé	2
School A3 Safi	2
School B1 Marrakech	3
School B2 Agadir	73
School B3 Agadir	136
School B4 Agadir	4
School B5 Agadir	1
School B6 Tiznit	18
The Totals of the Questioned members	248

3.3 LETTER OF CONSENT AND ASSURANCE OF CONFIDENTIALITY (SEE APPENDIX A)

Ethical regulations were observed in this study. Of such ethics were consent letters and assurance of confidentiality and of anonymity. For matters relating to assurances of confidentiality, particular labels substituted for the names of the schools being the subject of inquiry. The codes varied depending mostly on geographical locations. Here is a brief description of the codes I used to comply with the assurance of confidentiality component. School A1, rabat, Morocco, School A2, Salé, Morocco, School A3, Safi, Morocco are established in the West of Morocco. B1 school, Marrakech, B2, B3, B4, B5 schools, Agadir and B6 school, Tiznit are established in the South of Morocco. Similarly, Schools A and B stood for the two schools located in South Wales in which comparative data were collected. (see appendix A).

I have equally ensured that the identity of the sample of adolescent boys and girls enrolling in two South Wales Schools labeled B and C be protected and be used solely to serve research purposes for which they were intended. For this reason, I used pseudonyms to protect identities and to ensure that no harm would result from the description of accounts.

3.4 QUESTIONS OF BIAS

I also promised that the generated data would be unbiased. However, data were not subjected to any auditing. Bury C& Raval H (2001: 6) [14] (2001: 6) [14] disclosed the importance of auditing the data they had so far generated noting that auditing their research required that the auditor read the transcripts and the annotations and that he should follow the analytic process through observing the lower order themes, the higher order themes and how the extracts related to each other. Turpin et al (1997 cited in C Bury et al., 2001: 6) [14] highlight the importance of engaging an auditor who can be of help to researchers to avoid the problem of bias and to provide valid and reliable data. I confess that I did not subject the data to any auditing due to time constraints. However, I have subjected these data to thorough and repeated readings to come to terms with ethical considerations relevant to bias.

3.5 LETTERS OF THANKS

On the receipt of the written accounts and the questionnaires completed by the sample, letters of thanks were sent to some of them (see Appendix B).

4 CHAPTER THREE: THE DESCRIPTION OF THE RESULTS (BRIEF BUT PLEASE DELETE THINGS IF THIS IS VERY LENGTHY)

THE SUMMARY OF THE RESULTS

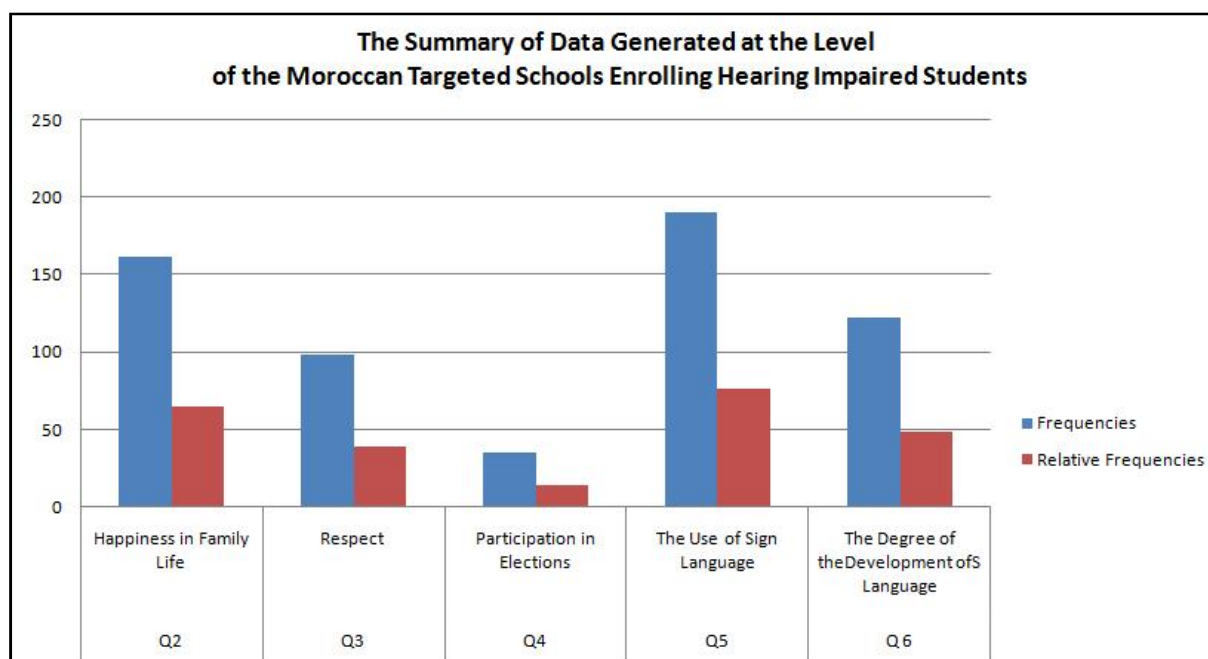
As indicated earlier, Moroccan students and I were major instruments in generating data among hearing-impaired pupils in Morocco. The data were generated depending on qualitative and quantitative research. With regard to qualitative research, interviews were conducted with persons in charge of hearing impaired pupils in the West and South of Morocco. They gave us the extraordinary opportunity to be acquainted with challenges facing hearing impaired pupils there. Since measurement was needed as a suitable approach for capturing the specificity of the challenges, for measuring variables and for generating rich personal data, quantitative research lent itself useful.

The general results are obtained through the following questions: Q2: do you lead happy family lives? Q3: Are you respected outside home? Q4: Do you participate in elections? Q5: Do you use Sign Language in Communication? Q6: Is Sign Language developed? The general results have been important in two ways: Firstly, response to open and closed questions would disclose whether hearing impaired pupils in Morocco were in need of self-expression through art, especially through "Drama" to overcome distress. Second, whether the extent of suffering from problems was the same in the two geographical zones in Morocco. Second, the results have disclosed a dichotomy of attitude between the West and the South of Morocco. The percentage of respondents expressing satisfaction with family life (Q2) was higher in the West (84%) than it was in the South (67%). It was the same with regard to their potential of maintaining mutual respect outside home (Q3), (76%) in the West of Morocco versus (57%) in the South. The percentage of respondents denying participation in elections (Q4) was higher in the West of Morocco (0%) than it was in the South (32%). Also, while the 84% of respondents in the West of Morocco acknowledged that they used Sign Language as their major means of communication (Q5), only 78% acknowledged the fact that they did not. Also, while just 15% of the respondents in the West of Morocco stated that Sign Language was not so developed to permit full communication (Q6), 51% of the respondents in the South declared the opposite. Q7 was somehow an open ended question, so less credit was given it in quantitative research. However, it disclosed the fact that

drama was not a major concern. Below is a visual representation of data generated at the level of all the schools enrolling hearing impaired students.

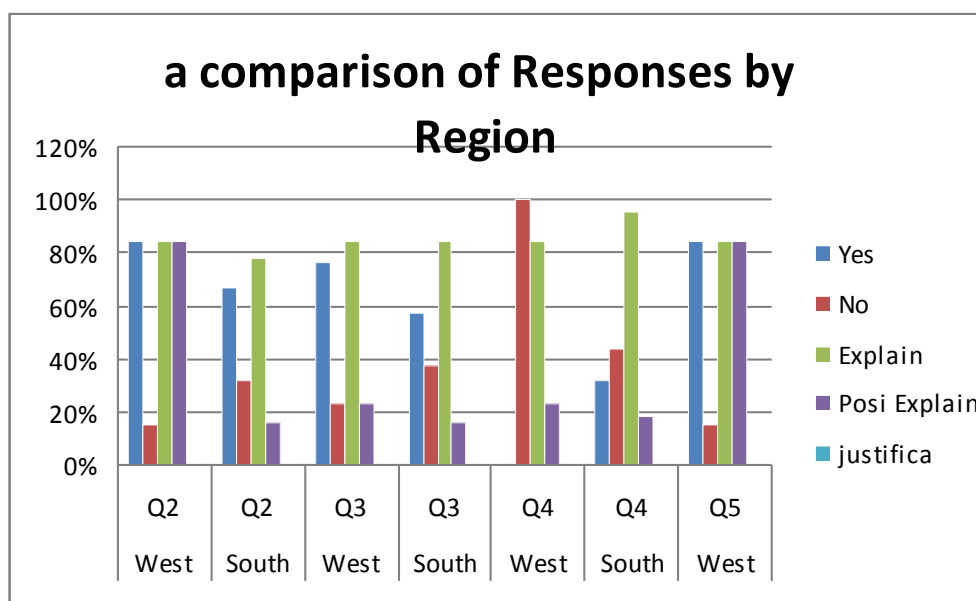
The Summary of Data Generated at the Level of the Moroccan Targeted Schools Enrolling Hearing Impaired Students

Question N	The Details of the Question	Frequencies	Relative Frequencies
Q2	Happiness in Family Life	162	65
Q3	Respect	99	39
Q4	Participation in Elections	35	14
Q5	The Use of Sign Language	191	77
Q6	The Degree of the Development of S Language	123	49



A Comparison of Responses by Region

region		Yes	No	Explain	Posi Explain	justifica
West	Q2	84%	15%	84%	84%	Family
South	Q2	67%	32%	78%	16%	Family
	Q3	76%	23%	84%	23%	Outside
South	Q3	57%	37%	84%	16%	Outside
West	Q4	0%	100%	84%	23%	Elections
South	Q4	32%	44%	95%	18%	Elections
West	Q5	84%	15%	84%	84%	Sign lang
South	Q5	78%	18%	48%	26%	Sign lang
West	Q6	15%	84%	84%	15%	Devel SI
South	Q6	51%	64%	89%	71%	Devel SI



5 CHAPTER FOUR: THE DISCUSSION OF THE RESULTS

Challenges Standing in the Way of Using Drama Therapy with Moroccan Speech Hearing Students and Suggestions for Overcoming Them

Shakespearian Drama Can Be Provisionally Used to Empower Moroccan Speech Hearing Students

Data generated at the level of this study indicate that the curriculum for Drama therapy can benefit Moroccan speech hearing impaired students in many ways. As matter of fact, Moroccan schools do not dispose of teachers specialized in the field of drama therapy. And because drama therapy is supposed to be educational, teachers need to be provided with enough guidance through the curriculum about how to help Moroccan speech hearing impaired pupils to produce therapeutic drama for therapeutic purposes. Andy Kempe (2013: 10) [15] identified four aims in the curriculum for teaching drama to physically impaired pupils. First, he said that drama could be used to teach a given content. Second, it might be aimed at enhancing some aspect of personal development. Thirdly, the aim should be to teach something about the art form. Andy Kempe (2013: 10 cited in Gavin Bolton , 1990) [15] writes that a scheme of work in drama that takes disability as a focus may endeavor to teach students something about disability itself. This might lead pupils to achieve self-acceptance being the first step in their adjustment to the social, economic and political environment. Andy Kempe (2013: 10) [16] writes that a scheme of work in drama that takes disability as a focus may endeavor to promote an acceptance and understanding of the lives and views of others. According to Vygotsky (cited in David Hornbrook & Helen Nickolson,1998: 88) [17] writes that the role of the teacher is to frame the work as a playwright, to expand horizons and to set the path for children to get into creative drama.

Therefore, because Moroccan teachers do not dispose of a curriculum for drama therapy providing guidance about how they should proceed with Moroccan speech hearing students, they might need to rely on published scripts as a first step towards empowering speech hearing impaired students. Interestingly enough, a series of plays were produced by British play wrights focusing on characters with physical impairments. Shakespeare's *King Lear* for instance places the focus on Gloucester being a blind character and Lear being emotionally disturbed. Contrary to custom, Shakespear's *King Lear* also places the focus on the fool, who, despite the fact that he could be judged by the audience as mentally impaired, he displays a great deal of wisdom Vygotsky (cited in David Hornbrook & Helen Nickolson,1998: 88) [17] writes that a scheme of work in drama that takes disability as a focus may endeavor to foster empathy, and positive attitudes as well.

The Need to Help Moroccan Teachers to Receive Training in the Field of Drama Therapy

Most importantly, data generated at the level of this study indicated that the Moroccan teachers placed in charge of Moroccan speech hearing students have no knowledge whatsoever about psychology. Therefore they might need to receive training in how to use drama therapy more profitably with Moroccan speech hearing impaired students. This might enable them to contribute ideas to what components ought to be incorporated into the curriculum for Drama therapy.

Inspiration about the approach to be used with Moroccan speech hearing impaired students could be drawn from data generated at the level of two British Schools I have labeled school A and School B. Empirical inquiry conducted at the two South Welsh schools "A" and "B" designed has equally given many suggestions for ideas to use in favor of Moroccan speech hearing impaired students. Therefore, a brief description of School "A" and School "B", being established in South Wales would hopefully be of help to Moroccan teachers to share ideas about experience lived at them. School "A" has been located in a modern urban area in South Wales. Hearing and non-hearing pupils enrolling at it belonged to the middle and upper classes. This was important for the researcher to highlight in the sense that, although school "B" was still in its primary phase of construction, it disposed of sufficient and appropriate resources, be they material or human designed for the improvement of the intellectual abilities of pupils whose age was comprised between twelve and thirteen. More importantly, School "A" disposed of enough material and human resources that contributed to the improvement of the intellectual abilities of pupils facing challenge with profound speech-hearing impairment as well. It disposed of many centers designed for the well being of hearing and non hearing pupils and their parents too. Most of all, it disposed of an interesting Drama studio furnished with sturdy equipment, fit for drama works. In it, pupils with profound and multiple learning disabilities met every Wednesday to produce, rehearse, perform and improvise Drama.

There were two categories of pupils with impairment enrolling in school "A". The first category was hardly thought of as being short of hearing. Thanks to hearing aids, the pupils under this category communicated effectively with their teachers, teacher assistants and the hearing community in general. The second category of pupils enrolling in school "A" faced the challenge of multiple profound physical impairments, hence, of learning impairment too. They were placed in wheel-chairs, could hardly see or hear, had lots of health and mental problems besides suffering from autism. They were given greater assistance and care by staff-members.

Staff-members in school "A" did their uttermost to get the latter category of pupils integrate into the mainstream of intellectual life at school "A", especially through Drama-production. Pupils under this category were helped with equipments like wheel chairs, besides cochlear and radio aids. In addition to this, two types of therapists attended to their needs: physiotherapists tried to help them move their bodies easier, and occupational therapists tried to teach them skills like reading and writing. I was placed at the center and directly attended to private classes given pupils lying in bed. Although they could not even swallow food or talk, they successfully learnt the alphabet and were efficient at reading the subject matter of cards given them. I also learnt that they performed drama once a week at the Drama-studio.

Care-takers in school "A" responded to the needs of British hearing impaired pupils in many ways. They helped them swallow food, get food out of their throats through special tubes...They also helped them to express their needs and they gave them the necessary support. Most importantly, they helped them to produce drama and to perform it at the drama studio.

Contrary to school "A", school "B" was situated in industrialized area in South Wales and it was mostly the target of the bottom line. Hearing, non hearing pupils, including the ones that faced the challenge of deep physical and learning difficulties enrolling in school "B" belonged to socially unprivileged classes. However, school "B" seemed to be more efficient in terms of Drama works than School "A". The general atmosphere in school "B" seemed to be better naturally inclined for Drama works than school "A". Firstly, posters in school "B" were collated throughout the walls in halls inciting visitors to learn and to remember basic and outstanding definitions relevant to Drama. Secondly, although School "B" was mostly frequented by financially destitute people, it disposed of at least two convenient Drama studios. Thirdly, teachers in school "B" looked happier and more energetic than teachers in school "A". Teachers in school "B" were more motivated to teach "others" ideas relevant to Drama and other relating areas than teachers in school "A". They were also open and communicative. This was an interesting feature of persons belonging to the world of Drama: Being "Dramatist" is important.....It is better than acquiring the skill.

Attendance to three sessions at School "B" confirmed my belief that School "B" was better fit for Drama works than school "A". Attendance of a language session in school "B" reserved for pupils facing the challenge of profound and multiple learning impairment confirmed my belief that pupils were happier to learn, that the language-teacher was more motivated to teach and more tolerant than it was the case for teachers in school "A". The language-teacher in school "B" was enthusiastic about teaching pupils the contents of at least three newspapers entitled "Slimming", "Motor-mounting" and "Horse-riding". This was a good step for Drama works. Attendance to a Drama-session in school "B" confirmed my belief that the pupils enrolling at it were more naturally gifted in Drama than pupils in school "B". Through the hot-seat technique, pupils in school "B" made a lot of hectic gestures, had a great deal of fun while they were engaged in the Drama work, even if it were sometimes at the expense of each other. Their Drama was spontaneous and comedy-oriented. Attendance to a third lesson in school "B" reinforced my conception about success in Drama in an organization: that success usually emanates from human resources. My belief was, therefore, that the nature of human resources at school "B" was even more important than

the equipment of which it may have disposed for the success of Drama. Again, the impression I got about teachers in school "B" was the same: the Drama teacher and the drama-teacher assistant were fit for their jobs. They were, open and communicative and light-spirited.

Teachers and other Staff members in schools "A" and "B" were in charge of drama and theatre produced and performed in the open space, nourished by indoor and outdoor recreation activities. However, although school "B" has retained picture-archives representing hearing impaired pupils industriously busy with creative contributions inside and outside the school, it has missed the opportunity of keeping a record of all the plays the pupils had previously produced. It was also a fact to be lamented that information centers retained data base of books held on all aspects of education but they neglected contributions made by pupils, especially those facing the obstacle of hearing impairment.

6 CONCLUSION

An attempt was made in this qualitative and quantitative study for the achievement of two major goals. Firstly, there rose the need for the provision of an answer to whether the establishment of a curriculum for Drama therapy could help Moroccan speech hearing impaired students to overcome the challenge of maladjustment. Secondly, the study targeted the confirmation of the validity the hypothesis that the establishment of a curriculum for Drama therapy could benefit Moroccan students facing the challenge of speech impairment to achieve catharsis, to improve their knowledge and to impact on the audience. The findings revealed that Moroccan speech hearing impaired students experienced trauma for various reasons and that neither the curriculum nor the Moroccan teachers placed in charge of them responded to their academic needs. Therefore, two major suggestions were made about how to be of service to Moroccan non hearing students. They were intended to give Moroccan teachers an idea about what could be incorporated into the curriculum for Drama therapy. The first suggestion placed the focus on Shakespearian drama for the empowerment of Moroccan speech hearing impaired students. This was considered as the first step towards adaptation to therapeutic drama. The second suggestion placed the focus on giving the chance to Moroccan teachers to take training in Drama therapy. This might be of help to them to identify what components could be incorporated into the curriculum for drama therapy.

ACKNOWLEDGMENT

I am indebted to Mr El Kharki Omar, a professor at ENCG Agadir for introducing me to *the International Journal of Innovation and Applied Studies*.

I am indebted to the president of the University of Wales Trinity Saint David, Wales, UK for providing partial financial support to enhance my intrinsic motivation to learn many things about Drama.

I am also indebted to my former professors at the University of Wales: Trinity College Saint David: Ms Catharine Bleasdale, Ms Caroline Lohmann Hancock, Mr Glenn Behena and Mr Kevin Matherick. Thank you for introducing me to the world of drama.

I am also grateful to all the Personnel at Queen Elizabeth High School, especially to Ms Reynolds for contributing to the enhancement of my theatre skills.

I am also indebted to the Model School and to the Sandfield Schools for responding to my need to enhance my knowledge about Drama.

I would like to display my indebtedness to ENCG Agadir Students for their volition to give me the lists of Moroccan schools enrolling speech hearing students . Without their support, this study might not have been made . Thank you.

REFERENCES

- [1] Patricia Phelan, Ann Locke Davidson and Hanh Thanh Cao , 1992: 695)
- [2] NH Center for Reviews and Discrimination, 1998 cited in David Winter & Sireling L& Riley Ottoni Vaz Japiassu R. *Pretend Play and Scholars in: Oers B and Wardekker W & Edelbers & Van Der Veer R, ed. The Transformation of Learning. Advances in Cultural Historical Activity Theory*. New York: Cambridge University Press, 2008.
- [3] Ennaji M. Multilingualism, Cultural Identity and Education in Morocco. New York: Springer, 2005.

-
- [4] Cheng S & Zhang L, 'Validating the Thinking Styles Inventory-Revised II among Chinese University Students with Hearing Impairment through Test Accommodations' , *American Annals on the Deaf*, Vol.159, No.1, pp. 22-23, Spring 2014.
 - [5] Erwin JC, 'Giving Students What They Need', *Educational Leadership*, Vol.61, pp 19-23, 2003.
 - [6] Phil Jones . *Drama As Therapy: Theatre As Living*. London: Routledge, 1996.
 - [7] Webster, Alec and McConnell Christine. *Special Needs in Ordinary Schools. Children with Speech and Language Difficulties*. Cassel :London 1987.
 - [8] Paul Holmes. *Inspiration and Technique*. London : Routledge, 1991.
 - [9] Steve Mitchel. *Drama Therapy: Clinical Studies*. London: Jessica Kingsley Publishers: 1996.
 - [10] Renée Emunah. *Acting for Real :Drama-therapy Process, Technique and Performance*. New York: Brunner, 1994.
 - [11] Sue Jennings and Alida Gersie. *Dramatherapy with Disturbed Adolescents in: Jennings S, ed. Drama-therapy. Theory and Practice for Teachers and Clinicians*. South Wales: Brook line Books, 1987.
 - [12] Eva Leveton . *A Clinical Guide to Psychodrama*. New York: Springer Publishing Company, 1991.
 - [13] Jenny Pearson. *Discovering the Self through Drama and Movement: The Sesame Approach*. London: Jessica Pearson Publishers, 1996.
 - [14] Bury C, Raval H, Lyon L , 'Young Peoples' Experiences of Individual Psychoanalytic Psychotherapy', *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, Vol. 80, No. 1, pp 79-96, 2007.
 - [15] Andy Kempe (2013: 10 cited in Gavin Bolton. *Drama As Education. An Argument for Placing Drama at the Center of the Curriculum*. Essex: Longman, 1990.
 - [16] Kempe A. *Drama, Disability and Education. A Critical Exploration for Students and Practitioners*. Routledge: Abingdon, 2013.
 - [17] Vygotsky (cited in David Hornbrook & Helen Nickolson,1998: 88) Kempe A. and Nicholson, H. *Learning to Teach Drama-11-18*. London and New York: Continuum, 1998.

APPENDICES

APPENDIX A: LETTER OF CONSENT

“IMPROVING SCHOOL EFFECTIVENESS :

Dear respondent;

We are asking you to take part in a project to improve the effectiveness of school through the completion of this short questionnaire. The project is part of your school support management and monitoring and the programme will facilitate a change in the management of the programme. This questionnaire is seeking to identify the nature, the strengths, the weaknesses of the different aspects of the system of education put in practice in your school, especially those aspects over which you have some control. So, it will be greatly appreciated if you would be involved in this process by completing the sheets attached to the submitted questionnaire. Please, be as truthful as possible in completing the questionnaire. You do not need to complete your name and no individuals will be identified or traced from this. Confidentiality and anonymity are assured. If you wish to discuss any aspects of the review of this document, please do not hesitate to contact me. I hope that you will feel able to take part in this project. Thank you”. Contact detail, address, fax, phone, email should have been marked at the bottom of the letter joining the questionnaire

APPENDIX B

School A in South Wales, UK

Section 1 : Dichotomous Questions :Personal Information :

Q1 : a: Last degree : BA (hons) plus PGCE Drama (secondary)

Q2: b: Reception of Training: Yes

Q3: b: Specialization in Drama: yes

Section 2: Multiple Choice Questions: Present Position:

Q1 : c : Key Stage 3 put under responsibility of the respondent (4 and post 16)

Q2: a: the responding teacher has been a teacher for a period that varies between 1 and 5 years

Section 3: Rank-ordering: Drama-knowledge:

- a: role play is the most important technique used by the responding teacher
- b: mantle of the expert is the second technique used by the responding teacher
- c: conscience alley is the third technique used by the responding teacher
- d: the freeze frame is the fourth technique used by the responding teacher
- e: teacher in role is the fifth technique used by the responding teacher
- f: the hot seating technique is the sixth technique used by the responding teacher
- g: the emotional self technique is the seventh technique used by the responding teacher

Section Four: Constant Sum questions: Drama across the curriculum

- The responding teacher integrates the following subjects into Drama: Foreign Languages.
- She ignores the following subjects: history, geography, design, music, maths, information and communication technologies, physical training, computing

Section Five: Constant Sum Questions: Challenges with Drama:

- The responding teacher faces challenge with pupils lacking self-confidence.
- The responding teacher does not face challenge with time devoted to the teaching of Drama, nor does she face challenge with the space reserved for the performance of Drama, or with the procedure she puts into practice during the

assessment of pupil-skills acquired through Drama, nor does she face any challenge with disruptive behaviour, or with the organization of Drama-works and planning, or with motivation, or with teacher-self-confidence

Section Six: Constant Sum Questions: the Potential of Drama to exert influence:

-According to the responding teacher, Drama could exert influence through the implementation of a strategy that reinforces the cooperation of pupils during all the phases of Drama, as well as through the implementation of a strategy that reinforces communication among them, as well as through the implementation of a strategy that reinforces solving problems, as well as through the implementation of a strategy that reinforces learning through the curriculum, as well as through the implementation of a strategy that reinforces social awareness, as well as through the implementation of a strategy that reinforces self-awareness.

APPENDIX C

School B : Wales, UK

Section One : Respondent No 2:

Section 1 : Dichotomous Questions :Personal Information :

Q1 : a: Last degree : BA/BED

Q2: b: Reception of Training: Yes: as part of BED course

Q3: b: Specialization in Drama: no

Section 2: Multiple Choice Questions: Present Position:

Q1 : c : Key Stage 2 put under responsibility of the respondent

Q2: a: the responding teacher has been a teacher for a period that varies between 15 and 24 years

Section 3: Rank-ordering: Drama-knowledge:

-a: 1 role play is the most important technique used by the responding teacher

-f: 2 the hot seating technique is placed second on the list of the techniques used by the responding teacher

-e: 3 teacher in role is placed third on the list of the techniques used by the responding teacher

-c:4 conscience alley is placed third on the list of the techniques used by the responding teacher

-b: mantle of the expert is not used by the responding teacher

-d: the freeze frame is not used by the responding teacher

Section Four: Constant Sum questions: Drama across the curriculum

-The responding teacher integrates the following subjects into Drama: History, Geography, Design, Music, Maths, Foreign Languages, information and communication technologies, physical training, computing

Section Five: Constant Sum Questions: Challenges with Drama:

-The responding teacher faces challenge with the time devoted to Drama teaching.

-The responding teacher does not face challenge with pupils lacking self-confidence when they are learning Drama, nor does she face challenge with the space reserved for the performance of Drama, or with the procedure she puts into practice during the assessment of pupil-skills acquired through Drama, nor does she face any challenge with disruptive behaviour, or with the organization of Drama-works and planning, or with motivation, or with teacher-self-confidence

Section Six: Constant Sum Questions: the Potential of Drama to exert influence:

-According to the responding teacher, Drama could exert influence through the implementation of a strategy that reinforces the cooperation of pupils during all the phases of Drama, as well as through the implementation of a strategy that reinforces communication among them, as well as through the implementation of a strategy that reinforces solving problems, as well as through the implementation of a strategy that reinforces learning through the curriculum, as well as through the implementation of a strategy that reinforces social awareness, as well as through the implementation of a strategy that reinforces self-awareness.

APPENDIX D

<u>Keyword</u>	<u>Definition</u>
Drama therapy	Drama therapy is different from educational drama. While educational drama targets the improvement of knowledge, drama therapy targets the personal development of practitioners. It is psychologically oriented.
A Dramatherapist	A Drama-therapist seeks to help actors to overcome feeling emotionally distressed. He/She uses well defined methods to help actors adapt to life. Drama therapists have used art in hospitals to cure patients. Gradually, drama therapy was introduced to schools. Some educationists in Great Britain like Peter Slade and Brian Way seemed to be more drama therapists than dramatists.
<u>Catharsis</u>	Aristotle relied on catharsis to secure emotional purgation to readers of drama. Later on, catharsis became a key element in drama therapy. A practitioner of drama therapy is expected to express himself/ herself in different ways to be able to feel better with things. Crying, shouting, playing music, holding up people to ridicule through imitation during drama therapy are cathartic.
<u>Self-esteem</u>	Parents, teachers and society at large might lead individuals to loose their self-esteem. Therefore, actors during drama therapy sessions are supposed to overcome emotional difficulties through the recognition of their worth as human beings.
<u>Self-confidence</u>	Negative forces in society might lead individuals to lose their self-confidence. Loss of self-confidence is therefore one of the consequences of low self-esteem. Therefore, drama therapy is considered remedial as long as it can help actors to develop a self-defense mechanism.

Estimation of spatial distribution and temporal variability of land surface temperature over Casablanca and the surroundings of the city using different Landsat satellite sensor type (TM, ETM⁺ and OLI)

Rida Azmi¹, Abderrahim Saadane², and Ilias Kacimi¹

¹Department of Geology,
Mohammed V University,
Rabat, Morocco

²Department of Earth Sciences,
National School of Mines of Rabat
Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: Over the last few decades, Casablanca city became the biggest industrial, commercial center in Morocco with rapid urbanization and explosive population growth, more than 4 million people. Urban expansion has reached to suburban areas due to population growth and socio economic development, not to mention the rapid increase of transportation. Result of these changes causes a change of microclimate in urban areas. The most evident phenomenon is the increase of urban surface temperature as compared with suburban areas, “heat island” is formed in the atmospheric boundary above urban area. It could make serious environmental problems for its inhabitants (e.g., urban waterlogged and thermal pollution). Thermal infrared remote sensing bands, proved its capability in monitoring temperature field. The purpose of this study is to evaluate the use of Landsat TM, ETM⁺, OLI and TIRS data for indicating temperature differences in urban areas, in order to achieve a spatiotemporal study, using data between 1984 and 2014, and showing the relationship between urban expansion and the heat island effect during time, producing maps that shows the distribution of urban temperature. Results can be combined with land use/ land cover maps or thermal-land cover and operated as reference for urban planning and future solutions to reduce heat island effect.

KEYWORDS: Landsat series, OLI, TM, ETM⁺, Heat Island, NDVI, urbanization.

1 INTRODUCTION

Along with the latest technologies for spatial data acquisition, especially with the advent of satellites and high resolution sensors, it is possible to estimate land surface temperature (LST) spatially. Thermal infrared bands provided by satellite, can be used to estimate LST for a region. Urban areas suffer more from this phenomenon, and LST is one of the most important and commonly studied effects of urban climate, the air temperature increase in the city opposition to the surrounding areas, provoke among other factors by the emission of anthropogenic heat, and the higher heat capacity of urban surfaces, this called urban heat island (UHI) effect.

According to the report (UN-HABITAT Report 2010, 2012), the UHI effect continues to grow with ongoing, rapid urbanization. By 2050, about 70 % of the global population will most likely live in cities. This rapid migration to urban areas, causes modification of air and surface temperature fields significantly, which alters living standards for populations around the world [1]. It causes overheating of urban areas, especially in summer, but it may also have positive consequences, e.g. reducing energy use in cold climates during winter.

It was hard to estimate the LST of an area. Generally, it was calculated for a particular set of sample points and interpolated into isotherms to generalize the point data into area data. Now significant progress has been made in satellite remote sensing technology, this revolution comes with the invention of Earth Observation Satellites (EOS) [2]. Data acquired from satellites like Landsat, Modis or Aster, can provide thermal satellite data, and some of this data are freely available, Landsat 4, 5 and 7, and their sensors. Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper (ETM+) comes with thermal infrared band successively with 120 m² and 60 m², resampled to 30 m², and finally Landsat 8, Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS), comes with two thermal infrared bands (30m²). This data can be largely used to estimate LST over urban areas.

The objective of this study is to estimate Land surface temperature from thermal bands using different sensor type, of Landsat series with different acquired dates, in order to study the spatial distribution and temporal variability of LST over urban and sub-urban areas in Casablanca city.

2 LITERATURE REVIEWED

If we discuss the scientific objective and the application of this process, we can find that the measurement of Land Surface Temperature (LST) from thermal infrared images, has a considerable importance for many applications such as oceanography, global climate studies, geology, hydrology, meteorology and vegetation monitoring, [3] [4]. Most of the fluxes at the surface-atmosphere interface can only be parameterized through the use of LST. In comparison with sea surface, land surface has the additional difficulty of the high heterogeneity, mainly due to vegetation, topography and soil physical properties, not to mention the complex relationship between atmosphere and surface.

It is difficult to extend the temperature measurements to a larger scales, because they are very isolated in time and space. And this is due to the heterogeneity of the surface. We can use satellite images instead of in situ values [5], if the measurement techniques give good enough LST values with sufficient accuracy. So the satellite measured radiance must be corrected due to atmospheric perturbation and emissivity value different from unity because natural surfaces are not blackbodies.

3 RELATED WORKS

Land surface temperature (LST) is the key variable to be retrieved from the TIR data. In the last years, several researches who are interested in Landsat TIR data, which has encouraged the emergence of different publications related to this issue.

Several researches have been done on estimation of land surface temperature from thermal satellite bands. [6] suggested that the areal measure of vegetation abundance by unmixed vegetation fraction has a more direct correspondence with the radiative, thermal, and moisture properties of the earth's surface that determine LST. [7] have presented a comparison study between two algorithms used to estimate the LST, mono-window algorithm developed by [8], and the single-channel algorithm developed by [9]. [10], found there is a strong correlation is observed between surface temperatures with NDMI over different LULC classes. And other works that present more techniques and describe the risk of heat island.

4 THEORETICAL BASIS

The objective of any radiometric correction of airborne and spaceborne imagery of optical sensors, is the extraction of physical earth surface parameters such as spectral albedo, directional reactance quantities, emissivity, and temperature. To achieve this goal, the influence of the atmosphere, solar illumination, sensor viewing geometry, and terrain information have to be taken into account. Although a lot of information from airborne and satellite imagery can be extracted without radiometric correction, [11].

In the case of thermal regions, there are three radiation components: thermal path radiance (L1), i.e., photons emitted by the atmospheric layers, emitted surface radiance (L2), and reflected radiance (L3) [12]. In the thermal spectral region from 8 - 14 nm the radiance signal can be written as:

$$L = L_{path} + \tau \epsilon L_{BB}(T) + \tau(1 - \epsilon)F/\pi \quad (1)$$

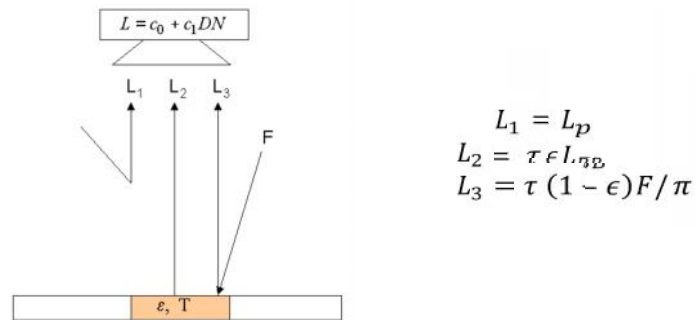


Fig 1. Radiation component in the thermal region

4.1 SINGLE CHANNEL ALGORITHM

The most appropriate procedure to retrieve LST from a single channel (SC) located in the TIR region, as is the case of Landsat series, is by inversion of the radiative transfer equation (RTE), [13] according to the following expression applied to a certain sensor channel:

$$B(T_s) = \frac{L_{\text{sen}} - L^{\downarrow} - \tau(1-\epsilon)L^{\uparrow}}{\tau\epsilon} \quad (2)$$

Where:

B: Planck's law, expressed as:

$$B_{\lambda}(T) = \frac{c_1}{\lambda^5 \exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1} \quad (3)$$

With c_1 and c_2 being the Planck's radiation constants, with values of (each sensor type has a value in)

λ : Wavelength;

T_s : Land surface temperature (LST);

L_{sen} : At-sensor registered radiance;

$L^{\uparrow}$: Upwelling atmospheric radiance (path radiance);

τ : Atmospheric transmissivity;

ϵ : Surface emissivity;

$L^{\downarrow}$: Downwelling atmospheric radiance.

Examples of this procedure can be found in [14] and [15]. The main problem when using (equation 2) is that atmospheric parameters τ , $L^{\uparrow}$ and $L^{\downarrow}$ must be known. This indicates the availability of atmospheric soundings launched near the study area and near the acquisition time of the satellite image. Currently, this problem is solved by using National Centers for Environmental Prediction (NCEP) modeled atmospheric profiles in online site (<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>).

5 STUDY AREA

Casablanca is located at latitude 33.577767, and longitude -7.614148 with a population of 4 million and total area of more than 387 km², [16]. Casablanca has a very mild Mediterranean climate with an average annual temperature of 21.8° C. The lowest temperature is normally found in January, averaging 17.1 °C and the highest temperature in July, averaging 25.9° C. The annual average precipitation ranges from 1600 to 2600 mm. Casablanca has taken great changes during the past 20 years and undergone a quick urbanization since the eighties. For the quick progress of the economic, lots of the agriculture

lands have been converted into the built-up area and the development sites [17]. The population and the urban area also had a big growth and the effect of urban heat island in this area has become very obvious [18].

6 MATERIAL AND METHODS

The methodology adopted for this paper is made of three main parts, first we applied a preprocessing step, by taking into account the radiometric correction of input data. Applying the top of atmospheric (TOA) correction to multi spectral bands by the following equation:

$$\rho\sigma = \frac{\pi L_0 d^2}{ESUN\theta \sin\theta}$$

Where:

L_0 = the radiance in unit of W/ (m²*sr*Um)
 d = distance in the sun and earth in astronomic unit
 $ESUN\theta$ = solar radiance in unit of W/ (m²*Um)
 θ = sun elevation in degree

Calculate NDVI using the standard formula: **NIR – Red / NIR + Red**. Recalculate infrared thermal bands data to the at-sensor spectral radiance (**L_s**) and then converts the radiance values to the at-sensor brightness temperature (**T_s**).

The second part allow us to convert the NDVI result to Land Surface Emissivity (**LSE**) values, using NDVI thresholds method to compute (**LSE**) [19]. In the final part, we insert values of upwelling, downwelling and transmission (equation 1) (from NCEP model for atmospheric profiles), in the single channel algorithm, in order to compute the correct LST for every sensor type.

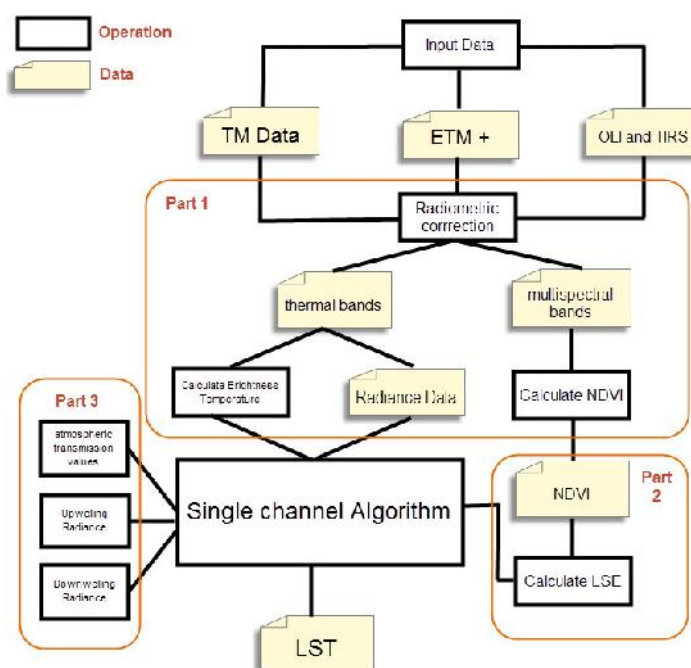


Fig 2. Processing chain

6.1 INPUT DATA

The data used in this study are from three different sensors of Landsat series, the main reason we decided to take 3 different sensors, is because they describe old dates with large intervals (section 5) for spatial variety of UHI effect. Table (1) shows characteristics for each sensor.

Table 1: Characteristics of Landsat series for each sensor

Sensor	Acquisition date	Multi spectral resolution	Thermal infrared bands resolution
OLI and TIRS	2014-04-06	30 m ²	60 m ² resampled to 30 m ²
ETM +	2002-02-08	30 m ²	120 m ² resampled to 30 m ²
TM	1987-02-07	30m ²	120 m ² resampled to 30 m ²

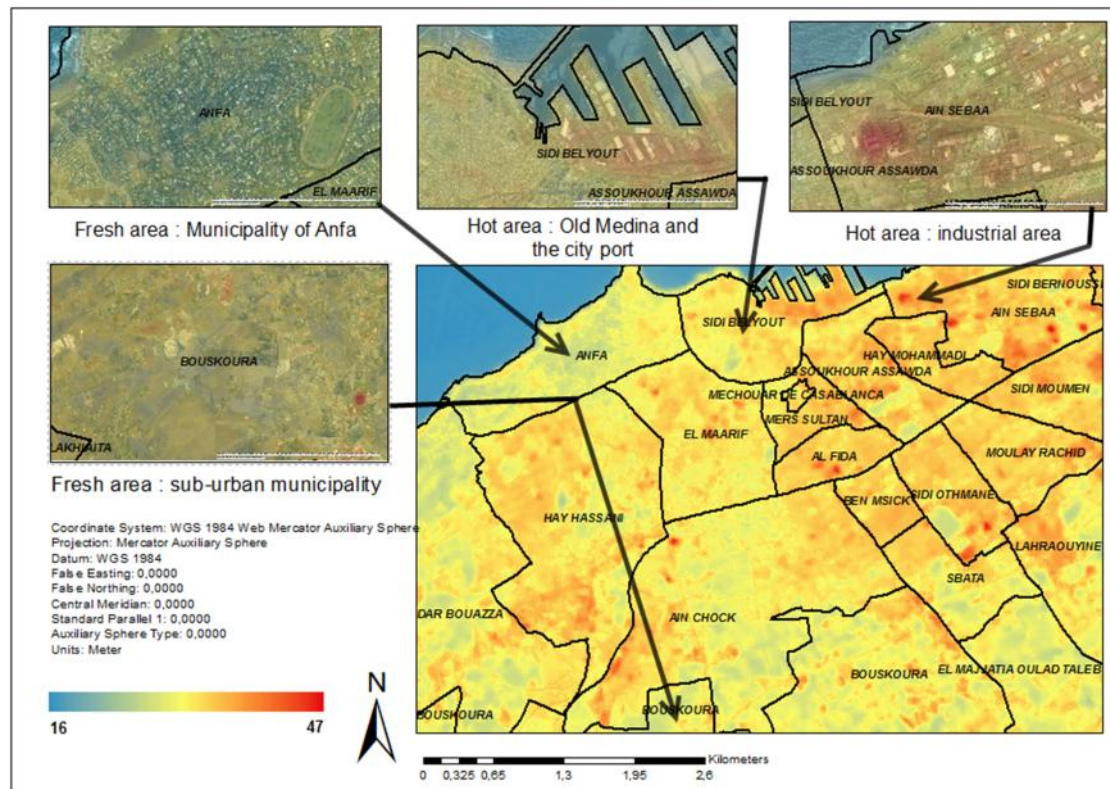
For amenity, a single channel algorithm for retrieving LST from thermal band of Landsat TM ETM+ and TIRS data was designed by Jimenez-Munoz and Sobrino (2003), and only three parameters were required for the algorithm. The formula used dependent on atmospheric transmissivity, upwelling and downwelling atmospheric radiances. The single channel algorithm was expressed in section (4.1).

7 RESULT AND DISCUSSION

In this study, we used 3 dates with tree different sensor type of landsat satellite series, to estimate LST from the TIR bands of each date, in order to make a spatio temporal study of UHI effect over Casablanca city.

We used a toolbox developed by [20] for automated mapping of LST with the use of Landsat data. The final result is a map that shows the spatial distribution of heat island effect during time (1987 2002 and 2014). A first visual interpretation shows that the hot areas (have an elevated temperature) are located in industrial areas such as Ain Sbaa and Sidi El Bernoussi , the old medina, with quite elevated population density produce also a remarkable temperature. Other municipalities closer to the center as Hay Mohammadi and Assokhour Assawda suffer from the heat island effect. In the other side, municipalities as ANFA and MAARIF characterized by haut standing buildings and vegetation cover showed a mean temperature variability.

Sub-urban areas as Bouskoura shows low temperature, first hypothesis allows us to presume that, diminution of temperature is due to the existence of vegetation cover surrounding the built-up areas.

**Fig 3. Land surface temperature map with fresh and cold areas – case of 2014**

7.1 EXTRACTION OF FRESHNESS AND HEAT ISLAND AREA

The surface temperature at the urban areas, is a variable parameter in climatological and environmental studies, at this stage we have a result of LST images (continue raster), and we must produce segmented image that allow us to detect hot areas surfaces on each municipality compared to cold ones. The conventional segmentation method based on the arbitrary choice of the value of the threshold may not concretely extract the formations of the heat islands area (related to each municipality), we adopted a statistical method which gives more credibility in order to make a partition of the image.

We use a robust statistical method proposed by [21] to help quantify the urban surface temperature. Based on this method the ground surface temperature was divided into different scales by mean surface temperature and different times of standard deviation (Eq.3).

This method gives more credibility, is based on calculating the arithmetic mean and standard deviation. The equation developed by Zhang is:

$$T = a \pm X * S \quad (3)$$

Where “a” represents the mean temperature, “S” is the standard deviation and “X” statistical series:

$$\chi = (-3, -2.5, -2, -1.5, -1, -0.5, 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3)$$

Tests that have been made, have shown that with the statistical series of X, the variance of the standard deviation can give a representation of an object in the image [21]. According to the variance of the standard deviation following the series (X), it can detect a threshold value for partitioning hot areas from the cold ones.

We tried all the statistical series of (X), it turned out that the best interval which gives a good representation of threshold value, is the mean and one time of standard deviation. So the thresholding value (a + S) will be used to extract the heat islands area, while (a – S) will be used to identify urban fresh surfaces.

By the method described in section (7.1), the area whose temperature was higher than the mean and one time of standard deviation was called hot island area. The sum of average temperature and 1 time standard deviation was used as threshold to outline the hot island area. According to the statistics, the mean for each date temperature and the standard deviation is shown in (table2). We use equation 3 as threshold to draw the outline of the hot island area and the size of hot island for each municipality is shown in graph (fig 4).

Table 2: mean and standard deviation of each LST result

Sensor	Mean temperature	Standard deviation
OLI and TIRS	26.98 °C	6.26 °C
ETM +	21.54 °C	2.40 °C
TM	16.14 °C	1.43 °C

There is a strong correlation between the heat island and vegetation cover in urban areas, tests have been done by randomly taking 100 points dispersed in the LST image. In the other side we compared the hot areas with vegetation cover, result are showed in figure (4). Surrounding areas have a richer vegetation cover, even that heat island effect is developed during the last 10 years, municipalities as Bourkoura, Dar Bouazza shows an elevated temperature which indicates a progressive change of population and built up areas.

Municipalities close to the center shows a rapid increase of UHI effect. A comparison between old medina and the new built up shows that buildings constructed recently can produce temperature more than the old one [22].

Healthy vegetation can reduce the high temperature caused by building especially new built up. Absorbing and decreasing temperature for cities like Casablanca, which suffer from the phenomenon. Excessive heat events, or abrupt and dramatic temperature increases, are particularly dangerous and can result in above-average rates of mortality, and that can be a cause for next generations to suffer from diseases such as allergy of the lungs and cancer [23]. Not to mention the high pavement and rooftop surface temperatures can heat storm water runoff. Tests have shown that pavements that are 100°F (38°C) can elevate initial rainwater temperature from roughly 70°F (21°C) to over 95°F (35°C). This heated stormwater

generally becomes runoff, which drains into storm sewers and raises water temperatures as it is released into streams, rivers, ponds, and lakes. (Center for Disease Control and Prevention. 2006). Fig 4 shows the relationship between vegetation index and heat island, the vegetation index is a determining factor for increase or decrease of heat island effect in urban areas [24].

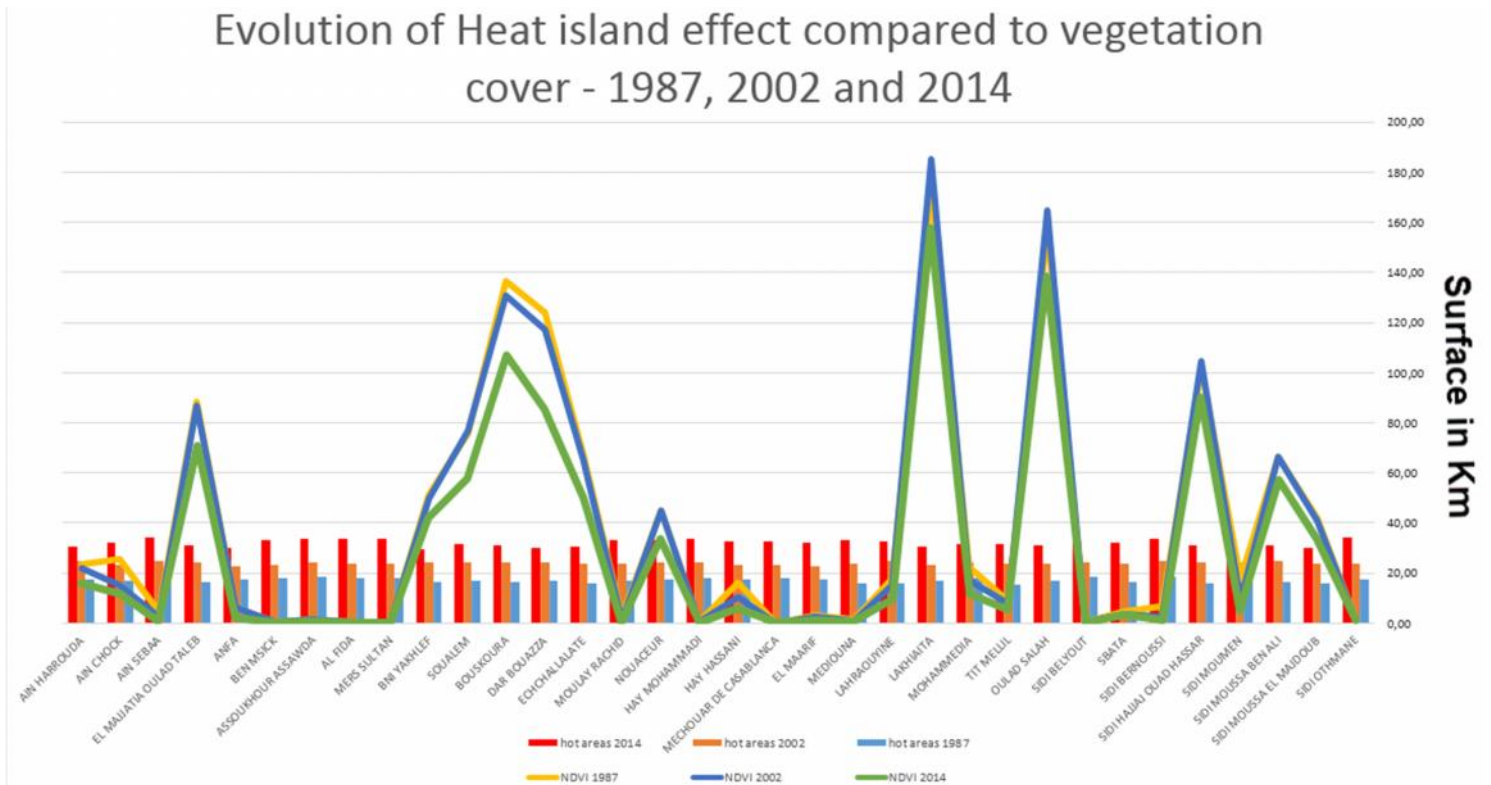


Fig 4. Estimated surface of heat island divided for each municipality

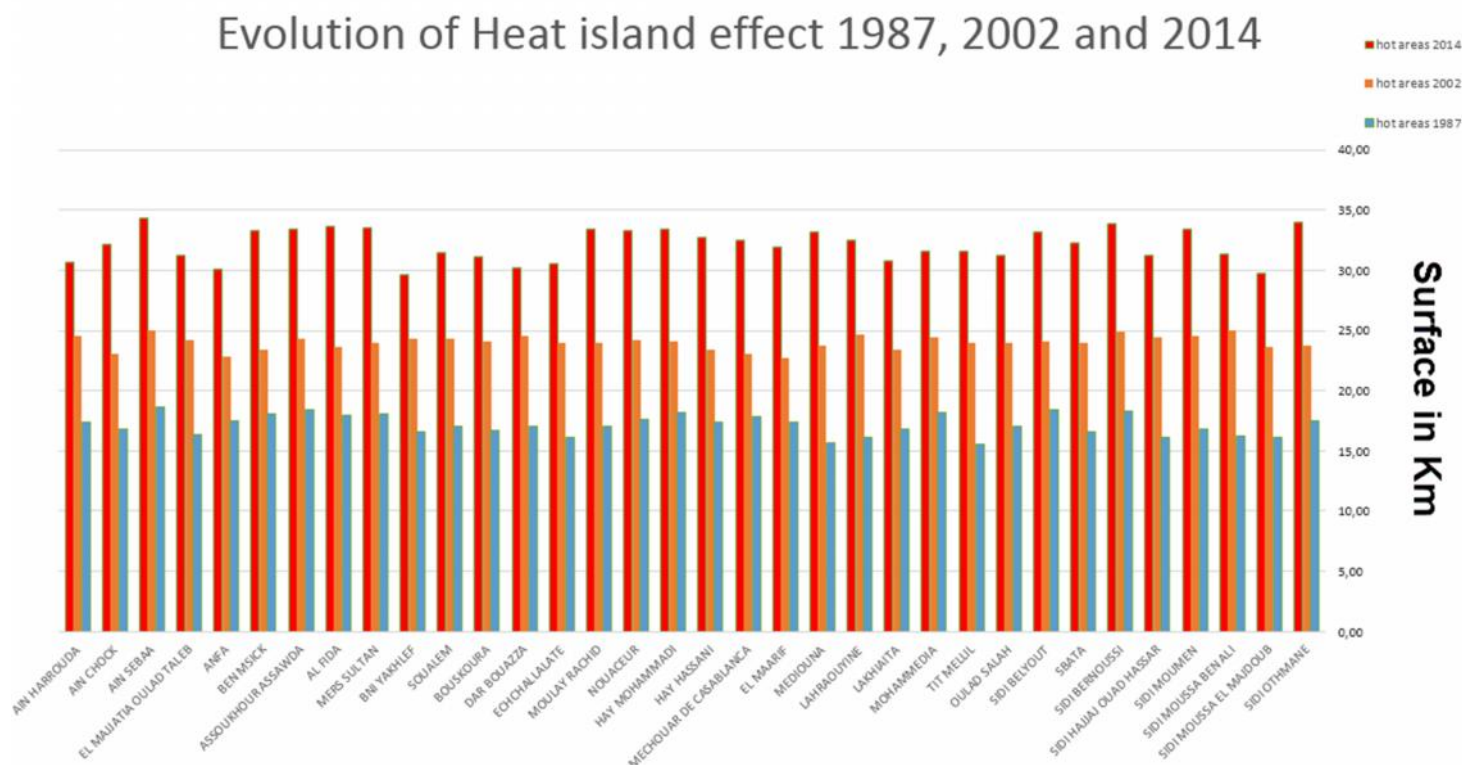


Fig 5. The ratio between heat island and NDVI for each municipality in grand Casablanca

8 CONCLUSION

The warmth rising off earth's landscapes influences our world's weather and climate patterns, scientists monitor land surface temperature and they want to know how increasing atmospheric greenhouse gases affect land surface temperature globally, and how rapid urbanization affect LST locally and produce UHI effect. Monitoring LST can help us to reduce UHI by taking smart decisions during the design of our urban planning face uncontrolled urbanization. Casablanca is one of the most affected regions in the world and which requires rapid intervention to reduce the danger in the future.

REFERENCES

- [1] Kestens, Y., et al., *Modelling the variation of land surface temperature as determinant of risk of heat-related health events*. International Journal of Health Geographics, 2011. **10**(1): p. 7.
- [2] ESA, *Earth observation satellites – Introduction* European Space Agency, 2013.
- [3] LPDAAC, / *MODIS Land-Surface Temperature Algorithm / LST ATBD* 1999.
- [4] Sun, Y., *Retrieval and application of land surface temperature*. 2011.
- [5] Li, Z.-L., et al., *Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives*. Remote Sensing of Environment, 2013. **131**(0): p. 14-37.
- [6] Weng, Q., D. Lu, and J. Schubring, *Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies*. Remote Sensing of Environment, 2004. **89**(4): p. 467-483.
- [7] Sobrino, J.A., J.C. Jiménez-Muñoz, and L. Paolini, *Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5*. Remote Sensing of Environment, 2004. **90**(4): p. 434-440.
- [8] Qin, Z., A. Karnieli, and P. Berliner, *A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region*. International Journal of Remote Sensing, 2001. **22**(18): p. 3719-3746.
- [9] Jiménez-Muñoz, J.C. and J.A. Sobrino, *A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2003. **108**(D22): p. 4688.

- [10] Mallick, J., et al., *Land surface emissivity retrieval based on moisture index from LANDSAT TM satellite data over heterogeneous surfaces of Delhi city*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2012. **19**(0): p. 348-358.
- [11] actor, E., *atcor/ecosystem*, <http://www.geosystems.de/atcor/>). user guide 2013.
- [12] Schowengerdt, R.A. *Remote sensing models and methods for image processing*. 2007; Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=196149>.
- [13] Laszlo, I., H. Liu, and A. Ignatov, *Comparison of single-channel and multichannel aerosol optical depths derived from MAPSS data*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2008. **113**(D19): p. D19S90.
- [14] Sobrino, J.A., et al., *Single-channel and two-channel methods for land surface temperature retrieval from DAIS data and its application to the Barrax site*. International Journal of Remote Sensing, 2004. **25**(1): p. 215-230.
- [15] Hua, L., et al. *A single-channel algorithm for land surface temperature retrieval from HJ-1B/IRS data based on a parametric model*. in *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2010 IEEE International*. 2010.
- [16] Casablanca, M.d., *Portail web, La Mairie du Grand Casablanca*, <http://www.casablanca.ma/index/>. 2014.
- [17] Godefroy, G., *Les divers aspects de l'expansion démographique de Casablanca*. Bulletin économique et social du Maroc Bulletin économique et social du Maroc, 1966. **28**(103): p. 21-48.
- [18] Brockhoff, M., *Urban Growth in Developing Countries: A Review of Projections and Predictions*. Population and Development Review, 1999. **25**(4): p. 757-778.
- [19] Li, Z.-L., et al., *Land surface emissivity retrieval from satellite data*. International Journal of Remote Sensing, 2012. **34**(9-10): p. 3084-3127.
- [20] Walawender, J.P., M.J. Hajto, and P. Iwaniuk. *A new ArcGIS toolset for automated mapping of land surface temperature with the use of LANDSAT satellite data*. in *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2012 IEEE International*. 2012.
- [21] Zhang, J., Y. Li, and Y. Wang. *Monitoring the urban heat island and the spatial expansion: using thermal remote sensing image of ETM+ band6*. 2007.
- [22] Xu, H., *Extraction of Urban Built-up Land Features from Landsat Imagery Using a Thematicoriented Index Combination Technique*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2007. **73**(12): p. 1381-1391.
- [23] Akbari, H., *Energy Saving Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation*. 2005.
- [24] Liu, L. and Y. Zhang, *Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong*. Remote Sensing, 2011. **3**(7): p. 1535-1552.

Notice of Retraction

The authors of the following article have requested that it be retracted from publication in the *International Journal of Innovation and Applied Studies*:

Gamil Alsharahi, Ahmed Faize, and Abdellah Driouach, “MOM Application for calculating the RCS Two-Dimensional Dielectric Geometric Shape (TE),” *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 11, no. 1, pp. 58–62, April 2015.

SOCIO-PSYCHOLOGICAL CAUSES AND CONSEQUENCES OF MENTAL DISORDER AMONG THE FEMALES OF DISTRICT MULTAN

Afshan Qureshi

Department of Sociology,
Bahauddin Zakaria University,
Multan, Pakistan

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

ABSTRACT: Women are the most essential part of our society; without women our society cannot move. There are several social & psychological factors which make a women mentally retarded. Researcher used case study method. In this qualitative research a sample of 10 respondents was selected by using purposive sampling from Multan city for in-depth study. The study concluded the causes of mental disorder were domestic violence, exchange marriages, marriages as migration from rural to urban areas, none of cultural adjustment.

KEYWORDS: Women, Mentally retarded, violence, exchange marriages & cultural adjustment.

1 INTRODUCTION

After years of empirical research & theoretical activity, social scientists still do not agree about what mental illness actually is, let alone about what its primary causes are or about the efficacy of various treatments. Sociologists disagree about whether or not mental disorder is truly a disease that some people have and other people do not have, thus fitting a medical model of health & illness. They disagree about the relative importance of genetics, biochemical abnormalities, personality characteristics, & stress in the onset & course of psychiatric impairment. Most sociologists do, however, agree that definitions of mental illness are shaped by the historical, cultural, & interpersonal contexts within which they occur. They argue that the significance of any particular set of psychological or behavioral symptoms to a diagnosis of mental disorder lies in part with the actor & in part with the audience. Given this understanding of mental illness, sociologists are often as interested in understanding the consequences of being labeled mentally ill as they are in understanding the causes. Sociologists do, indeed, study the social distribution & determinants of mental disorder. However, they also study social reactions to mental illness & the mentally ill & investigate ways in which mental health professionals & institutions can come to serve as agents of social control. Such research may confuse the effects of variables such as social class, gender, place of residence, & age on psychiatric treatment with the impact of those same variables on the development of psychiatric impairment. Furthermore, such research may confuse the effects of variables such as social class, gender, place of residence, violence & age on psychiatric treatment with the impact of those same variables on the development of psychiatric impairment (Suzanne et al, 1952). Mental illness refers to the actual disorder, while psychiatric disability refers to the impairment of the individual as a result of mental illness. There are three types of factors of mental disorder; 1) biological factors, 2) psychological factors, 3) environmental/social factors. In which, we study environmental factors. Environmental factors which included in mental illness are death or divorce, a dysfunctional family life, sex selection abortion, when try to finish the right/freedom of females, poverty, feeling of inadequacy, low self esteem, anxiety, anger, or loneliness, social or cultural expectations, women violence and discrimination.

2 REVIEW OF LITERATURE

Klasco (2011) stated that Psychological disorders are also referred to as mental disorders these are the abnormalities of human mind that result in persistent behavior patterns that can seriously affect day-to-day functions & life. FBI (2001) defined about Domestic violence is a pattern of behavior in which one intimate partner uses physical violence, coercion, threats, intimidation, isolation & emotional, sexual, or economic abuse to control the other partner in a relationship. Stalking or other harassing behavior is often an integral part of domestic violence. Unazia et al, (2006) said that even in the new millennium, women in South Asia are deprived of their socio-economic & legal rights. They live in a system where religious injunctions, tribal codes, feudal traditions & discriminatory laws are prevalent. They are best by a lifetime social & psychological disadvantage, coupled with long year of child bearing. They often end up experiencing poverty, isolation & psychological disability. Some ancient traditions & customs are still followed promoting various forms of violence against women. These include honor killing, exchange marriages, marriage to Quran, bride price, dowry, female circumcision, questioning women's ability to testify, confinement to home, denying their rights, the practice of Sati. Tina, (2006) said that mental, psychological, or emotional abuse can be verbal or nonverbal. Verbal or nonverbal abuse of a spouse or intimate partner consists of more subtle actions or behaviors than physical abuse. While physical abuse might seem worse, the scars of verbal & emotional abuse are deep. Studies show that verbal or nonverbal abuse can be much more emotionally damaging than physical abuse. Verbal or nonverbal abuse of a spouse or intimate partner may include on threatening or intimidating to gain compliance, destruction of the victim's personal property & possessions, or threats to do so, violence to an object (such as a wall or piece of furniture) or pet, in the presence of the intended victim, as a way of instilling fear of further violence, yelling or screaming, name-calling, constant harassment, embarrassing, making fun of, or mocking the victim, either alone within the household, in public, or in front of family or friends, criticizing or diminishing the victim's accomplishments or goals, not trusting the victim's decision-making, telling the victim that they are worthless on their own, without the abuser, excessive possessiveness, isolation from friends & family, excessive checking-up on the victim to make sure they are at home or where they said they would be, saying hurtful things while under the influence of drugs or alcohol & using the substance as an excuse to say the hurtful things, blaming the victim for how the abuser acts or feels, making the victim remain on the premises after a fight, or leaving them somewhere else after a fight, just to "teach them a lesson", making the victim feel that there is no way out of the relationship. Sometimes all these reasons make a female the victim of different type of disorder, e.g; depression, anxiety, schizophrenia, post traumatic stress disorder & many others disorders. Mental Health Week (2011) defined about current research which shows that people with major mental illness are 2.5 times more likely to be the victims of violence than other members of society. This most often occurs when such factors as poverty, transient lifestyle & substance use are present. Any of these factors make a person with mental illness more vulnerable to assault & the possibility of becoming violent in response. Rashmi et al (2007) explore in her article that after marriage, if one female migrate from one culture to another culture, then she can't adjust herself in this culture & start to become the victim of mental disorder. Ceaser (2010) defined in his article that in many Islamic countries, Muslims used to justify violence against women with Islam. Yet many religious experts state that Islam rejects the abuse of women and advocates equality in the rights of women and men. Mayo (2012) stated that Mental illness refers to a wide range of mental health conditions — disorders that affect your mood, thinking and behavior. Examples of mental illness include depression, anxiety disorders, schizophrenia, eating disorders and addictive behaviors. Many people have mental health concerns from time to time. But a mental health concern becomes a mental illness when ongoing signs and symptoms cause frequent stress and affect your ability to function. A mental illness can make you miserable and can cause problems in your daily life, such as at work or in relationships. In most cases, mental illness symptoms can be managed with a combination of medications and counseling (psychotherapy). John (2011) stated that depression is a common but serious illness & most who experience it need treatment to get better. National Health & Medical Research Council (2011) shows that Women who experience gender-based violence such as rape, sexual assault, intimate partner violence and stalking have a higher lifetime prevalence of mental health disorders, dysfunction and disability.

3 PURPOSE OF THE STUDY

Mental problem is an important problem of society which causes malfunctioning of the individuals including male & female. If the female is mentally disturbed that can negatively affect the functioning of the whole family. This shows the significance & importance of the problem. Sociologists disagree about whether or not mental disorder is truly a disease that some people have & the other people don't have, thus fitting a medical model of health &

illness. This seems relevant to the medical sociology; hence vital sociological significance. Some argue that the significance of any particular set of psychological or behavioral symptoms to a diagnosis of mental disorder lies in part with the actor & in part with the audience. Given this understanding of mental illness, sociologists are often as interested in understanding the consequences of being labeled mentally ill as they are in understanding the causes. Sociologists do indeed, study the social distribution & determinants of mental disorder. However, they also study social reactions to mental illness & the mentally ill & investigate ways in which mental health professionals & institutions can come to serve as agents of social control. Violence against women is now well recognized as a public health problem & human rights violation of worldwide significance. It is an important risk factor for women's ill health, with far reaching consequences for both their physical & mental health. This glossary aims to describe various forms of interpersonal violence that are directed towards women & girls. In society, many females became the victim of mental disorder due to violence, cultural complex/non cultural adjustment & cultural factors. The main objectives of the present research were:

1. What are the different socio-psychological causes of mental disorder among females?
2. To find out the different consequences of mental disorder.
3. To find out the different reasons of domestic violence with regard the mental disorder in females.
4. What is the effect of mental disorder on the families of the disordered females?
5. What is the effect of mental disorder on the children of the disordered females?

4 RESEARCH METHODOLOGY

The researcher used qualitative research design. In this explorative research, researcher used case study method for data collection. The universe/population of the present study comprised of all the women of Multan city who affected by violence & suffering in mental disorder. The universe for the present study is Multan. The researcher selected those ten females who were facing violence & became the victim of disorder purely on the basis of purposive sampling. These ten females were taken from the Raza Abad Colony, Muhulla-Al-bakir, Pull Wasil Wala, Shah Gosa Abad, Area Shahi Werra, Jhok Bullu, Al-Karam Town, Baste Gujranwala Wali & Mumtaz-a-Abad of Multan and researcher took the help of lady health workers for finding out the data. The respondents of researcher were those individuals who were facing violence but also mentally retarded. In six cases, the data provider of these women was their mothers, in 2 cases, sisters gave their history, because they were unable to talk to others as they were not in their senses and in other 2 cases, the data was provided by their own self because when they felt that they are becoming mentally ill because of violence then they went for psychiatric treatment. For collecting data, the researcher used interview guide. To select those respondents and to conduct an in depth interviews, it was necessary to select the respondents purely on the basis of special purpose, which the researcher had in her mind.

4.1 HYPOTHESIS

"Greater extent of domestic violence against women, greater the chances of mental disorder".

5 CASE STUDIES

5.1 FAMILY SYSTEM

8 women were from the joint family system, one was from nuclear family system and one was widow.

5.2 STATUS

6 women were housewives, one woman was divorced, one was widow, one woman was lady health supervisor and one was lady health worker.

5.3 EDUCATION

3 women were illiterate, 3 woman were primary passed, 2 were middle, one woman was F.A and one was having the degree of B.A.

5.4 SOCIAL CAUSES

In case no. 1, the main cause is to be taken the revenge by the husband of victim because he want to get marry with other women but his marriage could not be done with her that's why he assume her a basic cause, so, he started to threatened her mentally, physically & emotionally. In case no. 2, The main causes were 1) exchange marriage 2) cruel of husband & in-laws family 3) consider her as a servant/ animals 4) bound her from everything 5) take away the children from her. In case no. 3, The main cause which I found was domestic violence which crossed the peak of patience or tolerance. In case no. 4, the will of husband of victim is doing second marriage. He and his family tortured her to get rid of her. As like behavior make her totally mentally retarded. In case no. 5, main cause which I found in this case was exchange marriage, domestic violence, behave with her like an animal & take away the children from her. In case no. 6, the causes which I found in this case these are 1) she was handicapped 2) working condition slow 3) get deception in her life two times 4) domestic violence in 1st marriage life and also in 2nd marriage life. In case no. 7, the cause which I found was exchange marriage and higher education of victim and grasp her pay. In case no. 8, the cause which I found in this case was cultural adjustment. The marriage of victim was done in rural areas whereas she was a modern girl and lived in city. Her husband hit her with axe and grasp her all salary. In case no. 9, the limits of bearing violence was crossed. In case no. 10, domestic violence, exchange marriage and death of her sympathetic brother.

5.5 SOCIAL CONSEQUENCES: BEHAVIOR OF CHILDREN

In case no. 1, Victim has 5 children. Edwin Sutherland said in his theory that "Criminal behavior is learned in interaction with other persons in a process of communication" it means that which we see we learned, so, the children of victim, who see their father to hit the mother and they also behave like father with their mother. In case no. 2, the victim has 2 sons; one is 15 years old and second is 6 months old. But the behavior of his son whose age was 15 years, used to show cruelty towards her mother like his father or like her in-laws family. In case no. 3, the mental condition of children was also affected after seeing the cruel behavior with their mother and by seeing their mentally retarded mother. In case no. 4, I could not find any result about the behavior of children because when her son was of 2 months old, she was totally mentally retarded and he was also living with his father. In case no. 5, I could not find any behavioral affect of children because they were also living with their father. In case no. 6, the mentally condition of her daughter was totally disturbed. She became the victim of fear, not talk to anyone, lives silent and not have the confidence. In case no. 7, I could not find out the effects of mental disorder on the children of victim because they behave like their father with her mother. In case no. 8, her children became the victim of intimidation. In case no. 9, I find out the effects of mental disorder on her son because he also starts to become the victim of mental disorder. In case no. 10, her all children were worried about her.

5.6 PSYCHOLOGICAL CAUSES: MENTALLY STATUS OF WOMEN

In case no. 1, victim was totally mentally retarded. She was not in her senses she was not conscious about eating or drinking. She was totally silent, not listen to anyone. In case no. 2, the behavior of victim was hyper in nature, she breaks the things and she gradually attempted for suicide and she don't trust to anyone. In case no. 3, victim was suffering with anxiety and depression and she could not trust to anyone and assume everyone as her enemy. In case no. 4, she has lost her senses permanently, her family tied her with rope at bed and when she suffered with panic attacks then she used to make noise and break the rope and ran away in the streets. In case no. 5, victim was totally mentally retarded. She was not in her senses she was not conscious about eating or drinking. She was totally silent, not listen to anyone. she tried for suicide gradually. She was also suffering with heart disease. In case no. 6, she was the living like a zombie and having hyper behavior, laugh and weep spontaneously. In case no. 7, she became the victim of depression if she would not do job then she would be totally mentally retarded: told me by their office member. In case no. 8, victim was suffering of depression and anxiety and also many other diseases such as stomach ulcer, wounds in intestine, & heart diseases and her staff members said that her performance is very dreadful in work but we did not take out her from job otherwise she would be totally mentally retarded. In case no. 9, the victim manifests with weeping disorder & tried for suicide many times. In case no. 10, she ran in the street with knife in her hand and no one can pass near to her house. She beat the people and make a noise so much.

5.7 PSYCHOLOGICAL CONSEQUENCES: AFFECT ON FAMILY

In case no. 1, there was no effect on the family of victim because victim has step mother and her behave was very cruel with her. In case no. 2, I did not find any affect on the family of victim because her parents were died and she was living with their brothers. In case no. 3, her parents were very worried about her horrific condition and the condition of her children was also affected & they feel fear from everything and have no confidence. In case no. 4, her family were disturbed by seeing her condition. In case no. 5, the victim of mother was very worried about her. In case no. 6, her mother and her daughter was totally depressed. In case no. 7, I could not find effects of mentally disordered woman on family because her brother said that we have no concern with you because our duty is just doing your marriage. In case no. 8, Her parents were worried about her and her children were becoming the victim of intimidation. In case no. 9, I find out the effects of mental disorder on her son because he was also becoming the victim of mental disorder. In case no. 10, her children were worried about her.

5.8 PSYCHO TREATMENT

in 7 case studies: the response of people that if we give them treatment then it is the sign of our insult, what people think about her that their daughter cannot bear the feuds of house and these are women, so, providing treatment to them is the wastage of money. But there are 3 women who are getting treatment; one woman is getting treatment from Khwaja Farid Hospital, 2 women are taking the treatment from Al-rahman Hospital.

6 CONCLUSION

1. All women are become the victim of violence. It does not matter women are working lady or not, women are educated or not.
2. There are some Social factors which push the women in the life of darkness, make her a mentally retarded person. These factors are 1) violence, 2) exchange marriage, 3) will of husband to do second marry, 4) make her isolated, 5) snatch her all salary, don't give them permission to use salary about her own will 5) snatch her children and 6) non-cultural adjustment.
3. In some families, I found that children are also became the victim of disorder. In their behavior, I found aggression and intimidation. They are disturbed from their house environment & their mentally retarded mother. And in some families, I found that children also learn the violent behavior from their family & they also behave their mother like their father or their violent family.
4. In our society, our families don't get the treatment as like females because they understand that they are the sign for their insult in baradri & society that they became the victim of mental disorder due to violence.

7 SUGGESTION

Here are some suggestions for controlling this evil.

- 1- Should give the hard punishment to as like males then they feel pain & writhe & also feel the pain of females which they give them & they feel fear to give them tyrants. According to my point of view, government should search as like males & then they should call the media. In front of media, dibble would be dug & then put them in this dibble as like that their half body in the dibble & half is out. Then fill this dibble with scales & pointy bullions & take the machine of electric shock (which psychiatrist use for giving shock to brain) around their brain. On one side, stones would be gathered & then said the people that pick up the stones & beat them & also in electric shock machine leave the electric shock with intermittent & this process continued until death. After their death hang their dead body at that time that birds infect their dead body. All this punish show through the media at every channel. When males see this punishment at the T.V then they feel fear that thinks that before it females don't tell about their condition to anyone for their respect which they make & now govt. find as like males itself & give them as like horror punishment & then they start to respectively behave with females.
- 2- Also show the rights of females according to Islam & state show on T.V which violence males relate with Islam then know that how much they told true. Due to all these solutions I think that this evil should be finished or ended from society & no female will become a psycho patient or a zombie.
- 3- What is the rights of females should be as compulsory subject in school & collages.
- 4- There should be seminar about women rights & stopping violence in rural & urban areas.

REFERENCES

- [1] Cesar, C. March 8, 2010. "Violence against Women: A Hidden Pandemic" *wip talk, Whiteboard Report: Take to the Streets; 563 Figueroa Street, Monterey, CA 93940, USA.*
- [2] John's wart, S.T. 2011. "Depression, symptoms, causes, and treatments", *Rapid Antidepressant Works by Boosting Brain's, Science Writing, Press & Dissemination Branch.*
www.nimh.nih.gov/science-news/2010/rapid-antidepressant-works-by-boosting-brains-connections.shtml - 26k
- [3] Klasco, R. 2 may 2011. "Psychological disorders symptoms, causes & treatment", *Better Medicine, mental health behavior.* www.bettermedicine.com/article/psychological-disorders.
- [4] Mental health week. May 1-7 2011. "Violence & mental health", *Canadian Mental Health Association.*
www.bipolarworld.net/Graham/graham23.htm
- [5] Mayo 2012 "*Mental Illness - Mayo Clinic.com*", *Foundation for Medical Education & Research.*
<http://www.mayoclinic.com/health/mental-illness/DS01104>
- [6] National Health & Medical Research Council. 2, August 2011. "Gender-Based Violence Associated With Lifetime Risk of Mental Illness and Disability, Research Shows", *Australian Research.*
<http://www.sciencedaily.com/releases/2011/08/110802162329.htm>
- [7] Rashmi, N., Natalie, S. R. and Mark D. Sep 19th 2007. "Sociology of depression – effects of culture" *mental health. Net.*
- [8] Suzzane, T. O. & Sharon, L. L. 1952. "Chapter 14 Health & Medicine", *Encyclopedia Of Sociology*, written by, Edgar F Borgatta, Rhonda J. V. Montgomery. 2nd Edition, Published in 1952.
- [9] Unaiza, N & Sehar, H. June 2006. "Culture and mental health of women in South-East Asia", *Psychiatric Clinic and Stress Research Center.* Volume no 5(2): 118–120.

Existence et Unicité des Solutions Faibles du Problème de Steklov

[Existence and uniqueness of weak solution for weighted p-Laplacian Steklov problem]

BASSAM AL-HAMZAH and NAJI YEBARI

Département de Mathématiques et Informatique,
Université Abdelmalek Essaadi,
Faculté des Sciences,
Tetouan, Maroc

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

ABSTRACT: This paper deals with the equation Steklov. The existence and uniqueness results are obtained by Browder Theorem. Our paper is organized as follow: Section 0.2 contains some basic definitions concerning the nonlinear operators that will be used throughout the paper. Also, we introduce the space setting of the problem and give some basic characteristics, as the equivalent norm and imbedding results. In section 0.3 we state the main result on the existence and uniqueness of weak solutions of the problem (P). (S. A. Khafagy 2011).

KEYWORDS: Weak solutions, weighted p-Laplacian, Steklov problem.

0.1 Introduction

On étudiera dans cet article l'existence et unicité des solutions faibles du problème de Steklov formulé par :

$$(P) \begin{cases} \Delta_p u = |u|^{p-2}u & \text{dans } \Omega \\ |\nabla u|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial \eta} = f(x, u) & \text{sur } \partial\Omega, \end{cases}$$

où Ω est un domaine borné de $\mathbb{R}^N$ et $f : \Omega \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ est une fonction de carathéodory satisfaisant :

(H₁) $f(x, s_1) \leq f(x, s_2)$ p.p $x \in \partial\Omega$ et $\forall s_1, s_2 \in \mathbb{R}$, tel que $s_1 \geq s_2$.

(H₂) $|f(x, s)| \leq f_0(x) + c|s|^{p-1}$ p.p. $x \in \partial\Omega$ et pour tout $s \in \mathbb{R}$

avec $f_0 \in L^{p'}(\partial\Omega)$, et $c > 0$.

L'existence de valeurs propres pour le problème (P) (voir [3,4]).

0.2 Définitions et Préliminaires

0.2.1 Théorème de Browder

Définition 0.2.1 Soient V un espace de Banach et $A : V \rightarrow V'$ un opérateur, on dit que A est :

1) *Borné si et seulement si A envoie les bornés en des bornés c'est à dire pour tout $r > 0$ il exist $M > 0$, tel que $\|A(u)\| \leq M$, pour tout $u \in V$, $\|u\| \leq r$.*

2) *Coercive si et seulement si $\lim_{\|u\| \rightarrow \infty} \frac{\langle A(u), u \rangle}{\|u\|} = \infty$.*

3) *Strictement monotone si et seulement si*

$$\langle A(u_1) - A(u_2), u_1 - u_2 \rangle > 0, \forall u_1, u_2 \in V, u_1 \neq u_2.$$

4) Fortement monotone si et seulement si il exist $k > 0$ tel que:

$$\langle A(u_1) - A(u_2), u_1 - u_2 \rangle \geq k \|u_1 - u_2\|, \forall u_1, u_2 \in V, u_1 \neq u_2.$$

5) Complètement continue si et seulement si $u_n \rightarrow u \Rightarrow A(u_n) \rightarrow A(u), \forall u_n, u \in V$.

6) Continue si et seulement si $u_n \rightarrow u \Rightarrow A(u_n) \rightarrow A(u), \forall u_n, u \in V$.

7) Demi-continue si et seulement si $u_n \rightarrow u \Rightarrow A(u_n) \rightharpoonup A(u), \forall u_n, u \in V$.

Théorème 0.2.1 (Browder)

Soit V un espace de Banach réflexif et $A : V \rightarrow V'$ un opérateur est borné, demi-continue, coercive et monotone sur l'espace V . Alors pour tout $f \in V'$ l'équation $A(u) = f$ admet au moins une solution dans V . Si de plus A est un opérateur strictement monotone, alors pour tout $f \in V'$ l'équation $A(u) = f$ admet une solution unique dans V .

0.3 Résultats d'existence et d'unicité

Définition 0.3.1 On dit que $u \in W^{1,p}(\Omega)$ est une solution faible du problème (P) si

$$\int_{\Omega} |\nabla u|^{p-2} \nabla u \nabla \varphi dx + \int_{\Omega} |u|^{p-2} u \varphi dx = \int_{\partial\Omega} f(x, u) \varphi dx, \quad \forall \varphi \in W^{1,p}(\Omega).$$

Théorème 0.3.1 Soit $p \geq 2$, et f est une fonction de carathéodory vérifiant les conditions (H_1) et (H_2) . Alors le problème (P) possède une unique solution faible.

Preuve:

On définit l'opérateur $A : W^{1,p}(\Omega) \rightarrow (W^{1,p}(\Omega))'$, $A = J - F$, où les opérateurs $J : W^{1,p}(\Omega) \rightarrow (W^{1,p}(\Omega))'$, et $F : W^{1,p}(\Omega) \rightarrow (W^{1,p}(\Omega))'$ sont donnés par

$$\langle J(u), \varphi \rangle = \int_{\Omega} |\nabla u|^{p-2} \nabla u \nabla \varphi dx + \int_{\Omega} |u|^{p-2} u \varphi dx$$

et

$$\langle F(u), \varphi \rangle = \int_{\partial\Omega} f(x, u) \varphi dx$$

pour tout $u, \varphi \in W^{1,p}(\Omega)$. Sous la condition (H_2) , il est connu que A est de classe C^1 sur $W^{1,p}(\Omega)$ et les points de critiques de A sont les solutions faibles de P , inversement. Maintenant, nous prouvons l'existence et l'unicité de la solution faible de (P).

Nous avons les propriétés suivantes de l'opérateurs J et F

a) J et F sont bien définis, en effet

$$\langle J(u), \varphi \rangle = \int_{\Omega} |\nabla u|^{p-2} \nabla u \nabla \varphi dx + \int_{\Omega} |u|^{p-2} u \varphi dx$$

D'après l'inégalité de Hölder

$$\begin{aligned} |\langle J(u), \varphi \rangle| &\leq \int_{\Omega} |\nabla u|^{p-1} |\nabla \varphi| dx + \int_{\Omega} |u|^{p-1} |\varphi| \\ &\leq \left(\int_{\Omega} |\nabla u|^p \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\Omega} |\nabla \varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} + \left(\int_{\Omega} |u|^p \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} < \infty. \end{aligned}$$

De même, pour

$$\langle F(u), \varphi \rangle = \int_{\partial\Omega} f(x, u) \varphi dx$$

et il est d'après (H_2) , que

$$|\langle F(u), \varphi \rangle| \leq \int_{\partial\Omega} |f(x, u) \varphi| dx \leq \int_{\partial\Omega} (f_0(x) + c|u|^{p-1}) |\varphi| dx$$

D'après l'inégalité de Hölder,

$$|\langle F(u), \varphi \rangle| \leq \left(\int_{\partial\Omega} |f_0(x)|^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\partial\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} + c \left(\int_{\partial\Omega} |u|^p \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\partial\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} < \infty$$

Donc J et F sont bien définis.

b) J et F sont bornés, en effet

pour chaque u telle que $\|u\|_{W^{1,p}(\Omega)} \leq M$

$$\|J(u)\|_{(W^{1,p}(\Omega))'} = \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)} \leq 1} |\langle J(u), \varphi \rangle| \leq \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)} \leq 1} \left(\int_{\Omega} |\nabla u|^{p-1} |\nabla \varphi| dx + \int_{\Omega} |u|^{p-1} |\varphi| \right) dx.$$

En utilisant l'inégalité de Hölder

$$\begin{aligned} \|J(u)\|_{(W^{1,p}(\Omega))'} &= \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)} \leq 1} \left(\left(\int_{\Omega} |\nabla u|^p \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\Omega} |\nabla \varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} + \left(\int_{\Omega} |u|^p \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} \right) \\ &= \sup_{\|\varphi\| \leq 1} \left(\|\nabla u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} \|\varphi\|_{L^p} + \|u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} \|\varphi\|_{L^p} \right) \\ &\leq \|\nabla u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} + \|u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} \leq \|u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} + \|u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} \\ &2\|u\|_{L^p}^{\frac{p}{p'}} \leq 2M^{\frac{p}{p'}}. \end{aligned}$$

Pour F , on obtient

$$\|F(u)\|_{(W^{1,p}(\Omega))'} = \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\partial\Omega)} \leq 1} |\langle F(u), \varphi \rangle| \leq \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\partial\Omega)} \leq 1} \int_{\partial\Omega} (f_0(x) + c|u|^{p-1}) |\varphi|$$

$$\leq \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\partial\Omega)} \leq 1} \left[\left(\int_{\partial\Omega} |f_0(x)|^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} + \left(\int_{\partial\Omega} |u|^{(p-1)p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \right] \left(\int_{\partial\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}}.$$

Puisque $W^{1,p}(\Omega) \hookrightarrow L^p(\partial\Omega)$, il résulte que l'opérateur F est borné.

c) J et F opérateurs sont continus si $u_n \rightarrow u$, dans $W^{1,p}(\Omega)$. Alors nous avons

$$\|u_n - u\|_{W^{1,p}(\Omega)} \rightarrow 0, \quad \|\nabla u_n - \nabla u\|_{L^p(\Omega)} \rightarrow 0, \quad \|u_n - u\|_{L^p} \rightarrow 0$$

Appliquons le théorème de convergence dominée

$$\|(|\nabla u_n|^{p-2} \nabla u_n - |\nabla u|^{p-2} \nabla u)\|_{L^p(\Omega)} \rightarrow 0$$

et

$$\|(|u_n|^{p-2} u_n - |u|^{p-2} u)\|_{L^p(\Omega)} \rightarrow 0$$

d'où

$$\begin{aligned} \|J(u_n) - J(u)\|_{(W^{1,p}(\Omega))'} &= \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)} \leq 1} |\langle J(u_n) - J(u), \varphi \rangle| \\ &\leq \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)} \leq 1} \left(\left(\int_{\Omega} (| |\nabla u_n|^{p-2} \nabla u_n - |\nabla u|^{p-2} \nabla u |)^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} \right. \\ &\quad \left. + \left(\int_{\Omega} (| |u_n|^{p-2} u_n - |u|^{p-2} u |)^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\Omega} |\varphi|^p \right)^{\frac{1}{p}} \right) \rightarrow 0 \text{ quand } n \rightarrow \infty. \end{aligned}$$

De la même façon, nous avons

$$\begin{aligned} \|F(u_n) - F(u)\|_{(W^{1,p}(\partial\Omega))'} &= \sup_{\|\varphi\|_{W^{1,p}(\partial\Omega)} \leq 1} |\langle F(u_n) - F(u), \varphi \rangle| \\ &\leq k \left(\int_{\partial\Omega} |f(x, u_n) - f(x, u)|^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \rightarrow 0 \text{ quand } n \rightarrow \infty. \end{aligned}$$

d) Soit $p \geq 2$, $\forall x_1, x_2 \in \mathbb{R}^N$, on a l'inégalité suivante

$$|x_2|^p \geq |x_1|^p + p|x_1|^{p-2}x_1(x_2 - x_1) + \frac{|x_2 - x_1|^p}{2^{p-1} - 1}. \quad (1)$$

Maintenant,

$$\begin{aligned} \langle J(u) - J(\varphi), u - \varphi \rangle &= \int_{\Omega} [|\nabla u|^{p-2} \nabla u - |\nabla \varphi|^{p-2} \nabla \varphi] (\nabla u - \nabla \varphi) \\ &\quad + \int_{\Omega} [|u|^{p-2} u - |\varphi|^{p-2} \varphi] (u - \varphi) \\ &= \int_{\Omega} [|\nabla u|^{p-2} \nabla u (\nabla u - \nabla \varphi)] - \int_{\Omega} [|\nabla \varphi|^{p-2} \nabla \varphi (\nabla u - \nabla \varphi)] \\ &\quad + \int_{\Omega} [|u|^{p-2} u (u - \varphi)] - \int_{\Omega} [|\varphi|^{p-2} \varphi (u - \varphi)] \end{aligned}$$

$$+ \int_{\Omega} [|u|^{p-2}u(u - \varphi)] - \int_{\Omega} [| \varphi|^{p-2}\varphi(u - \varphi)] = I_1 + I_2.$$

En utilisant (1), on obtient

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &\geq \frac{2}{p(2^{p-1} - 1)} \int_{\Omega} |\nabla u - \nabla \varphi|^p dx + \frac{2}{p(2^{p-1} - 1)} \int_{\Omega} |u - \varphi|^p dx \\ &\geq c(p) \left(\|\nabla u - \nabla \varphi\|_{L^p(\Omega)}^p + \|u - \varphi\|_{L^p(\Omega)}^p \right) \\ &= c(p) \|u - \varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)}^p, \text{ pour } p \geq 2. \end{aligned}$$

Donc

$$\langle J(u) - J(\varphi), u - \varphi \rangle \geq c(p) \|u - \varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)}^p \text{ pour } p \geq 2. \quad (2)$$

De la même façon, nous avons

$$\langle F(u) - F(\varphi), u - \varphi \rangle = \int_{\partial\Omega} [f(x, u) - f(x, \varphi)](u - \varphi).$$

Comme f est décroissante par rapport à la seconde variable, on obtient

$$[f(x, u) - f(x, \varphi)](u - \varphi) \leq 0.$$

Donc, il suit

$$\langle F(u) - F(\varphi), u - \varphi \rangle = \int_{\partial\Omega} [f(x, u) - f(x, \varphi)](u - \varphi) \leq 0. \quad (3)$$

Les équations (2) et (3) impliquent que

$$\langle A(u) - A(\varphi), u - \varphi \rangle \geq c(p) \|u - \varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)}^p \text{ pour } p \geq 2. \quad (4)$$

Donc A est fortement monotone.

Pour appliquer le théorème Browder, il reste à prouver que A est un opérateur coercif.

De (4), on obtient

$$\langle A(u), u \rangle \geq \langle A(0), u \rangle + c(p) \|u\|_{W^{1,p}(\Omega)}^p.$$

En revanche

$$\begin{aligned} \langle A(0), u \rangle &= \langle J(0), u \rangle - \langle F(0), u \rangle \\ &= - \int_{\partial\Omega} f(x, 0)u \\ &\geq - \left(\int_{\partial\Omega} [f_0(x)]^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\int_{\partial\Omega} |u|^p \right)^{\frac{1}{p}} \\ &\geq -k \|f_0\|_{L^{p'}(\partial\Omega)} \|u\|_{W^{1,p}(\partial\Omega)}. \end{aligned}$$

Donc

$$\langle A(u), u \rangle \geq c(p) \|u\|_{W^{1,p}(\Omega)}^p - k \|f_0\|_{L^{p'}(\partial\Omega)} \|u\|_{W^{1,p}(\partial\Omega)}.$$

Donc

$$\lim_{\|u\|_{W^{1,p}(\Omega)} \rightarrow \infty} \frac{\langle A(u), u \rangle}{\|u\|_{W^{1,p}(\Omega)}} = \infty.$$

Cela prouve l'état de coercivité et ainsi de l'existence d'une solution faible de (P) . L'unicité de la solution faible de (P) est une conséquence direct de (4) supposer que u, φ deux solutions faible de (P) telle que $u \neq \varphi$. Maintenant, à paritir de (4), nous avons

$$0 = \langle A(u) - A(\varphi), u - \varphi \rangle \geq c(p) \|u - \varphi\|_{W^{1,p}(\Omega)}^p \geq 0.$$

Donc $u = \varphi$ ce ci termine la preuve. ■

REMERCIEMENTS

L'auteur tient exprimer sa gratitude au Professeur ABDEL RACHID EL AMROUSS (Université Mohamed Premier, Faculté des Sciences, Département de Mathématiques et Informatique) pour l'encouragement continu lors de l'elaboration de ce travail.

Références

- [1] *S. A. Khafagy*, Existence and uniqueness of weak solution for weighted p -Laplacian Dirichlet problem, Vol. 3, 2011, Online ISSN : 1943-023X, Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems.
- [2] *S. A. Khafagy*, Existence and Uniqueness of Weak Solution for Quasilinear Elliptic (p, q) -Laplacian System. Global Journal of Pure and Applied Mathematics. ISSN 0973-1768 Volume 8, Number 4 (2012), pp. 465-475.
- [3] *A. Anane, O. Chakrone, B. Karim, A. Zerouali*, Eigencurves for a Steklov problem. Electronic Journal of Differential Equations, Vol. 2009(2009), No. 75, pp. 18. ISSN: 1072-6691.
- [4] *O. Torné*, Steklov problem with an indefinite weight for the p -Laplacian, Vol. 2005(2005), ISSN : 1072-6691 Electronic Journal of Differential Equations.

Choix de stratégies adaptatives des producteurs face à la crise cotonnière : une analyse *Logit* multinomial au Nord Cameroun

[Choice of coping strategies of producers facing the cotton crisis : a multinomial logit analysis in Cameroon]

Denis Pompidou FOLEFACK¹ and Michel TENIKUE²

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement,
B.P. 33 Maroua, Cameroun

²Centre d'Etudes de Populations, de Pauvreté et de Politiques Socio-économiques (CEPS),
3, rue de la Fonte, L-4364 Esch/Alzette,
Luxembourg

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

ABSTRACT: This article highlights the socio-economic factors that determine coping strategies of producers facing the cotton crisis since 2004. A multinomial *logit* model is estimated to examine the determinants of the choice of one strategy relative to another. The results show a correlation between socioeconomic factors and the strategies chosen. It is observed that the age of the producer, cotton acreage before the crisis, the total arable land available, involvement in off-farm activities and the lack of financial means affect producer's choices. Financial constraint is the more binding constraint. Under limited financial resources, producers tend to reduce cotton acreage.

KEYWORDS: Determinants, adaptive strategies, model *logit multinomial*, cotton crisis, Cameroon.

RESUME: Cet article met en évidence les facteurs socio-économiques qui influencent le choix des stratégies adaptatives des producteurs face à la crise cotonnière depuis 2004. Un modèle *Logit multinomial* est estimé pour examiner les déterminants du choix d'une stratégie par rapport à une autre. Une typologie des exploitations a été décelée en fonction de l'évolution des superficies du coton. Cette typologie distingue les exploitations qui diminuent, celles qui augmentent et enfin celles qui stabilisent leurs superficies de coton face à la crise. Une corrélation entre les facteurs socio-économiques et les stratégies adoptées a été décelée. On observe que l'âge du producteur, la superficie de coton cultivée avant la crise, la superficie totale de l'exploitation, la réalisation des activités extra-agricoles et le manque de moyen financier dans l'exploitation influencent les choix des producteurs. La contrainte financière est très importante: plus elle est forte, moins les producteurs ont tendance à baisser les superficies de coton.

MOTS-CLEFS : Déterminants, stratégies adaptatives, modèle *logit multinomial*, crise cotonnière, Cameroun.

1 INTRODUCTION

L'exportation du coton est l'une des principales sources de devise et de recettes d'exportation pour quelques pays d'Afrique et notamment des pays sahélien. Le coton y représente parfois 66% de l'ensemble des exportations (cas du Burkina Faso). En Afrique de l'Ouest, on dénombre environ 1,2 millions d'exploitations de coton et 16 millions de personnes sont directement ou indirectement impliquées dans la culture du coton [1]. Les exploitations sont essentiellement des entreprises agricoles familiales de petites tailles et qui fournissent un coton de meilleure qualité [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Les superficies moyennes cultivées par exploitation varient de 2 à 3 hectares et représentent environ 3,5% des terres cultivables. Le rendement des terres est de l'ordre de 1 tonne/ha [8] - [11], [4], [12].

Au Cameroun et en particulier au nord du Cameroun, le coton est la culture commerciale dominante. Le coton est cultivé par 9 exploitants agricoles sur 10. Son essor a profondément marqué cette zone géographique. La culture du coton a eu un rôle moteur dans la diffusion des innovations techniques et a eu des effets sur le peuplement, rendant attractives des zones jusque là peu mises en valeur. La mise en place d'une filière cotonnière dite « intégrée », a permis d'assurer l'accès des producteurs de coton au marché notamment pour : l'approvisionnement en intrants (engrais, pesticides), les crédits de campagne, les investissements en équipements et les services agricoles (encadrement technique et, plus tardivement, appui aux organisations de producteurs). La mise en place de la filière a favorisé la sécurisation du débouché à un prix stable. En outre, les filières cotonnières ont financé le développement d'infrastructures économiques et sociales de base tels que : les routes, les écoles et les centres de santé. La culture du coton participe de ce fait à la lutte contre la pauvreté rurale [13].

Toutefois, l'avenir de la filière cotonnière au Cameroun est préoccupant. En effet, les années 1990 et 2000 ont été marquées par des dynamiques fluctuantes des prix sur le marché mondial. Ces fluctuations ont affecté fortement le fonctionnement de la filière cotonnière et engendré, du fait des subventions accordées aux producteurs, une forte pression sur le budget du pays. A la demande des institutions de Bretton Woods, le Cameroun, tout comme d'autres pays producteur du coton, a entrepris des réformes visant la libéralisation de la filière. Les effets conjugués de libéralisation, de la faiblesse des cours mondiaux, la faiblesse du dollar face à l'euro, les subventions des pays industrialisés à leurs producteurs ont provoqué une crise de la filière coton [14]¹. D'autres facteurs plus structurels et plus spécifiques au Cameroun comme le mode d'organisation et le mode de fonctionnement de la filière ont accentué les effets de la crise [15], [6]. Depuis 2004, la crise s'est caractérisée par une baisse du prix d'achat du coton graine (10%) et une augmentation exponentielle du coût d'achat des intrants de près de 48%. On a assisté à une régression de la filière cotonnière, caractérisée par la baisse des superficies (-40%), de la production (-40%), des rendements (-28%) et des recettes d'exportations (-35%) [16], [17].

La crise de la filière cotonnière crée un environnement nouveau et incertain. Les producteurs sont plus exposés aux incertitudes du marché notamment aux chocs sur les prix. Cette aversion aux risques s'étant au manque de visibilité sur les circuits d'approvisionnement en intrants, au prix de vente du coton graine. En réaction, les agriculteurs procèdent aux arbitrages et s'orientent vers les activités jugées plus rentables et moins incertaines [18]. Certains producteurs réduisent la part du coton dans l'exploitation et d'autres abandonnent progressivement le coton pour porter leurs efforts sur des cultures annuelles, notamment des céréales, qui nécessitent moins d'investissements économiques et humains. Ces choix alternatifs et l'adaptation des producteurs sont guidés par une valorisation optimale de leurs ressources disponibles et non par une adhésion réelle à d'autres cultures [18], [19]. Au sein, d'une exploitation, ces choix sont aussi fondés sur toute l'expérience accumulée, en matière de gestion des assolements, de conduite technique des productions, d'organisation du travail, ou de gestion de la trésorerie [18]. Tous les producteurs de coton n'étant pas en situation de s'adapter à la crise cotonnière à partir des seules opportunités de diversification, il est nécessaire d'étudier les déterminantes de leurs choix.

Une abondante littérature a été consacrée aux politiques cotonnières en Afrique au cours des dernières années [12]. Cependant, il n'existe pas assez d'analyses sur les questions des déterminants des choix stratégiques des producteurs. Pourtant, l'identification et la compréhension des facteurs qui influencent ces choix sont préalable à l'amélioration de l'efficacité de l'appui et de l'accompagnement des producteurs. Cet article aborde cette question et son objectif est de cerner les déterminants de choix des stratégies adaptatives des producteurs face à la crise cotonnière au Cameroun.

¹ Il est cependant, nécessaire de préciser en passant la montée record des cours mondiaux du coton en 2010/2011. Cette hausse des cours s'explique par la baisse de la production mondiale mais aussi par la croissance du marché domestique chinois.

L'estimation d'un modèle *logit multinomial* est le plus souvent utilisé pour mettre en évidence la corrélation entre les facteurs socio-économiques et les stratégies adoptées [20], [21], [22].

2 METHODOLOGIE

2.1 ZONE D'ÉTUDE ET DONNÉES COLLECTÉES

L'étude a été réalisée en zone cotonnière du Nord Cameroun, couvrant les régions du Nord et de l'Extrême Nord. Cette région a été choisie du fait de l'importance du coton dans les exploitations agricoles. De plus, en dépit de la crise cotonnière, la culture du coton y est restée la principale source de revenus des paysans. Un questionnaire structuré a été administré à 166 chefs d'exploitation choisis au hasard. Les données ont été collectées au moyen des entretiens au cours des campagnes cotonnières 2006 et 2007. Les exploitants ont fourni des informations actuelles et rétrospectives sur les surfaces cultivées des exploitations, les facteurs de production et la production de l'exploitation, les caractéristiques socio-économiques des exploitants agricoles, les revenus des exploitations ainsi que les stratégies adaptatives développées par les chefs d'exploitation.

2.2 MODÈLE EMPIRIQUE

La théorie économique prédit que, face à un problème de choix, l'agent rationnel opte pour l'option qui maximise son utilité [23]. Ainsi, un producteur rationnel préfère la culture qui lui procure le plus d'utilité. Sur le plan empirique, l'analyse des déterminants du choix de stratégie par un producteur peut être basée sur un modèle de choix discret [24], [21].

Les fortes fluctuations des prix du coton graine et du prix des intrants agricoles ont augmenté les incertitudes des producteurs. Dans ce contexte défavorable, les producteurs tentent de se protéger des risques en développant des stratégies adaptatives. Ces stratégies ont vocation à maintenir et/ou garantir les ressources et les revenus. Une des stratégies souvent utilisées est l'ajustement des superficies de coton cultivées. En comparant les superficies cultivées avant et pendant la crise, on observe trois possibilités: une diminution de la superficie et abandon la culture du coton, une reprise et une augmentation de la superficie consacrée au coton, un maintien (stabilisation) de la superficie consacrée de coton. L'abandon de la culture du coton sera dans la suite considéré comme le cas limite de la diminution de la superficie consacrée au coton. Par ailleurs, certains producteurs ayant abandonné la culture du coton quelques années peuvent la reprendre et certains n'ayant jamais cultivé de coton se mettent à le cultiver.

Les producteurs ont le choix entre différentes alternatives sans ordre prédéfini. L'étude des déterminants du choix s'appuiera sur un modèle de choix discret avec comme objectif d'estimer conjointement la probabilité de chaque alternative par rapport à une alternative de référence. Ainsi, nous identifierons les facteurs qui favorisent le choix d'une alternative par rapport à la référence. Le modèle économétrique requis est alors un modèle multinomial de type *logit* ou *probit* selon la loi de distribution retenu pour les termes d'erreur [25], [26], [27]. Les modèles *logit* polytomiques non ordonnés sont moins intensifs en calculs mais requièrent la non violation de l'hypothèse de l'indépendance des alternatives non pertinentes [25], [28]. Les modèles *probit* polytomiques non ordonnés quand à eux sont plus intensifs en calculs et n'imposent pas de restrictions particulières. Dans ce travail, nous utiliserons le modèle *logit* polytomique².

Supposons qu'un producteur de coton indexé i ait à choisir entre les trois stratégies alternatives ($j = 0$ à 2) précédemment exposées (Stabilisation, augmentation, réduction).

- $j = 0$ est le producteur stabilisant les superficies de coton dans l'exploitation,
- $j = 1$ est le producteur réduisant la superficie du coton dans l'exploitation,
- $j = 2$ est le producteur augmentant la superficie du coton dans l'exploitation.

Le modèle multinomial *logit* permet d'estimer les probabilités de deux modalités par rapport à une modalité prise comme référence. Nous proposons d'estimer les probabilités des modalités 1, 2 en référence à la modalité $j=0$.

² Comme test de robustesse, nous avons re-estimé toutes les équations avec un modèle *probit* polytomique et les résultats se sont apparus comparables à ceux obtenus par le modèle *logit* polytomique.

Ce que nous cherchons à étudier est la décision unique d'un individu parmi un certain nombre d'alternatives non ordonnées. Dans un modèle de choix non ordonnés, l'individu i va comparer les différents niveaux d'utilité associés aux divers choix, puis opter pour celui qui maximise son utilité U_{ij} parmi les J choix. Pour l'individu i , l'utilité du choix j s'écrit :

$$U_{ij} = \beta' z_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Dans cette expression, z_{ij} est un vecteur de caractéristiques individuelles, β est un vecteur de paramètres à estimer et ε_{ij} est un terme d'erreur aléatoire. Si l'individu i fait le choix j , on considérera qu' U_{ij} est l'utilité la plus grande parmi les J utilités considérées par l'individu i . Donc

$$P(U_{ij} > U_{ik}) \text{ pour } k \neq j ; j, k = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Ce modèle peut être rendu opérationnel si (et seulement si) l'on suppose que les erreurs aléatoires ε_{ij} sont statistiquement distribuées de façon indépendante et identique selon une distribution de Weibull :

$$F(\varepsilon_{ij}) = \exp(e^{-\varepsilon_{ij}}) \quad (3)$$

Dans ce cas, la différence entre les erreurs suit une distribution logistique [24]. Selon [29], on peut alors écrire :

$$\text{Prob}(Y_i = j) = P(U_{ij} > U_{ik}) \quad k \neq j \quad (4)$$

$$\text{Prob}(Y_i = j) = \frac{e^{\beta_j' z_i}}{\sum_{k=0}^2 e^{\beta_k' z_i}} \quad \text{avec } j = 0, 1, 2 \quad \text{et } \beta_0 = 0 \quad (5)$$

$$U_{ij} = \beta_j' z_i + \varepsilon_{ij}$$

On impose la normalisation $\beta_0 = 0$, ou en d'autres termes, aucun facteur n'influence la stabilisation de la surface consacrée au coton, pour garantir l'identification des autres paramètres estimés. Les coefficients obtenus par ce modèle sont difficiles à interpréter en l'état. En dérivant l'égalité précédente, on peut mettre à jour les effets marginaux des variables explicatives sur les probabilités des choix :

$$\delta_j = \frac{\partial P_j}{\partial z_i} = P_j [\beta_j - \sum_{k=0}^2 P_k \beta_k] = P_j [\beta_j - \bar{\beta}] \quad (6)$$

Ces δ_j décrivent l'effet de la modification unitaire d'une variable sur la probabilité qu'un individu choisisse l'alternative j . Ils sont difficiles à interpréter directement. Mais en remarquant que $\log(P_j/P_0) = z_i \beta_j$, on peut interpréter le β comme mesure de l'effet sur la probabilité relative. Ainsi, on évalue si une variable explicative augmente ou diminue la probabilité de choisir telle alternative par rapport à l'alternative prise de référence. Par exemple, dans l'équation ci-dessus, si $\beta_j > 0$, une augmentation de la variable x_i augmente la probabilité du choix de l'alternative j au lieu du choix de l'alternative $j=0$.

Enfin, en plus du modèle *logit*, une typologie des exploitations a été faite, car, plusieurs types d'exploitation ont été décelés en fonction des réactions des producteurs. Nous avons retenu comme clé de différenciation l'évolution des superficies de coton et la diversification des activités dans l'exploitation. Ainsi, l'analyse nous permet de mettre en exergue trois types d'exploitation en zone cotonnière : Les exploitations ayant diminuées les superficies du coton et diversification

des productions, les exploitations ayant augmentées les superficies du coton et diversification des productions et enfin, les exploitations n'ayant pas réagies et stabilisant les superficies de coton et diversification des productions.

2.3 VARIABLES EXPLICATIVES

Les producteurs de coton travaillent dans des conditions comparables. La société cotonnière facilite l'accès des producteurs aux crédits intrants aux mêmes conditions et les chocs exogènes tels que la baisse du prix d'achat du coton graine, l'augmentation exponentielle du prix des intrants affectent indifféremment tous les producteurs.

Dans la région, la culture du coton, principale culture de rente. Dans l'échantillon, tous les exploitants sont des hommes (99%). Ces derniers sont pour la plupart mariés (90%) et ont des personnes à charge y compris des enfants. Le tableau 1 présente l'ensemble des principales variables que nous estimons qu'ils permettent d'expliquer les choix des producteurs. D'autres variables ne sont pas pertinents pour expliquer le comportement des acteurs, car, les actions de la société cotonnière s'appliquent à tous les producteurs de la même façon (approvisionnement intrants, accès aux crédits, ...). Ces variables sont :

L'âge du producteur (AGE) : cette variable mesurée en nombre d'années, constitue aussi un proxy de l'expérience dans la culture du coton. Les producteurs moins expérimentés sont jeunes.

Le niveau d'éducation (NIVEDUC) : cette variable est un proxy de la capacité managériale du producteur. Elle indique aussi la capacité du producteur à disséquer les informations relatives à l'environnement économique et aux enjeux de la culture du coton. Les producteurs éduqués ont de meilleures aptitudes à appliquer et à diffuser les instructions des services de vulgarisation. L'éducation formelle détermine positivement le revenu agricole.

Le nombre de personnes à charge dans le ménage (NOMPC) : La taille du ménage indique la main d'œuvre familiale disponible. Elle indique aussi le niveau des besoins alimentaires de la famille. En effet, l'un des objectifs primordiaux des exploitations est la satisfaction de la sécurité alimentaire. En outre, plus le ménage est important, plus il y a des bouches à nourrir.

La superficie (HSUPCO) emblavée de coton est liée à l'accès à la terre et influe sur les stratégies à adopter. On admet que plus le producteur a la possibilité d'augmenter sa superficie de coton, plus il recherche des stratégies pour s'adapter à la crise cotonnière.

La superficie des cultures alternatives au coton ou des cultures concurrentes du coton (HSUPCUCON) détermine le niveau de diversification des activités agricoles (avec la crise, les producteurs se tournent de plus en plus vers les vivriers pour satisfaire la sécurité alimentaire du ménage). Elle mesure la superficie consacrée à la culture du maïs, du sorgho, du muskwari, du niébé, et de l'arachide.

La superficie totale (SUPTC) de terre disponible oriente la possibilité d'augmenter et de réduire les superficies du coton, et en plus, ouvre un champ pour la diversification. Elle constitue aussi un proxy pour le niveau de richesse de l'exploitation.

L'évolution de la superficie du coton (EVOCO) est la variable dépendante. Elle détermine la stratégie adoptée en fonction des facteurs socio-économiques. Elle a trois modalités : diminution augmentation et stabilité.

Le mode d'accès à la terre (LOCATERRE) détermine les actions de gestion durable de l'exploitation. La variable qui a été jugée pertinente est la variable location de la terre. Dans cette région, on observe une saturation de la terre et le marché de la terre est presque inexistant.

Les activités extra agricoles (PETICOMM) indique si le producteur exerce des activités extra-agricoles ou pas. Dans un processus de diversification, un producteur peut vouloir s'orienter vers le petit commerce. Des revenus extra agricoles peuvent permettre aussi bien de faire face aux dépenses engendrées par la stratégie choisie.

Les contraintes des exploitations en situation de crise cotonnière, notamment : contrainte par rapport aux moyens financiers CONTRAM, contrainte par rapport à l'augmentation des prix des intrants CONTRAP, contrainte par rapport à la baisse du prix d'achat du coton graine (CONTRAA), contrainte par rapport à la pénibilité du travail et au manque de main d'œuvre CONTRT, Contrainte par rapport aux autres contraintes CONTRAAT (accès aux marchés/enclavement, manque de moyens financiers, ...) sont déterminantes pour le choix des stratégies. Face à la crise, plusieurs changements sont opérés du fait des contraintes de production. Plus, une exploitation est soumise aux contraintes, plus, l'exploitation a tendance à choisir des alternatives moins soumises aux contraintes.

Tableau 1 : Moyenne et écart-type des principales variables utilisées

Variable	Description des variables et de leurs valeurs	Moyenne	Ecart type	Min	Max	N
AGE	Age de l'enquêté (années)	39,9	14,35	17	87	166
NIVEDUC	Niveau d'éducation					
	Pas été à l'école (1=oui, 0=non)	0,307	0,462	0	1	166
	Primaire (1=oui, 0=non)	0,361	0,481	0	1	166
	Secondaire (1=oui, 0=non)	0,331	0,472	0	1	166
NOMPC	Nombre de personnes à charge	8,16	6,64	1	58	166
	Historique de la superficie coton avant la crise cotonnière (avant 2000) (ha)	1,16	3,24	0	40	166
HSUPCO	Historique des cultures concurrentes au coton (avant 2000) (ha)	1,58	1,55	0	10,75	166
HSUPCUCON	Nombre de charrues	0,63	0,97	0	7	166
NONCHA	Activité extra-agricole menée est le petit commerce (1=oui, 0=non)	0,156	0,364	0	1	166
PETICOMM	Le mode d'accès à la terre est la location (1=oui, 0=non)	0,271	0,445	0	1	166
LOCATERRE	La contrainte de l'exploitation est le manque de moyen financier (1=oui, 0=non)	0,28	0,452	0	1	166
CONTRAM	La contrainte de l'exploitation est l'augmentation du prix des intrants (1=oui, 0=non)	0,51	0,501	0	1	166
CONTRAP	La contrainte de l'exploitation est la pénibilité du travail et le manque de main d'œuvre (1=oui, 0=non)	0,34	0,476	0	1	166
CONTRT	La contrainte de l'exploitation est le reste des contraintes (1=oui, 0=non)	0,37	0,485	0	1	166
CONTRART	Evolution de la superficie du coton (ha)					
EVOCO	Diminution (1=oui, 0=non)	0,325	0,390	0	1	166
	Augmentation (1=oui, 0=non)	0,186	0,469	0	1	166
	Stabilisation (1=oui, 0=non)	0,488	0,501	0	1	166

Source : Données d'enquêtes

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 STRATEGIES D'ADAPTATION DIVERSIFIEES FACE A LA CRISE

Les données permettent de mettre en évidence quelques changements observés dans les exploitations agricoles à la suite de la crise cotonnière. On observe notamment une baisse importante des surfaces de terre consacrée au coton dans les exploitations. Les producteurs tentent ainsi de limiter les effets du risque de marché en agissant sur l'organisation de leurs systèmes d'activités et exploitent les autres opportunités de marchés tels que la culture de maïs, arachide et niébé, la production animale et le petit commerce des produits de première nécessité.

Ainsi, plusieurs types d'exploitation ont été identifiés en fonction des réactions des producteurs. Nous avons retenu comme clé de différenciation l'évolution des superficies de coton et la diversification des activités dans l'exploitation entre l'année 2000 et l'année 2007. Ainsi, l'analyse nous permet de mettre en exergue quatre types d'exploitation en zone cotonnière : Type A = Diminution des superficies du coton et diversification des productions ; Type B = Augmentation des superficies du coton et diversification des productions ; Type C = Stabilité des superficies de coton et diversification des productions.

Tableau 2 : Superficies moyenne du coton par type d'exploitation

Type d'exploitation	Stratégies adoptées	Superficie moyenne avant la crise (en 2000) (ha)	Superficie moyenne pendant la crise (en 2007) (ha)	Pourcentage des exploitations
A	Diminution	2,40	0,58	32,5
B	Augmentation	0,97	1,07	18,7
C	Stable	1,56	1,56	48,8
Ensemble		1,17	0,93	100

D'après le tableau 2, les exploitations de type A baissent leurs superficies de coton d'environ 76%, passant de 2,4 hectares avant la crise à 0,58 hectare avec la crise. Les terres ainsi libérées semblent être mises à profit pour la culture des céréales et des légumineuses tels que le maïs, les arachides, le sorgho le muskwari et le niébé. Les exploitations de type B, augmentent la part du coton dans l'assolement de près de 10%, passant de 0,97 hectare avant la crise à 1,07 hectare. Dans ces exploitations, malgré une légère augmentation des terres consacrées au sorgho et au niébé, les terres consacrées à certaines céréales et légumineuses (maïs, muskwari et arachide) sont fortement réduites. Enfin, les exploitations de type C, ne modifient pas les superficies des différentes cultures qu'il s'agisse du coton ou des céréales et des légumineuses. D'une manière globale, les producteurs ont réagi face à la crise cotonnière par la baisse de la part du coton dans l'exploitation. Les superficies moyennes consacrées au coton sont passées de 1,17 hectare en 2000 à 0,93 hectare en 2007.

Tableau 3 : Caractéristiques socio-économiques des producteurs par type d'exploitation

Caractéristiques socio-économiques	Type A (diminution)	Type B (augmentation)	Type C (stabilisation)	Ensemble
Age (ans)	40,23	34,21	39,39	39,90
Taille du ménage	9,41	7,42	7,12	8,21
Actifs agricoles	4,05	3,75	3,72	4,21
Surfaces totales cultivées (ha)	3,18	2,94	2,75	2,92

L'âge moyen des producteurs se situe autour de 40 ans. Ceci montre que la culture du coton est de moins en moins attrayante pour les plus jeunes. En effet, suite à la crise, les conditions de travail sont désormais jugées très défavorables (pénibilité du travail avec la récolte soignée, manque de main d'œuvre, outillage agricole rudimentaire). La zone d'étude est située dans la région la plus peuplée du Cameroun. L'on constate que la taille des ménages est élevée avec une moyenne de 8 personnes par ménage³. Le nombre moyen d'actifs par exploitation est de 4 personnes et constituent une main d'œuvre importante pour les activités de l'exploitation. Enfin, face à la densité de la population et la dégradation poussée des sols, la superficie totale cultivée de l'exploitation est en moyenne de 3 hectares.

Les exploitations de type A sont tenues par environ 32,5% des producteurs. Elles sont gérées par des producteurs donc l'âge moyen est de 40,23 ans. La part du coton diminue dans l'assolement, et il contribue faiblement au revenu global. Néanmoins, ces producteurs continuent de cultiver le coton, car, il leur permet de disposer de l'argent liquide indispensable pour payer des dettes et s'occuper de quelques charges ponctuelles du ménage, et d'avoir des intrants coton et vivriers à crédit. Les raisons explicatives de cette baisse des superficies du coton sont entre autres : les difficultés d'accès à la terre et à la main d'œuvre, le volume de travail important suite aux exigences actuelles de la culture du coton, l'instabilité des pluies et la baisse de la fertilité des sols et des rendements.

Les exploitations de type B sont tenues par environ 18,7% des producteurs. Ces derniers ont opté pour une augmentation des superficies du coton. Ces exploitations sont gérées par des producteurs jeunes (d'âge moyen de 34,21 ans). Ces producteurs ont probablement une perception positiviste de l'avenir du coton. Ils espèrent accroître leur revenu à travers le coton pour rembourser leurs dettes et subvenir aux charges du ménage en cultivant de plus grandes superficies de

³ D'après ECAM3 de 2004, la taille moyenne des ménages est de 7 dans les régions septentrionales du Cameroun. Un ménage camerounais compte, en moyenne, 4,8 personnes. Dans l'enquête précédente, cette taille était de 5,5. En outre, cette taille moyenne varie de 4,5 en milieu urbain à 5,0 en milieu rural.

coton. Ils bénéficieront de quantités importantes d'intrants agricoles qu'ils utiliseront sur le coton et les vivriers, puisque les intrants fournis sont une fonction des superficies de coton cultivés.

Les exploitations de type C sont tenues par près de 48,8% des producteurs. Ces derniers n'ont pas réagi face à la crise, ils continuent de cultiver la même part du coton dans l'assolement. Ces exploitations sont gérées par des producteurs donc l'âge moyen est de 39,38 ans. Les superficies cultivées annuellement sont relativement importantes. Ils n'ont pas réagi à plusieurs événements et notamment : la baisse des prix d'achat du coton aux producteurs, l'augmentation des prix d'intrants, les difficultés d'accès à la main d'œuvre, l'instabilité des pluies, la baisse de la fertilité des sols et des rendements.

En outre, les producteurs atteignent difficilement leur objectif primordial, qui est d'assurer la satisfaction des besoins alimentaires. En effet, la baisse de la fertilité, l'insuffisance des intrants se traduisent par la baisse des rendements et partant des productions globales. En plus, avec une baisse des revenus du coton, très peu de producteurs peuvent acheter les intrants vivriers à crédits ou s'approvisionner en céréales dans les marchés. Dans les exploitations, toutes les activités contribuent à la formation du revenu monétaire du ménage bien que leurs apports restent inégaux.

Ainsi, avec la crise, le revenu global des producteurs par exploitation a baissé d'environ 9% comparé au revenu monétaire obtenu selon l'étude de [30] à 270 000 FCFA. Une analyse par type d'exploitation montre que l'évolution du revenu actuel est une fonction de la stratégie adoptée. Ainsi, le revenu moyen des producteurs de type A a connu une baisse de près de 16% suite à la crise. Dans ce revenu, les vivriers y contribuent pour près de 30%, car une grande part est autoconsommée. La part du coton passe de 60% du revenu avant la crise à 14%. Celle de l'élevage est marginale. La contribution la plus importante provient des activités extra agricoles, 48% (collecte des céréales pour des grands commerçants en ville, travail de main d'œuvre dans d'autres exploitations, petit commerce, chasse et artisanat).

Pour les exploitations de type B, le revenu annuel est en baisse de près de 32%, bien que ces derniers aient augmenté la part du coton dans l'assolement. Dans la diversification des activités agricoles, les producteurs s'orientent plus vers des vivriers destinés à l'autoconsommation, en vue de satisfaire les besoins alimentaires du ménage. D'après les producteurs de cette catégorie, le fait d'augmenter les superficies est un moyen pour avoir plus d'intrants à crédit. Le coton participe pour près de 26% au revenu, les vivriers contribuent pour près de 28%, l'élevage seulement pour 5%, avec un cheptel composé de bovins, ovins, caprins et ânes. La contribution la plus importante provient des activités extra agricoles, avec 41% (collecte des céréales pour des grands commerçants en ville, travail de main d'œuvre dans d'autres exploitations, petit commerce, chasse).

Les exploitations de type C ont stabilisé leur revenu. Cependant, bien que la part du coton dans l'assolement reste stable, sa contribution au revenu est en baisse et ne représente que 11%. Les cultures vivrières contribuent pour 30% au revenu du ménage, l'élevage pour 23%, car le cheptel est estimé à 5 bovins, 5 ovins, 7 caprins et 2 ânes. Enfin, la contribution la plus importante provient de l'activité extra agricole évaluée à 35% (collecte des céréales pour des grands commerçants en ville, travail de main d'œuvre dans d'autres exploitations, petit commerce, chasse et artisanat).

Tableau 4 : Caractéristiques des exploitations en zone cotonnière du Cameroun avant la crise (2000-2003)

Sources de revenu	Montant (FCFA)	Pourcentage (%)
Coton	162 000	60
Vivriers	40 500	15
Elevage	18 900	7
Activités extra-agricoles	48 600	18
Total	270 000	100

Source : adapté de [30]

Tableau 5 : Source et revenu des producteurs en zone cotonnière pendant la crise

Sources de revenu	Type A		Type B		Type C		Ensemble	
	Montant (FCFA)	(%)	Montant (FCFA)	(%)	Montant (FCFA)	(%)	Montant (FCFA)	(%)
Coton	32 470	14	47 560	26	31 560	11	27 900	11
Vivriers	68 830	30	50 935	28	84 405	30	75 085	30
Elevage	16 300	7	8 970	5	64 100	23	32 335	13
Activités extra-agricoles	110 430	48	75 525	41	97 600	35	111 245	45
Total	228 030	100	182 990	100	277 665	100	246 565	100

Source : calcul des auteurs

3.2 ESTIMATION DU MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE

L'estimation du modèle de choix de stratégie utilise le groupe de producteurs ayant stabilisé leurs superficies face à la crise comme catégorie de référence. Nous rappelons que le modèle estimé explique la propension relative à choisir une stratégie autre que la stabilisation des superficies en fonction des variables socio-économiques.

Tableau 6 : Déterminants des stratégies d'adaptation des producteurs face à la crise cotonnière (modèle logit multinomial)

Variables	Augmentation des superficies de coton	Baisse des superficies de coton
Constante	1.28 (1.11)	-1.20 (0.98)
Age	-0.04* (0.02)	0.02 (0.02)
Niveau primaire	-0.49 (0.58)	0.01 (0.51)
Niveau secondaire	-0.69 (0.63)	-0.01 (0.55)
Taille du ménage	0.10 (0.06)	-0.03 (0.05)
Superficie du coton avant la crise	-2.74*** (0.83)	1.07** (0.43)
Superficies des cultures vivrières avant la crise	-0.01 (0.18)	0.00 (0.15)
Superficie totale cultivé et disponible	0.48** (0.20)	-0.23 (0.15)
Matériels agricoles (charrue)	0.20 (0.36)	0.24 (0.31)
Activités extra-agricoles (Petit commerce)	-0.19 (0.70)	0.18 (0.57)
Accès à la terre (location)	0.13 (0.61)	1.01** (0.45)
Contraintes exploitations (manque de moyens financiers)	-0.89 (0.64)	-1.42** (0.57)
Contraintes exploitations (augmentation du prix des intrants)	-0.75 (0.55)	-0.63 (0.50)
Contraintes exploitations (pénibilité du travail et manque de main d'œuvre)	0.09 (0.53)	0.25 (0.44)
Contraintes exploitations (autres)	-0.10 (0.52)	0.43 (0.42)
Nombres d'observations		166
Log-vraisemblance		-140.7
Pseudo R2		0.176
Khi 2		60.24
Prob		0.000380

La catégorie de référence est celle des producteurs stabilisant leurs superficies avec la crise. Les écarts types figurent entre parenthèses. Les niveaux de significativité sont respectivement : 1% (***), 5% (**) et 10% (*).

Les résultats permettent de dégager quelques grands faits stylisés sur les déterminants des stratégies d'adaptation des producteurs face à la crise. On observe des corrélations entre facteurs socio-économiques et stratégies des producteurs. Toutes choses restant égales par ailleurs, il y a des facteurs qui influencent significativement le choix des stratégies des producteurs. Il s'agit notamment de: l'âge du producteur, la taille de la superficie cultivée avant la crise, la superficie totale de l'exploitation, le fait de mener des activités extra-agricoles, principalement le petit commerce et la contrainte de manque de moyens financiers dans l'exploitation.

L'âge des producteurs influence significativement le choix de la stratégie des producteurs. Plus un producteur est âgé, moins il a tendance à augmenter des superficies du coton (intensification) face à la crise. Cet effet est significatif au seuil de 10%. Cet effet semble bien corroboré avec les statistiques descriptives ci-haut. La crise a engendré l'augmentation des exigences en termes de qualité et de modalité de culture du coton (la récolte soignée par exemple), et par conséquent, une augmentation de pénibilité de travail. On note aussi que cette variable semble affecter la stratégie de baisse des superficies bien que l'effet ne soit pas significatif. Le coefficient positif suggérerait que, plus l'âge du producteur augmente, plus il a tendance à baisser les superficies du coton face à la crise.

Les superficies du coton cultivées avant la crise semblent avoir une influence avérée sur le choix des stratégies par les producteurs. Plus, ces superficies sont élevées, moins les producteurs ont la propension à augmenter leurs superficies en période de crise. C'est effet est fortement significatif (au seuil 1%). Ainsi, les producteurs ayant de grandes superficies de coton ne réagissent pas par une augmentation des superficies. En revanche, les superficies du coton avant la crise ont un effet positif et significatif sur le choix de la stratégie de baisse. Avec la crise et ses conséquences sur la filière, les grands producteurs ont une forte tendance à baisser la superficie de coton, comme le montre le tableau 1. Ils semblent découragés. L'un des facteurs de découragement, reste surtout les problèmes des impayés dans les cercles de caution solidaire, où les grands producteurs payent les dettes des producteurs défaillants. L'on peut aussi ajouter des nouvelles exigences imposées aux producteurs à la culture du coton, notamment, la récolte soignée, les conditions d'accès aux intrants et les retards de paiement de plus en plus importants.

Contrairement aux attentes, l'effet des superficies des cultures vivrières souvent dites concurrentes au coton semble ne pas affecter le choix de l'une au l'autre stratégie. Les coefficients correspondants, bien que non significatifs, ont les signes attendus. Ceci suggère que la diversification des activités agricoles dans l'exploitation vers les vivriers est certes présente mais n'est pas importante. Elle reste très marginale et se fait sur des superficies moins importantes. Donc, il n'y a pas de substitution significative des superficies de coton vers les vivriers.

La superficie totale disponible d'un producteur influence fortement le choix de stratégie. Son influence est plus marquée sur la stratégie d'augmentation des superficies du coton face à la crise. Il est positif et significatif au seuil de 5%. Cet effet indique qu'une augmentation d'une unité de superficie totale disponible de l'exploitation en zone cotonnière augmente la probabilité d'augmenter sa superficie de coton face à la crise. En revanche, bien que non significatif, il apparaît que, plus on a de terres disponibles, moins on a tendance à baisser ses superficies. Ainsi dans les exploitations agricoles, les producteurs dans la quête d'atteinte de l'un des objectifs phares de l'exploitation qui est l'accroissement des revenus, cherchent à intensifier la culture, tout en diversifiant les activités vers les vivriers. En effet, comme le souligne [31] – [32] les surfaces cultivées sont relativement faibles : en moyenne 2 hectares dont plus de la moitié en céréales, et 15 à 20% en coton. Les exploitations satisfont difficilement leurs besoins car leurs revenus, compris entre 200 000 et 300 000 FCFA par année, sont faibles, et 50 à 60% d'entre elles assurent difficilement l'alimentation de la famille pendant la période de soudure alimentaire.

Les résultats de l'estimation permettent aussi d'observer une influence négative de la variable manque de moyens financiers sur le choix des stratégies. On constate que, plus la contrainte manque de moyens financiers est déclarée forte, moins les producteurs ont tendance à baisser les superficies de coton. La contrainte financière semble être la principale contrainte qui pèse sur le choix de stratégies. Les autres contraintes n'ont pas d'effet significatif. Ainsi, la contrainte financière supprime toutes les autres contraintes par les producteurs.

Notons enfin que, d'autres variables a priori pertinentes présentes dans le modèle n'ont aucun effet significatif sur le choix des stratégies des producteurs. Il s'agit notamment du niveau d'éducation, de la taille du ménage⁴ et de la présence du matériel agricole (charrue).

Comme la montre les résultats obtenus, nous pensons que les logiques des producteurs sont guidées par la rationalité des acteurs. Cette rationalité qui a été qualifiée par [33] comme procédurale puisque les acteurs utilisent des procédures pour identifier et construire une solution acceptable par un processus heuristique qui intègre des éléments réfléchis, intuitifs ou émotionnels. Elle est adaptative car l'individu s'adapte à son environnement à partir d'enseignements découlant de ses

⁴ Les exploitations agricoles se sont fortement atomisées. La famille composée, en moyenne, de 6 personnes, dont 3 actifs, est la principale source de main d'œuvre.

expériences antérieures, souvent par un jeu d'essais et d'erreurs. [34] signalait aussi que l'acteur est rationnel par rapport à sa représentation de la situation, à ses préférences, aux opportunités, aux contraintes et au comportement des autres. Enfin, les stratégies, comme le montrent [35], dépendent du type d'exploitation et donc des objectifs du producteur, des moyens mobilisables, des contraintes et opportunités et de la perception que ce dernier a de sa situation, et notamment de sa plus ou moins grande aversion au risque (agricole, alimentaire, financier, etc.).

4 CONCLUSION

Dans un contexte d'incertitude, les producteurs de coton cherchent à se protéger des risques en développant des stratégies d'adaptation. L'objectif de cette étude était de mettre en évidence les facteurs socio-économiques qui influencent le choix des stratégies adaptatives des producteurs face à la crise cotonnière. L'analyse nous a permis de mettre en exergue des changements observés au niveau des exploitations face à la crise. Ainsi, nous avons identifié une typologie des producteurs en se basant sur l'évolution des superficies de coton avant la crise et pendant la crise. Ainsi, trois stratégies alternatives se dégagent : les producteurs stabilisant les superficies de coton ; les producteurs réduisant la superficie du coton ; les producteurs augmentant la superficie du coton. L'estimation d'un modèle *logit* multinomial nous a permis de constater qu'il existe une corrélation entre les facteurs socio-économiques et les stratégies des producteurs. Il y a des facteurs qui influencent significativement le choix des stratégies des producteurs. Il s'agit notamment de : l'âge du producteur, la superficie de coton cultivée avant la crise, la superficie totale de l'exploitation, le fait de mener des activités extra-agricoles, principalement le petit commerce et la contrainte de manque de moyen financier dans l'exploitation.

Les superficies du coton cultivées avant la crise influencent fortement le choix des stratégies (seuil 1%). Plus, ces superficies du coton sont élevées, moins les producteurs ont la propension à augmenter leurs superficies en période de crise. Ainsi, les producteurs ayant de grandes superficies de coton ne réagissent pas par une augmentation des superficies. En revanche, les superficies historiques ont un effet positif et significatif sur le choix de la stratégie de baisse. Avec la crise et ses conséquences sur la filière, les grands producteurs ont une forte tendance à baisser la superficie de coton, car, ils sont découragés. Contrairement aux attentes, on observe que l'effet des superficies des cultures vivrières souvent dites concurrentes au coton semble ne pas affecter le choix de l'une ou l'autre stratégie. Les coefficients correspondants, bien que non significatifs, ont les signes attendus. Ceci suggère que la diversification des activités agricoles dans l'exploitation vers les vivriers est certes présente mais pas très importante. Finalement, la contrainte financière semble être la principale contrainte qui pèse sur le choix de stratégies. Les autres contraintes n'ont pas d'effet significatif.

D'autres variables a priori pertinentes dans l'étude des déterminants des choix n'ont aucun effet significatif sur le choix des stratégies des producteurs dans ce contexte. Il s'agit notamment du niveau d'éducation, de la taille du ménage et de la présence du matériel agricole (charrue). Cette étude est une contribution sur les questions des stratégies des producteurs de coton face à un avenir incertain. L'utilisation du modèle *logit* multinomial semble utile car, nous pensons que pour accompagner les producteurs dans leurs stratégies d'adaptation, il est important de cerner les facteurs déterminant du choix des uns et des autres.

REMERCIEMENTS

Au terme de cet article, je tiens à remercier le Pôle Régional de Recherche Appliquée au développement des Systèmes Agricoles d'Afrique Centrale (PRASAC) pour les moyens financiers mis en œuvre pour la collecte des données en zone cotonnière au Cameroun. Le CEPS/INSTEAD ("Centre d'Etudes de Populations, de Pauvreté et de Politiques Socio-Economiques / *International Network for Studies in Technology, Environment, Alternatives, Development*") et le Fonds National de la Recherche au Grand Duché du Luxembourg qui m'ont permis d'effectuer un séjour de recherche au Luxembourg afin de rédiger cet article, les chercheurs de l'équipe d'AFRILUX du CEPS/INSTEAD. Enfin, je n'oublie pas Mr. Alain LEKEULEM pour la relecture de cet article et tous ceux qui ont contribué à son amélioration.

REFERENCES

- [1] Hugon, P. Méso analyse de filières et politiques publiques. Illustration par les filières cotonnières en Afrique. Concept et méthodes en économie des filières. Montpellier, octobre 2007. 36 p, 2007.
- [2] Fok, A.C.M. et Tazi, S. Lessons learnt to overcome the costly and uncertain institutional re-arrangements under the globalization process: The African cotton case. The 85th EAAE Seminar, Florence, Italy, Sept. 8-11, 2004. 16 p, 2004.

- [3] Tschirley, D., Poulton, C., Gergely, N., Labaste, P., Baffes, J., Boughton, D. et Estur, G. Méthode d'analyse des effets différentiels des réformes sur les filières cotonnières en Afrique. *Cahiers d'Agricultures*, vol. 18, n° 5, septembre-octobre 2009. pp 385-392, 2009.
- [4] Levrat, R. Le coton dans la zone franc depuis 1950. Un succès remis en cause. *L'Harmattan*. 256 p. 2009.
- [5] Fok, A.C.M. Facteurs d'efficacité des arrangements institutionnels en politique cotonnière africaine. *Cahiers d'Agricultures*, vol 19, n 1. janvier-février 2010. pp 68 – 74, 2010.
- [6] Kpade, C.P. Adaptation de la coordination et nouvelles contraintes entre acteurs du système coton au Bénin face à la libéralisation économique. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne. 371 p, 2011.
- [7] Theriault, V., Serra, R. Institutional Environment and Technical Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis of Cotton Producers in West Africa. *Journal of Agricultural Economics*, doi: 10.1111/1477-9552.12049, 2014.
- [8] FARM, Le Coton : quels enjeux pour l'Afrique ? Dossier de FARM, 20 p, 2005.
- [9] ICAC, Cotton world statistics. Washington DC: International Cotton Advisory Committee, 127 p, 2006.
- [10] Fok, A.C.M. Ajustements nationaux de mécanisme prix face aux fluctuations du prix mondial: Leçons du coton en Afrique Zone Franc. La régulation des marchés agricoles internationaux : Un enjeu décisif pour le développement. Jean Marc Boussard et Hélène Délorme (Eds), *L'Harmattan*, pp 91-112, 2007.
- [11] ICAC, COTON : Examen de la situation mondiale, Comité Consultatif International du Coton, Volume 62 - Numéro 1, septembre – octobre 2008. 28 p, 2008.
- [12] Nubukpo, K.K. L'économie politique de la réforme des filières cotonnières d'Afrique de l'Ouest et du centre : vers la convergence des modes d'organisation ? *Mondes en développement* (155) : pp 93-109, 2011.
- [13] Kossoumna, L.N. et Havard, M. Mutations de la filière cotonnière dans les provinces septentrionales du Cameroun. Perception et stratégies paysannes. *Cahiers de Géographie du Québec*, Vol. 50 (139) : pp 65-82, 2006.
- [14] Berti, F. Hofs, J.L., Zagbaï, H.S. et Lebailly, P. Le coton dans le monde, place du coton africain et principaux enjeux. *Biotechnol. Agron. Soc. Enviro (BASE)*, 10 (4) 271-280, 2006.
- [15] Gafsi, M. et Mbetid-Bessane, E. Stratégies des exploitations cotonnières et libéralisation de la filière. *Cahiers d'Agricultures*, vol 12, pp 253-260, 2003.
- [16] Folefack, D.P. Coordination des acteurs dans un contexte de crise : le cas de la filière coton au Cameroun depuis 1990. Thèse de Doctorat en économie, Université Rennes 2 Haute Bretagne, Rennes, France, Dirigée par Marc Humbert, 333 p, 2010.
- [17] Folefack, D.P., Bakwowi, J. N. et Kpade, C. P. La crise de la filière cotonnière et sécurité alimentaire au Nord Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 75: pp 6221– 6231, 2014.
- [18] Faure, G. L'exploitation agricole dans un environnement changeant. Innovation, aide à la décision et processus d'accompagnement. HDR, Université de Bourgogne. 221 p, 2007.
- [19] Adingra, Y.K. Coton Africain : Défis, Enjeux et Perspectives. Document de travail. CNUCED, Rencontre panafricaine sur le coton, 27 – 29 juin 2011, 2011.
- [20] Nkamleu, G.B. et Coulibaly, O. Les déterminants du choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et café du sud-Cameroun. *Revue Economie Rurale*, No 259 Sept-Oct, 2000 pp. 75-85, 2000.
- [21] Hurlin, C. Econométrie des variables qualitatives. Cours de maîtrise d'économétrie, France Université d'Orléans, 59 p, 2003.
- [22] Nkamleu, G.B. et Kielland, A. Modeling farmers' decisions on child labor and schooling in the cocoa sector: a multinomial Logit analysis in Côte d'Ivoire. *Agricultural Economics* 35 (2006) 319–333, 2006.
- [23] Varian, H.R. Analyse microéconomique. De Boeck, 6e éd., Bruxelles, 824 p, 2006.
- [24] McFadden, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, in P. Zarembemka (ed.) *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press, 1973.
- [25] Madalla, G.S. Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics. New York: Cambridge University Press, 1985.
- [26] Greene, W.H. Econometric Analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.
- [27] Long, J. S. Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables (Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences). *Sage Publications*, 1997.
- [28] Cramer, J.S. The Logit Model for Economists: London and New York: Edward Arnold, 1991.
- [29] Nerlove, M. et Press, S. "Univariate and multivariate log-linear and logistic models", RAND-R1306-EDA/NIH, Santa Monica, 1973.
- [30] Mbetid-Bessane, E., Havard, M., Leroy, J., Evolution des conditions de production cotonnière en Afrique Centrale et ses conséquences sur les stratégies paysannes. Version provisoire, PRASAC, CORAL, WECARD, IRAD, ITRAD, LRZV, CIRAD, IRD, Université de Leyde, 41 p, 2003.

- [31] Djamen, N.P., Havard, M., Wey, J., Lefèvre, D. et Djomo, S. Le conseil agricole, une démarche porteuse à l'épreuve des réalités : premières leçons d'une expérience de changement d'échelle au nord Cameroun. ISDA 2010, Montpellier 28-30 Juin 2010, 2010.
- [32] Havard, M. et Djamen, N.P. Réforme de l'accompagnement des producteurs au Nord-Cameroun : leçons d'un partenariat entre Recherche – Développement – Producteurs. www.agriculturesnetwork.org/magazines/west-africa, consulté le 08 août 2011, 2010.
- [33] Simon, H.A. The sciences of the Artificial, Cambridge, MIT Press, 1981.
- [34] Crozier, M. et Friedberg, E. L'acteur et le système, Paris, Ed. du Seuil, 500 p, 1977.
- [35] Yung, J.M. et Zaslavsky, Pour une prise en compte des stratégies des producteurs, coll. Documents Systèmes Agraires, No 18, Montpellier, CIRAD, 1992.

ZERO-KNOWLEDGE PROTOCOLS BASED ON PUBLIC-ENCRYPTION

Nashwan Ahmed Al-Majmar¹, Dmitriy Nikolaevich Moldovyan², and Nikolay Andreevich Moldovyan²

¹Department of Math's and Computers,
Faculty of Science,
Ibb University,
Ibb, Yemen

²Department of Automated Systems of Information Processing,
Faculty of Computer technologies and Informatics,
St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI",
St. Petersburg, Russia

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

ABSTRACT: The paper considers the design of two-step zero-knowledge protocols of two different types: 1) protocols based on the public encryption 2) protocols based on the public key agreement scheme. The novelty of the proposed design relating to the first type of protocols consists in using specified labels that are embedded in the encrypted message. Due to using the labels the proposed design is free of using hash-functions and provides higher performance and cheaper hardware implementation. The paper describes protocols implemented with using El-Gamal, Rabin, and RSA public-encryption algorithms. There are discussed details of the protocol design, which depends on the used public-encryption algorithm. The novelty of the proposed design relating to the second-type protocols consists in using the public key agreement scheme.

KEYWORDS: cryptographic protocol, authentication, public key, secret key, public encryption, discrete logarithm problem, factorization problem

1 INTRODUCTION

Zero-knowledge protocols are used for entity authentication with using public keys [1]. They are also called protocols without disclosure of the secret, which represents the private key of the user, who is the owner (who plays the role of the prover in the protocols) of the public key (PK). Interpretation of the notion of zero-knowledge about the secret can be explained as follows. Initially, the owner of the public key provides to everybody and to the potential attacker the value (i.e. the PK) from which the secret can be computed, however this problem is computationally infeasible. While participating in the protocol many times the prover provides no values (no information) that makes the problem of computing the secret a bit easier, he sends to the verifier only values that gives no assistance for computing his private key.

In the known two-step zero-knowledge protocols, for example in the protocols described in the standard ISO / IEC 9798-5: 2009 (E) [2], the prover sends to the verifier (person who verifies authenticity of the prover) only messages that are known to the last. Before sending the message the prover checks that the verifier knows the message, using the hash values computed from the message. While implementing the protocols in hardware, using the hash functions leads to increasing the implementation cost.

This paper proposes a method for reducing the hardware implementation cost of the two-step zero-knowledge protocols. The first proposed design consists in using the labels inserted in the messages that are encrypted using the public key of the prover instead of computing the hash value from the message. The second proposed design is based on using the public key agreement scheme instead of public encryption.

2 TWO-PASS ZERO-KNOWLEDGE PROTOCOLS USING PUBLIC ENCRYPTION

The proposed approach to design two-pass zero-knowledge protocols is based on the idea of using public key algorithms as the main mechanism of the protocol, provided, for example, in standard [2]. In the known protocols of this type it is used a public key algorithm *Publ_Encr*. The protocol is implemented as performing the following two steps:

- 1 The verifier generates some random message M and computes the cryptogram $C = \text{Publ_Encr}(M, P)$, where P is the public key of the prover, and the hash-function value $H = F_H(M)$, where F_H is some specified hash function. Then the verifier sends the values C and H to the prover.
- 2 The prover decrypts the message from the cryptogram, using his private key, and computes the hash-function value from the decrypted message. If the prover obtains the value equal to H he concludes the verifier knows the message M and sends the decrypted message to the verifier.

Since correct decryption of the ciphertext requires using the private key, the verifier concludes the prover is valid.

In the proposed implementation of the two-pass zero-knowledge protocols it is used a simpler mechanism for checking fact that the verifier knows the value obtained by the prover with the decryption procedure. This mechanism consists in imbedding some pre-specified labels μ in the message encrypted by the verifier. The presence of such labels in the decrypted message convinces the prover that the cryptogram was formed correctly, i.e. as result of the public encryption. The last means the verifier knows the result of decryption, therefore, while obtaining the prover's response, the verifier gets no information about the private key.

2.1 PROTOCOL BASED ON THE RSA PUBLIC ENCRYPTION

The design of zero-knowledge protocol using the public key algorithm RSA [3] is described as follows. While computing the public key one selects two large strong primes r and q [4], computes the product $n = rq$ and the value of the generalized Euler function $L(n)$ that is equal to the least common multiple of the numbers $r - 1$ and $q - 1$. After that it is generated a random 32-bit number e which is relatively prime to $L(n)$ and it is computed the number d satisfying the condition:

$$ed \equiv 1 \pmod{L(n)}$$

The pair of values n and e is a public key and the value d is a private key. The procedure of public-encryption of the message $M < n$ is described as follows:

$$C = M^e \pmod{n}$$

where C is the cryptogram (ciphertext). Decryption of the cryptogram C is described with the following formula:

$$M = C^d \pmod{n}$$

The correctness of the decryption procedure can be easily proved using the generalized Euler's theorem, according to which for any number M that is relatively prime to n , the following relation is true:

$$M^{L(n)} \equiv 1 \pmod{n}$$

To provide the 80-bit (128-bit) security the size of the primes p and q is to be selected equal to 512 bits (1250 bits). The two-round zero-knowledge protocol based on the RSA public encryption uses a 256-bit label μ . For example, one can take the following 256-bit prime number:

$$\mu = 109366802940193868629366966069390547386166074451532541882671671583165839011751.$$

The proposed protocol is described by the following steps:

1. The verifier generates a random message M with size $|M|$, satisfying the condition $2|n|/3 < |M| < |n| - |\mu|$. Then he encrypts the message M to which the label μ is attached, i.e. he encrypts the bit string $M || \mu$ using prover's public key (n, e) , i.e. with using the formula $C = (M || \mu)^e \pmod{n}$, and sends the value C to the prover as request, on which he expects a response.
2. The prover decrypts the cryptogram C using his personal secret key d and formula $M' || \mu' = C^d \pmod{n}$, where μ' is a bit string representing 256 of the right bits of the value $C^d \pmod{n}$. Then the prover compares the values μ' and μ . If $\mu' = \mu$, then the prover send the value M' to the verifier as its response to the received request. Otherwise, the prover sends the response "Invalid request".

The verifier compares the values M' and M . If $M' = M$, then the verifier concludes that the prover is authentic.

In the described protocol it is important to use a pre-specified label μ , thereby provided opportunity for the prover to make sure that the value of the answer M is already known for the verifier. The fact of that, it is already known for the verifier, means, that the verifier does not try to get a signature of the verifier to a certain message, using a mechanism of blind signature [5],[6], and does not attempt to carry out the attack using adaptively selected ciphertext (adaptive chosen ciphertext attack) described in [7], or some other attack.

2.2 PROTOCOL BASED ON EL-GAMAL PUBLIC ENCRYPTION ALGORITHM

Let us consider the implementation of the protocol using the El-Gamal public key algorithm [8]. The method for public encryption by El-Gamal uses the public having the form $y = \alpha^x \bmod p$, where p is some specified large prime (having size 1024 bits or more) such that the number $p - 1$ has a prime divisor (having size 160 bits or more) and α is some specified primitive element modulo p .

Actually, the El-Gamal public key algorithm is a hybrid cryptosystem, in which the secret keys are distributed accordingly to the Diffie-Hellman protocol [9], and the message encryption is done as multiplying (modulo p) the message on the single-use secret key. Encrypting a message T , which is to be send to the owner of the public key y , is performed as follows:

1. Generate a random number k which essentially is a single-use (one-time) secret key.
2. Calculate the number $R = \alpha^k \bmod p$ which essentially is a single-use (one-time) public key of the sender.
3. Calculate the single-use (one-time) shared secret key $Q = y^k \bmod p$, where y is the receiver's public key.
4. Encrypt the message M by multiplying the messages on the single-use secret key: $C = QM \bmod p$.
5. Send to the receiver the cryptogram representing the pair of numbers (R, C) .

Suppose the procedure of the El-Gamal public encryption using the public key y be denoted as $Gamal_Encr(M, y)$. Receiver of the cryptogram (R, C) performs decryption procedure $Gamal_Decr(R, C, x)$, using his private key x as follows:

1. Calculate the single-use shared secret key $Q = R^x \bmod p$.
2. Using the extended Euclidean algorithm compute the value Q^{-1} that is inverse to the value Q modulo p .
3. Decrypt the cryptogram C by multiplying C on the integer Q^{-1} : $M = CQ^{-1} \bmod p$.

El-Gamal encryption algorithm uses random values, i.e. it implements a probabilistic encryption procedure, in which the same message corresponds to a set of cryptograms, all of which give the same output value M after the decryption procedure is completed.

The proposed authentication protocol with zero-knowledge based on the El-Gamal algorithm uses a 128-bit label μ . For example, one can take the following 128-bit prime number:

$$\mu = 296679166210822344381018575511334242983.$$

The protocol is described as follows:

1. The verifier generates a random message M having size $|M|$ and satisfying the condition $|M| < |p| - |\mu|$. Then, using the El-Gamal public encryption algorithm and prover's public key y , he encrypts the message M to which the label μ is attached, i.e. he encrypts bit string $M || \mu$ in accordance with the formula $(R, C) = Gamal_Encr(M || \mu, y)$. After that he sends to the prover the pair (R, C) as its request on which the prover must answer.
2. The prover decrypts the cryptogram (R, C) using his private key x : $M' || \mu' = Gamal_Decr(R, C, x)$, where μ' is a bit string represented by lower 128 bits of the decrypted value $M' || \mu'$. Then prover compares the values μ' and μ . If $\mu' = \mu$, then the prover send the value M' to the verifier as his response to the received request. Otherwise, the prover sends the response "Invalid request."

If the verifier does not intend to obtain information about prover's private key, then he correctly performs the first step of the protocol using the specified label μ , attached to the message M and receives as response to his request the value $M' = M$, i.e. the verifier receives the value already known for him and he concludes the prover is authentic. The equality $\mu' = \mu$

holds for a randomly selected request send to the prover only with negligible probability (equal to $2^{-|\mu|}$), i.e. only with negligible probability the prover can send a reply on an incorrect request sent by the verifier.

2.3 PROTOCOL BASED ON RABIN PUBLIC-ENCRYPTION ALGORITHM

In public key algorithm by Rabin [10] it is used calculations modulo a composite number $n = pq$ that is difficult for factoring and used as public key. The pair of strong primes p and q that satisfy conditions $p \equiv 3 \pmod{4}$ and $q \equiv 3 \pmod{4}$ represents the private key. Two last conditions provide for the owner of the public key n possibility to compute easily square roots modulo n . The last operation represents the deciphering procedure. The encryption of the message $M < n$ is performed as squaring number M modulo n :

$$C = M^2 \pmod{n}$$

The decryption procedure is performed by finding square roots from the cryptogram C modulo n as follows. Preliminary there are computed roots from C modulo p and modulo q :

$$m_{p_1} = C^{\frac{p+1}{4}} \pmod{p}, \quad m_{p_2} = p - m_{p_1} = p - C^{\frac{p+1}{4}} \pmod{p},$$

$$m_{q_1} = C^{\frac{q+1}{4}} \pmod{q}, \quad m_{q_2} = q - m_{q_1} = q - C^{\frac{q+1}{4}} \pmod{q}.$$

Then there are computed four roots from C modulo n using the following four formulas:

$$M_1 = (m_{p_1}a + m_{q_1}b) \pmod{n},$$

$$M_2 = (m_{p_1}a + m_{q_2}b) \pmod{n},$$

$$M_3 = (m_{p_2}a + m_{q_1}b) \pmod{n},$$

$$M_4 = (m_{p_2}a + m_{q_2}b) \pmod{n},$$

where $a = q^{-1} \pmod{p}$ and $b = p^{-1} \pmod{q}$.

Like in the case of the RSA algorithm, to provide the 80-bit (128-bit) security one can select the size of the primes p and q equal to 512 bits (1250 bits). In the two-round zero-knowledge protocol based on the Rabin public encryption algorithm one can use, for example, the 256-bit label μ mentioned in *Subsection 1.1*. The protocol is described as follows:

1. The verifier generates a random message M having size $|M|$ that satisfies the condition $2|n|/3 < |M| < |n| - |\mu|$ and encrypts the message M to which some specified label μ is attached, i.e. the verifier encrypts the value $M || \mu$ in accordance with the formula $C = (M || \mu)^2 \pmod{n}$. Then he sends the value C to the prover as his request on which he expects a response from the prover.
2. The prover decrypts cryptogram C using his private key (p, q) by calculating the four square roots from C : M_1, M_2, M_3 and M_4 . Each of the last values he represents as $M_i || \mu_i'$, where the bit string μ_i' is given by the lower 256 bits of the i th root M_i ($i = 1, 2, 3, 4$). Then he checks, whether the equality $\mu_i' = \mu$ holds for one of the four values M_i . If the equality takes place, then the prover sends the respective value M_i' to the verifier as his response to the received request. If $\mu_i' \neq \mu$ for $i = 1, 2, 3, 4$, then the prover sends the response "Invalid request".

Using pre-specified labels allows the prover to identify the original message, so he sends to the verifier he value that is known for the verifier. This provides zero leakage of the information about the private key while the prover sends his response to the verifier. By analogy with the protocol described in this subsection he can design the two-step zero-knowledge protocols using the provably secure public encryption algorithm described in [11] for which the cryptogram is deciphered in three different messages $M_i (i = 1, 2, 3)$.

3 TWO-PASS ZERO-KNOWLEDGE PROTOCOLS USING THE PUBLIC KEY AGREEMENT SCHEME

The idea of using the public key agreement schemes to develop a zero-knowledge protocol relates to the possibility of two users' generating a common secret value with the help of exchanging their public keys. The verifier is to use the public key of the prover and generate his single-use public key to implement the public key agreement scheme each time when validity of the prover has to be performed with the zero-knowledge protocol. The public key agreement scheme is implemented in frame of the zero-knowledge protocol for verifier's pre-computing the prover's response. For example, one can use the Diffie–Hellman cryptoscheme [9] in which the public key y is generated as follows:

$$y = \alpha^k \bmod p$$

where p is a sufficiently large prime such that some another large prime q divides the number $p-1$; α is a primitive element modulo p ; k is a randomly selected number ($k < p-1$) that serves as private key. The public key agreement is performed as follows. One user selects a private key k and computes his public key y . Another user generates his private key $u < p-1$ and computes his public key $R = \alpha^u \bmod p$. After exchange of the public keys the first user computes the common secret value as follows:

$$Z = R^k \bmod p$$

The second user computes the common secret using the formula:

$$Z = y^u \bmod p.$$

Any other person is not able to compute Z until he solves the discrete logarithm problem and gets the value k or the value u from the known value y or R . Suppose the first user is the prover in the zero-knowledge protocol, i.e. is the person to be authenticated by the second user that plays the role of verifier. Suppose also there is used some specified hash function $h(*)$ and the verifier has been provided with a trusted copy of prover's public key y .

The proposed zero-knowledge protocol based on the public key agreement scheme is implemented in the following two steps:

1. The verifier generates a random single-use key $u < p-1$ and computes the single-use public key $R = \alpha^u \bmod p$. Then he computes the single-use common secret $Z = y^u \bmod p$ and the hash-function value $H = h(Z)$ and sends to the prover the pair of numbers (R, H) as his request.

2. After receiving the request (R, H) and using the private key k the prover computes the values $Z' = R^k \bmod p$ and the hash-function value $H' = h(Z')$. Then he compares the values H' and H . If they are equal, then the prover sends to the verifier the value Z' that is claimant's response. If $H' \neq H$, the prover sends the message "Incorrect request".

The verifier compares the values Z' and Z . If $Z' = Z$, then the verifier concludes the prover knows the private key relating to the public key y , otherwise he concludes the prover is not valid. At step 2 it is important for the prover to check that equality $H' = H$ holds, since in the last case the prover is convinced the verifier has already computed the value Z and zero information about the secret key is passed to the verifier when the last receives the prover's response.

4 DISCUSSION AND CONCLUSION

Zero-knowledge protocols relates to so called provably secure cryptoschemes, therefore their security is defined by the difficulty of the computational problem put into their base. Depending on the required security level of the entity authentication procedure one should only select the respective size of the prime modulo p (of the composite number n) for the case of zero-knowledge protocols based on difficulty of the discrete logarithm (factoring) problem. This remark can be attributed to the known and to the proposed two-step zero-knowledge protocols, therefore the discussion is focused on the performance and hardware implementation cost of the protocols.

The first type of the proposed protocols are based on using the public encryption algorithm. They differ from the known two-pass zero-knowledge protocols by using pre-specified labels concatenated to the encrypted messages instead of computing the hash-function values from the messages. Therefore protocols became a bit faster since they are free from computing hash-function values (while both the hardware and the software implementation). Probably for majority of applications this is not a significant advantage. However, while hardware implementation the cost is significantly reduced since for implementing the proposed protocols there is no need to spend hardware resources for implementation of the hash-function algorithm.

The second type of the proposed protocols are also only a bit faster than the known two-pass zero-knowledge protocols based on the difficulty of discrete logarithm (the last require performing two additional multiplications mod p and one inversion modulo p). The advantage of the proposed design of the second type relates to easier implementation while the protocols are implemented on the base of the difficulty of the discrete logarithm problem on elliptic curves or on the base of difficulty of the discrete logarithm in a hidden cyclic subgroup of finite non-commutative groups [12],[13].

Thus, in this paper there have been proposed two new designs of two-pass zero-knowledge protocols that have some advantages while practical application.

REFERENCES

- [1] Fiat A., Shamir A. How to prove yourself: Practical solutions to identification and signature problems // Advances in cryptology – CRYPTO'86, Springer-Verlag LNCS, 1987. Vol. 263. P. 186–194
- [2] ISO/IEC 9798-5:2009(E) «Information technology — Security techniques — Entity authentication — Part 5: Mechanisms using zero-knowledge techniques».
- [3] Rivest R., Shamir A., Adleman A. A method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems // Communication of the ACM. 1978. Vol. 21. N. 2. P. 120–126.
- [4] Gordon J. Strong primes are easy to find // Advances in cryptology – EUROCRYPT'84. Springer-Verlag LNCS. 1985. Vol. 209. P. 216–223.
- [5] Chaum D. Blind Signatures for Untraceable Payments // Advances in Cryptology: Proc. of CRYPTO'82. Plenum Press, 1983. P. 199–203.
- [6] Pieprzyk J., Hardjono Th., Seberry J. Fundamentals of Computer Security. Springer-verlag. Berlin, 2003. – 677 p.
- [7] Bleichenbacher D. Chosen cipher text attacks against protocols based on the RSA encryption standard PKCS #1 // Advances in Cryptology – CRYPTO'98. Springer-Verlag LNCS. 1998. Vol. 1462. P. 1–12.
- [8] El-Gamal T. A public key cryptosystem and a signature scheme based on discrete logarithms // IEEE Transactions on Information Theory. 1985. Vol. IT-31. No. 4. P.469–472
- [9] Diffie W., Hellman M.E. New Directions in Cryptography // IEEE Transactions on Information Theory. 1976, Vol. IT-22. P. 644–654.
- [10] Rabin M.O. Digitalized signatures and public key functions as intractable as factorization. – Technical report MIT/SK/TR-212, MIT Laboratory for Computer Science, 1979.
- [11] Moldovyan N.A., Moldovyan A.A. Class of Provably Secure Information Authentication Systems // 4th Int. Conference on Mathematical Methods, Models, and Architectures for Computer Network Security, MMM-ANCS'07 Proc. September 13-15, 2007 / Springer Verlag CCIS. 2007. Vol. 1, P.147–152.
- [12] Moldovyan D.N., Moldovyan N.A. A New Hard Problem over Non-Commutative Finite Groups for Cryptographic Protocols // 5thInt. Conference on Mathematical Methods, Models, and Architectures for Computer Network Security, MMM-ANCS 2010 Proceedings. St.Petersburg, September 8-11, 2010 / Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science. 2010. Vol. 6258. P. 183–194.
- [13] Moldovyan D.N. Non-Commutative Finite Groups as Primitive of Public-Key Cryptoschemes // Quasi groups and Related Systems. 2010. Vol. 18. P. 165–176.c

CARACTÉRISATION PHYSICO - CHIMIQUE DES EAUX USÉES BRUTES DE LA VILLE DE NOUAKCHOTT (MAURITANIE)

[CHARACTERIZATION PHYSIC - CHEMICAL WASTEWATER GROSS NOUAKCHOTT CITY (MAURITANIA)]

Cheikhna Ould Abdlkader¹, Mohamed Abdellah Mohamed Vall², Ould Djeh Talib Khyar³, Eby Ould Mohamedou³, Mohamed Ould Sid'Ahmed Ould Kankou⁴, Ould Mohamed Daha², Dieng Mamadou², Mint Mohamed Khadjetou², Omar El Rhaouat¹, Khadija El Kharrim¹, and Driss Belghyti¹

¹Laboratoire Environnement et Energies Renouvelables,
Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P: 133, 14000 Kénitra, Maroc

²Université de Nouakchott, Faculté des Sciences et Techniques, BP 5026 Nouakchott, Mauritanie

³UR-Génomiques et milieux, Faculté des Sciences et Techniques,
Université des Sciences, de Technologies et de Médecine, BP 5026, Nouakchott, Mauritanie

⁴Université de Nouakchott, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Chimie, BP 5026 Nouakchott, Mauritanie

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

ABSTRACT: The objective of this study is to evaluate the degree of pollution of wastewater from the city of Nouakchott, Mauritania, including the entry of the wastewater treatment plant (WWTP) with a physic-chemical characterization of the raw water. The average values of the pollution load in terms of organic matter BOD5, COD, nitrogen material of ammonium NH_4^+ , suspended matter and ortho-phosphate PO_4^{3-} are 538.71 mg / l, respectively, 1806.76 mg / l 110.8 mg / l, 658.45 mg / l and 111.47 mg / l.

The pH and temperature were determined by a pH meter type HANNA Instruments HI 9622. The conductivity was measured by a type of portable conductivity meter Hanna, COD by a spectrophotometer and a model 45600 COD reactor and the BOD5 a OxiTop and ammonium ions, orthophosphates are analyzed by colorimetric methods using a UV spectrophotometer Visible type 722 S Beijing.

The results achieved show that these raw sewage at the entrance to the WWTP are too loaded pollutants exceeding the standards. A principal component analysis (PCA) was applied showing an inertia of 69.61% of F1 and F2 axes exploring the most polluted month.

Due to the ancient of the treatment plant in the city of Nouakchott in Mauritania and the increasing rate of the population of this city so far, it requires renewal and reconstruction of a WWTP that meets the requirements international.

KEYWORDS: Wastewater, physical-chemistry, ACP, Nouakchott, Mauritania.

RESUME: L'objectif de cette étude est d'évaluer le degré de la pollution des eaux usées de la ville de Nouakchott en Mauritanie notamment à l'entrée de la station d'épuration (STEP) par une caractérisation physico-chimique de ces eaux brutes.

Le pH et la température ont été déterminés par un pH-mètre de type HANNA Instruments, HI 9622. La conductivité a été mesurée par un conductimètre portable de type Hanna, la DCO par un spectrophotomètre et un réacteur DCO modèle 45600 ainsi que la DBO5 par un oxitop et les ions ammonium, orthophosphates sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. Les valeurs moyennes de la charge polluante en termes de

matière organique de DBO_5 , DCO, la matière azotée de l'ammonium NH_4^+ , la matière en suspension et l'ortho- phosphate PO_4^{3-} sont respectivement 538,71 mg/l, 1806,76 mg/l, 110,8 mg/l, 658,45 mg/l et 111,47 mg/l.

Les résultats enregistrés montrent que ces eaux usées brutes à l'entrée de la STEP sont trop chargées en matières polluantes en dépassant les normes. Une analyse en composante principale (ACP) a été appliquée montrant une inertie de 69,61 % des axes F1 et F2 en explorant le mois le plus pollué.

Du fait de l'ancienneté de la station d'épuration de la ville de Nouakchott au Mauritanie et l'augmentation du taux de la population de cette ville jusqu'à présent, cela demande un renouvellement et reconstruction d'une STEP qui répond aux exigences internationales.

MOTS-CLEFS: Eaux usées, physico-chimie, ACP, Nouakchott, Mauritanie.

INTRODUCTION

1. Nouakchott est une ville portuaire située sur la côte atlantique au niveau de la nappe de Trarza. La nappe de Trarza s'étend le long de la côte atlantique de Nouadhibou au sud du Sénégal. Nouakchott est alimenté en eau potable par le champ captant d'Idini, situé sur la route de l'espoir à environ 60 km de la ville.

2. Le maraicher du site de sebkha utilise les eaux usées de la station de Traitement des eaux polluée (STEP). La station a été dimensionné pour un débit moyen de référence de 2000 m³/jours. Quelques unité industrielles sont connecte aussi à la STEP. Cette station d'épuration applique un traitement par boue activée. Actuellement la STEP ne fonctionne pas correctement et les eaux usées brutes arrivant à la station subissent une décantation et rejetées directement dans le périmètre maraicher de Sebkha. Un programme de recherche sur l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine a été conduit à Nouakchott de 1995 à 1999. Ce programme a impliqué des institutions d'enseignement supérieur et de recherche (EIER et EPFL) des organismes multilatéraux (OMS, UNICEF), des consultants privés et des ONG. Beaucoup d'études ont été effectuées sur les périmètres maraichers de la ville de Nouakchott [1] [2].

3. Il est intéressant de présenter les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes de la ville de Nouakchott, avec application de statistique d'analyse en composante principale (ACP) sous l'évaluation de logiciel XLSTAT, v.2014.

ZONE D'ETUDE

1. Nouakchott est situé dans la zone sub-canarienne, représentant une zone tampon entre le climat saharien au Nord et le sahélien au Sud. Le climat y est généralement sec toute l'année avec des pluies faibles et très irrégulières durant l'été. Les températures oscillent entre 28,4 °C et 36,4 °C pour les maxima et 14,6 °C et 25,7 °C pour les minima. L'alternance des Alizés maritimes et de la mousson a des conséquences sur l'hygrométrie qui est importante en toute saison (influencée par la brise de mer). Les précipitations sont faibles (en moyenne 150 mm/an) et restent concentrées sur une période courte de deux à trois mois d'été.

2. Pour la présente étude on a choisi comme site du prélèvement la STEP afin d'obtenir une mesure représentative sur l'ensemble des eaux usées drainées par certains quartiers de la ville de Nouakchott et de quelques unités industrielles. Des prélèvements d'eaux usées ont été effectués au niveau de l'entrée de la STEP.



Figure.1 Localisation de zone d'étude la ville de Nouakchott, Mauritanie

METHODES

1. Le pH et la température ont été déterminés par un pH-mètre de type HANNA Instruments, HI 9622. La conductivité a été mesurée par un conductimètre portable de type Hanna. Les chlorures sont mesurés par méthode volumétrique de Mohr en présence de nitrates d'argent selon Rodier [3] et la MES [3]. Les ions ammonium, orthophosphates sont analysés par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type 722 S Beijing. 2. Les ions ammonium par le réactif Nessler à une longueur d'onde de 420 nm. Pour le dosage des orthophosphates on utilise un réactif molybdique susceptible d'un dosage colorimétrique à une longueur d'onde de 700 nm. La DBO_5 est mesurée par un oxytop à température 20°C pendant cinq jours d'incubation ainsi la DCO par un spectrophotomètre et un réacteur DCO modèle 45600. La conservation des prélèvements des eaux usées a été faite selon le guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons d'après [4].

RESULTATS

1. Les eaux usées de la ville de Nouakchott sont caractérisées par quelques paramètres physico-chimiques au cours de six mois de prélèvement et analyse à l'entrée de la station d'épuration avec application d'une étude statistique de type ACP (analyse en composante principale).

Tableau.1 Moyenne générale des variations mensuelles de la composition physico-chimique des eaux usées brutes à l'entrée de la STEP de Nouakchott.

	T	PH	CE	MES	DCO	DBO5	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻
SEP	27,83	7,27	2451,9	695	1732,5	539	107,6	116
OCT	25,76	7,81	1681	859	1743,5	520,6	107,89	144
NOV	26,06	7,53	2374	472	1916,5	533,3	155,65	111,8
DEC	22,29	10,26	1989	486	1914,3	581	122,32	121,5
JAN	23,5	10,52	1944,8	650,15	1727	539	85,37	121
FEV	23,81	9,59	2080,5	788,6	1830	497	97,5	54,5
MOY	24,87	8,83	2086,86	658,45	1810,63	534,98	110,8	111,47
E.T	2,03	1,46	286,43	156,88	89,371	27,57	26,7	30,053

T : température (°C) ; pH : potentiel d'Hydrogène ; CE : conductivité électrique (μS/cm) ; MES : matière en suspension (mg/l) ; DCO : demande chimique en oxygène (mg d'O₂/l) ; DBO₅ : demande biologique en oxygène (mg O₂/l) ; NH₄⁺ : ammonium (mg/l) ; PO₄³⁻ : orthophosphate (mg/l).

SEP (Septembre) ; OCT (Octobre) ; NOV(Novembre) ; DEC(Décembre) ; JAN (Janvier) ; FEV(Février) ; MOY(Moyenne) ; ET (Ecart-type).

Tableau.2 Variation mensuelle de la matière oxydable (MO), les ratios DCO/DBO₅, DBO₅/DCO et MES/DBO₅ des eaux usées brutes à l'entrée de la STEP de Nouakchott.

	MO	DCO/DBO ₅	DBO ₅ /DCO	MES/DBO ₅
SEP	936,8	3,21	0,31	1,29
OCT	928,2	3,35	0,29	1,65
NOV	994,4	3,59	0,28	0,88
DEC	1025,4	3,29	0,30	0,84
JAN	935	3,20	0,31	1,20
FEV	941,3	3,68	0,27	1,58
MOY	960,2	3,38	0,29	1,23

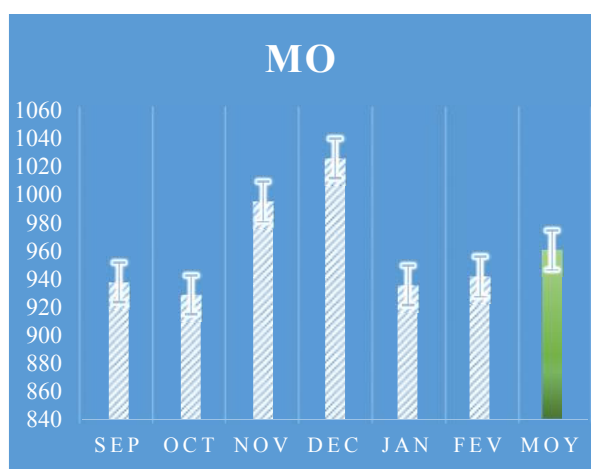


Figure.2 Variation mensuelle de la matière oxydable

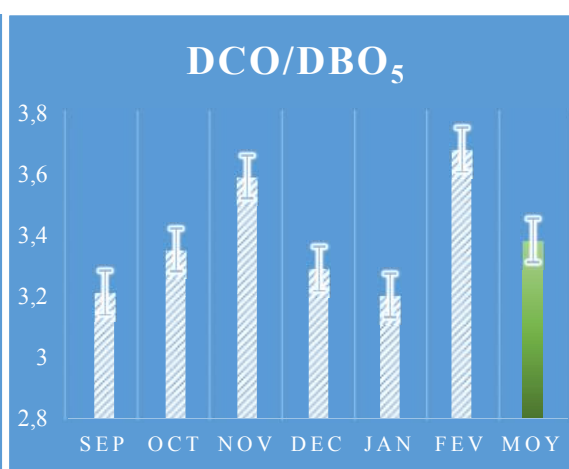


Figure.3 Ratios mensuels de DCO/DBO₅

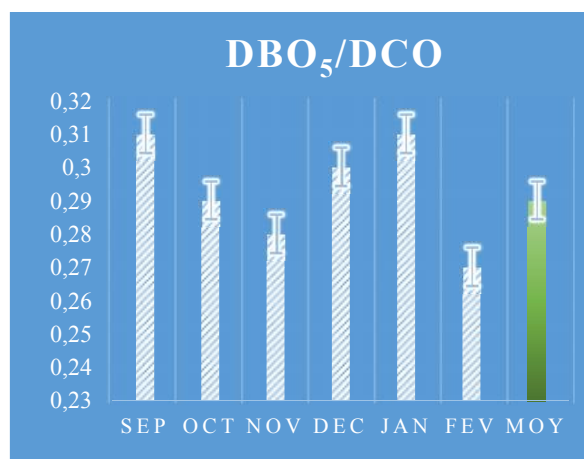
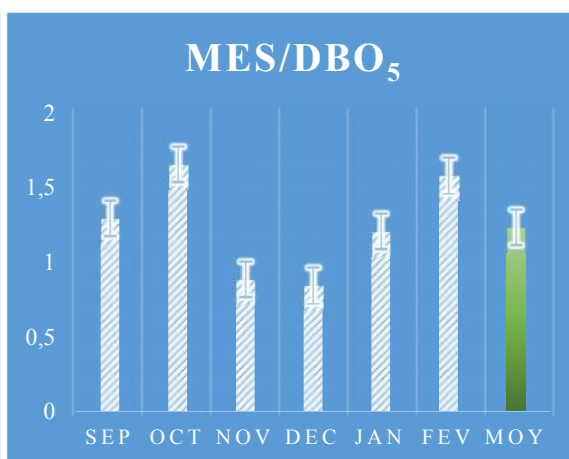
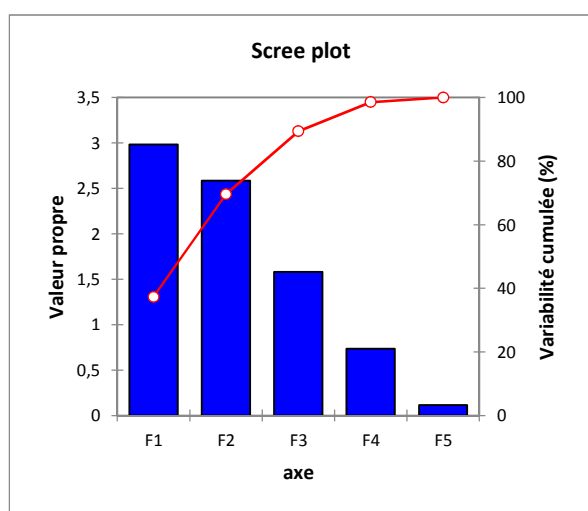

Figure.4 Ratios mensuels de DBO₅/ DCO

Figure.5 Ratios mensuels de MES/DBO₅


Figure.6 valeurs propres en variabilité cumulée (%)

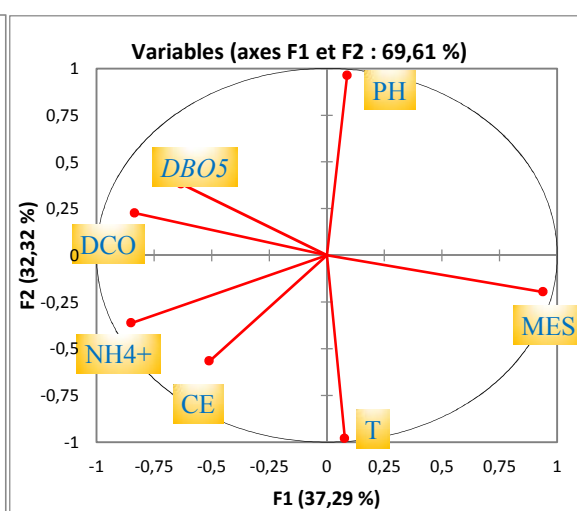


Figure.7 Projections des variables (F1xF2 :69,61 %)

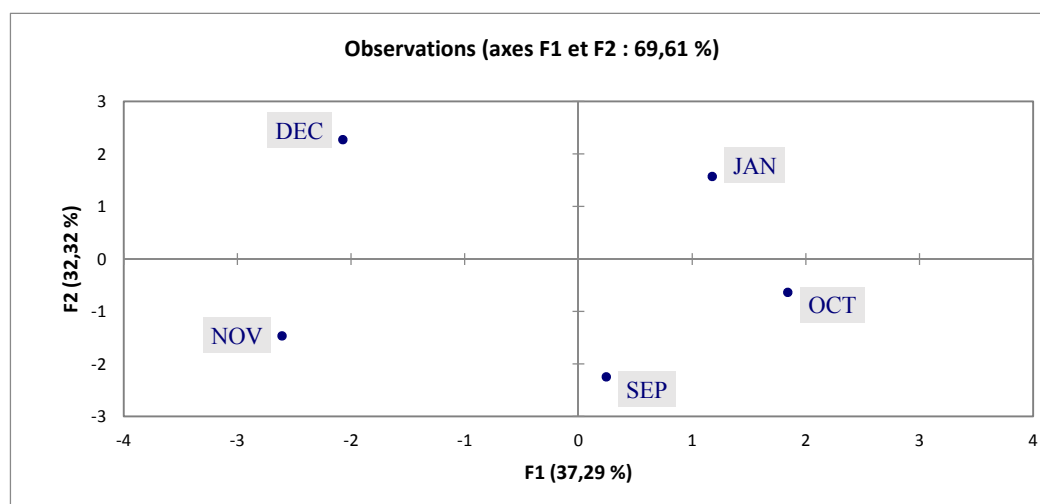


Figure.8 Mapping des individus sur le plan factoriel (F1xF2 :69,61 %)

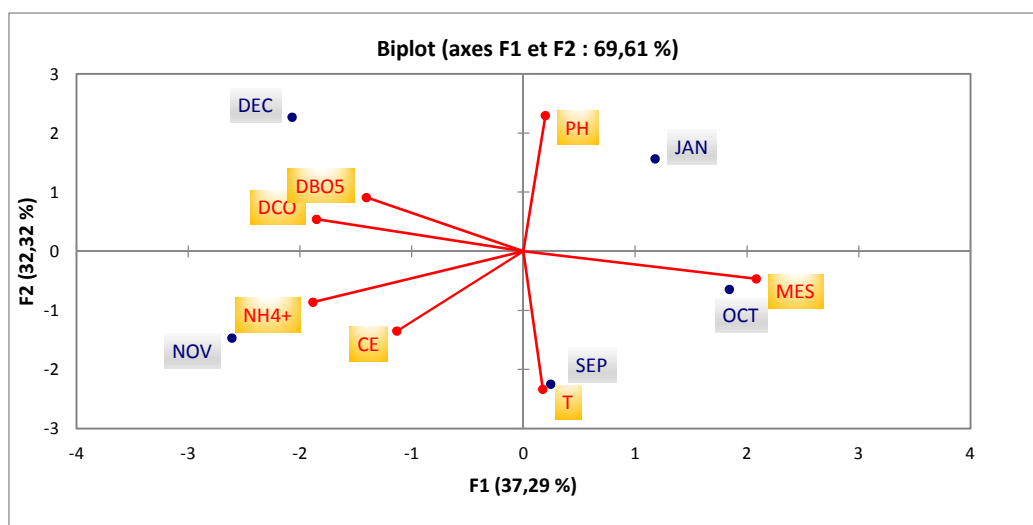


Figure.9 Projections des variables et individus sur le plan factoriel (F1xF2 : 69,61 %)

DISCUSSION

1. Le pH a oscillé entre des valeurs voisines de la neutralité vers des valeurs très basiques. Les résultats de pH trouvés sont similaires à ceux trouvés par Hamsatou [5], [6]. La température est de l'ordre de 24,87 °C est inférieure aux normes 30 °C des rejets directs et les eaux destinées à l'irrigation à 35 °C. La valeur moyenne de la conductivité est de l'ordre de 2086,86 $\mu\text{S}/\text{cm}$ inférieure à [8].

2. La valeur moyenne de DBO_5 enregistrée à l'entrée de la STEP de Nouakchott (538,31 $\text{mg d'O}_2/\text{l}$) est supérieure à celle [7], [8] ainsi que la MES de l'ordre de 658,45 mg/l est supérieure à [7], [8] ; la DCO marque une valeur très élevée de 1806,76 $\text{mg d'O}_2/\text{l}$ qui pose un vrai problème. Les valeurs de l'ammonium et l'orthophosphate sont respectivement de l'ordre de 123,71 mg/l et 115,96 mg/l , de même la valeur de la MES est de l'ordre de 658,45 mg/l ce qui perturbe l'écosystème et limite le phénomène de la photosynthèse.

3. La biodégradabilité est la capacité des micro-organismes à dégrader la matière organique. Si $\text{DCO}/\text{DBO}_5 = 3$, ce rapport souligne une charge organique bien biodégradable. Le rapport DBO_5/DCO fournit des indications importantes sur l'origine de la pollution des eaux usées et le traitement convenable à réaliser.

4. Si le rapport est supérieur à 3 la matière organique est considérée mal biodégradable et le traitement convenable est tout à fait chimique à l'inverse s'il est inférieur à 3 dans ce cas la charge organique est biodégradable avec un traitement biologique. Cependant à des taux de DBO_5/DCO inférieurs à 0,30, les procédés physico-chimiques sont plus efficaces que les procédés biologiques [9], c'est le cas des eaux usées de la ville de Nouakchott à l'entrée de la STEP avec un ratio DCO/DBO_5 de 3,38 et un ratio DBO_5/DCO de 0,29 soulignant une exigence d'appliquer un traitement chimique satisfaisant.

5. L'ACP permet spécialement la mise d'association entre variables, donc de réduire le dimensionnement de la table des données. Cela est accompli par la diagonalisation de la matrice de corrélation des données qui transforment un grand nombre de variables à un plus petit nombre de facteurs sous-jacents (principaux composants (PCs)) sans perdre beaucoup d'information [10][11][12]. L'analyse en composantes principales représente une corrélation négative entre les variables DCO, DBO_5 et NH_4^+ sur l'axe F1 à l'inverse de la MES perturbant l'écosystème, le pH est corrélé négativement avec la température et la conductivité électrique sur l'axe F2 quand la température est élevée le pH devient plus acide et augmentation de la conductivité électrique du milieu liquide.

6. De ce fait, il y a une évolution de la pollution de la matière organique (DCO et DBO_5) et azotée (NH_4^+) sur l'axe F1 de droite à gauche du mois Octobre au mois Novembre inversement la MES est importante au mois Octobre au mois Novembre de l'année; la température est importante au mois Septembre en diminuant de bas en haut jusqu'au mois Décembre et Janvier ainsi que la conductivité électrique ; le pH aussi décroît de haut en bas du mois Janvier au mois Septembre sur l'axe F2. En effet, cette évolution temporelle de la pollution est issue de plusieurs facteurs à savoir climatique, socio-économique.

CONCLUSION

1. Du fait de l'ancienneté de la station d'épuration de la ville de Nouakchott au Mauritanie et l'augmentation du taux de la population de cette ville jusqu'à présent cela demande un renouvellement et reconstruction d'une STEP qui répond aux exigences internationales.

REFERENCES

- [1] A. AZANDOSSESSI., M. L. OULD SELMANE., L. OULD BABA., E. H. BENZEROUG., G. CISSE et M. TANNER., (1999). Projet de préservation de l'unique espace vert de Nouakchott : le site de Sebkhah « Nouakchott El Khadra ». Document de projet. OMS, Nouakchott.
- [2] C. SCHNEIDER., et S. GAGNEUX., (1997). Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux usées et polluées en agriculture urbaine: Cas du maraîchage à Nouakchott, République Islamique de Mauritanie. Travail de Diplôme, Institut Tropical Suisse, Université de Bâle.
- [3] J. RODIER., (1996). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Denod, Paris, 1383 p.
- [4] ISO 5667/3., (1994). Qualité de l'eau - échantillonnage - guide pour la conservation et la manipulation des échantillons.
- [5] M.M.D. HAMSATOU., (2005). Thèse de pharmacie : « les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : caractéristiques physicochimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines » Bamako.
- [6] C.R.LOEZ et A. SALIBIAN., (1990). Premières données sur le phytoplancton et les caractéristiques physicochimiques du Rio Reconquista (Buenos Aires, Argentine), Rev Hydrobiol.Trop. 23(4) 283-296.
- [7] Belghyti D., Elguamri Y., Ztit G., Ouahidi My. L., Joti My b., Harchrass A., Amghar H., Bouchouata O., El kharrim K et Bounouira H., (2009). Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en oeuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc, Afrique Science 05(2), pp 153 – 216
- [8] El Rhaouat O., El Kherrati I., El khayyat F., Chiguer H., Ezziani K., Ibeda A., Fareh M., Saidi Y., El Kharrim K., Belghyti D., (2014). Physic-Chemical Evaluation of Urban Wastewater of the Town of Sidi Kacem. Computational Water, Energy, and Environmental Engineering, 3, 30.
- [9] Alvares-Vazquez H., Jefferson B., Judd SJ., (2004). Membrane bioreactors vs. Conventional biological. Chem. technical, Biotechnol, 79: 1043-1049
- [10] Jackson J. E., (1991). A User's Guide to Principal Components. Wiley, New York.
- [11] Meglener R., (1992). Examining large databases: a chemo-metric approach using Principal Component Analysis. Mar. Chem. 39, 217-237.
- [12] Beatriz H., Rafael P., Marisol V., Enrique B., Jose M., Luis F., (2000). Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga river, Spain) by principal component analysis. Wat. Res. Vol. (34), 3, 807-816.

Concordance des cycles d'activité du Maroc et de ses principaux partenaires commerciaux

[Synchronization of business cycles of Morocco and its main trading partners]

Jennat Benhida

Centre Monnaie Finance Banque,
Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales,
Université Mohamed V-Agdal,
Rabat, Maroc

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

ABSTRACT: In connection with the recent international crisis, economic activity in Morocco's key partner countries, including the European Union, has slowed significantly, raising fears over the spread of recessionary factors in Morocco. However, macroeconomic fundamentals of Morocco and the strength of domestic demand, could partially offset the effects of the crisis. However, it revealed the degree of trade integration with Morocco and risks borne by the slowdown in foreign demand. The present work aims to assess the synchronization between real Moroccan and European cycles, through an approach based on the study of phenomena of co-movements and relies on parametric methods for detecting turning points of cycles activity.

KEYWORDS: business cycles, conjuncture, synchronization, reversal, co-movement, parametric methods.

RESUME: En lien avec la crise internationale récente, l'activité économique chez les principaux pays partenaires du Maroc, notamment l'Union Européenne, a sensiblement ralenti, faisant craindre la propagation de facteurs de récession au Maroc. Les fondamentaux macroéconomiques du Maroc et la vigueur de la demande intérieure ont cependant, pu amortir partiellement les effets de la crise. Toutefois, cette dernière a révélé le degré d'intégration commerciale du Maroc et les risques portés par le tassement de la demande étrangère. Le présent travail s'attache à apprécier la synchronisation entre les cycles réels marocain et européen, à travers une approche basée sur l'examen de phénomènes de co-mouvement et s'appuie sur des méthodes paramétriques pour la détection de points de retournements des cycles d'activité et sur l'utilisation de statistiques de test.

MOTS-CLEFS: cycles d'activité, conjoncture, synchronisation, retournement, co-mouvement, méthodes paramétriques.

1 INTRODUCTION

Au cours des dernières années, le Maroc a subi les répercussions de la crise internationale, qui ont été ressenties principalement à travers le canal macroéconomique. En effet, le ralentissement de l'activité économique chez les principaux partenaires du Maroc, notamment l'Union Européenne, a eu des incidences notables sur le secteur réel. La propagation des facteurs de récession vers le secteur réel a impacté l'économie marocaine à travers quatre principaux canaux de transmission, à savoir les exportations de biens, les transferts de fonds des Marocains résidant à l'étranger, les recettes de voyages et les flux des investissements directs étrangers.

Les fondamentaux macroéconomiques du Maroc et la vigueur de la demande intérieure ont pu amortir, partiellement, les effets de la crise. Toutefois, cette dernière a révélé le degré d'intégration commerciale du Maroc et les risques portés par le tassement de la demande étrangère adressée au Maroc. L'établissement de la relation entre les cycles d'activité marocain et européen est pertinent pour l'appréciation d'une synchronisation ou d'un décalage temporel entre ces cycles. L'observation et l'évaluation de ces décalages pourrait être exploitée par la mise en place et le suivi d'indicateurs synthétiques à même d'anticiper les points de retournement cyclique chez les principaux pays partenaires. Ces indicateurs représenteraient un outil qui permettrait aux responsables marocains de forger des outils utiles pour la mise en place des actions préventives en cas d'occurrence de nouvelles crises.

L'objectif de ce travail est de décrire, à travers des faits stylisés, la relation entre séquences de fluctuations économiques au Maroc et chez les principaux pays partenaires. Notre analyse s'insère dans une approche basée sur l'examen de phénomènes de co-mouvement ou de synchronisation et s'appuie sur des méthodes paramétriques pour la détection de points de retournements des cycles d'activité et sur l'utilisation de statistiques de test.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

Dans la littérature récente, de nombreux travaux se sont intéressés à l'étude des cycles d'activité, et particulièrement à la relation entre l'intégration commerciale et le rapprochement, voire la synchronisation, des cycles d'affaires. Dans ce contexte, la relation entre libéralisation commerciale, intégration commerciale et synchronisation des cycles économiques a fait l'objet de nombreuses études empiriques comme elle est expliquée par différents déterminants tels que l'intensité des échanges, la structure des échanges, les chocs sur la demande et les régimes de change. Les effets de l'intégration commerciale sur la synchronisation des cycles demeurent cependant contrastés sur le plan empirique.

Divers travaux empiriques ont pu montrer que la synchronisation des cycles dépend positivement des intensités d'échange entre les pays. En d'autres termes, une augmentation de l'intensité du commerce tend à augmenter la synchronisation des cycles économiques [1]. En revanche, d'autres études sont parvenues à la conclusion que l'augmentation des flux commerciaux ne mène pas nécessairement à des cycles économiques plus synchrones [2]. Il semblerait cependant que cette conclusion soit principalement conditionnée par la structure des échanges. En effet, pour certains pays, la réduction des barrières à l'échange et la conclusion d'accords de partenariat conduit à une spécialisation de la production qui conduit à son tour à des motifs d'échange interindustriels. Comme la spécialisation spécifique industrielle augmente, les chocs spécifiques industriels feront des cycles économiques plus divergents et par conséquent réduiront la synchronisation des cycles économiques [3]. A l'opposé, une croissance des intensités des échanges intra-industriels plutôt que celles relatives aux échanges interindustriels permettent une synchronisation des cycles selon [4].

La caractérisation des cycles d'activité et la mesure de leur synchronisation dépendent toutefois, en grande partie, de la structure de l'économie du pays en question et de la nature de son intégration dans l'économie mondiale.

2.1 DETERMINATION DU CYCLE D'ACTIVITE

La détermination des cycles d'activités est primordiale pour l'analyse conjoncturelle. Elle permet de positionner une économie dans son cycle, et de repérer les points de retournement afin d'aider aux prises de décision des autorités pour mettre en œuvre des politiques économiques appropriées destinées à ramener l'économie vers son sentier de croissance équilibrée.

S'il existe diverses acceptions et méthodes empiriques visant à saisir le cycle d'activité, elles présentent cependant toutes des limites de par leur caractère standard des limites d'applicabilité aux économies émergentes peu structurées, dont les cycles d'activité sont particulièrement volatils. En l'absence de méthodes alternatives plus adaptées au cas des pays émergents, et compte tenu de la simplicité d'usage des méthodes précitées, nous allons essayer de voir comment une économie peu structurée peut correspondre aux caractéristiques ci-après.

Le cycle d'activité est un concept qui décrit les fluctuations de l'activité économique en les décomposant en une succession de phases facilement identifiables et se répétant dans le temps de manière régulière. Le cycle conjoncturel est ainsi composé de deux phases : une phase de récession ou phase descendante au cours de laquelle l'activité économique tend à s'affaiblir, et une phase d'expansion au cours de laquelle l'activité se renforce.

La définition de cycle d'activité la plus utilisée est celle donnée par le National Bureau of Economic Research (NBER) [5]: « Un cycle est constitué d'expansions qui se produisent à peu près au même moment dans de nombreuses branches de l'activité, expansions qui sont suivies par des phases de récession, des contractions et des reprises, qui affectent

elles aussi l'ensemble des activités économiques, les reprises débouchant sur la phase d'expansion du cycle suivant. Cette succession de phases n'est pas périodique mais seulement récurrente. »

Dans la littérature récente, plusieurs approches sont retenues dans l'analyse des cycles économiques mais deux sont plus fréquemment utilisées. La première est fondée sur une analyse des chocs à travers des modèles économétriques. Elle vise l'estimation des chocs qui déterminent les fluctuations cycliques. La démarche analytique repose sur une modélisation théorique qui définit les restrictions nécessaires à identifier les chocs à partir des séries du PIB et des prix (les modèles VAR structurels). Dans ce cas, la mesure de symétrie est le coefficient de corrélation entre les chocs des différents pays. La deuxième approche se concentre sur l'examen de phénomènes de co-mouvements ou de synchronisation et s'appuie soit sur l'utilisation de statistiques de test, soit sur la mise en œuvre de modèles à plusieurs régimes. Elle décompose la dynamique d'une série macroéconomique en deux composantes : une composante cyclique ou conjoncturelle et une composante tendancielle ou structurelle. Elle mobilise à cet effet des techniques statistiques de filtrage. Cette approche est utilisée notamment par Artis et al. [6], et Firdmuc et Korhonen [7]. Les deux approches sont complémentaires. La première approche, présente l'avantage de parvenir à l'identification des sources des fluctuations. Elle permet de séparer les chocs du côté de l'offre, des chocs du côté de la demande et donc de mieux comprendre la nature du cycle. La deuxième en revanche, a le mérite de distinguer les fluctuations cycliques en termes d'intensité et de fréquence.

Dans le cadre de la deuxième approche, deux méthodes se distinguent : une première, classique, définit le cycle économique directement par l'analyse de l'évolution du niveau d'une variable, le PIB par exemple. Elle s'attache dans ce cadre à analyser la concordance entre deux variables macroéconomiques. La méthode récente, permet, de séparer une variable en deux composantes, l'une cyclique ou de court terme et l'autre permanente ou structurelle, par des techniques statistiques appropriées (filtrage). Comme son nom l'indique, la partie cyclique est assimilable au cycle économique. Notons qu'il n'est pas possible de détecter une tendance dans cette dernière. De ce fait, il est possible de calculer des corrélations entre les composantes cycliques de deux variables pour étudier leur co-mouvement (c'est-à-dire la similarité de leur profil).

Comme les notions de concordance et de corrélation ne recouvrent pas les mêmes réalités, il est intéressant de recourir à ces deux outils dans une étude cherchant à caractériser des faits stylisés relatifs au cycle économique.

2.2 ETUDE DE LA CONCORDANCE DES CYCLES : DETECTION DES POINTS DE RETOURNEMENT ET INDICE DE CONCORDANCE

L'étude de la concordance des cycles revêt une importance primordiale pour la détermination du degré d'intégration économique de deux pays, et permet jusqu'à un certain point de déceler la synchronisation des cycles d'un groupe de pays. La synchronisation ou l'existence de décalages temporels entre points de retournement cycliques peut toutefois être déterminée avec une plus grande précision par le biais des méthodes d'étude des co-mouvements (Cf. section suivante).

S'agissant des procédures de datation des cycles d'activité, il existe des méthodes paramétriques et non paramétriques. Les secondes supposent l'existence d'une série sous-jacente déterminant l'évolution cyclique des séries, et c'est cette variable que l'on cherche à modéliser. Dans cette catégorie figurent principalement : l'analyse factorielle et les modèles à changement de régime.

- L'analyse factorielle : on suppose que la série sous-jacente représente le processus cyclique commun à toutes les séries. Chaque série peut alors être représentée par la somme d'une composante commune ou facteur commun et d'une composante particulière. Ce modèle a notamment été introduit par Stock et Watson [8].
- Le modèle à changement de régime : l'asymétrie du cycle économique peut être représentée par des modèles à changement de régime introduits par Hamilton [9]. Dans ces modèles, la moyenne de la variable étudiée dépend de l'état de la nature (expansion ou récession), matérialisé par une variable d'état qui vaut 1 en expansion et 0 en récession.

Parmi les méthodes paramétriques figure une méthode couramment utilisée : celle de Bry et Boschan [10]. Cette méthode permet une datation des retournements conjoncturels associés à une série macroéconomique. Les points de retournement sont les maxima (ou les pics) et les minima (ou creux) locaux.

Bien que tombée en désuétude après les années soixante-dix, cette méthode a récemment fait l'objet de plusieurs études grâce, notamment, à Harding et Pagan [11], qui en ont dérivé une méthode simple pour analyser la concordance entre deux variables macroéconomiques. La méthode retenue est une variante de l'algorithme développé par Bry et Boschan utilisé par le National Bureau of Economic Research (NBER) pour répliquer les dates d'entrée en récession.

La démarche adoptée se compose de deux étapes. La première permet d'identifier les points de retournement de l'activité (phases du cycle). La seconde détermine le degré de synchronisation entre les composantes cycliques des PIB réels des différentes économies à travers un indice de concordance.

- Identification des points de retournement

Formellement, les phases d'expansion sont définies comme les périodes de temps séparant un creux d'un pic. A l'opposé, les phases de récession correspondent aux périodes séparant un pic d'un creux. Un pic (creux) est atteint en t si la valeur de la série à la date t est supérieure (inférieure) aux k valeurs précédentes et aux k valeurs suivantes, où k est un entier naturel qui varie selon la nature de la série étudiée et sa fréquence d'échantillonnage. La valeur de k dans cette étude est de 1, les séries étant annuelles. Pour éviter l'intrusion de points aberrants dans l'univers des points de retournement, seules les fluctuations supérieures, en valeur absolue, à la moitié de l'écart-type (σ) de la composante cyclique du PIB sont retenues. Aussi, le premier pic (creux) ne peut pas être plus bas (haut) que le premier point de la série et le dernier pic (creux) ne peut pas être plus bas (haut) que le dernier point de la série. Nous avons alors :

C_t est un pic si $C_t > 1/2 \sigma_c$ avec $C_t > C_{t-1}$ et $C_t > C_{t+1}$, $t \in [2 ; T-1]$

C_t est un creux si $C_t < -1/2 \sigma_c$ avec $C_t < C_{t-1}$ et $C_t < C_{t+1}$, $t \in [2 ; T-1]$

La mise en œuvre d'une procédure forçant l'alternance des pics et des creux est nécessaire. On impose donc une dernière règle de censure : lorsque des points de retournements de même nature se suivent (pics ou creux successifs), seuls les extrema les plus importants, en valeur absolue, sont maintenus.

- L'indice de concordance

Cet indice est souvent utilisé dans les études analysant les co-mouvements de variables macroéconomiques dans une économie ou un ensemble de pays. L'indice de concordance proposé par Harding et Pagan mesure le fait de retrouver d'une manière significative deux séries dans le même cycle. Formellement, l'indice de concordance entre x et y noté IC_{xy} est défini comme le nombre moyen de périodes où deux variables x et y se trouvent simultanément dans la même phase du cycle, soit :

$$IC_{xy} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [S_{x,t} S_{y,t} + (1 - S_{x,t})(1 - S_{y,t})]$$

D'après la relation ci-dessus IC_{xy} et ρ_s sont liés de telle façon qu'il est équivalent d'étudier l'une ou l'autre de ces deux statistiques. Pour évaluer ρ_s , Harding et Pagan [2004] proposent d'estimer la relation linéaire:

$$\left[\frac{S_{y,t}}{\sigma_{S_y}} \right] = \eta + \rho_s \left[\frac{S_{x,t}}{\sigma_{S_x}} \right] + u_t$$

Où η est une constante et u_t un résidu. La procédure d'estimation de la relation précédente doit être robuste à la corrélation sérielle des résidus, car u_t hérite les propriétés de corrélation sérielle de $S_{y,t}$ sous l'hypothèse nulle $\rho_s = 0$. En suivant Avouyi-Dovi et Matheron [12], nous retenons la méthode des moindres carrés augmentés d'une procédure HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance) pour estimer l'équation ci-dessus. A ce niveau également, il convient de préciser que l'estimation de cette équation permet juste d'étudier la significativité de l'indice de concordance. Les variables $S_{y,t}$ et $S_{x,t}$ ne peuvent donc être considérées comme des variables expliquée ou explicative dans une régression classique.

2.3 ETUDE DES CO-MOUVEMENTS DES CYCLES : CORRELATIONS CROISEES

- Filtrage des variables

La littérature macroéconomique récente définit les mouvements d'une variable (at) selon les fréquences temporelles de reproduction de ses composantes. Celle correspondant au cycle économique est déterminée comme le résidu obtenu après élimination des mouvements longs, imputables aux facteurs économiques structurels (τt). Par construction, les variables « résiduelles » ($at - \tau t$) obtenues par des techniques statistiques robustes (filtrage) sont sans tendance (stationnaires). Il est

alors possible de calculer les corrélations entre les différentes composantes des séries (partie cyclique, partie permanente, partie permanente), dans l'espoir d'isoler un ensemble de régularités statistiques ou faits stylisés qui caractérisent le cycle économique.

Les composantes cycliques des PIB sont souvent extraites à l'aide du filtre Hodrick Prescott [13] avec un paramètre $\lambda = 100$ lorsque les séries sont annuelles et $\lambda = 1600$ lorsque les séries sont trimestrielles. Ce filtre est largement utilisé dans les études empiriques. Quelques faiblesses de la méthodologie de Hodrick et Prescott doivent néanmoins être soulignées. D'abord, le choix du paramètre de filtrage est arbitraire. Ensuite, certaines études ont montré que le filtre de Hodrick et Prescott saisit bien les cycles de fréquence intermédiaire, mais les fluctuations cycliques de fréquence extrême (élevée ou basse) sont supprimées. Plusieurs auteurs ont proposé d'autres méthodes pour palier ces faiblesses mais ces filtres ont aussi leurs limites notamment la perte d'observations. Il convient de préciser que les composantes cycliques obtenues par filtrage sont sans tendance et donc stationnaires par construction, ce qui élimine le risque de relations fallacieuses.

- Corrélations croisées

La façon la plus simple et la plus immédiate de mesurer le degré de synchronisation de deux variables est de calculer le coefficient de corrélation linéaire entre ces variables. Le coefficient de corrélation entre deux variables x et y se définit comme suit :

$$\rho_{xy} = \frac{Cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Avec ρ_{xy} le coefficient de corrélation entre x et y , $Cov(x, y)$ la covariance entre les deux variables et σ_x et σ_y les écarts-types des variables x et y . Le coefficient de corrélation peut ainsi s'interpréter comme le ratio entre les fluctuations communes aux deux variables (mesurées par la covariance) et leur variation totale (mesurée par le produit des écarts-types).

Par définition, la valeur du coefficient de corrélation est comprise entre -1 et 1 . Un coefficient égal à 1 correspond à une parfaite synchronisation des deux variables, et une corrélation égale à -1 à une complète désynchronisation. Enfin, la corrélation est nulle quand les variables évoluent sans lien entre elles. La significativité des coefficients de corrélation statique est testée. Sous l'hypothèse nulle de non significativité ($\rho_{xy} = 0$), la statistique t suit une loi de Student à $n - 2$ degrés de liberté où n est le nombre d'observations.

$$t = \frac{\rho_{xy}}{\sqrt{\frac{1 - \rho_{xy}^2}{n - 2}}} \sim T(n - 2)$$

3 FAITS STYLISÉS : CONCORDANCE DU CYCLE D'ACTIVITÉ DU MAROC ET DE SES PRINCIPAUX PAYS PARTENAIRES

A la lumière de la crise internationale récente et des risques de tassement de la demande étrangère adressée au Maroc, apparaît la nécessité de mettre en lien les cycles d'activité marocain et européen, afin de vérifier l'existence d'une synchronisation ou d'un décalage temporel entre ces cycles.

3.1 DATATION DES POINTS DE RETOURNEMENT

- Caractérisation du cycle d'activité au Maroc et chez les principaux pays partenaires

L'objectif ici est de caractériser le degré de synchronisation du cycle économique du Maroc avec celui de ses principaux pays partenaires, en vue de déterminer si ce co-mouvement est procyclique, acyclique ou contracyclique.

L'algorithme de Harding et Pagan est exploité afin d'explicitier la séquence des points de retournement du cycle d'activité de l'économie marocaine et des principaux pays partenaires. L'indicateur pris en considération est le produit intérieur brut trimestriel. Les critères retenus correspondent à une durée minimale de six trimestres pour un cycle complet et une durée de deux trimestres au minimum pour les phases d'expansion comme celles de récession.

Tableau 1. Cycle d'activité au Maroc

Cycle	Pics	Durée du cycle
De T1 1996 à T4 1997	T4 1996	8 trimestres
De T1 1998 à T3 1999	T4 1998	7 trimestres
De T1 2000 à T2 2003	T4 2001	10 trimestres
De T3 2003 à T2 2005	T4 2004	8 trimestres
De T3 2005 à T1 2009	T4 2007	15 trimestres
De T2 2009	T4 2009	inachevé

Tableau 2. Cycle d'activité en France

Cycle	Pics	Durée du cycle
De T2 1996 à T2 1999	T1 1998	13 trimestres
De T3 1999 à T4 2001	T1 2000	14 trimestres
De T1 2002 à T2 2003	T4 2002	6 trimestres
De T3 2003 à T2 2005	T2 2004	8 trimestres
De T3 2005 à T1 2009	T2 2006	15 trimestres
De T2 2009	T2 2011	inachevé

Tableau 3. Cycle d'activité en Allemagne

Cycle	Pics	Durée du cycle
De T1 1996 à T4 1998	T1 1998	12 trimestres
De T1 1999 à T1 2002	T2 2000	13 trimestres
De T2 2002 à T1 2005	T2 2004	12 trimestres
De T2 2005 à T1 2009	T4 2006	16 trimestres
De T2 2009	T1 2011	inachevé

Tableau 4. Cycle d'activité en Espagne

Cycle	Pics	Durée du cycle
De T1 1997 à T4 1998	T4 1997	8 trimestres
De T1 1999 à T2 2001	T2 2000	10 trimestres
De T3 2001 à T2 2003	T4 2002	8 trimestres
De T3 2003 à T3 2005	T3 2004	9 trimestres
De T4 2005 à T2 2008	T1 2006	11 trimestres
De T3 2008	T3 2010	inachevé

Tableau 5. Cycle d'activité en Italie

Cycle	Pics	Durée du cycle
De T4 1996 à T4 1998	T4 1997	9 trimestres
De T1 1999 à T1 2002	T3 2000	13 trimestres
De T2 2002 à T1 2005	T3 2004	12 trimestres
De T2 2005 à T1 2009	T4 2006	16 trimestres
De T2 2009	T4 2010	inachevé

A partir de l'observation des résultats de l'algorithme, il semblerait qu'il y ait jusqu'à un certain point une correspondance entre les cycles d'activités d'une part chez les pays partenaires entre eux, et d'autre part avec le Maroc.

Ces constats sont appuyés par l'indice de concordance de Harding et Pagan :

Tableau 6. Indices de concordance entre cycle d'activité au Maroc et dans les principaux pays partenaires

	Maroc	France	Espagne	Italie	Allemagne
Maroc	1	0,55	0,41	0,45	0,46
France		1	0,71	0,73	0,83
Espagne			1	0,71	0,68
Italie				1	0,89
Allemagne					1

Le calcul des indices de concordance entre le PIB trimestriel non agricole et les PIB trimestriels des pays partenaires a donné des résultats significatifs. L'activité réelle au Maroc et dans la Zone Euro semble être moyennement synchronisée, avec une valeur significative maximale de l'indice de 0,55 avec la France.

Ce constat sera vérifié dans le point suivant qui s'attache à analyser les co-mouvements entre cycle d'activité marocain et cycle étranger.

3.2 CO-MOUVEMENTS DES CYCLES D'ACTIVITE

Afin de mesurer le lien entre l'évolution de la conjoncture internationale et le cycle d'activité au Maroc, il est adopté une approche préliminaire visant à caractériser le degré de synchronisation entre cycle économique des principaux pays partenaires du Maroc et cycle économique marocain, puis de faire ressortir quelques faits stylisés saillants à ce niveau. L'objectif ici est de vérifier l'existence d'une similarité de profil et d'apprécier une éventuelle sensibilité de l'activité économique au Maroc aux fluctuations cycliques de ces pays. A cette fin, nous examinons le profil du PIB trimestriel des pays objets de l'étude. Nous noterons toutefois qu'afin de neutraliser la volatilité du PIB marocain liée à sa composante agricole, nous nous intéresserons au PIB trimestriel non agricole du Maroc.

Pour mener à bien l'analyse de cette évaluation, il convient d'abord de recourir à l'approche du cycle de croissance fondée sur l'identification et l'analyse des déviations à la tendance de long terme des variables. Il s'agit concrètement de procéder au filtrage des séries statistiques de manière à en extraire la composante cyclique (stationnaire) et à identifier par la suite les points de retournements de l'activité indépendamment de la tendance d'évolution poursuivie à moyen et long terme. Nous utilisons à cette fin la technique de filtrage de Hodrick-Prescott (HP).

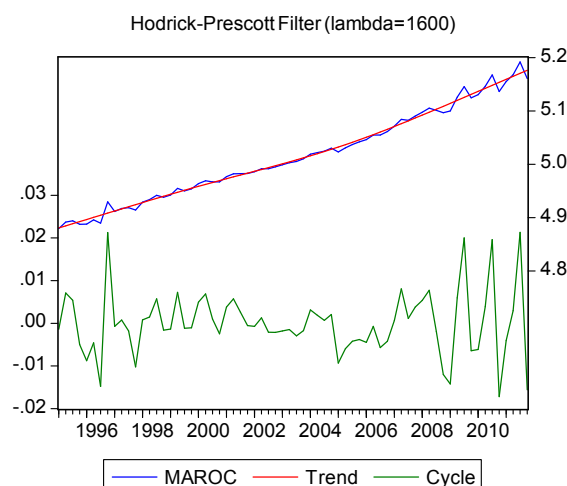


Fig. 1. Composantes cyclique et de long terme du PIB non agricole marocain

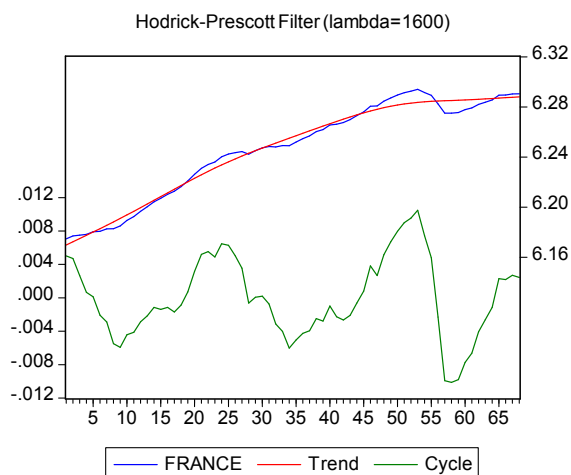


Fig. 2. Composantes cyclique et de long terme du PIB français

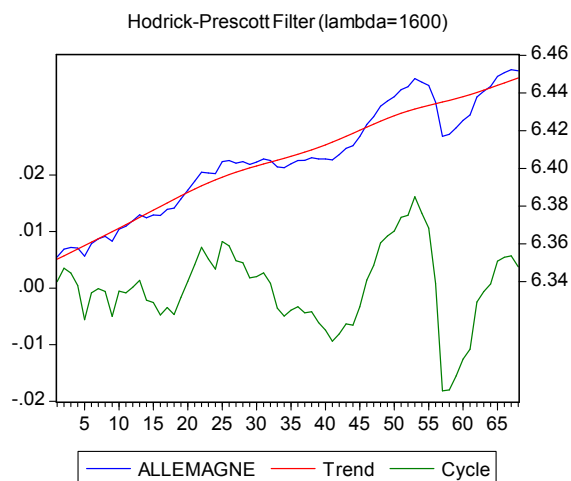


Fig. 3. Composantes cyclique et de long terme du PIB allemand

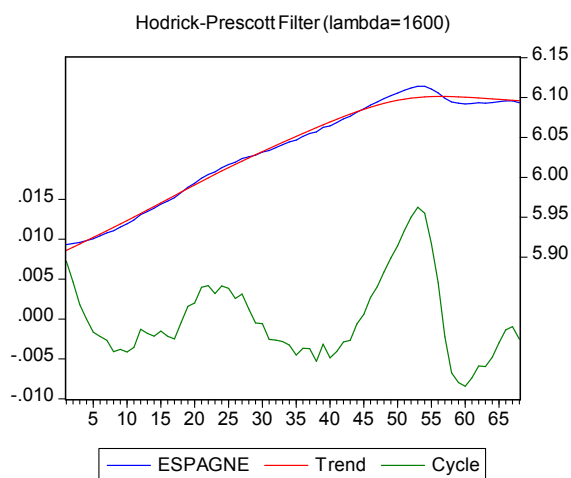


Fig. 4. Composantes cyclique et de long terme du PIB espagnol

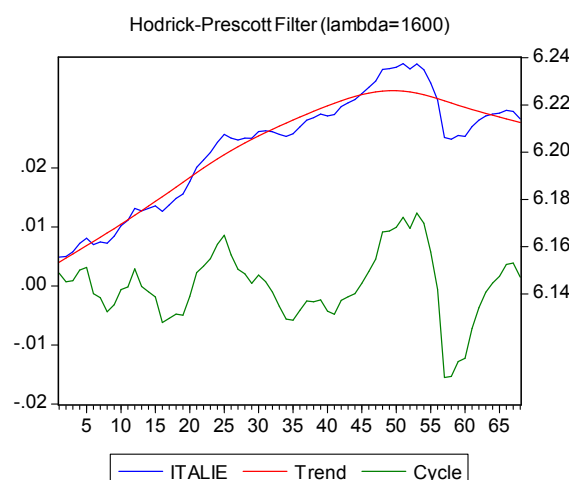


Fig. 5. Composantes cyclique et de long terme du PIB italien

Les graphiques ci-dessus, isolant le cycle de la tendance donnent un aperçu sur le profil cyclique du Maroc et de ses partenaires. Il semblerait que pour les partenaires, de grandes similitudes puissent être constatées, tant au niveau de la forme que de l'ampleur des changements. Le Maroc semble, quant à lui présenter un profil cyclique plus volatile.

Les tableaux ci-dessous donnent le résultat des corrélations dynamiques qui mettent en exergue l'existence d'un lien significatif entre le cycle de croissance de l'activité marocaine :

Tableau 7. Co-mouvement des cycles (sans retard)

	HPCYCLE_AL	HPCYCLE_ES	HPCYCLE_FR	HPCYCLE_IT	HPCYCLE_MA
HPCYCLE_AL	1.000000	0.832061	0.847053	0.878713	0.487602
HPCYCLE_ES	0.832061	1.000000	0.946233	0.857078	0.384412
HPCYCLE_FR	0.847053	0.946233	1.000000	0.857282	0.378022
HPCYCLE_IT	0.878713	0.857078	0.857282	1.000000	0.275686
HPCYCLE_MA	0.487602	0.384412	0.378022	0.275686	1.000000

Tableau 8. Co-mouvement des cycles (avec retard d'un trimestre)

	HPCYCLE_AL	HPCYCLE_ES	HPCYCLE_FR	HPCYCLE_IT	HPCYCLE_RMA
HPCYCLE_AL	1.000000	0.771686	0.767901	0.819794	0.436398
HPCYCLE_ES	0.771686	1.000000	0.936458	0.806565	0.390425
HPCYCLE_FR	0.767901	0.936458	1.000000	0.781444	0.430097
HPCYCLE_IT	0.819794	0.806565	0.781444	1.000000	0.322946
HPCYCLE_RMA	0.436398	0.390425	0.430097	0.322946	1.000000

Il s'avère que le cycle marocain évolue selon un comportement procyclique avec des corrélations positives de 0,43 avec la France, de 0,44 avec l'Allemagne, de 0,39 avec l'Espagne et de 0,32 avec l'Italie. Il s'avère aussi que les cycles de la France, l'Italie et l'Espagne devancent celui du Maroc d'un trimestre.

Ces résultats semblent conformes à ce qui pouvait être supposés dans l'ensemble, traduisant la structure, l'intensité et la progression des échanges du Maroc avec ses principaux partenaires européens, à l'exception du cas de l'Espagne. En effet, en matière de transferts courants, d'entrées touristiques, d'importations et d'exportations, l'Espagne se distingue comme un

partenaire privilégié du Maroc, en deuxième position derrière la France. Ceci donnait à penser que le degré de co-mouvement des cycles des deux économies aurait été plus marqué¹.

Globalement, la constatation de cette procyclicité met en exergue la nécessité, pour le Maroc, de disposer d'outils de détection avancés des points de retournement d'activité chez les principaux pays partenaires. Il s'agira à cette fin, dans la section suivante, de mettre en place un indicateur synthétique avancé de la conjoncture dans les principaux pays partenaires du Maroc.

4 CONCLUSION

Le présent travail a essayé de mesurer le degré de liaison entre les cycles réels des pays zone Euro et du Maroc, à partir du processus d'ouverture et d'intégration commerciale amorcé par le Maroc et de l'observation de l'impact de la crise internationale sur le Maroc.

L'étude est basée sur une analyse paramétrique des points de retournements obtenue avec l'algorithme Harding et Pagan, dérivé de celui de Bry et Boshan, ainsi que sur l'analyse des corrélations croisées entre les composantes cycliques du PIB trimestriel des pays objets de l'étude.

Plusieurs renseignements peuvent être dégagés. Il existe une concordance et des corrélations significatives entre les cycles du Maroc et de ses principaux pays partenaires. Le lien existant est procyclique, les retournements ayant lieu un trimestre en retard au Maroc. Deux conclusions peuvent aussi être tirées : la corrélation s'est vue accentuée de par le renforcement des échanges régionaux à la faveur des accords de partenariat conclus au cours des années 1990, et la crise semble renforcer la procyclicité du lien entre les cycles d'activité de ces pays. Simplement, ces constatations sont difficiles à prouver empiriquement compte tenu de l'absence de données trimestrielles avant 1995 pour le Maroc, et de l'insuffisance du nombre d'observations ultérieures au déclenchement de la crise.

¹ A fin 2012, les transferts sont dominés par la France, l'Espagne et l'Italie (40,4%, 10,7% et 10,1%). Les exportations sont dominées par la France, l'Espagne et l'Allemagne (24,4%, 21,2%, 8%). Les Entrées de touristes sont dominées par la France, l'Espagne et l'Allemagne (33%, 14%, 4%). La structure de ces échanges est par ailleurs restée stable, en termes de classement, sur les dix dernières années

REFERENCES

- [1] C. Calderon, "Trade intensity and business cycle synchronization: are developing countries any different?", Central Bank of Chile, working paper n°478, 2003
- [2] K. Shin, Y. Wang, "Trade Integration and Business Cycle Synchronization in East Asia", Asian Economic Papers, 2:3, 2003
- [3] P. Krugman, "The transition to Economic and Monetary Union in Europe", Cambridge University Press, 1993
- [4] J. Frankel, A. Rose, "The endogeneity of the optimum currency area criterion", The Economic Journal 108, 1009-1025, 1998
- [5] V. Zarnowitz, A. Ozyildirim, "Time series decomposition and measurement of business cycles, Trends and growth cycles", working paper 8736, National Bureau of Economic Research, 2002
- [6] M. Artis, M. Marcellino, "Dating the Euro Area Business Cycle", Document de travail Universit'a Bocconi, Igier and CEPR Tommaso Proietti Universit'a di Udine and European University Institute, 2004
- [7] J. Firmuc, L. Korhonen, "Meta-analysis of the business cycle correlation between the euro area and the CEECs", CESIFO working paper no. 1963, 2006
- [8] J. Stock, M. Watson, "Understanding changes in International Business cycles dynamics", Department of Economics, Havard University and National Bureau Economic Research, 2003
- [9] J. Hamilton, "A New Approach to the Economic Analysis of Non- Stationary Time-Series and the Business Cycle". Econometrica 57(2), 357-84, 1989
- [10] G. Bry, C. Boschan, "Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Program", National Bureau of Economic Research, 1971
- [11] D. Harding, A. Pagan, "Synchronization of cycles", CAMA Working paper 3/2004, 2004
- [12] S. Avouyi-Dovim J. Matheron, "Interactins between real cycles, financial cycles and interest rates: stylized facts", RSF, Banque de France, n° 3, 2003
- [13] R. Hodrick, E. Prescott, "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation", Journal of Money. Credit, and Banking. Vol. 29. No. 1, 1997

Effects of Biological Insecticides on Predatory Spider's Population in Rice Field

Muhammad Muddasir¹, Zuhaib Ahmad², Most Jannatul Fardusi¹, and Abdul Rehman³

¹Department of Agroforestry Engineering,
University of Lleida,
Lleida, Spain

²Pest Warning & Quality Control of Pesticides,
Agriculture Department,
Government of Punjab, Pakistan

³Institute of Agricultural Extension and Rural Development,
University of Agriculture,
Faisalabad, Pakistan

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

ABSTRACT: The study was conducted to compare the effects of different biological insecticides: extracts of *Azadirachta indica* and *Eucalyptus globulus*, and Spinosad on spider's population in a rice field at an agricultural farm in tehsil Daska of district Sialkot-51310, Pakistan. Spiders, as natural enemies play an important role in keeping pest population under control by not only feeding on pests but also limiting the availability of habitats open to pests by occupying various microhabitats in an agricultural ecosystem. The experiment was laid in randomized complete block design (RCBD) with three replicates. Biological insecticides including two botanical (extracts of *Azadirachta indica* and *Eucalyptus globulus*) and one microbial (Spinosad) were applied to the rice crop. The spider's population was counted after one, three and seven days from insecticide application. After one day from insecticide application, the reduction in spider's population was 42.18%, 36.68% and 33.38% with Spinosad, *A. indica* (20% conc.) and *E. globulus* (20% conc.) respectively. The trend of reduction of spider's population decreased with time from one to seven days. Spider's population showed significantly higher resistance to *botanical* than microbial insecticide.

KEYWORDS: Botanical insecticide, Microbial insecticide, Resistance, Natural enemies, Agricultural ecosystem.

1 INTRODUCTION

Rice (*Oryza sativa* L.) is the staple food of more than half of the world's population, especially in highly populated areas [1]. In Pakistan, It is the second staple food grain crop after wheat and major source of foreign exchange earnings after cotton. It accounts for 3.1 percent of value added in agriculture and 0.7 percent of GDP of Pakistan. Rice was cultivated on 2,571,200 hectares with a yield of 6,160,400 tons during 2011-12 [2]. Rice production is always challenged by insect pests' infestation, especially rice plant hoppers. The crop yield is reduced by pests ranging from 25-30% annually [3]. Plant hoppers can cause leaves to initially turn orange-yellow then brown and dying, a condition called as hopperburn. Plant hopper can also transmit ragged stunt and grassy stunt diseases. Crop loss may be upto 100% in hopperburn situation. There have been famous outbreaks of BPH in Pakistan, Malaysia [4] and India [5] in 1970s. Natural enemies play an important role to prevent the insect pest outbreak in rice field. Spiders, the most abundant rice predators [6] represent more than 90 percent of natural enemies of brown plant hoppers living in paddy fields [7]. Natural enemies can also be used to kill pests not only by direct attack but also by dislodging them from the plants and trapping them in the web [8].

Chemical insecticides are the major control method for rice insect pests. However, the continuous use of a wide range of chemical insecticides has caused many side effects, including loss of biodiversity, the problem of secondary pests, the resurgence of insect pests, insecticide resistance, residual toxicity, and environmental pollution. The impact of synthetic pesticides on beneficial arthropods and the human health risks posed by exposure to these chemicals are issues of growing concern [9]. This has prompted new compounds with reduced environmental persistence and low mammalian and avian toxicity but a fairly broad spectrum of insecticidal activity [10]. An example is Spinosad, mixture tetracyclic-macrolide compounds produced by actinomycete, *saccharopolyspora spinosad*, isolated from Jamaican soil samples [11]. The objective of the study was to compare the effects of different biological insecticides and to find a biological insecticide causing minimum reduction in spider's population.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 STUDY AREA AND EXPERIMENTAL DESIGN

The experiment was conducted in rice field at an arable farm in district Sialkot-51310, Pakistan situated at the intersection of 32.31° N and 74.36° E with an altitude of 242 m. The mean annual temperature is 30°C with mean annual rainfall of 350 mm. The soil is loamy with organic matter less than 1%. The experiment was laid in a randomized complete block design with three replicates. The nurseries were sown on well prepared raised beds. One month old seedlings were transplanted in the fields with normal spacing of 9 inch. The plot size for each treatment was 100*100 ft.

2.2 BIOLOGICAL INSECTICIDES

Extracts from the leaves and seeds of *Azadirachta indica* and *Eucalyptus globolus* were obtained by soaking them in boiled water for two hours. The soak was left for two days and then extracts were sieved through muslin cloth. These extracts were used as botanical insecticides and formulation of *Saccharopolyspora spinosa* (Spinosad) was used as microbial insecticide.

2.3 SPIDERS COUNTING AND STATISTICAL ANALYSIS OF THE DATA

The data was taken 24 hours before, and 24 hours, 72 hours and 7 days after the pesticide application. The data was collected by direct counting of 10 rice hills at random in the paddy field at five different points. The data was compiled as percent reduction in spider's population with different treatments after 1, 3 and 7 days of insecticide application. The data was analyzed by using JMP Pro 11 software. The student's t test and contrast test were used for ANOVA and mean comparison respectively.

3 RESULTS

The reduction in spider's population due to *A. indica* extract, *E. globolus* extract and microbial pesticide application after 1, 3 and 7 days of insecticide application is given in table 1. There were significant differences among different treatments in term of reduction in spider's population.

Treatments	Mean reduction (%) in spiders population		
	After 1 day	After 3 days	After 7 days
Spinosad	42.18 ± 3.43 a	37.92 ± 3.67 a	19.60 ± 2.76 a
<i>Azadirachta indica</i>	36.68 ± 4.49 ab	32.90 ± 3.85 a	14.44 ± 1.90 b
<i>Eucalyptus globolus</i>	33.38 ± 3.74 b	30.64 ± 3.72 a	11.18 ± 1.65 b
Control	1.74 ± 0.29 c	1.49 ± 0.45 b	1.22 ± 0.37 c
Significance ($\alpha=0.05$)	<0.0001*	<0.0001*	<.0001*

There is a significant difference between direct and indirect reduction (%) in spider's population with pesticide treatments. The reduction in spider's population was significantly higher with pesticide treatment than control (contrast test). After one day from the pesticide application, Spinosad caused higher reduction in spider's population than Eucalyptus and control treatment. There was no significant difference within botanical insecticides (*A. indica* and *E. globulus*) in reducing the spider's population. The reduction in spider's population with different insecticides was same, but higher than control

treatment after three days. Significant decrease in % reduction in spider's population was observed with the passage of time from pesticide application in all treatments except control treatment.

4 DISCUSSION

Chemical control is still used as a main method for insect-pest control because it is easy to use, cheap and efficient. However, continuous use of chemicals has caused different health and environmental problems, and increased pest resistance and mortality of natural enemies. Chemical pesticides like triazophos (0.05% conc.) and quinalphos (0.05% conc.) showed 64.78 and 46.79 % mortality in spider's population, respectively [12]. On the other hand, biological insecticides are least damaging to natural enemies. The study showed the order of mortality had been Spinosad with highest effect on spider's population followed by Neem and Eucalyptus. Biological insecticides also showed less mortality in an experiment conducted by Samiayyan and Chandrasekharan [13]. Maximum reduction of population was found after 1st day of insecticide application suggests that there were less insecticide persistence. The %age reduction of population reduced showing reducing trend of toxicity with passage of time. The results of spinosad were in accordance with the findings of Ghosh [14] where microbial pesticides showed 38.16% reduction in spider's population. When spinosad treated aphids were fed to coccinellid reported no predator mortality [15]). Larvae of *Chrysoperla carnea* is exposed to spinosad showed 19 percent mortality after 12 days [16]. Joseph et al., [16] observed 24.50% reduction of population with Azadirachtin significantly lower than synthetic pesticides.

5 CONCLUSION

The use of chemical pesticides causes significant reduction in the population of natural enemies of pests. This may reduce the efficiency of biological control of insect-pest in rice field and can cause severe outbreak. The biological insecticides especially of botanical nature are less harmful and can be used in rice field for pest management without causing adverse effects on natural enemies and environment. The use of inexpensive botanical insecticide will also encourage agroforestry at farm level.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank Mr. Atif Mahmood, the owner of the farm for providing the inputs during the experiment.

REFERENCES

- [1] Ironan, I. 1972. Rice economic importance. *Crop Production in Dry Regions*, 2:188.
- [2] Ministry of Finance. 2012. *Economic Survey of Pakistan 2011-12*. Finance and Economic Affairs Division, Ministry of Finance, Govt. of Pakistan, Islamabad, Pakistan.
- [3] Hashmi, A. A. 1994. Insect Pests of paddy crops. IPM of cereals and cash crop. [Http://www.parc.gov.pk/Respubs/lpep.doc](http://www.parc.gov.pk/Respubs/lpep.doc).
- [4] Heong, K. L. 1975. Occurrence and chemical control of rice plant hopper in Malaysia. *Rice Entomol. Newsl.* 3:31-32
- [5] Freeman, W. H. 1976. Breeding rice varieties for disease and insect resistance with special emphasis on brown plant hopper, *Nilaparvata lugens*. Paper presented at Indian Science Congress, January 1976, Vishakhapatnum. 13 p. (mimeo.)
- [6] Bambaradeniya, C. N. B. and J. P. Edirisinghe. 2008. Composition, structure and dynamics of arthropod communities in rice agrosystem. *Ceylon J. Sci. (Biol. Sci.)*, 37(1): 23-48.
- [7] Lee, J.H., K.H. Kim and U.T. Lim. 1997. Arthropod community in small rice fields associated with different planting methods in Suwon and Icheon. *Kor. Jour. Appl. Entomol.* 36, 1: 55-66.
- [8] Landis, D. A., S. D. Wratten and G. M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 45: 175-201.
- [9] National Research Council. 1996. *Ecological Based Pest Management: New Solutions for a New Century*. National Academy Press, Washington, DC.
- [10] Harris, J. G. 2000. Chemical pesticides markets, health risks and residues. CABI. Wallingford, UK.
- [11] Sparks, T. C., G. D. Thompson and H. A. Hertlien. 1998. Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm larvae. *J. Econ. Entomol.* 91: 1277-1283.
- [12] Joseph, R. A., K. S. Premila and S. S. Mohan. 2010. Safety of neem products to tetragnathid spiders in rice ecosystem. *J. Biopestic.* 3(1): 088-089.
- [13] Samiayyan, K. and B. Chandrasekharan. 1998. Influence of botanicals on the spider populations of rice. *Madras J. Agric. Pp.* 85: 479-480.
- [14] Ghosh, S. K. 1999. Studies on the pest constraints of brinjal and their management under terai region of West Bengal. Ph.D. Thesis. Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya, West Bengal.
- [15] Schoonover, J. R. and L. L. Larson. 1995. Laboratory activity of Spinosad on non-target beneficial arthropods. *Arthr. Manag. Tests.* 20, 357.
- [16] Cisneros, J., D. Goulson, L. C. Derwent, and T. Williams. 2002. Toxic effects of spinosad on predatory insects. *J. Biol. Cont.* 23: 156-163.

Rivière Kalamu dans la ville de Boma en RDC: site touristique en voie de disparition

[Kalamu river in Boma city, DRC: touristic site disappearing]

B.M. Bienvenu Wanga¹, M. Dieudonné Wafula², L. Charles Mafuana³, and Z. Victorine Mbandu⁴

¹Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

²Faculté des Sciences B.P. 190, Université de Kinshasa, Kinshasa XI, RD Congo

³Centre de Santé de la RVM/Boma, Bas-Congo, RD Congo

⁴Institut Supérieur de Techniques Médicales, Kinshasa, RD Congo

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

ABSTRACT: In this article, we had studied the touristic site of the Kalamu River in Boma, « Bas-Congo » province in DR Congo. The river had known biophysical changes precisely because of human activities directed toward her. Therefore, these activities have had a negative impact on the smooth running of tourism across the river for nearly 54 years that is why it had been ignored and even forgotten by the people.

Our investigations were based on direct observations, the review of reports and documents of the Boma City office, Agency of Boma National Tourist Office and some research that has been done on this site, and discussion with representatives of the ONT Agency.

The results obtained show that the river was Kalamu a tourist site visited by various categories of people (fishermen, sailors, officers RVM, population, etc.). It was noticed that the river had lost its normal bed and that during heavy rain, it flooding occurred. The pollution observed introduced the risks of eutrophication of water borne diseases, loss of beautiful scenery, etc. The Baobab site Stanley still remained a special place to visit for tourists of all categories. This publication was done to call the conscience for environmental preservation of the touristic site.

KEYWORDS: Kalamu River, hydrosystem, tourist site, mismanagement, alluvium, tourism, Boma and Bas-congo.

RESUME: Cet article étudie le site touristique particulier dénommé la rivière Kalamu de Boma dans la Province du Bas-congo (RD Congo). Celle-ci a subi des modifications biophysiques à cause justement des activités anthropiques orientées vers elle. De ce fait, ces activités ont eu des répercussions néfastes sur le bon déroulement du tourisme à travers la rivière depuis près de 54 ans, c'est ce qui a fait qu'elle soit ignorée et même oubliée par la population. Nos investigations sont basées sur l'observation directe, la revue des rapports et documents de la Mairie de Boma, de l'Agence de l'Office Nationale du Tourisme de Boma, et certains travaux de recherche qui ont été réalisés sur ce site, et l'entretien avec les représentants de l'Agence de l'ONT. Les résultats obtenus montrent que la rivière Kalamu fut un site touristique fréquenté par diverses catégories de gens (pêcheurs, marins, agents de la RVM, population, etc.) d'une part. Il s'observe qu'elle a perdu son lit normal et qu'à la moindre pluie importante, elle provoque des inondations catastrophiques. Sa pollution signe des risques d'eutrophisation, des maladies hydriques, perte du beau paysage, etc., d'autre part. Et que le site de Baobab de Stanley reste un endroit particulier de visite pour les touristes de toute catégorie. Cette publication est un appel à la conscience pour la préservation environnementale de nos sites touristiques.

MOTS-CLEFS: Rivière Kalamu, hydrosystème, site touristique, mégestion, alluvions, tourisme, Boma et Bas-congo.

1 INTRODUCTION

Le tourisme avait une place importante à l'époque coloniale, et surtout sur la rivière Kalamu de Boma revêtant des attraits touristiques depuis sa source au village Madiadia sur la Montagne dénommée Malanda Nsimba. A titre illustratif, il y a cinq décennies, le service d'études hydrographiques de la RVM naviguait sur ladite rivière jusqu'au pont Boma II (Rond-point), en vue de prélever le niveau d'eau sur l'échelle installée sous ce pont. Selon [1], un peu en amont de la ville, le fleuve se divise en deux immenses bras qui forment une série d'îles, les unes situées en Angola, les autres en RDC. L'une des plus grandes îles, l'île de Mateba, en aval de Boma est congolaise. Et, les pêcheurs de ces deux rives conduisaient leurs pirogues jusqu'au marché dénommé « Socol », pour les échanges commerciaux et autres (c'est du troc).

Par ailleurs, Boma se trouve dans un état d'insalubrité. Cette situation est due au manque ou à la destruction des équipements publics dans le domaine d'assainissement et à l'absence d'un programme d'assainissement adapté au niveau de la ville. La rivière Kalamu, principal cours d'eau de cette ville, est devenue un lieu d'aboutissement de divers déchets municipaux (Coopération française, 1988) [2].

De ce fait, les caniveaux érigés (nombreux et correctement construits) depuis l'époque coloniale, dans cette Ville, ne sont plus fonctionnels. Ils ne sont parfois entretenus que dans la mesure de modestes travaux communautaires dits « salongo », et par le Service de la Voirie de l'Hôtel de ville/Boma (Anonyme, 2003) [3]. Ces différents systèmes d'évacuation des eaux usées de la ville de Boma n'assurent plus leur fonction de collecteurs qui, en principe, doivent drainer leurs eaux usées dans l'exutoire principal qui est la rivière Kalamu.

De nos jours, l'exutoire principal qu'est le lit de la rivière Kalamu est obstrué par des alluvions, de la végétation et des déchets de toutes sortes. Cela réduit considérablement son rôle d'égout principal de la ville et provoque des inondations catastrophiques lors des pluies importantes [4]. D'où, elle constitue une menace pour l'environnement, d'autant plus que beaucoup de maisons se sont dangereusement implantées le long des berges. De ce tableau sombre, Kalamu perd ces attraits touristiques d'enfant. Et, nous oblige à pouvoir s'interroger sur ces questions :

- Où se localise la source de la rivière Kalamu ? Quelle est la qualité de l'eau le long de son parcours et au niveau de la ville de Boma ? A quoi sont dues la présence et l'accumulation quotidienne des déchets au niveau de la rivière Kalamu ? L'état actuel de la rivière Kalamu, ne serait-il pas source d'inondation et de maladies d'origine hydrique ?

Eu égard de ce qui précède, le but de cet article est de démontrer que Kalamu est effectivement un site touristique (oublié, ignoré et dégradé). En revanche, sa mégestion n'épargne pas la population de cette ville aux nombreux dégâts. En effet, si les habitants et habitantes de Boma acceptent de protéger ce patrimoine touristique, il serait possible de réaliser des progrès considérables relatifs à la qualité de cet écosystème aquatique. L'intérêt de cette étude réside dans le fait que nos résultats fournissent des données précises utilisables par d'autres chercheurs intéressés par la question de l'hydrosystème comme site touristique, mais aussi par les autorités (communales, urbaines ou provinciales) et les services spécialisés pour orienter leurs décisions.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Ce travail a été réalisé dans la ville de Boma située dans la province du Bas Congo, à plus ou moins 500 Km de Kinshasa, capitale de la R D CONGO. Cette ville couvre une superficie de 4.332 Km². Elle est bornée : au Nord, par la province angolaise de Cabinda et le territoire de Lukula ; au Sud, par la République de l'Angola ; à l'Est, par le territoire de Seke – Banza ; à l'Ouest, par l'Océan Atlantique (Fig. 1) [5].



Figure 1. Les images satellitaires de la ville de Boma [6] [7]. [Wanga et al, 2014 ; Google maps, 2014]

La Ville de Boma est située le long du fleuve Congo, à 05°55' Sud et 12°10' Est. Boma s'étire de part et d'autre de la rivière Kalamu qui est l'épine dorsale de l'hydrographie de la ville. Elle est limitée à l'Ouest et à l'Est par deux chaînes de collines et jouit d'un climat tropical de type AW selon la classification de Koppen [8]. La ville de Boma regorge dans sa partie Ouest des torrents très encaissés qui, pendant les saisons de pluies, alimentent considérablement la rivière Kalamu en eau et la rend ainsi très agressive pour les inondations que redoute la ville. On pouvait estimer la population à 400.000 habitants en 2006 [9].

2.2 MÉTHODES ET TECHNIQUES [10] [11]

Notre réflexion a été orientée dans le secteur de la gestion de l'écosystème aquatique et tourisme. Les rapports annuels et archives de l'Agence de l'Office National du Tourisme de Boma ont permis d'élargir le champ d'investigation en identifiant la rivière comme un site touristique par excellence.

2.2.1 TECHNIQUES

- Technique documentaire : celle-ci a consisté à parcourir la littérature consacrée à la question d'étude sur le tourisme et l'environnement.
- Technique d'interview : celle-ci a servi dans les entretiens effectués entre nous et les représentants de l'Agence de l'Office National du Tourisme de Boma.
- Observation directe : nos descentes sur le lieu d'études en 2003, 2006, 2007 et 2013 ont approfondis cette étude, il s'agit de la qualité de l'écosystème aquatique de Boma. Ces informations ont été appuyées aux données chiffrées recueillies au niveau de l'Agence de l'Office National du Tourisme.

2.2.2 MÉTHODES

L'analyse fonctionnelle a permis de pouvoir vérifier l'état d'écoulement de ce cours d'eau tout en tenant compte de la qualité de ses eaux et de certaines interactions avec la population d'antan et du moment d'une part, et avec peut être les systèmes d'évacuation (héritage de l'époque coloniale) d'autre part. L'évaluation du niveau de dégradation de cette rivière s'est effectuée grâce aux études antérieures sur la pollution de rivière faites par les aînés.

En somme, la rivière Kalamu comme site touristique constitue notre matériel d'études, et que ses attraits touristiques s'avèrent très utiles si toute la population de la ville lui prête attention, et y investit dans sa gestion durable.

3 RESULTATS

Dans cette partie, nous allons répondre aux préoccupations posées à l'introduction et présenter les résultats de cette étude, certaines parmi elles sont des données recueillies sur le terrain, et d'autres par contre sont l'œuvre des études antérieures que nous interprétons.

3.1 ETAT DE LA QUESTION

La question de la qualité d'un écosystème aquatique à Boma, fait l'objet de quelques-unes de publications ci-présentes:

1. En 2002 MAMBAMBU APELE qui a étudié, « la gestion des ordures dans la vallée de la rivière Kalamu » [12].

- Il a cherché à savoir d'où viennent ces ordures ?
- A quoi est liée l'augmentation constante de ses ordures ?
- Comment sont-elles acheminées vers la rivière Kalamu ?

Les résultats de l'étude ont permis de constater que :

- 81,3 %, soit 8360 sur 10277 parcelles jettent leurs ordures soit dans les torrents, soit dans la rivière. Le faible pourcentage qui reste, brûle ou enterre ses ordures.
- Sur 10277 parcelles visitées, 6562, soit 63,8 % sont dotées de toilettes contre 3715, soit 36,2 % des parcelles ne possédant pas des installations hygiéniques.
- Certains propriétaires de parcelles vont déféquer soit chez le voisin, soit dans tout autre endroit obscur des rues ; d'autres les font curieusement dans les sachets qu'ils se contentent de jeter n'importe où, mais le plus souvent dans la rivière Kalamu.
- Certains occupants expliquent l'absence de toilettes par le manque de moyens, la négligence des bailleurs, l'inhostilité du terrain et la petitesse des parcelles.

2. Dans la détermination de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau de la rivière Kalamu, depuis le pont rail au Km4 jusqu'au fleuve Congo, MASAMPU NKENGÉ et NZITA NGIMBI ont obtenu les résultats analytiques étudié en 1998 suivants [13]:

- Le pH < 7 de l'eau légèrement acide ; il n'y a pas de grande variation $\Delta\text{pH}=0,45$
- L'alcalinité et la dureté totale :
 - Variation normale de Calcium et Magnésium de la source de prélèvement au confluent du fleuve Congo.
 - Eau douce mais moyennement dure au confluent du fleuve Congo.
 - Dureté permanente : variation normale avec une concentration plus élevée en sulfate et chlorure de calcium et de magnésium au confluent du fleuve Congo.
 - Dureté temporaire : concentration plus élevée en bicarbonate de calcium au niveau de la source de prélèvement.
 - Dureté calcique : variation normale de la source de prélèvement au confluent du fleuve Congo.
- Dureté magnésienne : plus élevée à la rencontre des rivières Kabondo – Kalamu à cause de l'apport de la rivière Kabondo.
- Les chlorures : variation normale, mais très élevée, ce qui dénote la pollution de cette eau.
- Les matières organiques : variation normale, mais élevée à cause de la présence de jardins.

Ils parvinrent à conclure que cette eau est mauvaise chimiquement et les résultats obtenus après analyses prouvent que l'eau de la rivière Kalamu est polluée, à partir de la source de prélèvement jusqu'au confluent du fleuve Congo. Elle est donc suspectée de contamination bactériologique et nécessite une étude dans ce domaine, afin de déterminer les genres de parasites qui s'y trouvent et prévenir la population de Boma.

3. NKANGU NKANGU et MBUITA PENE qui ont étudié, en l'an 2002, -« l'insuffisance des installations hygiéniques : un problème de santé communautaire à Boma » [14]. Les auteurs ont cherché à :

- Vérifier sur le terrain si chaque maison est dotée d'une latrine et quel genre de latrine ?
- Vérifier les connaissances de la population sur le danger que représente une mauvaise élimination des selles ;
- Sensibiliser la population de la ville de Boma à la construction des installations hygiéniques afin de minimiser la prolifération de maladies de mains sales ;
- Sensibiliser les autorités administratives, les inciter à prendre de nouveau leurs tâches en mains, en vue de participer à la protection de santé communautaire, par l'amélioration des conditions de l'hygiène de l'environnement.

Les résultats de l'enquête montrent que la question de manque des toilettes dans certaines parcelles de Boma est un problème environnemental délicat. En effet, Certains quartiers de Boma ayant été mal urbanisés, les maisons sont les unes contre les autres, les habitants n'ayant que très peu d'espace vital. L'exiguïté des parcelles est une réalité, source d'insalubrité.

En outre, le niveau socio-économique a une incidence sur le fait de posséder ou ne pas posséder des toilettes. Ensuite le poids des coutumes tout comme de l'ignorance est une autre paire de manche. Obtenir un changement d'habitude et d'attitude en matière d'hygiène du milieu, d'hygiène alimentaire n'est pas chose facile. Combien de gens achètent des papiers hygiéniques ? Ne voit-on pas des enfants frottés les fesses au sol dans une tentative d'essuyer l'anus après avoir été à selles ? Est-ce que les gens sont conscients du danger que présente un tel acte ? Ainsi WANGA et collaborateurs viennent de confirmer par une étude récente, et montrent que l'eau de la rivière Kalamu de Boma est contaminée par les *coliformes totaux*, *fécaux* et *Escherichia coli*. Cette contamination augmente au fur et à mesure que la rivière traverse les zones habitées (Site 1, Site 2, et Site 3) voir la figure 1 ci-haut et cet article dans [6], ce qui indique que cette pollution serait due à la mauvaise gestion des déchets, et que celle-ci serait transformée à une poubelle à ciel ouvert.

3.2 QUELQUES OUVRAGES DE BOMA [15]

A l'aide du tableau 1 nous avons identifié les principaux réseaux de drainage d'eau de Boma. Ces eaux souillées présentent une menace sinon un danger, tant pour les habitants de la ville de Boma que pour l'environnement biophysique (rivière Kalamu, etc). De ce fait, il est utile d'aménager un système fiable et adaptatif d'évacuation, entrant dans le cadre du processus d'assainissement du milieu et de la qualité de vie. Le tableau 1 décrit les différents ouvrages de Boma, du centre ville en particulier (héritage de l'époque coloniale).

Tableau 1. Présentation/Description des ouvrages du centre ville de Boma

N°	OUVRAGES	Longueurs m	Largeur m	Profondeur m	Volume m ³
1	Collecteur principal en terre le long de la plaine	1100	2,1	1	2310
2	Collecteur secondaire en terre le long de la plaine d'aérodrome	1050	2,1	0,8	1764
3	Mise en place d'un collecteur le long camp MUDJIBA	300	1	0,8	240
4	Collecteur en terre Butte major entrée Camp TABORA	200	1	0,8	160
5	Collecteur en terre Camp TABORA-SODAFMIR	200	2	1	400
6	Collecteur CODITRA-SODAFMIR	700	2	1	1400
	• Collecteur sur AV.Lumumba 1 ^{er} tronçon 2 côtés	400	0,5	0,7	140
	Caniveau sur AV.Lumumba 2 ^{er} tronçon 2 côtés	400	0,5	0,7	140
	Caniveau sur AV.Lumumba 3 ^{er} tronçon 2 côtés	200	0,5	0,7	70
7	Collecteur Avenue Caserne (Polyclinique PDS)	500	1,3	0,5	325
	• Caniveau sur Av.Makuku 2 côtés	100	0,6	0,9	540
	Caniveau sur Av. Quai de commerce 1côté	200	0,5	0,5	50
8	Collecteur SONAS – cliniques des anges	600	1	0,5	300
	• Caniveau sur Av. Mobutu 1 ^{er} tronçon 2 côtés	700	0,9	0,8	504
	Caniveau sur Av. Mobutu 2 ^{er} tronçon 2 côtés	100	0,3	0,5	15
	Caniveau sur Av. Mobutu 3 ^{er} tronçon 2 côtés	400	0,25	0,4	40
	Caniveau sur Av. Mobutu 4 ^{er} tronçon 2 côtés	200	0,25	0,4	20
9	Collecteur Av. Mgr NDUDI 1 ^{er} tronçon 1côtés	100	0,5	0,5	175
	• Caniveau Av. Mgr NDUDI 2 ^{er} tronçon 2côtés	700	0,5	0,6	210
	• Caniveau Av. des Marais 2 ^{er} côtés	700	0,5	0,5	175
	• Caniveau Av. Kimbangu 2 ^{er} côtés	1000	0,5	0,5	250

Source: TP et AT/Boma Archives, SD

Les ouvrages repris dans le tableau 1 forment un système d'évacuation d'eaux usées en réseau de drainage, c'est-à-dire il impose à l'eau un parcours aménagé pour qu'elle ne puisse causer aucun dégât, ni aux habitants ni non plus à l'environnement (rivière Kalamu). Malheureusement, tous ces collecteurs et caniveaux de Boma sont pratiquement obstrués et ne répondent plus au rôle qui leur a été assigné. Ainsi, il s'avère nécessaire de renforcer, sinon de mettre en place un projet d'assainissement adapté aux réalités de cette contrée, par le curage des systèmes d'évacuation, construire d'autres et surdimensionner ceux existant vu l'augmentation de la population, afin d'éviter tout dégât lors d'une pluie.

3.3 DEGATS CAUSES PAR LA RIVIERE KALAMU

L'année 1985 a été caractérisée par un événement douloureux sans précédent que la population de cette ville ne cessera d'oublier. Il s'agit concrètement d'une terrible inondation lors d'une pluie qui s'est abattue la nuit jusqu'à l'aube. Cette dernière a causé des dégâts inestimables tant en matière de matériels qu'en perte de vies humaines. En plus, le second élément du dossier noir, ce sont des inondations du 28 décembre 1999 qui ont laissé beaucoup de familles de la ville de Boma sans-abris et des pertes matérielles énormes. A titre exemplatif, le Bureau Central de la Zone de Santé de Boma et le Centre de Santé Mère et Enfants de Kalamu, à peine réhabilités, ont été particulièrement touchés. Un autre fait saillant à signaler est la noyade de nombreux fûts, les uns contenant du carburant (produits pétroliers) et les autres furent vides du dépôt « petit port Ngambo » proche de la Régie des Voies Maritimes, qui ces objets flottèrent et se dirigèrent vers l'océan. Bref, la liste de tous ces événements malheureux n'est pas exhaustive.

Par ailleurs, nous n'avons pas pu évaluer la concentration des espèces animales de la Kalamu. Certaines sources, nous renseignent que Kalamu fut une rivière très poissonneuse et on y rencontrait des crocodiles voir le site où se situe aujourd'hui HOTEL dénommé 1^{er} Bassin. Néanmoins, les avis et considérations que nous émettons, justifient clairement qu'il s'agit d'un cours d'eau qui n'a jamais subi un quelconque entretien, soit en matière de dragage, soit dans le domaine de l'assainissement, depuis l'indépendance de notre pays, le 30 juin 1960 à nos jours.

3.4 IDENTIFICATION DES ESPECES VEGETALES DANS LA KALAMU

L'identification de quelques espèces végétales au niveau de la rivière Kalamu de Boma, il s'agit de quelques espèces perçues le long et dans Kalamu jusqu'au confluent sont listées avec leurs différentes familles (tableau 2).

Tableau 2. Identification de quelques espèces végétales dans et le long de la rivière kalamu

Espèces	Auteurs	Familles
Acacia sp		Fabaceae
Alchornea cordifolia	Schum et Thonn	Euphorbiaceae
Allium cepa	Lin	Alliaceae
Amaranthus hybridus	Lin	Amaranthaceae
Annona reticulata	Lin	Annonaceae
Basella alba	Lin	Basellaceae
Boerhavia diffusa	Lin	Nyctaginaceae
Brassica oleracea	Lin	Brassicaceae
Chromolaena odorata	Lin R. King	Asteraceae
Commelina diffusa	Burn. F.	Commelinaceae
Cynodon dactylon	Lin	Poaceae
Eichhornia crassipes	-	Potederiaceae
Elaeis guineensis	Jacq	Araceae
Ficus bubu	Wart	Moraceae
Hibiscus esculentas	Lin	Malvaceae
Ipomea sp	-	Convolvulaceae
Manihot esculenta	Grantz	Euphorbiaceae
Mariscus umbellatus	Vahl	Cyperaceae
Millettia eetveldeana	(Mich) Hamman	Fabaceae
Musa paradisiaca	Lin	Musaceae
Nymphaea lotus	Lin	Nymphaeaceae
Panicum	Jacq	Poaceae
Pennisetum purpureum	Schum	Poaceae
Persea gratissima	Gaertn.F	Lauraceae
Phyllanthus niruri	Lin	Phyllanthaceae
Pistia stratiotes	Lin	Draceae
Psophocarpus scandens	(Endl) Verdc	Fabaceae
Ricnodendron sp	-	Euphorbiaceae
Saccharum officinarum	Lin	Poaceae
Solanum melongena	Lin	Solanaceae
Solanum torvum	Swartz	Solanaceae
Zea mays	Lin	Poaceae

Source : Inventaire effectué par Bienvenu WANGA et Alain MBUANGI, 26-29 Octobre 2007

Ces espèces sont hydrophitiques ou riveraines. Elles ont envahi dangereusement le lit de la rivière Kalamu. Elles constituent en effet, les alluvions pour cet écosystème aquatique et transforment celle-ci en une petite savane d'où l'eau coule avec difficulté, et en cas d'une pluie important, c'est l'inondation. Mais, quelques unes parmi elles contribuent à la dépollution des eaux, d'autres encore sont cultivables, et cela prouve à suffisance que Kalamu comme bassin constitue un site favorable où se pratique l'agriculture pour une petite économie familiale, surtout pendant la grande saison sèche et mi-saison sèche.

3.5 PRECISION SUR LA SOURCE DE KALAMU

La source de la rivière Kalamu se situe sur un grand pic avec comme lieu d'alimentation d'eau, un bassin marécageux qui s'étend sur plusieurs chutes rocheuses du haut de la montagne, à 297m, en pleine forêt, jusqu'à la vallée de cette montagne, à 181m, en pleine savane. Nous avons parcouru de village Madiadia en affrontant la pente de ce pic sur près de 6 km, en vue

de préciser d'abord ce bassin, ensuite le reste des chutes. Juste après, nous avons sillonné toute la savane, sur une distance de près de 8 Km jusqu'à déboucher vers Kikudu Village. Plus loin, nous avons constaté que la rivière se scinde et traverse plusieurs villages parmi lesquels kimbenza-kazu, kikudu, etc.

Outre ce que nous venons d'affirmer, toutes les couches sociales de Boma ignorent la vraie source de la rivière et sa taille. Selon le rapport annuel de la Mairie de Boma (1997, p.35), la rivière Kalamu prend sa source à Tsumba-kituti, plus précisément à Theyi, à 60 km environ du confluent avec le fleuve Congo (à vol d'oiseau).

Tenant compte des résultats de nos investigations, nous contredisons cette affirmation. Car après un périple à l'endroit où se trouve la source, en la période du 03 septembre au 03 novembre 2007 par l'autorisation de la Mairie de Boma, nous décrivons ce qui suit : il s'agit d'un côté de la rivière Kalamu et de l'autre, de la rivière Makula, qui vient de la même source. La rivière Kalamu se localise donc dans la vallée d'un pic dénommée (Montagne Malanda nsimba) qui se trouve dans le groupement Lunga Vassa, au sein d'un climax, sous la surveillance du Ayant Droit Mr Casino Bemba Baku dans le village KAYIKWALUNGA II, connu sous le nom du village MADIADIA, dans le clan Manianga (MONGO LUNGA), à 297 m d'altitude, 1318056° de latitude Sud et 05.69155° de longitude Est. Ce village se situe à 38 km de la ville de Boma.

Il existe une nette différence entre les deux précitées au niveau de leur point de jonction. A cet effet, celle de la Makula, son point d'attache se situe juste à gauche puis, elle déverse ses eaux dans MAO rivière et finalement dans le fleuve Congo ; elle est moins longue. Tandis que celle de la Kalamu, son point focal se fixe juste à droite et déverse ses eaux directement dans le fleuve Congo. Elle est assez longue.

3.6 STATISTIQUES DE VISITEURS OU VOYAGISTES AU BAOBAB STANLEY [16].

Tableau 1. Année 2003

Nationalités	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Congolaise	41	24	43	48	61	47	68	112	78	48	61	44	675
Sud-africaine	2						4				1		7
Sénégalaise		6											6
Canadienne		3					1	3	2	2		1	12
Belge		3			7	1	5	2	1		1		20
Autrichienne			1										1
Japonaise			1										1
Américaine					1							1	2
Allemande						1	1						2
Anglaise						1		4			1		6
Néerlandaise						1					1		2
Française						1	4	4		1	1		11
Brésilienne							1						1
Hollandaise							2	1			1		4
Camerounaise								1					1
Suisse								1				3	4
Namibienne								2					2
Norvégienne								2					2
Suédoise									2		1		3
Zambienne										1			1
Irlandaise												1	1
Italienne												1	1
total	43	36	45	48	69	52	86	132	83	52	68	51	765

Ce tableau ne retrace que l'Agence a pu lister au total 765 touristes dont 675 nationaux et 90 expatriés. L'Agence avait revu sa manière de travailler, et celle-ci avait lancé une vaste campagne de publicité à travers les médias et d'autres moyens de communications afin d'atteindre un plus grand nombre de gens. C'est toujours le mois de vacances qui revient à la tête.

Tableau 2. Année 2004

Nationalités	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Congolaise	43	44	24	61	45	52	68	94	53	56	45	16	601
Italienne	2								1				3
Belge	4	2	4	1				1	5	2		3	22
Française	2	2	4					2		1			11
Indienne	1								3				4
Angolaise		1										1	2
Portugaise		1											1
Anglaise				1									1
Espagnole				3			1						4
Suisse				2									2
Allemande				2				1				1	4
Libanaise						1	1						2
Russe						1							1
Mauritanienne							1						1
Chinoise								1					1
Roumanie								2					2
Canadienne								4		1			5
Britannique									3	1			4
Hollandaise										1			1
Danoise											1		1
Total	52	50	32	70	45	54	71	105	65	62	46	21	673

Ce tableau illustre que l'Agence a pu répertorier 673 touristes dont 601 nationaux et 72 étrangers. Il est à noter que celle-ci a su maintenir la constance par rapport à l'année précédente, le mois d'août se confirme davantage.

Tableau 3. Année 2005

Nationalités	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Congolaise	80	31	34	56	57	53	60	71	59	71	34	45	651
Belge	4	1	3	4	1	1	1	4		3		2	24
Française	2								2	1	1		6
Italienne	2							2					4
Allemande	1							6				3	10
Suédoise	4												4
Hollandaise			1										1
Gabonaise					1								1
Tunisienne					2								2
Camerounaise					1								1
Canadienne					1								1
Total	93	32	38	60	63	54	61	83	61	75	35	50	705

L'Agence de l'ONT a du inventorier au total 705 touristes dont 651 nationaux et 54 expatriés. L'année 2005 semble être une année toute particulière du fait que les touristes se sont plus prononcés en janvier, et presque le même effectif s'est maintenu en août et en octobre. S'agissant des expatriés, les Belges prennent le dessus suivis des Allemands puis des Italiens et des Suédois.

Tableau 4. Année 2006

Nationalités	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Congolaise	41	66	71	56	62	22	144	69	49	43	30	25	678
Camerounaise		1											1
Malienne		2											2
Gabonaise									1				1
Kényane								1					1
Nigériane									1				1
Ivoirienne					1								1
Sud-africaine					1		1						2
Belge				2	1		7			1			11
Française	1		2	1			3			1			8
Allemande		3								1			4
Suisse					1								1
Britannique	1												1
Néerlandaise		2			3								5
Italienne				1							2		3
Portugaise			1										1
Espagnole				1									1
Irlandaise				1									1
Roumaine						1							1
Danoise		1											1
Norvégienne		1											1
Chinoise				1									1
Indienne				1									1
Brésilienne	1												1
Total	44	76	74	64	69	23	155	70	51	46	32	25	729

Ce tableau montre que l'Agence de l'ONT a listé au total 729 touristes dont 678 nationaux et 51 expatriés. A la lumière de ces chiffres, le mois de juillet prend la première place, ceci est justifié par le fait que c'est le début des grandes vacances surtout pour les écoliers et élèves. Tandis que du côté étrangers, ce sont les Belges qui ont manifestés un centre d'intérêt plus que les autres étrangers suivis des Français, des Néerlandais et des allemands.

4 CONCLUSION

La rivière Kalamu constitue l'épine dorsale de Boma. Car, elle est alimentée par plusieurs cours d'eau, de la source jusqu'à la colline dénommée Intu-à-pompi localisé dans le complexe savane communément appelée « mfinda ya Boma ». La rivière est située à 12 Km près par rapport au confluent (RVM/Boma). Il est à noter que sa longueur est, depuis le point de départ (Source) vers le point d'arrivée (Confluent) d'environ 60 Km. Au niveau de la ville, on s'aperçoit que sa profondeur varie entre 4 et 6 m à des endroits bien précis, puis une largeur moyenne autour de 36 m. Mais, à l'époque coloniale, elle était plus profonde que les chiffres précités.

Les réalités actuelles démontrent clairement que si l'on considère comme écosystème aquatique et/ou site touristique, celle-ci n'a jamais subi un quelconque entretien (dragage, curage, aménagement, etc.) depuis près de 54 ans, l'inexistence d'un vrai programme d'assainissement fait qu'il occasionne de plus en plus son eutrophisation alors que c'est un patrimoine touristique incontestable de par ses attraits et ses beaux méandres. En revanche, les statistiques montrent que toutes activités touristiques sont orientées vers le Baobab Stanley.

De ce qui précède, nous pouvons aujourd'hui certifier qu'il est un site touristique oublié parmi tant d'autres sites, ignoré parce qu'il est transformé à une poubelle à ciel ouvert, et donc, sa pollution signe de dégradation, et responsable de plusieurs dégâts tant matériels que perte en vies humaines. Par conséquent, le site de Baobab Stanley reste l'endroit le plus idéal pour le divertissement des touristes tant nationaux qu'expatriés.

REFERENCES

- [1] Google (2014). Boma, <http://www.congo-tourisme.org/visiter-la-rdc/bas-congo/boma/>, consulté le 12/10/2014
- [2] Coopération française (1988). Plan de développement Urbain de Boma, éd. Boma
- [3] Anonyme (2003). Rapport sur l'état de l'environnement Wallon, tableau de bord de l'environnement Wallon
- [4] JOHANN S. (1970). Code Pratique pour la protection des Routes contre les effets de l'Eau, Cours inédit, T.P & A.T/RDC, KIN
- [5] Coordination Urbaine de l'Environnement de Boma (2006). Ministère de l'environnement, Conservation de la nature, eaux et forêts, Rapports annuels de 1986-2006, Bas-Congo/RDC
- [6] Wanga BM, Musibono DE, Mpiana PT, Mafuana L, Kiza NJ et Diana (2014). Etat microbiologique des eaux de la Rivière Kalamu de Boma et son influence sur la santé de la population : Congo Sciences Volume 2/Numero1/March 2014/www.congosciences.org
- [7] Google (2014). Maps: cartes et images de la RDCongo
- [8] Wikipédia (2013). Classification de Köppen, [http://fr.wikipedia.org/wiki/ Classification_de_K%C3%B6ppen](http://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_de_K%C3%B6ppen) , consulté le 28/12/2013
- [9] Mairie de Boma (1997). Rapport annuel, ministère de l'intérieur et des affaires coutumières, Boma, RDC, inédit
- [10] POCHET B. (2005). Méthodologie documentaire : recherche, consulter, rédiger à l'heure d'Internet, 2^e éditions De Boeck Université, Belgique
- [11] POCHET B. (2009). La rédaction d'un article scientifique : petit guide pratique adapté aux sciences appliquées et sciences de la vie à l'heure du libre accès, édition Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique
- [12] MAMBAMBU A. (2001). La gestion des Ordures dans la vallée de la rivière Kalamu, ISP-Boma ; 2000-2001, inédit
- [13] MASAMPU N. et NZITA N. (1998). Détermination de quelques Paramètres Physico-Chimiques de l'eau de la rivière Kalamu, depuis le pont Rail au Km4 jusqu'au confluent du fleuve Congo, ISP/Boma, inédit,
- [14] NKANGU N. et MBUTA P. (2002). L'insuffisance des installations Hygiéniques : Un problème de santé communautaire à Boma, ISP-Boma, inédit
- [15] JOHANN S. (1970). Code Pratique pour la protection des Routes contre les effets de l'Eau, Cours inédit, T.P & A.T/RDC, KIN
- [16] RAPPORTS ANNUELS/AONT(2012). Rapports des activités annuelles, 1997à 2012, inédit

Susceptibilité aux glissements de terrain: cas de la Commune d'Ibanda / Bukavu / République Démocratique du Congo

[Sensitiveness to landslides: case of the Ibanda Urban district / Bukavu / DRC]

S. Butara¹, S. Fiama², B. Espoir Mugisho³, and A. Mongane³

¹Géologie environnementale, Centre de Recherches Géologiques et Minières, Bukavu, RD Congo

²Géophysique, Centre de Recherche en Sciences Naturels, Bukavu, RD Congo

³Géologie, Université Officielle de Bukavu Bukavu, RD Congo

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

ABSTRACT: Bukavu has always been subject to natural processes of erosion, transport of large masses of materials and deposit-sedimentation. The natural causes of these phenomena are the important relief and tropical rains, the weathering of rocks related to the tropical climate and the presence of active faults and earthquakes connected to the rift activity. The present work focuses on the landslides of Ibanda, in Bukavu town. An inventory of 14 landslides has been completed. A statistical analysis of various parameters (slope, slope orientation, distance to drainage and distance to slope) was made using GIS (Geographic Information System) to describe their influence in triggering landslides. We found that all these parameters do not have more influence on landslides activation, people are playing a big role on activation by looking for ground to build house. The weighting of these parameters allowed us to map the landslide hazard.

KEYWORDS: Landslide risk, susceptibility, vulnerability, GIS, Uvira and its southern part, Tanganyika, East Rift African.

RÉSUMÉ: Depuis toujours la ville de Bukavu en général et plus particulièrement la commune d'Ibanda a été l'objet de phénomènes naturels (érosion, éboulement, glissement de terrain, ...). Ces phénomènes sont liés à des causes naturelles telles que les reliefs importants, les pluies tropicales avec l'altération des roches en climat tropical et la présence de failles actives et de séismes liés au rift.

Le présent travail se focalise sur les glissements de terrain de la commune d'Ibanda dans la ville de Bukavu. Un inventaire de 14 glissements a pu être réalisé lors de différentes descentes sur terrain.

Grâce à l'outil SIG (Système d'Informations Géographiques), une étude statistique des différents paramètres (pentes, orientation des pentes, la distance aux réseaux de drainage et drainage aux réseaux des failles) a été faite afin de qualifier leur influence dans le déclenchement des glissements. Nous avons trouvé que tous ces paramètres n'ont pas assez d'influence sur le déclenchement des glissements de terrain, plutôt l'action anthropique qui joue un grand rôle sur le déclenchement. La pondération de ces paramètres nous a permis d'établir une carte de l'aléa par rapport aux glissements de terrain.

MOTS-CLEFS: Risque de glissement de terrain, susceptibilité, vulnérabilité, SIG, Ibanda, Lac Kivu, Rift Est Africain.

1 INTRODUCTION GÉNÉRALE

Suite à l'occupation du sol sans tenir compte des normes urbanistiques, les aléas naturels tels que les glissements de terre accentués par les facteurs naturels comme la géologie (lithologie) et la topographie, le séisme lié au rift et le climat, contribuent à la recrudescence de la vulnérabilité des populations et de leurs biens par le déclenchement et l'amplification des dégâts.

Les glissements de terrain sont des processus géologiques et géomorphologiques naturels qui contribuent de manière significative à façonner les paysages de la Terre (Keefer, 1994; Hovius *et al.* 1997; 2000; Dadson *et al.*, 2003; 2004; Malamud *et al.*, 2004b). Ils deviennent des processus dangereux à partir du moment où ils interfèrent avec les activités humaines (Alexander, 1995), lesquelles parfois, comme, par exemple, la déforestation et l'expansion urbaine, peuvent accélérer ces processus de versant. A l'échelle globale, on pourrait penser en voyant les statistiques avancées par Gares *et al.* (1994) et Alcántara-Ayala (2002) que les glissements de terrain ne sont responsables que d'un pourcentage très faible des victimes et des dégâts causés par les catastrophes naturelles. Cependant, comme le souligne Schuster (1996), les glissements de terrain sont responsables de pertes socioéconomiques beaucoup plus importantes que celles qui leur sont communément imputées.

Il est désigné comme un mouvement lent ou rapide des matériaux de l'écorce terrestre, vers le bas de la pente, dû à une augmentation de poids, perte de consistance des matériaux ou autres facteurs qui génèrent un déséquilibre dans le versant. (CNE : Commission Nacional de Emergencias, 2003). Ce mouvement résulte le plus souvent d'une rupture par cisaillement à la limite inférieure de la masse en mouvement (Rapport du Département de l'Environnement au Maroc, 2003

La Commune d'Ibanga faisant partie des trois entités urbaines de la ville de Bukavu est touchée par les glissements de terrain et ces glissements affectent les talus et versants naturels provoquant ainsi des dommages très importants aux constructions, aux ouvrages et causent parfois des victimes. Ces glissements surviennent suite aux événements naturels comme de fortes pluies, des érosions, séisme ou les conséquences directes de l'activité de l'homme tel que les travaux de terrassements des chantiers de construction, déboisement intempestif. A part ces facteurs externes de déclenchement, les glissements de terrain se produisent sur la plupart des pentes dont la susceptibilité est inhérente aux propriétés mécaniques des sols. Ces glissements sont facilités par les conditions géologiques et topographiques du site.

Cette étude se base sur la géologie, la géomorphologie et la tectonique de la zone cible. L'idée qui sous-tend cette démarche vise à déterminer les zones exposées aux risques de glissements.

Suite à cette situation préoccupante, l'identification des risques potentiels passant par la production d'une cartographie de l'aléa « glissement de terrain » de la commune d'Ibanga est très importante. Ces risques potentiels à identifier sont liés aux infrastructures. Cette cartographie devrait constituer un élément clé pour l'urbanisme et pour la réduction considérable du danger pour la population.

2 OBJECTIFS DU TRAVAIL

L'objectif global de cette étude est de parvenir à démontrer les processus tant naturels (tectonique, morphologie, géologie, climatique, ...) qu'anthropiques du déclenchement des glissements de terrains tout en mettant en place une carte d'aléa glissement de terrain de la commune d'Ibanga.

En ce qui concerne les objectifs spécifiques, ce travail va permettre de:

- Identifier, localiser et délimiter les différents glissements de terrains dans notre secteur d'étude ;
- Repérer les zones susceptibles de subir des glissements de terrains afin de proposer un moyen de traitement ;
- Contribuer à l'amélioration de la compréhension du binôme imbriqué «Urbanisation-risques naturels » dans la gestion de la cité ;
- Mettre à la disposition du monde scientifique et des autorités des données de base sur une bonne gestion des sols.

3 CLIMAT, VEGETATION, HYDROGRAPHIE, GEOMORPHOLOGIE, GEOLOGIE ET TECTONIQUE

Chef-lieu de la province du Sud-Kivu, la ville de BUKAVU est localisée entre 2° 33.1' et 2°28.3' de latitude sud et à 28°48.4' et 28°53.6' de longitude. Elle est parmi les villes les plus élevées de la République Démocratique du Congo du point de vue altitude (1614m).

Elle est limitée :

- Au nord par le lac Kivu ;
- Au Sud et Ouest par le territoire de Kabare ;
- A l'Est par la rivière Ruzizi qui la sépare de la République Rwandaise.

Le secteur dans lequel nous avons effectué notre étude est limité:

- Au nord par le lac Kivu ;
- Au sud par le territoire de Kabare ;
- A l'est par la rivière Ruzizi ;
- A l'ouest par la commune de Kadutu.

CLIMAT ET VÉGÉTATION DU TERRITOIRE D'UVIRA

La ville de Bukavu est dotée, de par son altitude variant entre 1500 et 2000m, d'un climat tropical humide avec une alternance des saisons, la saison sèche et la saison de pluies. La saison sèche ne dure que trois mois, soit de juin à août alors que la saison des pluies dure 9 mois, soit de septembre à mai.

Le climat est considéré comme un facteur déclencheur de l'instabilité, car l'alternance de ces saisons n'est pas sans conséquences géomorphologiques sur la ville. En effet, l'alternance saisonnière du climat en une saison humide et une saison sèche associée à une diminution de couverture végétale favorise grandement l'érosion et les mouvements de terrain. Pendant la saison sèche, le sol se dessèche et se crevasse ; ce qui facilite la tâche des eaux de ruissellement pendant la saison humide (Tréfois et al. In SADIKI 2009).

La végétation de la ville de Bukavu serait du type forestier, même si elle a disparu à la suite de l'action humaine. Pour preuve, certains vestiges de ces forêts se rencontrent par-ci par-là présentant une tropophilie marquée (ILUNGA, 1991).

HYDROGRAPHIE

D'orientation générale NE-SW, presque la totalité des cours d'eau drainant la ville de Bukavu se concentrent dans la partie Ouest et sont la plupart des affluents du lac Kivu (Kawa, Bwindi, Nyamuhinga, Tchuma, Weshu,...) ; d'autres se jettent dans la rivière Ruzizi (Kamagema, Luganda, Mukukwe, ...) (ILUNGA, 1991). Les rivières qui se jettent dans le lac Kivu connaissent des débits forts variables qui charrient d'importantes masses de terre provenant de l'érosion et des immondices. La rivière Kawa traverse la ville dans toute sa longueur avec un débit d'étiage de 1 à 2.2m³/s tandis qu'elle atteint 14m³/s en cas de crue (Tondeur, in SADIKI 2009).

Quatre cours d'eau sont présents dans notre secteur d'étude à savoir: la rivière kawa, la rivière Mukukwe, la rivière Kamagema et la rivière Luganda. La rivière Kahwa apporte de grandes quantités d'eau qui cause des inondations dans la partie située au niveau de SNCC. Aussi appert-il de noter que c'est dans cette même partie où l'on trouve son exutoire. Cette rivière se trouve à la limite entre la commune d'Ibanda et la commune de Kadutu. Les trois autres rivières (Mukukwe, Luganda, Kamagema) se jettent dans la rivière Ruzizi reliant le lac Kivu au lac Tanganyika.

MORPHOLOGIE

La ville de Bukavu présente un site montagneux dont la mise en place a été dicté par des phases tectoniques et volcaniques qui lui ont conféré une configuration en paliers dissymétriques. Ces derniers ont été érigés au Tertiaire, à la suite des mouvements tectoniques ayant donné lieu aux horsts et grabens du rift occidental Africain sur lequel est érigée la ville de Bukavu (ILUNGA, 1987).

Les collines, les plateaux et des pentes escarpées dominent le relief de la ville de Bukavu et ce dernier est géomorphologiquement partagée en 4 régions de superficies inégales notamment (MIRINDI, 1988) :

- Les hauts plateaux du Mont Bangwe (2154m) descendant vers l'Est et vers le Nord par plusieurs replats.
- Les bas plateaux de Bagira et d'Ibanda s'élevant à des niveaux variés dont celui de Bagira est de 1630m, de 1570-1560m entre l'ISP et la cathédrale notre Dame de la Paix.
- Le littoral du Lac Kivu qui est confiné à une bande étroite du terrain logeant la rive et le niveau d'eau moyen se situe à 1460m.

- La vallée de la Ruzizi : à Bukavu, elle présente une gorge profonde de 100m environ. Plus loin vers l'aval, la profondeur de cette gorge est encore plus grande. Les versants raides y sont marqués par des formes fraîches du mouvement de masse (ALIMASI M. et TSHUMA I. 2002).

Du point de vue géomorphologique, quatre escarpements sont nettement visibles et dominants à l'échelle de la ville, à savoir :

- Le versant droit de la Ruzizi ;
- La colline de Karhale ;
- Le palier de Funu ;
- Le palier de Cimpunda ; mais aussi deux dépressions, le quartier industriel et la vallée sèche de Mukukwe.

4 GÉOLOGIQUE ET TECTONIQUE

4.1 CADRE GÉOLOGIQUE

Du point de vue géologique, on distingue trois ensembles structuraux dans la région du lac Kivu : un socle précambrien, une couverture volcanique au sud et au nord du lac Kivu et enfin des dépôts lacustres qui tapissent le fond des vallées principales (Villeneuve, 1980).

LE SOCLE PRÉCAMBRIEN

Trois groupes précambriens séparés par des discordances majeures sont définis au sud de Bukavu (Villeneuve, 1977). Du plus récent au plus ancien on distingue :

- Le groupe de l'Itombwe : les roches de ce groupe ont été plissées suivant des axes N-S et constituent le synclinal d'Itombwe s'étendant sur tout le bord occidental du lac Kivu. Il est attribué au Précambrien Supérieur.
- Le groupe de Nyangezi : son matériel a été plissé lors de deux phases tectoniques, la première donnant des plis de direction SE-NW et la seconde correspondant à la phase tectonique qui a déformé en même temps les roches du groupe de l'Itombwe selon des plis de direction N-S. Ce groupe a été attribué au Précambrien Moyen.
- Le groupe de Bugarama : ses roches ont été aussi plissées par les deux phases qui ont affecté le groupe précédent. Il a été attribué au Précambrien Moyen ou Inférieur.

LA COUVERTURE VOLCANIQUE

Trois zones volcaniques sont différenciées :

- La zone de Virunga au nord du lac Kivu : volcanisme basique ayant probablement débuté au Pléistocène.
- La zone de Bukavu au sud du lac Kivu : volcanisme trachytique et basaltique d'âge pliocène à actuel.
- La zone de Mwenga : volcanisme essentiellement basaltique d'âge supposé Pléistocène.

LES ALLUVIONS

Le fossé du lac Kivu est comblé par des alluvions d'âge pléistocène à holocène 5

4.2 CONTEXTE TECTONIQUE

Repérables par des méthodes de photogéologie ou de télédétection, la plupart des failles de la région du lac Kivu ont été mises en évidence sur le terrain grâce à leurs rejets verticaux souvent importants ou grâce à leur fossilisation par des coulées de laves « jeunes » (Villeneuve, 1980). En effet, la majorité de ces failles sont postérieures aux formations précambriennes et antérieures aux formations volcaniques où des faibles rejets sont observés. Certaines d'entre elles (surtout celles du réseau N-S) ont joué postérieurement à la mise en place des produits volcaniques (volcanisme fissurale). Dans le champ volcanique sud, les centres d'émission connus sont alignés le long des failles N-S, tandis que dans le champ de Virunga (Figure 1.3), les édifices volcaniques sont alignés selon des directions variées (Poulet, 1977).

Les failles du Rift ont donc, dans la région du lac Kivu trois directions principales : SW-NE, N-S, SE-NW. Ces failles généralement normales et subverticales, s'interceptent en délimitant des blocs polygonaux décalés verticalement les uns par rapport aux autres. Les structures qui en résultent sont de type « horst et graben » généralement dissymétriques « touches

de piano » ou « marches d'escalier » (Villeneuve, 1980). La zone de fossés tectoniques (de direction N-S pour la plupart de fois), large de 100 à 200 Km, s'étend du lac Tanganyika au sud jusqu'au lac Edouard au nord. Formées entre la fin du Précambrien et le début du Cénozoïque, ces failles sont actives jusqu'à nos jours comme en témoignent leurs rejets successifs observés dans les laves épanchées au cours du Tertiaire et du Quaternaire et à travers les données sismologiques enregistrées actuellement.

La sismicité de la région découle de la tectonique qui est responsable du rifting dont la distension des compartiments s'accompagne d'une libération d'énergie. La figure 1.4 montre la distribution de la sismicité dans la Branche Ouest (branche la plus active du Rift Est Africain) ainsi que dans la région du lac Kivu. Elle affecte tous les complexes géologiques au tour de ce lac et est ainsi à l'origine des mouvements gravitaires (tassements et glissements de sol) observés dans la région.

Cette sismicité est principalement confinée sur une zone à faible profondeur. Le nombre de séismes augmente avec la profondeur allant de 10 à 15 km au maximum puis décroît jusqu'à une profondeur maximale de 32,2 km (Albaric, 2009). Le mécanisme au foyer des séismes indique une prédominance de failles normales dans la branche Ouest avec des axes de tension approximativement perpendiculaires (d'orientation NNW-SSE) à la direction du Rift ou aux failles locales (Zana et al, 1981). Ceci est illustré sur la figure 1 montrant les mouvements des plaques.

L'extension du Rift se traduit par le volcanisme. Dans la branche Ouest, on retrouve au nord du lac Kivu, la région volcanique de Virunga caractérisée par une très faible sismicité tectonique ($M \leq 4$) (Figure 1.4 B). Ce complexe volcanique est le plus important des complexes volcaniques Cénozoïques dans la région et le seul actuellement actif. Il est subdivisé en 3 groupes de 8 volcans : le groupe oriental (Mahavura, Gahinga et Sabinyo), le groupe central (Visoke, Karisimbi et Mikeno) et le groupe de l'ouest (Nyiragongo et Nyamulagira). La sismicité liée au volcanisme dans la région, principalement à celui du groupe ouest est faible. Toutefois, lors de l'éruption de janvier 2002, on a enregistré des tremblements de terre de magnitude 3,5 ou plus (French-British Scientific Team, 2002). Cette remontée du magma s'accompagne d'une déstabilisation du sol conduisant à des mouvements de terrain. Cette zone d'étude représente le prolongement méridional de la plaine de la Ruzizi. Cette dernière appartient structuralement au système des rifts africains, plus précisément au Western Rift dont la formation aurait débuté à l'Eocène (H. BELLON et A. POUCKET, 1980).

5 MÉTHODES, TECHNIQUES D'APPROCHE ET OUTILS

Ce sont des techniques d'analyse spatiale par Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui sont de plus en plus utilisées afin d'évaluer la susceptibilité aux glissements de terrain qui sont accompagnés.

Pour arriver à réaliser l'objectif assigné, nous avons orienté cette étude en deux étapes afin d'analyser :

- Identification et observation directe sur terrain des tous les glissements de terrain de la commune d'Ibanda ;
- Etudes des facteurs de déclenchement des glissements à l'aide des données satellitaires (Modèle Numérique de terrain) ;
- Cartographie de la susceptibilité (l'aléa) : à partir des données numériques, la caractérisation de l'aléa est définie par la combinaison des paramètres de cause, à savoir la géologie, la morpho-tectonique, la topographie et les facteurs hydrologiques ;

La réalisation de la cartographie a été facilitée par l'observation directe des glissements sur terrain. L'analyse de ces glissements observés a été réalisée avec le logiciel Arc-GIS et Quantum Gis. Une étude statistique des glissements de terrain a été faite en utilisant le modèle numérique d'élévation « Digital Elevation Model » (DEM) à partir des données de SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), représentant l'ensemble de la région.

L'outil SIG nous a permis de mettre en évidence les terrains susceptibles au glissement, c'est-à-dire la possibilité qu'un glissement se produise dans une zone particulière sur base des conditions environnementales locales. Les facteurs de prédisposition ont été donc combinés à un inventaire de glissements de la zone d'étude. Pour avoir une carte de l'aléa, nous avons pondéré et puis superposer les cartes factorielles produites.

6 ETUDE DES GLISSEMENTS DE TERRAIN

6.1 INTRODUCTION

Il est question d'identifier l'aléa lié aux glissements de terrain en se basant sur l'observation directe des glissements. Cette identification sera suivie de la cartographie de ces glissements en évaluant le niveau de l'aléa.

Un aléa est défini par une *intensité* (comment et combien?), une *probabilité d'occurrence spatiale* (où ?) et *temporelle* (quand ?, durée ?) qui dépendent de *facteurs de prédisposition* et de *facteurs déclenchant* (CRUDEN et VARNES, 1996 in MIGOMBANO, 2011).

Les régions montagneuses sont favorables au développement des glissements de terrain et aux phénomènes connexes avec différents types. Les facteurs tels que l'environnement physique, le comportement de l'eau, la taille et la lithologie sont à la base de ces phénomènes complexes. Selon VARNES (1984), les glissements de terrain représentent tous les types de mouvement de masse sur les pentes comme les chutes, les flux, les dispositifs renversés (y compris les mouvements de rotation et de translation) et les écarts, avec une large gamme de vitesse. Les glissements de terrain peuvent être liés soit aux roches soit au sol.

Il y a un cas de glissement spécifique lié à l'écart latéral du terrain qui peut survenir pendant un tremblement de terre en association avec le phénomène de liquéfaction.

6.2 INVENTAIRE DES GLISSEMENTS

Après une descente sur terrain 14 glissements ont été inventoriés dont la plupart sont concentrés vers la partie NE et SE du secteur d'étude. Cet inventaire pourra compléter d'autres déjà réalisés, entre autres par SADIKI, ILLUNGA, TREFOIS et MIGOMBANO.

Deux grandes zones de glissement avec plusieurs petites réactivations sont inventoriées dans la partie N-E de la commune d'Ibanda dont le glissement retrouvé sur l'Avenue Milima et celui retrouvé au collège Alfadjiri (bassin du collège) à Nguba.

Dans la partie Est et Sud-Est de notre secteur d'étude, nous avons répertorié 12 glissements dont le glissement du Quartier LATIN, BOURGUIGNON, la SAPINIERE, GIAMBA I (Manga), GIAMBA II, BIZIMANA I, BIZIMANA II, rivière RUGANDA, KAZARAH I (rivière DUBWI), et rivière KASHINGO, MUSHUNUNU et enfin au Sud-ouest, le glissement MULENGEZA.

6.2.1 AV. MILIMA (QUARTIER NYALUKEMBA)

Ce glissement, encore actif, se produit sur le versant droit surplombant la rivière Ruzizi avec une pente de 32°. Il est localisé à 07010106 de longitude Est, 9723954 de latitude Sud et à une altitude de 1526m. C'est un glissement d'origine anthropique en rapport avec des terrassements pour des constructions.

Le terrassement fait à la base de ce glissement suite à la recherche des parcelles a déstabilisé le talus et a créé ainsi des fissures au sommet ayant permis l'infiltration des eaux de pluie qui s'est abattue depuis le mois de Mars 2014 qui a favorisé le déclenchement du glissement de terrain à cet endroit. Ces eaux en s'infiltrant vont diminuer la cohésion entre les grains du sol et entraînent ainsi le glissement.

C'est un glissement qui s'est produit au mois de Février 2014. Aussi, la pente étant élevée s'ajoute aux facteurs précédents. En dessous des escarpements principaux, il y a des petites réactivations des glissements avec des rejets centimétriques qui se collent progressivement. Les effets de ce glissement se remarquent aussi sur la maison en amont avec des fissures sur le mur et les escaliers.

6.2.2 BASSIN DU COLLÈGE ALFAJIRI

Ce glissement est localisé à 0708296 de longitude Est et à 9723703 de latitude sud à une altitude de 1469m. Ce glissement se trouve à plus ou moins 50m de la place MULAMBA à l'Est de Nyamoma tout près du camp des profs du collège ALFAJIRI dans le quartier Nyalukemba. C'est une zone instable sur une étendue non négligeable constituée de deux sites dont Bassin du collège 1 (glissement très profond qui a affecté un sol argileux avec un rejet de plus ou moins 20m et Bassin du collège 2 (C'est un glissement superficiel car l'arrachement des matériaux a affecté seulement le sol superficiel).

La cause principale de ces glissements est anthropique, ils sont déclenchés suite à une déstabilisation du talus à la recherche des parcelles. Cette déstabilisation provoque des fissures par où les eaux de pluie s'infiltrent et rompt la cohésion interne des grains de sol. Cette situation a été observée au mois de septembre 2013 lors d'une forte pluie qui a été enregistrée dans la ville de Bukavu.

Le glissement a arraché le mur de soutènement qui n'était pas érigé sur la roche mère et ce mur a glissé avec tous les matériaux qui se trouvaient à sa base. Il y a des fissures sur des maisons en amont du qui sont des signes d'instabilité dus au

glissement. Tous les matériaux arrachés ont couvert des maisons à la base du glissement et causant ainsi la mort de 6 personnes. Le matériau affecté est une argile de couleur grisâtre et rougeâtre. Le sens du glissement est Est-Ouest.

6.2.3 QUARTIER LATIN

Le glissement est localisé à 0707348 de longitude Est et à 9722010 de latitude Sud. Il se trouve à 1545m d'altitude à l'Ouest de la RUZIZI II. C'est un glissement qui s'est produit en février 2014 et dont la cause principale de celui-ci serait la charge des bâtiments et couvertures végétales qui ont créé des fissures dans l'argile. De ce fait, les eaux de précipitations et celles des usages ménagers s'y sont infiltrées créant l'humidité du sol.

L'écoulement de l'eau a suivi sur toute la trajectoire de la zone de faiblesse. Ici, la pression de l'eau s'ajoute au couple moteur l'opposant au couple résistant et étant élevée, elle déclenche le glissement faisant en sorte que le couple moteur se comporte comme une couche savon. A ce facteur on ajoute aussi la pente du versant qui est élevée. Le sens de glissement est vers Est. Le matériau, c'est un sol argileux avec trois horizons visibles.

6.2.4 BOURGIGNON I

C'est une grande zone instable avec plusieurs réactivations des glissements dont certains ont causé des dégâts tant matériels qu'humains lors de leur déclenchement en Février 2014 ; plusieurs maisons ont été emportées et il y a eu la mort d'un homme.

En général, ces mouvements sont d'origine anthropique donc le terrassement a déstabilisé le versant et la mise en place des fissures qui lors de pluie ont favorisé l'infiltration des eaux. L'eau de pluie qui s'infiltrer circule dans le sol provoque la diminution de cohésion des grains de ce sol favorisant ainsi le glissement. A ces facteurs s'ajoute la grande pente du versant.

6.2.5 BOURGIGNON II

Ce glissement est localisé à 0707115 de longitude Est et à 9721760 de latitude Sud et à une altitude de 1550. La grande partie de matériaux arrachés lors du glissement a été emportés ; très peu est resté en place. La continuité des eaux de pluies et ménagères ont créé après le glissement de petits canaux au niveau d'escarpement. Le rejet principal est de 3,8m.

Signalons que vers le Sud du glissement, nous avons trouvé un petit cours d'eau qui coule vers l'Est qui, n'étant pas canalisé, s'infiltrer dans des murs des maisons en aval (fondation) causant ainsi un risque de glissement prochain vu la surcharge de ces maisons.

Au niveau de toute la surface des glissements comme l'illustre la photo, il y avait des maisons qui ont été emportées causant la mort de deux personnes. La cause principale du glissement est la surcharge des bâtiments créant des fissures, l'infiltration des eaux de pluies et ménagères, l'écoulement hypodermique et le degré de la pente de versant qui s'ajoutent aux facteurs précédents dans le déclenchement dudit glissement.

6.2.6 LA SAPINIÈRE

Il est localisé à 0706960 de longitude Est et à 9721514 de latitude Sud et se situe à 1536m d'altitude. Ce phénomène se produit juste au versant surplombant la route Essence-petite barrière non loin de l'abattoir, derrière le complexe scolaire la SAPINIÈRE. Les matériaux qui ont glissé ont emporté dans leur trajectoire une maison. Le rejet est de plus ou moins 8m, et le sens du glissement est Nord-est.

6.2.7 GIAMBA (MANGA)

Localisé à 0706770 de longitude Est et à 9721301 de latitude Sud, il se trouve à 1604 d'altitude ; ce glissement se trouve au sud de celui de LASSAPINIÈRE à plus ou moins 50m de celui-ci et surplombe la route Ruzizi II - Essence en diagonale de l'abattoir de l'ELACATE. Il se produit sur une vaste étendue et une hauteur importante où des maisons érigées ont finalement été emportées par le glissement. Sur place, on peut remarquer que l'eau d'écoulement venant du sommet à grande hauteur continue à emporter dans son parcours les matériaux arrachés. Ces matériaux qui restent sur place forment des stocks en forme d'escaliers qui glissent progressivement à cause de la pression de l'eau.

L'escarpement laisse voir des blocs de basalte déjà altérés de couleur grise de l'ordre décimétrique et centimétrique. C'est un glissement actif, dont le terrassement de parcelles de construction mais aussi l'effet de la pente très élevée du

versant à cet endroit, seraient à la base du déclenchement de ce phénomène qui a pu emporter plus d'une quinzaine de maisons.

6.2.8 BIZIMANA

Le présent glissement est délocalisé à 0706652 de longitude Est, à 9720594 de latitude sud, et à 1601m de l'altitude. C'est un versant qui se trouve au Sud de Muhungu La Voix sur le flanc droit surplombant la RUZIZI dans son écoulement vers le Sud. Ce flanc connaît des arrachements des matériaux par endroit, partout où il y a eu exécution de construction.

C'est un versant accidenté où des maisons qui semblent se tenir en forme connaissent déjà des fissures. Les murs de fondation sont érigés sur l'argile, la roche-mère ne pourra être atteint en grande profondeur. Malgré les tentatives de soutènements en bois établis, les maisons ont été emportées par ce mouvement causant aussi la mort d'homme. Les eaux des précipitations et ménagères s'écoulant et trouvent des zones de faiblesse (fissures) créées par l'homme lors de terrassement et l'angle de pente qui est plus élevé seraient les paramètres déclencheurs ce glissement.

6.2.9 RUGAMBA

C'est un glissement qui est localisé à 0706737 de longitude Est, à 9720066 de latitude sud et à 1511m de l'altitude, il est localisé à une cinquantaine de mètres de la paroisse de CAHI et au Nord-est de celle-ci tout au long de la rivière RUGANDA limitant le quartier BIZIMANA et KAZAROH. Les matériaux qui ont glissé ont été tous emportés par la rivière. Le glissement se produit juste en bordure de certaines maisons à plus ou moins 1m. Le sol est fait à majorité de gros grains favorisant la grande perméabilité. Les différentes constructions en place sont érigées sur un sol perméable.

L'exploitation (extraction) des matériaux de construction (roches) le long de la rivière entraîne une instabilité régulière du site causant en plus la chute d'autres blocs. L'écoulement des eaux de pluies et celle d'usage ménager provenant de la colline sur plombant ce site à leur passage érodent les rives du ravin et arrachent les matériaux créant un déséquilibre dans le versant. Les talus montrent le profil avec sol fait d'argile parsemée des blocs de haut en bas et vers l'aval du ravin le sol couleur grisâtre témoignant l'altération de basaltes et se prolonge jusque dans la rivière Ruzizi. A ces facteurs s'ajoute le degré de la pente qui est élevé.

6.2.10 KAZAROH 2 (RIVIÈRE DUBWI)

Le glissement de la rivière DUBWI est situé à une altitude de 1457m à 0707181 de longitude Est, 9719669 de latitude Sud. C'est un glissement qui se produit aux deux rives de la rivière DUBWI, séparant KAZAROH 1 et KAZAROH 2.

Selon la population environnante, tout a commencé par un petit ravin qui avec le temps s'est développé jusqu'à avoir des glissements le long de la rivière. Les matériaux affecté c'est de l'argile de couleur sombre, rouge puis grise. Des eaux de pluie, d'érosion des collines, d'usage ménagers sont orientées dans la rivière. Signalons ensuite que cet endroit est fait des argiles qui présentent souvent des fentes de retrait lorsqu'elles sont sèches ; pendant la saison pluvieuse, l'eau s'infiltre et s'écoule en profondeur suivant la domination du gradient hydrostatique (dépendamment de la pente). Les écoulements souterrains contribuent au déclenchement de ce glissement.

Le glissement est de deux sens suivant les deux rives de la rivière NW et SE.

6.2.11 KASHINGO

Ce glissement, développé le long de la rivière Kashingo, situé à une altitude de 1454m et localisé à 0707346 de longitude Est et à 9719424 de latitude Sud. Il se trouve à l'ouest de la rivière RUZIZI dans laquelle se jettent les eaux collectionnées dans cette petite rivière. Il résulte de l'action des eaux de précipitations qui viennent de la colline depuis l'Université Evangélique en Afrique et qui entraînent dans leur parcours des matériaux. C'est une zone de glissement qui a commencé par un petit ravin qui s'est élargi petit à petit surtout lors des crues.

Ce glissement en forme d'une bouteille (bottleneck), est encore actif et a un caractère régressif (évolue en reculant). Cette rivière est alimentée non seulement par les eaux de précipitation mais aussi par une source d'eau souterraine ce qui expliquerait la relation entre le glissement et l'aquifère en place. C'est un glissement très profond ; la roche mère se fait voir déjà. En amont du glissement il y a des débris rocheux des couleurs grisâtre et jaunâtre, en aval tout au long des rives du ravin ce sont des sols argileux de couleur brunâtre. Tout au long du ravin il y avait des maisons qui ont été emportées par le glissement d'après les déclarations des habitants, il y a eu un petit terrain de foot des enfants du quartier a été emporté. Les

eaux mal canalisée, pendant des crues, se créent des passages érodant petit à petit les rives. Le site étant fait des argiles, la construction des maisons qui y est établie crée aussi des fissurations recueillant des eaux s'infiltrant et entraînant les écoulements souterrains facilitant les matériaux en aval à glisser.

6.2.12 MULENGEZA I

C'est un glissement qui est situé à une altitude de 1603m et localisé à 0706661 de longitude Est et à 9719322 de latitude Sud.

Il se trouve au-dessus de la route ESSENCE-Hôpital Général de Panzi au nord de l'UEA, proche de l'Institut IMANI PANZI. Il est localisé entre des maisons. Le glissement présente un rejet de plus de ou moins 8m. Le constat fait à la crête du glissement montre la présence des fissures en bordures des maisons à cet endroit. Ce mouvement s'est déclenché au mois de février 2014 suite au terrassement effectué à la base de ce glissement ayant créé des fissures à son sommet et l'infiltration des eaux des pluies a diminué la cohésion du sol. La surface d'arrachement était couverte par des gros troncs d'arbres en place qui aussi exerçaient une pression sur le site à laquelle s'est ajoutée celle produite par les eaux d'infiltration. Ce glissement de sens vers l'Est, a conduit à la destruction d'une maison.

6.2.13 MUSHUNUNU

C'est un glissement qui s'est produit sur un versant surplombant la rivière Ruzizi et au sud de Kashingo juste à la limite de Kazaroho et Mushununu. Il est d'origine naturel car d'après les déclarations des autochtones habitant le quartier surface d'arrachement a été affecté par les d'écoulement des eaux d'érosion lors des crues qui ont débordé pendant une grande pluie après que les débris amenés par ces eaux aient bouché leur chemin (canal).

6.2.14 MULENGEZA 2/CARRIÈRE

Ce glissement se localise au Sud-Ouest de la paroisse de CAHI à plus ou moins 150m de la route Essence-UEA juste à la limite de la Commune d'Ibanda et celle de Bagira.

Il s'agit d'un Glissement de l'exploitation des matériaux de construction. La masse exploitée est une masse rocheuse constituée par des basaltes en altération intense. Le glissement dans cette carrière serait provoqué par l'arrachement des matériaux créant ainsi des vides au niveau de talus. On remarque que la couche la plus superficielle est constituée par des matériaux hétérogènes. L'altération de ces basaltes conduit à la formation d'une argile blanchâtre d'une part et violâtre d'autre part. Les matériaux violets sont encore plus durs que les matériaux blanchâtres. Cette exploitation provoque au niveau des roches des cassures par lesquelles l'eau de précipitation s'infiltré et provoque l'éboulement intense avec le temps. Ce glissement est d'origine anthropique.

7 ANALYSE SPATIALE DES FACTEURS DE LA SUSCEPTIBILITÉ

7.1 INTRODUCTION

Plusieurs facteurs (au moins 20) causant le glissement peuvent être utilisés dans l'estimation de la susceptibilité au glissement (SCHUSTER, 1996 *in* MIGOMBANO, 2011). Selon MIGOMBANO (2011), la précision de celle-ci augmente avec le nombre de paramètres disponibles (ainsi qu'avec la résolution de la carte de distribution des valeurs des paramètres).

Dans la présente étude, nous n'avons utilisé uniquement 5 facteurs dont : la proximité aux failles, la pente, l'orientation de la pente, la distance au réseau des drainages. Ces paramètres peuvent être classées en 3 principaux groupes dont :

- Géologie : la proximité aux failles
- Topographie : pente et orientation de la pente
- Hydrologie : distance au réseau des drainages

Pour tous ces paramètres, il y a toujours des classes définies, et les valeurs de ces différentes classes sont choisies par nous-même. Ensuite, elles sont croisées avec la couche des glissements pour reconnaître la répartition de nos glissements suivant les classes choisies.

7.2 GÉOLOGIE

Par manque de carte géologique détaillée de la zone d'étude, nous nous sommes basés sur les données de failles disponibles pour avoir une information sur leur influence ou non sur les glissements ; cette information ne va pas intervenir dans les calculs de l'aléa. La géologie devrait reprendre aussi la lithologie pour voir son influence sur les glissements.

Selon PACHAURI *et al.* (1992) cité par MIGOMBANO (2011), la considération de l'activité sismique dans la prédiction des glissements de terrain se traduit parfois par la prise en compte de l'accélération sismique et ou de la proximité aux failles.

Les vibrations du sol provoquées par ces séismes génèrent des contraintes qui réduisent la résistance au cisaillement des sols au niveau des pentes dans la Commune d'Ibando. Les ondes sismiques provenant des profondeurs du sol se déplacent de manière à induire des mouvements des ruptures d'une partie de la pente poussée vers l'extérieur, tandis que la partie résistante à la rupture reste attirée vers l'intérieur

Grace à l'outil Arc-GIS, 5 classes ont été définies : 0m à 50m, 50m à 200m, 200m à 500m, de et >500m.

Pour les 4 classes nous pouvons dire que les failles n'influencent pas le déclenchement des glissements de terrain car 100% des glissements de notre secteur d'étude se trouvent à plus de 500m des failles.

Tableau n°1 : Degré de susceptibilité des glissements par rapport à la distance aux failles

Classe (m)	Superficie classes	% classes	Superficie glissement	Densité	% Glissements
<50	0	0	0	---	0
50 à 200	0	0	0	---	0
200 à 500	0	0	0	---	0
>500	4305	100	26	0,6039489	100
	4305	100	26	---	100

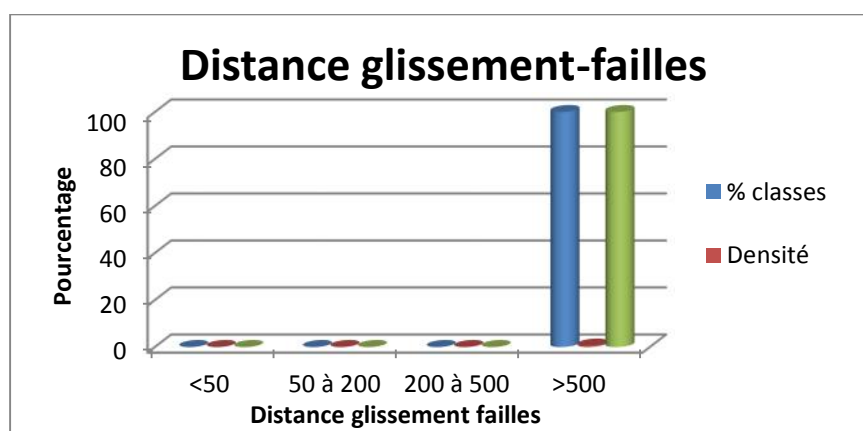


Fig.1. Distribution des glissements en rapport au réseau des failles

C'est ainsi qu'à partir de la figure 1 et des données du tableau n°1 on constate que la grande partie des glissements (100%) se localise à plus de 500m des failles. Tel qu'on peut le voir sur la figure 2.

Pour ce paramètre-ci, nous pouvons dire que les failles influencent peu le déclenchement des glissements de terrain.

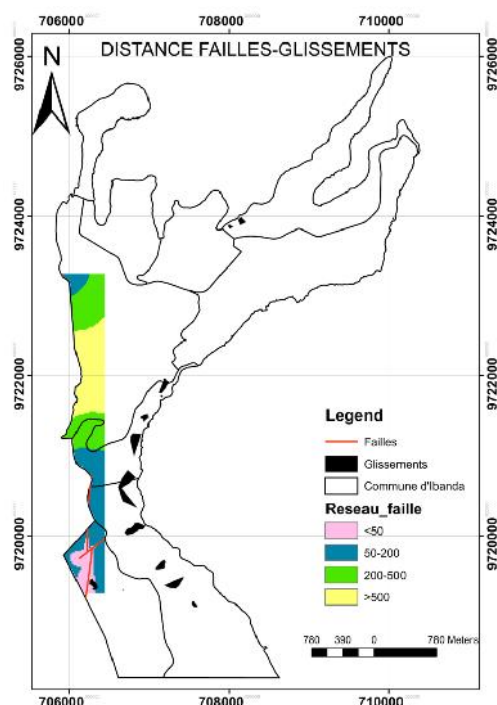


Fig.2. Distribution des glissements en rapport au réseau des failles

7.3 TOPOGRAPHIE

7.3.1 PENTE

La pente est le paramètre le plus utilisé dans l'étude des glissements de terrain. Selon MOORE *et al.* (1991) cité par MOGOMBANO (2011), la pente représente la dérivée première de l'altitude.

Les glissements de terrain impliquent des matériaux meubles, saturés et de faible cohésion sur des pentes faibles à modérées (Keefer, 2002). Et Beauchamps (2003) reconnaît qu'un terrain contenant des argiles gorgées d'eau sera instable sur des pentes même très faibles de 1%.

Avec l'outil Arc-GIS, 4 classes de pente ont été définies dont : la classe de 0 à 10°, de 10 à 20°, de 20 à 20° et celle supérieure à 30°.

Tableau n°2 : Degré de susceptibilité des glissements par classes des pentes

Classe	Superficie classes	% des classes	Superficie glissement	Densité	% glissements
0° à 10°	8019	58.44752187	7	0.08729268	4.895104895
10° à 20°	4812	35.0728863	47	0.976724855	32.86713287
20° à 30°	735	5.357142857	53	7.210884354	37.06293706
sup 30°	154	1.12244898	36	23.37662338	25.17482517
	13720	100	143	31.65152526	100

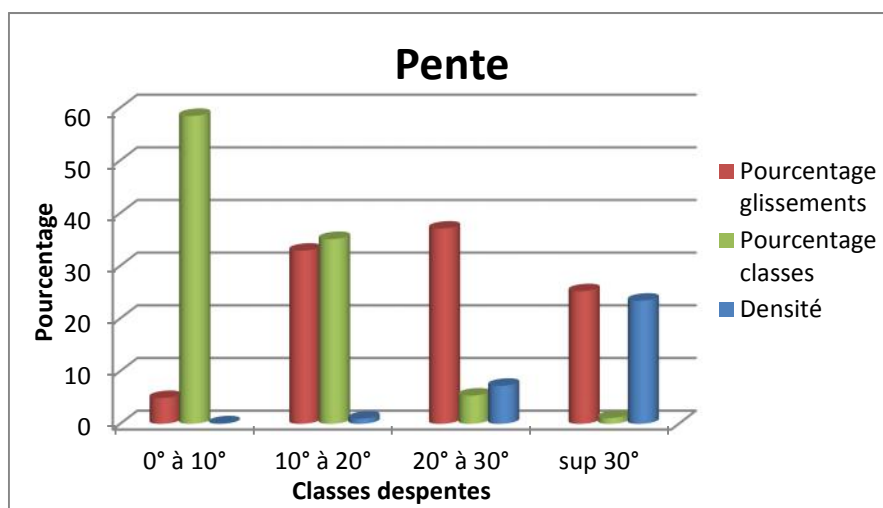


Fig.3. Distribution des pentes et susceptibilité à l'instabilité

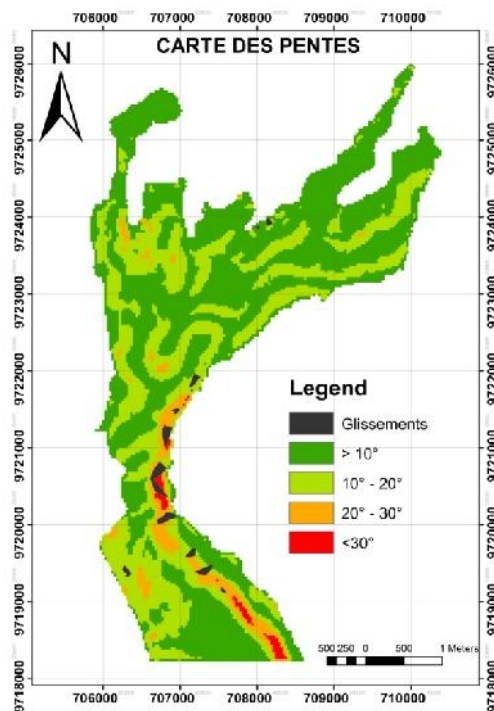


Fig.4. carte des pentes et de la distribution des glissements

On constate que 4.89 % des glissements sont placés dans des zones où les pentes sont comprises entre 0° et 10° (la classe la plus influente), 32.86% sont dans des zones de 10° à 20°, 37.06% dans la zone de 20° à 30° et 25.17% dans la zone de pente supérieur à 30°. Les deuxièmes et troisièmes classes sont les deux classes qui ont beaucoup de mouvements de masse ; par conséquent il y a encore le risque de voir d'autres glissements se produire dans ces zones dans le futur.

Nous remarquons qu'il y a moins de glissements dans la classe de pente de > à 30° (classe à forte pente). La présence de beaucoup de glissements dans des classes à faible pente que celle à forte pente s'explique par le fait que une grande partie des glissements d'Ibando est beaucoup plus d'origine anthropique.

La carte des pentes de notre secteur d'étude a été exécutée à l'aide du modèle numérique de terrain interpolé à partir la carte topographique 1954 rectifiée en décembre 1999.

7.3.2 ORIENTATION DES PENTES

Selon Dewitte (2006), « l'orientation des pentes peut agir sur la réactivation en influençant les propriétés physiques de la pente et donc sa susceptibilité au mouvement ». Plusieurs facteurs sont influencés par l'orientation des pentes : la radiation reçue du soleil et la végétation. Ces dernières peuvent aussi influencer la résistance des sols et la susceptibilité au mouvement de masse.

Pour la plupart de cas, les conditions météorologiques sont responsables des changements de susceptibilité aux glissements en ce qui concerne l'orientation des pentes (BURETTE, 2012).

ArcGIS nous a permis d'extraire une couche des données à partir des altitudes. C'est ainsi que pour déterminer l'orientation des pentes, la fonction « Aspect » dans ArcGIS nous a permis d'extraire une couche des données à partir des altitudes. Cette fonction attribue à chaque pixel la direction du plan ajusté lors du calcul de la pente. Elle donne des valeurs de pente allant de 0° à 360°.

Ainsi 8 classes ont été mises en évidence, ces classes forment 8 différentes directions chacune comportant 45°. Ces classes sont : Nord (337,5 ° -22,5 °), Nord- Est (22,5 ° -67,5 °), Est (67,5 ° -112,5), Sud- Est (112,5 ° -157,5 °), Sud (157,5 ° -202,5 °), Sud- Ouest (202,5 ° -247,5 °), Ouest (247,5 ° -292,5 °) et Nord-Ouest (292,5 ° -337,5 °) (Fig. 5 et Tableau 3).

Tableau n°3 : Degré de susceptibilité des glissements par orientation des pentes

Classe	Superficie classes	% classes	Superficie glissements	Densité	Pourcentage
N	1766	13.16633117	0	0	0
NE	2238	16.6853053	41	1.83199285	28.6713287
E	2385	17.78125699	83	3.48008386	58.041958
SE	1553	11.57831954	13	0.8370895	9.09090909
S	1038	7.738760904	0	0	0
SW	926	6.903750093	3	0.32397408	2.0979021
W	1352	10.07977335	2	0.14792899	1.3986014
NW	2155	16.06650265	1	0.04640371	0.6993007
Total	13413	100	143	6.667473	100

Pour la commune d'Ibanda, nous remarquons que la susceptibilité au mouvement est localisée sur les versants de pente orientés beaucoup plus vers l'Est soit 58.04% (la classe la plus influente) ensuite vers le Nord-Est soit 28.67% et enfin le Sud-Est soit 9.09%. Ces trois orientations présentent des densités supérieures aux autres et ont des superficies supérieures aux autres (Fig. 5 et Tableau 3). Il y a risque que d'autres glissements se produisent dans ces zones dans le futur. Car les grandes précipitations qui s'abattent sur la Ville de Bukavu proviennent généralement de l'Est.

Il est important de vérifier si la localisation des glissements sur ces pentes n'est pas liée à l'influence des vents qui amènent les pluies dans cette région de l'Est vers l'Ouest. Cette observation devrait être vérifiée par rapport à la composante directionnelle des vents à l'origine des pluies dans cette région ou bien à l'orientation des failles. L'absence de données de ce genre dans notre étude constitue une limite pour cette mise en relation.

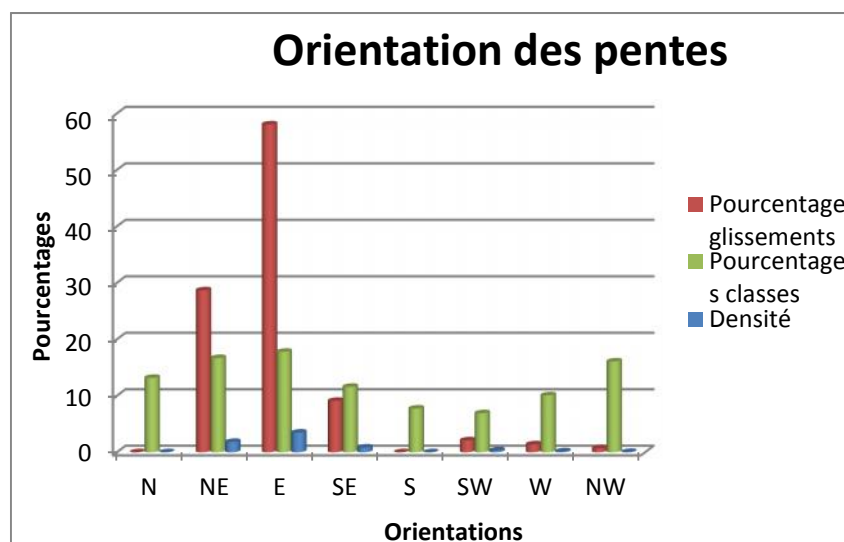


Fig.5. Distribution des glissements suivant l'orientation des pentes.

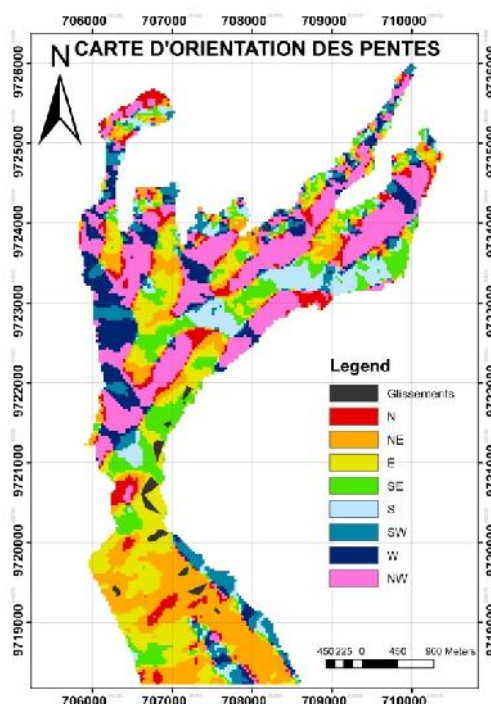


Fig.6. Carte d'orientation des pentes et glissement de terrain

7.4 HYDROLOGIE

7.4.1 DISTANCE AU RÉSEAU DE DRAINAGE

Le réseau de drainage peut avoir une influence sur la distribution des zones instables (glissements de terrain) en modifiant le comportement du terrain par l'érosion des ravins qui peut initier la rupture des pentes. Dai et Lee, (2001b, 2002) cité par MIGOMBANO (2011) montrent que le réseau de drainage exerce une influence sur la distribution des glissements de terrain.

Nous avons retenu les pixels ayant une valeur d'accumulation supérieure à 400 pour faire un classement des drain du fait qu'il n'y a pas de valeur seuil dans la littérature. Nous n'avons considéré que l'accumulation d'écoulement supérieur à 400. Le choix arbitraire de cette limite de valeur est seulement pour inclure des rivières permanentes.

La distance au réseau de drainage est un facteur qui joue un grand rôle dans la mise en place des glissements selon que la pente se trouve à proximité du drain ou non, comme par exemple le cas des glissements KASHINGO, RUGANDA et DUBWI dans la commune d'Ibanda qui sont progressifs et se produisent au bord des ravins tout au long des rivières.

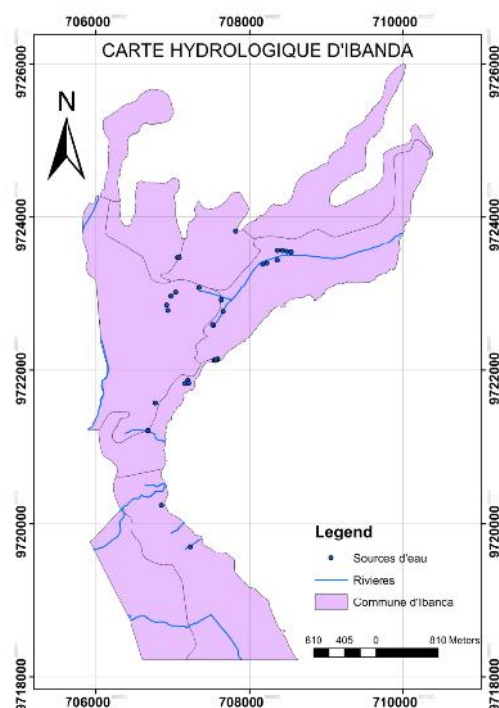


Fig.7. Carte hydrogéologique de la commune d'Ibanda

Le réseau de drainage dont il est question est simulé à partir des données d'accumulation de l'écoulement par l'application de la fonction « Con » d'Arc GIS qui permettant d'effectuer nombreuses évaluations conditionnelles. Ainsi, les pixels ayant une valeur d'accumulation supérieure à 400 sont retenus pour être classés comme drain et cela dû au fait de l'absence d'une valeur limite dans la littérature. Cette valeur est choisi car elle permettra d'obtenir un réseau de drainage semblable à celui hydrographique permanent. A partir du réseau de drainage obtenu, la distance euclidienne est calculée par la fonction « Euclidean Distance » d'Arc GIS. C'est ainsi que les classes suivantes sont retenues : classe1 inférieure 10m, classe2 de 10 à 50m, classe3 de 50 à 250m, la classe4 de 250 à 700m et la classe5 supérieure à 700m.

Tableau n°4: Degré de susceptibilité des glissements en rapport aux réseaux de drainage

Classe (m)	Superficie classes	% des classes	Superficie glissement	Densité	% des glissements
<10	873	2,482582113	63	7,216494845	14,71962617
10 à 50	3185	9,057301294	151	4,740973312	35,28037383
50 à 250	11938	33,94852837	106	0,887920925	24,76635514
250 à 700	16496	46,91028011	81	0,491028128	18,92523364
>700	2673	7,601308119	27	1,01010101	6,308411215
	35165	100	428	14,34651822	100

Figure 7 et le tableau n°4 montrent que 35.28% des glissements de notre secteur d'étude se trouve entre 10 et 50m d'un réseau de drainage, 24.76% entre 50 et 250m, 18.92% entre 250 et 700m, 14.71% se trouve à moins de 10m de réseau de drainage et 6.3% sont à plus de 700m.

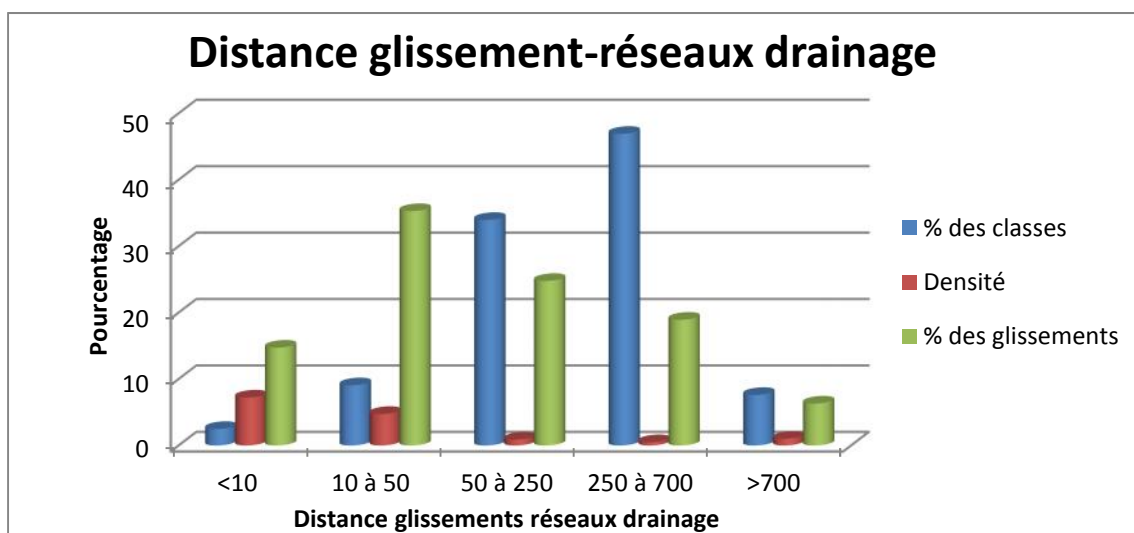


Figure n° 8: Répartition des glissements selon la distance aux réseaux de drainage.

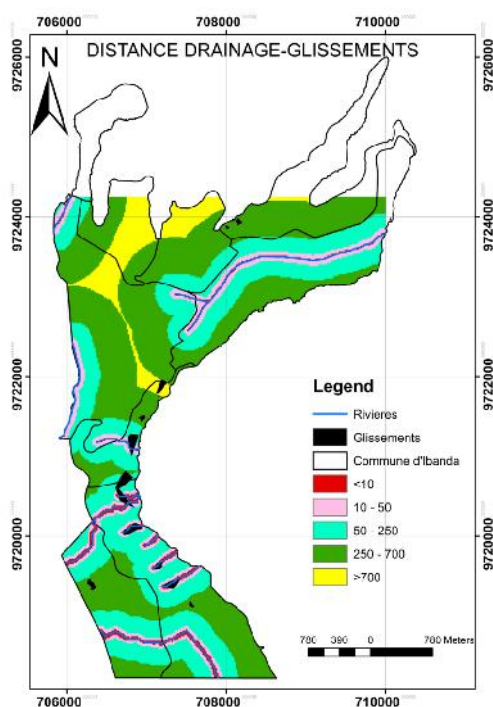


Figure n°9: Carte de réseaux de drainage face à la distribution des glissements

8 CARTOGRAPHIE DE LA SUSCEPTIBILITÉ

8.1 ANALYSE STATISTIQUE DE L'ALÉA GLISSEMENT DE TERRAIN

C'est à partir de 4 paramètres, n'ayant pas la même influence sur les glissements de terrain, que nous avons pu analyser la susceptibilité aux glissements de terrains. Sur base de l'approche statistique, les classes des différents paramètres seront pondérées.

La méthode appelée « *Landslide Index Method* » (Van Westen and Soeters, 2003) basée sur le calcul de poids a été utilisée. Le poids est accordé à chaque classe d'un paramètre suivant la relation :

$$Wi = \frac{Densclas}{Densmap} = \frac{\frac{Npix(Si)}{Npix(Ni)}}{\frac{\sum Npix(Si)}{\sum Npix(Ni)}}$$

Avec

Wi : Poids attribué à une classe d'un paramètre

$Densclas$: Densité de glissements au sein de la classe

$Densmap$: Densité de glissements au sein de l'ensemble de la carte

$Npix(Si)$: Nombre de pixels contenus dans le glissement pour un paramètre

$Npix(Ni)$: Nombre total de pixels du paramètre

Les poids attribués à ces différentes classes par l'application de cette relation ont permis d'apprécier ainsi l'influence de chaque paramètre dans la prédisposition à l'instabilité.

8.2 CARTOGRAPHIE DES ZONES INSTABLES

La prédiction des mouvements de terrain est faite à partir de ces 4 paramètres. Grâce à l'outil « Système d'Informations Géographiques (SIG) » notamment au moyen de la fonction « Fuzzy overlay », nous avons superposé les différentes cartes factorielles des facteurs de prédiction ci-haut signalés et le recoupement de ces cartes a permis la production d'une carte d'aléa.

3 zones de susceptibilité différentes sont mises en évidence : zone à aléa faible, zone à aléa moyen et zone à aléa élevé. Les zones à faible aléa correspondent aux dépressions ou aux surfaces plus ou moins planes et les zones à aléa élevé correspondent aux zones à forte pente.

Tableau n°21 : Degré de susceptibilité par zone d'aléa

Classe	Superficie classes	% classes	Superficie glissement	Densité	% Glissements
Très faible	1443	12.14646465	19	1.316701317	13.28671329
Faible	4421	37.21380471	5	0.113096584	3.496503497
Moyen	3835	32.28114478	48	1.251629726	33.56643357
Elevé	1762	14.83164983	21	1.191827469	14.68531469
Très élevé	419	3.526936027	50	11.93317422	34.96503497
	11880	100	143		100

Les zones à aléa très élevés et élevé sont localisées sur les versants à plus fortes pentes tandis que les faibles aléas correspondent aux sites de faible pente.

Dans la commune d'Ibanda, il y a plus de glissements dans la classe à aléa très élevé a une 34.96% suivi de celle à aléa moyen (33.56%), puis celle à aléa élevé (14.68%) et à aléa très faible (13.28%) et enfin la classe à aléa faible (3.49%). Beaucoup de glissement dans les classes à aléa moyen et très faible montre un signe de la relation avec d'une activité anthropique, à la recherche des terrains pour la construction.

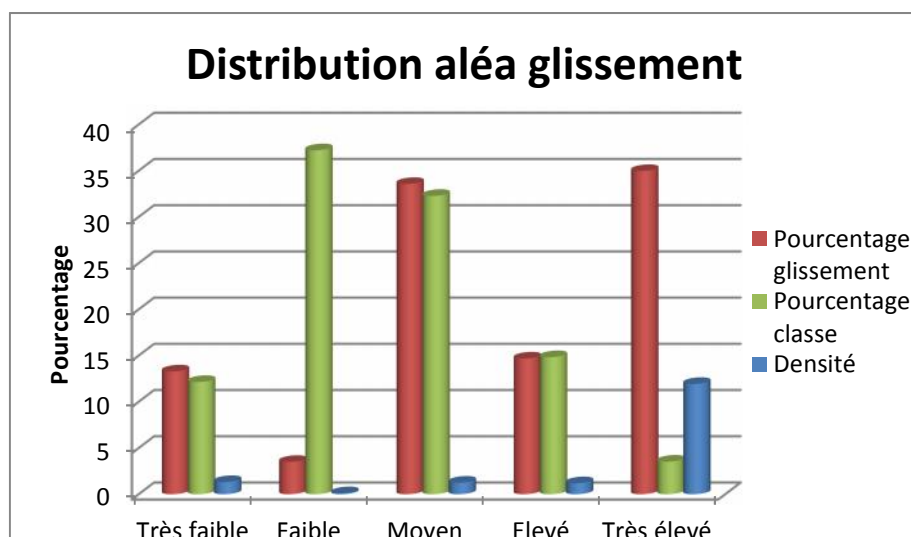


Fig. 10. Distribution de l'aléa aux glissements de terrain

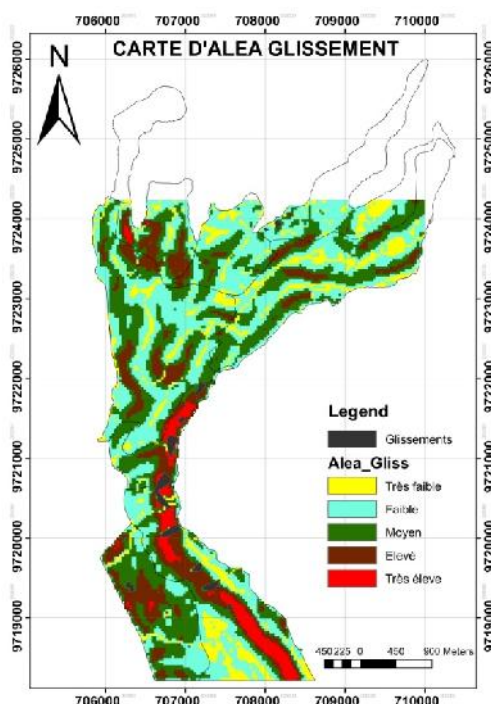


Figure 11. Carte d'aléa de la commune d'Ibanda plus commentaire

9 CONCLUSION

Ibanda, étant l'une des trois communes de la ville de Bukavu, est sujette à de nombreux mouvements de masse vue son contexte géologique, morfo tectonique, et climatique. Il se remarque qu'à ces paramètres s'ajoute la pression des activités humaines qui par la suite accélère les mouvements de masse qui deviennent de plus en plus importants. Ainsi nous avons cherché à mettre en évidence les agents déclencheurs de mouvements de masse dans cette commune. Pour y arriver, nous avons abordé ce sujet tout d'abord par une approche directe qui a consisté en une descente sur terrain pour inventorier les glissements, leur localisation et cela étant suivi de leur description. Ici nous avons essayé d'identifier de facteurs déclencheurs (de prédiction) de ces phénomènes. Comme cela ne suffisait pas pour mettre en évidence tous les facteurs déclencheurs des glissements de terrain dans la commune d'Ibanda, nous sommes passés à l'étude de susceptibilité des sols

aux glissements de terrain par une approche indirecte par l'utilisation de l'outil SIG et ses différentes fonctions et cela nous a permis de l'élaborer différentes cartes au moyen des données MNT en plus des données de terrain.

En considérant les facteurs géologiques, topographiques et hydrologiques, comme étant facteurs déclencheurs, ce système nous a offert des cartes dont l'analyse nous a donné des renseignements sur la relation qui existerait entre ces paramètres et le déclenchement des glissements de terrain dans la commune d'Ibanda. C'est ainsi que différentes cartes trouvées montrent que le déclenchement des glissements se situerait à plus de 500m par rapport aux failles et cela signifierait que dans ce secteur le déclenchement des glissements n'est pas en relation directe avec les failles. Pour ce qui est de la topographie, les glissements se produisent dans ce secteur à des endroits à faibles et moyennes pentes (10 et 20° et 20° à 30°) et donc ces phénomènes ne sont pas seulement liés à des pentes élevées ; ils sont aussi en relation avec l'activité entropique. Quant à l'hydrographie, ces phénomènes se produisent à une distance allant jusqu'à 50m et au de-là ce qui expliquerait que ces glissements n'ont pas du tout liés à la proximité des réseaux hydrographiques.

Par la suite, l'étude de susceptibilité de pentes au glissement nous a permis de cartographier les zones instables. La carte d'aléa a été obtenue au moyen du logiciel de « Système d'Informations Géographiques (SIG) » à partir de la fonction « Fuzzy overlay » par superposition des différentes cartes factorielles des facteurs de prédiction (distance failles-glissements, pentes et orientation des pente-glissements, réseaux de drainage-glissements). Cette carte a montré que le glissement se déclencherait, non seulement dans des zones à aléa élevé, mais aussi dans des zones à aléa moyen et très faible (un signe de la relation avec d'une activité anthropique, à la recherche des terrains pour la construction).

REFERENCES

- [1] **Bienvenu Tshuma Isonga**, 2001. Contribution à l'étude des mouvements de masse et de la stabilité du barrage Ruzizi 1
- [2] **Dewitte, O.**, 2006. Cinématique de glissements de terrain et prédiction de leur réactivation : approche probabiliste dans la région d'Oudenaarde. Thèse de doctorat, Université de Liège, 213 p.
- [3] **Hil Kuypers, Anne Mollema, Egger Topper**, 2004..La protection des sols contre l'érosion dans les Tropiques. Wageningen. Pays Bas.
- [4] **Ilunga Lutumba**, L'érosion dans la ville de Bukavu. Antennes, revue du CERUKI, cinquième année n°2, décembre 1977, pp277-299.
- [5] **Ilunga Lutumba**, Morphologie, volcanisme et sédimentation dans le rift du Sud-Kivu. Bulletin de la Société Géographique de Liège, 1991, vol.27.
- [6] **Ilunga Lutumba**, 1989. Problèmes géologiques d'aménagement dans la zone de Kadutu (ville de Bukavu, Zaïre). Cahiers du CERUKI, nouvelle série, n° 24, pp 40-51.
- [7] **Josué Bahati Chishugi**, 2001. Etude des mouvements de masse dans la ville de BUKAVU secteur camp Zaïre-clinique,
- [8] **Munyololo, Y., Wafula, M., Kasereka, M., Ciraba, M., Mukambilwa, K., Mavonga, T., Cirimwami, M., Muhigirwa, B., Bagalwa, R., Mundala, M.**, 1999. Récurrence des glissements de terrain suite à la réactivation sismique du bassin du Lac Kivu. Région de Bukavu (Rép. Dém. Congo). Rapport Annuel du Département de Géologie et de Minéralogie du Musée Royal de l'Afrique Centrale 1997– 1998, 285–298.
- [9] **NFUNDIKO MUSABENDE et RUTAHABAKONZI** ; Caractérisation géotechnique des sols et leur susceptibilité aux glissements de terrain dans la Commune de Kadutu, U.O.B., 2013.
- [10] **Région du Kivu**, Erosion à Bukavu: Aspects géomorphologiques, agronomiques et sociologiques, Ed. 9-éd, 1984, 336p.
- [11] **Sadiki, N.**, 2009. Gestion des risques naturels à Bukavu, Sud-Kivu / R. D. Congo. Travail de Fin d'Etudes, Université de Liège,
- [12] **TERZAGHI K**, 1951, Mécanique théorique des sols, Dunod, Paris 93 Rue Bonaparte (VI) ;
- [13] **Tréfois, P. Moeyerson, J. Lvreun J. Alilasi, D. Badrio I., Mitima, B. Mundala .M. Munganga, D.Nahimana**, 2002. Géologie Urbaine de Bukavu: interaction entre la stabilité du sol et la pression démographique. Rapport Musée Royale de l'Afrique Centrale, Tervuren, inédit
- [14] **S. BURETTE**, Mapping of landslides and correlations with morphological factor based on remote sensing, field observations and measurements in the Central Tien Han (Kyrgyzstan), Master thesis submitted for the degree of " Master en Sciences Géologiques, à finalité approfondie". Ulg. inédit.
- [15] **Serge Butara**, 2012. Glissements de terrain et cause de leur déclenchement : cas de la cite d'Uvira et sa partie méridionale (Sud-kivu, RDC). Travail de fin d'étude Master.

Effects of roasting temperature and time on the physicochemical properties of sesame (*Sesamum indicum* .L) seeds

H. Rizki¹, F. Kzaiber², M. Elharfi¹, S. Ennahli³, and H. Hanine¹

¹Laboratory of valorization and security of food products,
University S. Moulay Slimane, Faculty of sciences and techniques, Beni-Mellal, Morocco

²Laboratory of applied spectro-chimie and environnement,
University S. Moulay Slimane, Faculty of sciences and techniques, Beni-Mellal, Morocco

³Department of biology, High school of agriculture, Meknes, Morocco

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

ABSTRACT: Sesame seed (*Sesamum indicum* .L) is one of the world's most important and oldest oilseed crops with a high level content of antioxidant known to human health. The antioxidant factors responsible for the stability of roasted sesame seeds is highly affected by the conditions of the roasting process. Survey of the roasting temperature and time effects on antioxidants, phenolic, flavonoids, flavonols, sugar and protein content in sesame seeds was the aim of this investigation. Spectrophotometer methods based on different reagents were used before and after roasting processes. The present study showed that sesame seeds can be considered as a good source of natural antioxidant specially after roasting. The optimum roasting time and temperature to obtain the most antioxidants and total phenolic, flavonoids and other contents was 150°C for 90 min.

KEYWORDS: sesame seeds, antioxidant, phenolic, flavonoids, sugar, protein, roasting.

1 INTRODUCTION

Sesame (*Sesamum indicum* .L) seed has been considered as one of the most important health crops in the world for many years. This crop is renowned as a nutritious food for human health and used as an ingredient in sweets and confectionaries [1]. In particular, sesame seeds are known to exhibit various health beneficial properties, including hypocholesterolaemic, hepatoprotective, and antimutagenic effects [2],[3],[4]. The sesame seeds (*sesamum indicum*.L) contain approximately 20-25 g/100g protein, 50g/ 100g fat, 14g/100g carbohydrate, and 1-11g/100g fiber [5] it was also revealed that sesame spots, cakes, and seeds exhibited high activities in reducing power and radical scavenging methods as well as protection against oxidative deterioration, sesame seeds provides highly stable oil and nutritious protein and meals, used in swetmeats and confectionery foods, and have varieties of medicinal properties [6]. In the middle East, dehulled sesame seeds are mainly utilized in the production of tehineh (a peanut butter counterpart), which is made from a paste of dehulled roasted sesame seeds and Halaweh, generally, the most commercial products of sesame are made with roasted sesame seeds which increase his antioxidant activity and bioactive molecules.

The antioxidant properties of some bioactive compounds, such as phenolics, flavonoids, have been widely described in animal models or in cell culture, demonstrating animal cell protection against the action of reactive oxygen species and consequently protection against chronic diseases [7]. These bioactive compounds which are distributed throughout all plant parts, are actually the defense system of plants in response to abiotic stress or the action of pathogens to which they are subjected. It has been shown that roasting can increase the total phenolic and antioxidants compounds and activity, and the use of those natural antioxidants in foods as flavonoids, phenolics is recently at special attention because of the world wide

trend to minimize the use of synthetic additives. Phenolic compounds are widely distributed in the plant, they are known as important antioxidants because of their ability to donate hydrogen atom or an electron in order to form stable radical intermediate. They prevent the oxidation of biological molecules [1]. It was reported that the bioactive molecules are extracted well of the oil obtained from a roasted oil seed [8]

Roasting is an important treatment for oily seeds prior to oil extraction. It causes some desirable or undesirable changes in physical, chemical and nutritional properties of the seeds. One of the desired outcomes of roasting process is the increase in antioxidant activity that occurs due to the formation of Maillard reaction products. The net effect of roasting on the total antioxidant capacity of the seeds depends on the balance between the thermal degradation of naturally occurring antioxidant compounds and the formation of new products having antioxidant activity [9]. In food industry, roasting is the process much used to improve the food quality, to extend the shelf-life of foods. The process is carried out for promoting more flavor, desired color and texture changes that ultimately increases the overall palatability. The most important conditions of roasting process are the temperature and time. The effects of roasting conditions on chemical components on different seeds have been reported. It has long been reported that during roasting, the flavonols reduce in concentrations [10]. There are many forms of using roasted sesame; sesame paste (butter) called as tahina, tehneh, tahin are produced by milling of mechanically dehulled roasted sesame. Sesame oil prepared from roasted sesame seeds also has a distinctive flavor and extended shelf-life. Bread, breadsticks, cookies, crackers, chocolate, and ice cream are the other ideal products for roasted sesame seed [11].

Roasting of sesame can be done in a number of ways for sesame products production, it was reported that sesame seeds were roasted at 90°C-100°C for sesame paste production [12]. El Adawi and al., studied the effect roasting methods on the nutritional properties of sesame paste, they advised roasting at 130 °C for 1 hour [13], Ozcan and Akgul reported that sesame should be roasted at 100-150°C for 2h30-3hours [14]. The control of roasting in sesame by- products production is carried out by experienced operators as many food processing operations. On the other hand, sesame products producers considered that determination of optimum roasting conditions should be established in order to make good quality of sesame products. During the roasting, seeds become more crumble and brittle, which are typical characteristics of the roasted products. Therefore, the main goal of our work was to propose the roasting conditions optimal for obtaining high polyphenols yields and strong antioxidant activity, and also, in order to make good quality, the optimum roasting conditions should be established with the purpose of investigating the effects of roasting temperature and time on the nutritional and organoleptic quality properties.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 CHEMICALS AND REAGENTS

The solvents and the chemicals used were of analytical grade, ethanol and distilled water were used as solvent for extraction of antioxidants compounds. DPPH, Na₂CO₃, Folin-Ciocalteu, gallic acid, aluminium trichlorid, quercetin, phenol, sulphuric acid, Bradford were stored at prescribed conditions in the laboratory.

2.2 SESAME SEEDS ROASTING

Sesame seeds were roasted at the temperature of 150°C for 6 hours. During roasting process samples were taken at different time intervals (30,60,90,120,150,180,210,240,270,300,330,360 min), and they were immediately equilibrated to room temperature to prevent further heating, Therefore 13 roasting conditions were used in this study, roasted seeds were packed in polyethylene plastics bags and stored for analysis.

2.3 ASSESSMENT OF BIOACTIVE ACTIVITY

2.3.1 PREPARATION OF SEED EXTRACTS

The seeds of each cultivar were ground in the mixer separately. 10g of the powder was weighed and suspended in 100ml of 90% ethanol and kept for shaking for 2 hours. After filtration, the samples were subjected for vacuum evaporation. The extract was redissolved in a 2 ml of 90% ethanol and assayed for its antioxidant activity, phenolic content, flavonoids and flavonols [15].

2.3.2 DPPH RADICAL SCAVENGING ACTIVITY

For determination of the antioxidant activity of sesame extracts, the stable, 1 diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) radical was used [16]. An aliquot 0.5ml of DPPH solution was diluted in 4.5 ml of methanol, and 30µl of ethanolic solution sesame extract was added. A control without extract was also maintained. The mixture was shaken vigorously and allowed to stand for 45 minutes in the dark and the absorbance was measured at 515nm. The antioxidant activity of the extract was calculated using the formula,

$$\% \text{ scavenging activity} = ((\text{Absorbance sample} - \text{Absorbance control}) / \text{Absorbance control}) \times 100.$$

2.3.3 TOTAL PHENOLIC CONTENT

The amount of total phenolic compounds was measured using the method [17]; 15mg of extract was dissolved in 1ml of 90% ethanol. A 10µl aliquot of the resulting solution was added to 2ml of 2% Na₂CO₃ and after 2 minutes 100µl of Folin-ciocalteu reagent (diluted with water 1:1) was added. After a further 30 minutes, the absorbance was measured at 750nm. The concentration was calculated using gallic acid as standard, and the results were expressed as mg gallic acid equivalents per mg extract.

2.3.4 TOTAL FLAVONOID CONTENT

The flavonoid content was determined using the method [18]; 1ml of the extract was added to 1ml of aluminium trichlorid ALCl₃ (2%). After 15 min of incubation. The absorbance was measured at 430 nm and the results were expressed as mg quercetin equivalents per mg extract.

2.3.5 TOTAL FLAVONOLS

Total flavonol content was determined by the method of [19]. To 2.0ml of extract solution, 2.0ml of 2% AlCl₃ ethanol and 3.0 ml (50g/l) sodium acetate solutions were added. The absorption at 440 nm was recorded after 2,5h at 20°C. Extract samples were evaluated at a final concentration of 0.1mg/ml. total flavonols content expressed as quercetin equivalent (QE).

2.3.6 SOLUBLE SUGARS

Sugars were extracted with ethanol (80%) by centrifuged for 40 min. After the centrifugation, the supernatant was collected and the sugar content was analysed with phenol/ sulphuric reagent [20].

2.3.7 PROTEINS

Total protein was determined by the method described [21]. Protein was extracted with phosphate buffer. After centrifugation, the supernatant was collected and the protein content was analyzed with the Bradford reagent.

2.3.8 STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analyses were conducted using SPSS (Statistical Program for Social sciences) version 17.0 for window. All analyses were performed in triplicate and data reported as means ± standard deviation (SD).

3 RESULTS AND DISCUSSION

The determination of the total content polyphenols, flavonoids, flavonols and antioxidant activity was performed in ethanol extract due to the high solubility of those compounds in this medium, and since the antioxidant composition of plant food is rather complex, and dietary antioxidants are associated with numerous health benefits, conducting rapid and simple antioxidant capacity assays as the mean of roughly estimating the potential of certain food or plant as the functional food ingredient is attracting lot of interest. In this study, the antioxidant activity of roasted sesame seeds was determined by the ability of the samples to trap DPPH radical. This methodology has been widely used to evaluate the antioxidant activity of extracts and pure substances [22]. The antioxidant activity of sesame seeds extracts was determined before and after roasting at 150°C for 30,60,90,120,150,180,210,240,270,300,330,360 min. the range of this activity values was between 64,25 and 50,1%. Total antioxidant reflects presence of naturally occurring and neo-formed antioxidant constituents in oils

obtained from either roasted or raw sesame seeds. Roasting caused a clear increase in antioxidant activity. This activity gradually increased during roasting reaching to an apparent maximum within 120 min, and there was a decrease in the antioxidant activity of samples after roasting time of 180 min (Fig1).

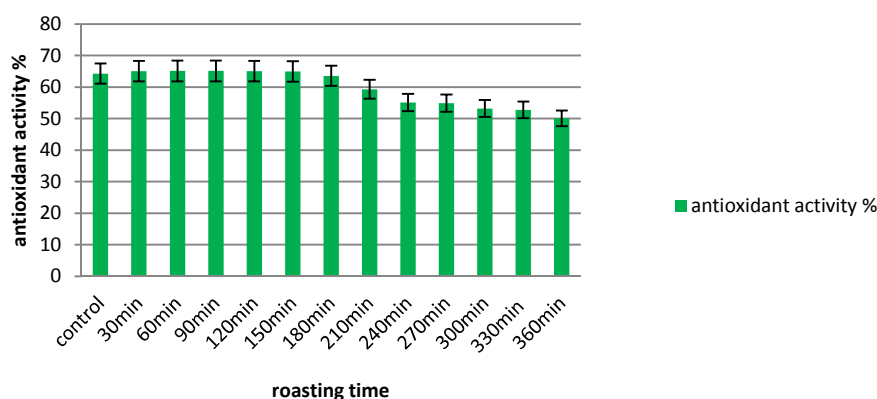


Fig. 1. effects of roasting temperature and time on antioxidant activity

Phenolic compounds, widely distributed in plants foods, have many biological and functional properties that are important in terms of food quality and human health, they are associated with a protector system of fruit and seeds against biotic and abiotic factors (UV, drought and salt stress) which may explain the higher content of bioactive compounds [23]. Level of phenolic content and flavonoids were determined. The total phenolic in ethanolic extracts was determined before and after roasting at 150°C for 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360 min. The content of phenolic and flavonoids compounds of sesame seeds increased with increase in roasting time, the highest levels of phenolic compounds and flavonoids were obtained with a roasting temperature of 150°C and a roasting time of 90 min with the values 3,9mg gallic acid/g dry matter and 0,14 mg quercetin/g dry matter, and start to decreased until arrive to 1,22 mg gallic acid/g dry matter and 0,08mg quercetin/g dry matter respectively (Fig 2) and (Fig3). The increased production of phenolic compounds during roasting in this study may be related to the increased generation of Maillard reaction products during roasting [24]. The technique measures the Maillard reaction products that contain phenolic structures in addition to naturally occurring phenolic compounds [25], generally, the thermal treatment applied to foods of plant origin by heating or roasting causes evaporation of intracellular water, triggering chemical reactions that can change the lignocellulosic structure and promotes protein denaturation, which may result in a greater availability of plant phenolic compounds in the matrix. Therefore, a thermal process can affect both the nutritional and bioactive characteristics of foods.

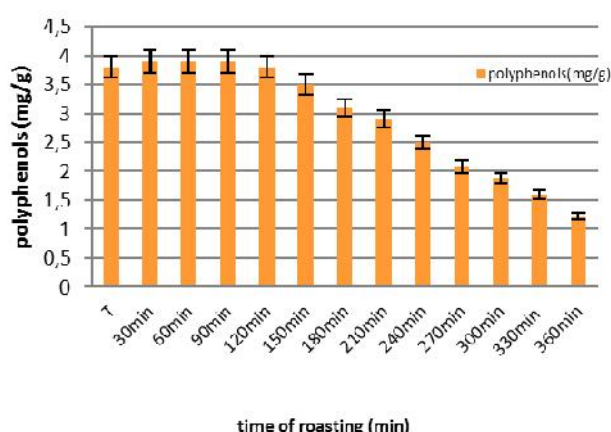


Fig. 2. effects of roasting temperature and time

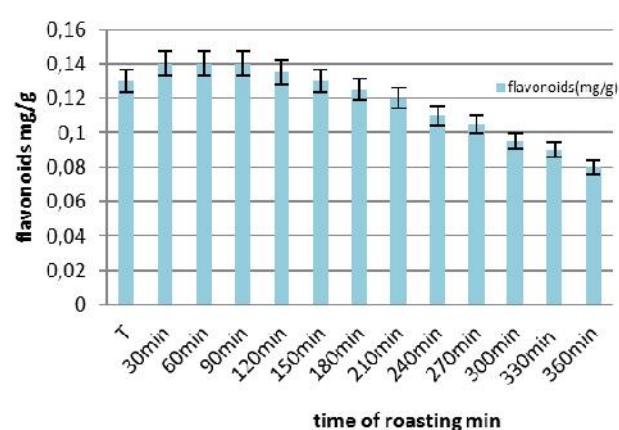


Fig. 3. effects of roasting temperature and time on the on phenolic compounds(mg gallic acid/g dry matter) on flavonoids content(mg quercetin/g dry matter)

Also the flavonols content was determined on the control and on samples roasted at the same temperature for different times. A similar trend was observed for this compounds that increased with the value 0, 43 mg quercetin/g dry matter for the first 90 min at 150 °C compared to unroasted sample with the values 0, 41 mg quercetin/g dry matter (Fig 4). Further roasting caused a fluctuation and decrease. This result was similar in those reported in different study [26], [27], [28]. It was also reported that the flavonols exhibit several biological properties associated with antioxidant activity [29],[30],[31],such as the ability to scavenge superoxide radicals and hydroxyl radicals, reduce lipid peroxy radicals and inhibit lipid per oxidation.

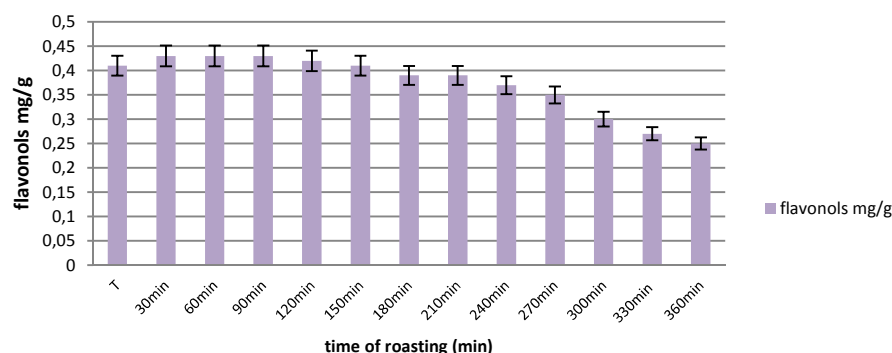


Fig. 4. effects of roasting time and temperature on flavonols content

It has been observed, for all analysed parameters that after prolonged roasting (longer than 90 min at 150°C), the increase of antioxidant activity, phenolic compounds, flavonoids compounds and flavonols is stopped or even decreases.

For the free sugar content, is generally considered as indirect measure of the concentration of the substrate of non-enzymatic browning reactions or of the nutrients remaining after the browning reactions [32], free sugar content was related to roasting temperature and time, the content of free sugar increase for the first 120 min with the value 0,38 g/100g compared with the unroasted sample with the value 0,38g/100g and then decreased with increasing the time (Fig5). The higher content of free sugar was obtained with a roasting time of 120 min and roasting temperature of 150 °C, These results suggest that higher temperature and longer roasting times should not be used in the roasting of sesame seeds, because many nutrients, including carbonyl and amino compounds, are degraded in the non-enzymatic browning reactions during the roasting process [32].

The same observation was about the protein; this content increase in the first 90 min to reach 29, 1 g/100g (Fig 6) and then decrease, those proteins can be degraded at amino acid level which causes a decline in nutritional quality after a prolonged roasting, it was reported that roasting affects also the ability of polyphenols to interact with protein, causing a decrease in astringency [33]. It was reported also that with further roasting time, the protein can be decomposed or get cross reactions at the level of essential amino-acid, which causes a decrease in nutritional quality of protein, the vitamins also undergo oxidative degradation, forming reactive compounds which react again with protein in the Maillard reaction.

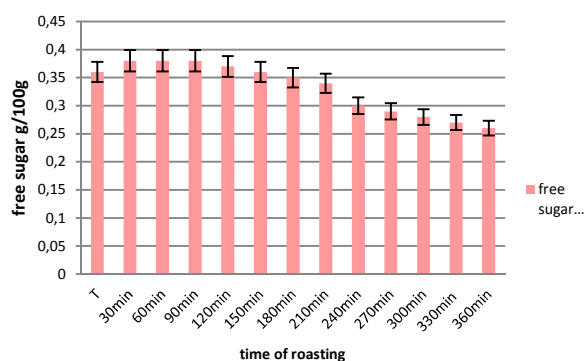


Fig. 5. Effects of roasting temperature and time

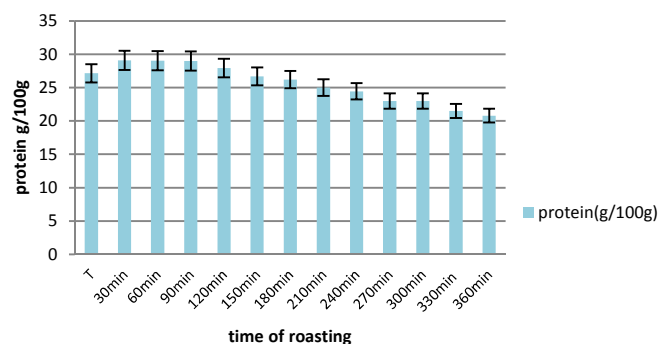


Fig. 6. Effects of roasting temperature and time on the on free sugar compounds on protein content

Many authors have demonstrated a positive correlation between total phenolic, flavonoids and the antioxidant activity of fruits, vegetable and seeds, in this study, the antioxidant activity increase the same time when the phenolic compounds increase which indicate a high correlation between those parameters. The correlation between the phenolic, flavonoids, flavonols and antioxidant activity performed by Pearson's test showed a high and significant positive correlation ($R=0.98$) in all the times and temperature of roasting, suggesting a strong involvement of phenolic compounds in the antioxidant activity measured by the DPPH methodology. In the present study, roasting increased the phenolic compounds for the first 90 min, the reduction of the phenolic content shows after 2 hours. The increase of those parameters specially the antioxidant capacity may also be due to the formation of new compounds with antioxidant properties forming during heating process, such as the melanoidins formed by the Maillard reaction, Turkmen and *al.*, have observed an increase in the antioxidant activity in vegetables [34]. Some studies were undertaken to evaluate the effects of seed roasting conditions on the antioxidant activity in which phenolic content and other bioactive molecule, 3,4 dimethoxy phenol were newly formed in the sesame meal after roasting sesame seeds for 60 min [35].

4 CONCLUSION

The results indicate that antioxidant activity of sesame extracts was significantly affected by roasting temperature and time. To obtain the highest antioxidant activity, total phenolic, flavonoids, flavonols content, sesame seeds should be roasted at 150°C for 90 min, the results also indicate that bioactive molecule are responsible for antioxidant capacity. The roasting affected also the chemical composition; sesame has been considered to be a valuable oil-seed, not only because of its high oil content, but also because of its medical effects, some valuable components in sesame contribute to a nutritional and functional food for humans. Considering all above, our results can be proposed as the procedure choice for obtaining sesame roasted with high antioxidant activity and low content of undesirable newly formed products.

ACKNOWLEDGEMENTS

The support of the farmers of the area Tadla-Azilal is greatly appreciated.

REFERENCES

- [1] M. Namiki, "the chemistry and physiological functions on sesame", *Food reviews international*, 11, pp. 281-329, 1995,
- [2] P.R. Chen, L.K.Chien, T.C. Su, C. J. Liu, H.Cheng and C.Tsai, "dietary sesame reduces serum cholesterol and enhances antioxidant capacity in hypercholesterolemia", *Nutritional Research*, 25, pp.559-567, 2005
- [3] D.Lazarou, R.Grougnet and A.Papadopoulos, "Antimutagenic properties of a polyphenols-enriched extract derived from sesame seed perisperm", *Mutation Research*, 634, pp.163-171, 2007
- [4] T. Yokota, Y. Matsuzaki, M. Koyama, T. Hitomi, M. Kawanaka, M. Enoki Kochini, Y. Okuyama, J. Takayasu, H.Nishino, A.Nishikawa, T. Osawa, T.Sakai, "sesamin, a lignan of sesame, down regulates cyclin DL protein expression in human tumor cells", *Cancer science*, 98, pp.1447-1453, 2007.

- [5] B.D.Green, "Processing and utilization of sesame seeds. Food uses of whole oil and protein seeds", *Champaign: American oil Chemist's society*, pp. 218-230, 1989.
- [6] L.D. Kapoor, *Hand Book of Ayurvedic Medicinal Plants*, Herbal Reference Library Edition. CRC Press, New York, 2001.
- [7] L.Van Horn, M, Mc Coin, P. Kris-Etherton, F.Burke, J.Carson and C.Champagne, " the evidence for dietary prevention and treatment of cardiovascular disease", *journal of the American Dietetic Association*, 108, pp.287-331, 2008.
- [8] H. K. Kim, Y. J. Kwon, K. H. Kim and Y. H. Jeong, "Changes of total polyphenol content and electron donating ability of aster glehni extracts with different microwave-assisted extraction conditions", *Korean Journal of Food Science and Technology*, 32, pp.1022-1028, 2000.
- [9] Ö. Ç. Açar, V. Gökmen, N. Pellegrini, V. Fogliano, "Direct evaluation of the total antioxidant capacity of raw and roasted pulses, nuts and seeds", *European Food Research and Technology*, 229, pp.961–969, 2009.
- [10] L. Kothe, , B. F. Zimmermann and R. Galensa, "Temperature influences epimerization and composition of flavanol monomers, dimers and trimers during cocoa bean roasting", *Food Chemistry*, 141, pp.3656–3663, 2013.
- [11] T.Kahyaoglu and S. Kaya, "Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting", *journal of food engineering*, 75, pp.167-177, 2006.
- [12] W. N. Sawaya, M. Ayaz, K. J. Khalil and A. F. Shalhat, "Chemical composition and nutritional of Tehineh (Sesame Butter)", *Food Chemistry*, 18, pp.35–45, 1985.
- [13] T. A. El-Adawy and E. H. Mansour, "Nutritional and physicochemical evaluations of tahina (sesame butter) prepared from heat-treated sesame seeds", *Journal of Science of Food and Agriculture*, 80, pp.2005–2011, 2000.
- [14] M. O'zcan and I. A. Akgu, "Physical and chemical properties and fatty acid composition of tahin (sesame paste), *Gıda*, 19, pp.411–416 (in Turkish), 1994.
- [15] H.S.Vishwanath, K.R. Anilakumar, S.N Harsha, Farhath Khanum., A.S.Bawa, "In vitro antioxidant activity of sesamum indicum seeds", *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, pp. 0974-2441, 2011.
- [16] T. Sun, C. Ho, "Antioxidant activities of buckwheat extracts", *Food Chem*, pp.743-749, 2005.
- [17] M.S. Taga, E.E.Miller, DE.Pratt and Chia. "Seeds as a source of natural lipid antioxidants", *J.Am. Oil Chem, Soc*, pp.928-931, 1984.
- [18] J.D. Ordon, M.A. Gomez and M.I. Vattuone, "Antioxidant activities of Sechium edule(Jacq) Swartz extracts", *Food Chem*, pp.452-458, 2006.
- [19] A. Kumaran and K.R.Joel, "In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India", *LWT Food Sci. Technol*, pp.344-352, 2007.
- [20] M. Dubois, K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith, "colorimetric method for determination of sugars and related substances", *Analytical Chemistry*, pp. 350-356. 1956.
- [21] M.Bradford, "A rapid and sensitive method for quantitative of microgram quantities of rotein utilizing the principle of ptotein-dye bynding", *An Biochem*, pp. 248-254, 1976.
- [22] M. J. Jung, S. -I. Heo and M. -H. Wang, "Free radical scavenging and total phenolic contents from methanolic extracts of Ulmus davidiana", *Food Chemistry*, 108, pp.482–487, 2008.
- [23] A. Scalbert, and G. Williamson, "Dietary intake and bioavailability of polyphenols", *The Journal of Nutrition*, 130, pp.2073e2085, 2000.
- [24] M. Ozdemir, F. Ackurt, Yildiz, M. Biringen, G., Gurcan, and M. Loker, "Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (Corylus Avellena L.)", *Food Chemistry*, 73, 185e190, 2001.
- [25] G. Durmaz and M.Alpaslan, "Antioxidant properties of roasted apricot (Prunus armeniaca L.) kernel", *Food Chemistry*, 100, pp.1177e1181, 2007.
- [26] A.Caligiani, M. Cirlini, G.Palla, R. Ravaglia and M.Arlorio, "GC–MS detection of chiral markers in cocoa beans of different quality and geographic origin", *Chirality*, 19, 329–334, 2007.
- [27] L.Kothe, B. F. Zimmermann and R. Galensa, "Temperature influences epimerization and composition of flavanol monomers, dimers and trimers during cocoa bean roasting", *Food Chemistry*, 141, pp.3656–3663, 2013.
- [28] M. J. Payne, W. J. Hurst, K. B. Miller, C. Rank and D. A. Stuart, " Impact of fermentation, drying, roasting, and Dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 10518–10527, 2010.
- [29] G. E. Adamson, S. A. Lazarus, A. E. Mitchell, R. L.Prior, G. Cao and P. H.Jacobs, "HPLC method for the quantification of procyanidins in cocoa and chocolate samples and correlation to total antioxidant capacity", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, pp.4184–4188, 1999.
- [30] C. Counet, and S.Collin, "Effect of the number of flavanol units on the antioxidant activity of procyanidin fractions isolated from chocolate", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp.6816–6822, 2003.
- [31] K. W. Lee, Y. J. Kim, H. J. Lee and C. Y. Lee, "Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp.7292–7295, 2003.

- [32] L. C. Namiki, "Chemistry of Maillard reactions: recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens", *Advances in Food Research*, 32, pp.115-184, 1988.
- [33] S. J. Misnawi, B. Jamilah and S. Nazamid, "Changes in polyphenol ability to produce astringency during roasting of cocoa liquor", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, pp.917-924, 2005.
- [34] N. Turkmen, F. Saril and Y. S. Velioglu, "The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables", *Food Chemistry*, 93, pp.713-718, 2005.
- [35] S.M. Jeong, S.Y. Kim, D.R. Kim, K.C. Nam, D.U. Ahn and S.C. Lee, "Effects of seed roasting conditions on the antioxidant activity", *Food. Chem. Toxicol.*, 69, pp.377-381, 2004.

Caractérisation agromorphologique du caya blanc (*Cleome gynandra* L.) de l'Ouest du Burkina Faso

[Agromorphological characterization of Spider plant (*Cleome gynandra* L.) of West of Burkina Faso]

Zakaria KIEBRE, Pauline BATIONO KANDO, Romaric Kiswendsida NANEMA, Mahamadou SAWADOGO, and Jean-Didier ZONGO

Département de Biologie et Physiologie Végétales,
Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la vie et de la Terre,
Université de Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03,
Ouagadougou, Burkina Faso

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

ABSTRACT: The objective of this study is to contribute to a better knowledge of the agromorphological diversity of *Cleome gynandra* L. of the West of Burkina Faso. Hundred accessions, collected in the vegetable gardens and the natural populations of the sahelio-soudan zone and the soudan zone of Burkina Faso, was evaluated according to a Latinized Alpha-Plan design. Observations and Biometrical measurements were carried on 23 variables. The study revealed a great agromorphological variability within the accessions from the vegetable gardens and those collected in the natural populations. 17 characters - 11 quantitatives and 6 qualitatives discriminate the studied accessions. Highly significant differences at 1% were observed between the accessions of the two climatic zones and between the accessions from the vegetable gardens and those collected in the natural populations. The agronomical performances of the accessions from the sahelio-soudan zone are higher than those of the accessions from the soudan zone. Also, the performances of the accessions from the vegetable gardens are higher than those from the natural populations. Several positive correlations were observed. The study of the structuring of the diversity of the accessions revealed two great sets. The first set is mainly constituted with cultivated accessions and accessions from the sahelio-soudan zone. The second set is mainly constituted with accessions collected in the natural populations and of accessions from the soudan zone. Thus, the growing practices and the climatic zones were the determining factors in the structuring of the diversity of the studied accessions.

KEYWORDS: Burkina Faso, Spider plant, *Cleome gynandra* L., diversity, vegetable.

RESUME: L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité agromorphologique de *Cleome gynandra* L. de l'Ouest du Burkina Faso. Cent accessions, collectées dans les jardins potagers et dans les populations naturelles de la zone sahélo-soudanienne et de la zone soudanienne du Burkina Faso, ont été évaluées selon un dispositif Alpha-Plan latinisé. Les observations et les mesures biométriques ont porté sur 23 variables. L'étude a mis en évidence une grande variabilité agromorphologique aussi bien au sein des accessions issues des jardins potagers que celles collectées dans les populations naturelles. Au total 17 caractères agromorphologiques discriminent les accessions étudiées. Des différences significatives au seuil de 1% ont été observées entre les accessions des deux zones climatiques d'une part et entre les accessions issues des jardins potagers et celles collectées dans les populations naturelles d'autre part. Les performances agronomiques des accessions issues de la zone sahélo-soudanienne et des accessions issues des jardins potagers sont respectivement supérieures à celles des accessions issues de la zone soudanienne et celles des accessions issues des populations naturelles. Plusieurs corrélations positives ont été observées entre les caractères. L'étude de la structuration de la diversité des accessions a mis en évidence deux grands ensembles. Le premier ensemble est constitué majoritairement

d'accessions cultivées et d'accessions issues de la zone sahélo-soudanienne. Le deuxième ensemble est constitué majoritairement d'accessions collectées dans les populations naturelles et d'accessions issues de la zone soudanienne. Ainsi, les pratiques paysannes et les zones climatiques ont été les facteurs déterminants dans la structuration.

MOTS-CLEFS: Burkina Faso, Caya blanc, *Cleome gynandra* L, diversité, légume.

1 INTRODUCTION

Le caya blanc (*Cleome gynandra* L.), probablement originaire d'Asie du sud ou d'Afrique [1], est une plante annuelle de la famille des *Capparaceae* [2], [3]. En Afrique, il est traditionnellement récolté directement dans la nature ou cultivé dans les jardins potagers comme légume-feuille [2], [4]. Il est bien adapté aux conditions locales et moins exigeant en intrants par rapport aux légumes exotiques; ce qui rend sa culture plus facile. Le caya blanc est un légume-feuille qui a de fortes teneurs en vitamine A et C, β -carotène, fer, calcium, magnésium, protéines, phosphore [2], [5], dépassant parfois même celles de certains légumes exotiques en ces éléments. Il peut donc jouer un rôle capital dans la résolution de certains problèmes de malnutrition. Au Burkina Faso, les feuilles du caya blanc sont le plus souvent utilisées pendant les périodes de famine, d'inondations et de sécheresse [6]. Ainsi, avec les crises alimentaires des dernières années, sa consommation connaît une augmentation constante entraînant des surfaces de culture plus importantes et attirant un plus grand nombre de producteurs. Il occupe de plus en plus une place de choix dans l'agriculture périurbaine et procure d'importants revenus aux producteurs, contribuant ainsi à la lutte contre la pauvreté particulièrement dans l'ouest du pays [7]. Malgré cette importance socio-économique de l'espèce, très peu d'études lui ont été consacrées. Si quelques études réalisées au Kenya [8], [9] et au Zimbabwe [10] ont montré l'existence d'une grande diversité au sein de l'espèce, au Burkina Faso, elle est en protoculture et sa diversité génétique n'est pas encore étudiée. En effet, elle a longtemps été négligée à la suite de l'introduction des légumes exotiques sur le continent africain qui a eu un impact négatif sur les légumes indigènes [11]. La connaissance de la diversité génétique étant indispensable à l'amélioration variétale, il est nécessaire d'entreprendre des études pour connaître sa diversité au Burkina Faso. La présente étude a pour objectifs (i) d'établir le niveau et l'organisation de sa diversité et (ii) d'estimer quelques paramètres génétiques des caractères discriminants.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL VEGETAL ET SITE DE COLLECTE

Le matériel végétal est constitué de 100 accessions collectées dans deux zones climatiques de l'Ouest du Burkina Faso (Figure 1). Etant donné que la plante est au stade de protoculture, les accessions ont été collectées dans les jardins potagers et dans les populations naturelles. Ainsi, 39 accessions ont été collectées dans la zone sahélo-soudanienne dont 26 dans les jardins potagers et 13 dans les populations naturelles et 61 accessions ont été collectées dans la zone soudanienne dont 22 dans les jardins potagers et 39 dans les populations naturelles. Au total, 10 provinces dont 4 provinces de la zone climatique soudano-sahélienne dont les précipitations annuelles se situent entre 600 et 900 mm d'eau et 6 de la zone climatique soudanienne avec des précipitations annuelles variant de 900 à 1100 mm d'eau ont été concernées par la collecte. La technique de collecte a été un échantillonnage aléatoire. Un prélèvement systématique de semences a été effectué à chaque fois que la plante est rencontrée.

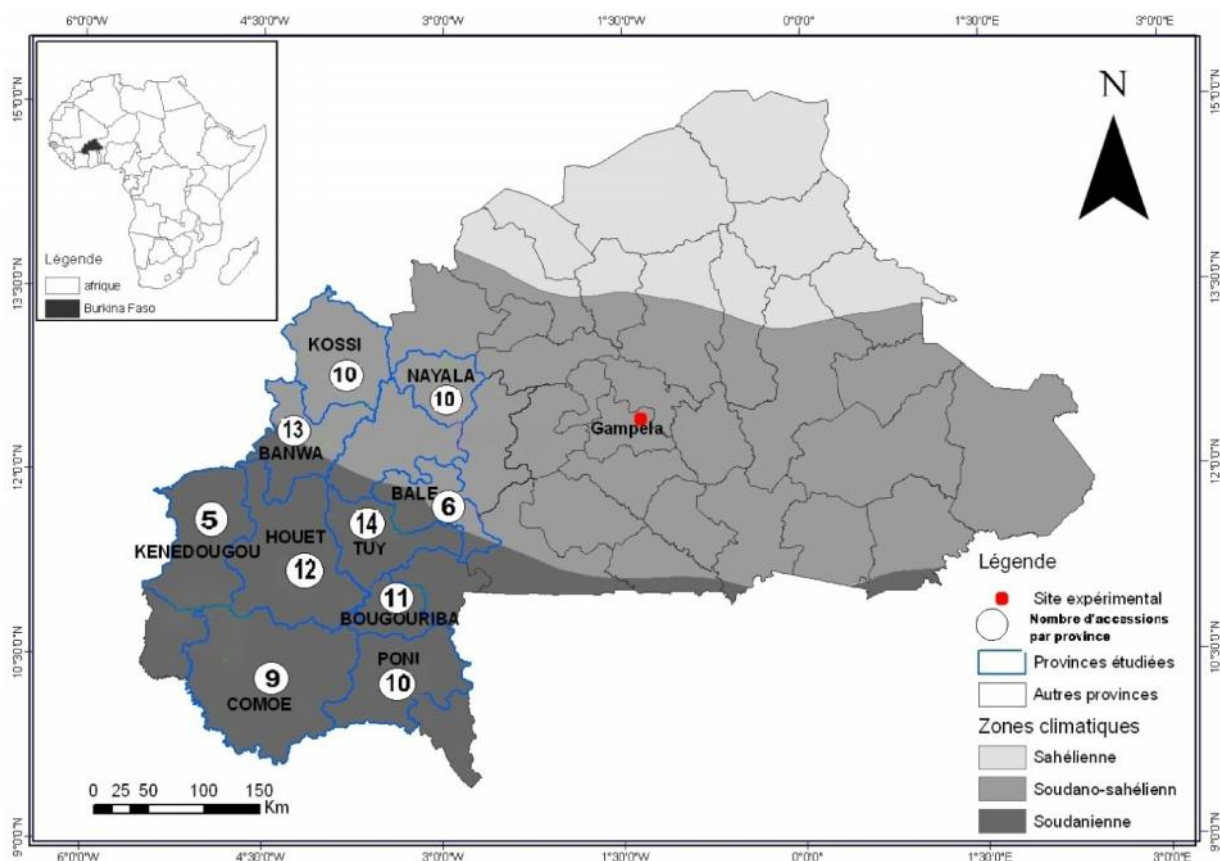


Fig. 1. Position géographique du site expérimental et répartition des accessions en fonction de leurs sites de collecte.

2.2 SITE D'ETUDE ET DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Une caractérisation agromorphologique a été réalisée dans la station expérimentale de Gampela située à 18 Km de Ouagadougou sur l'axe Ouaga-Niger à 12°15' de latitude Nord et 1°12' de longitude Ouest. Elle est localisée dans le domaine Nord-soudanien et est caractérisée par une pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 900 mm [12]. Avant la mise en place de l'essai en Juillet 2013, la parcelle a été labourée, amendée avec de la fumure organique puis nivelée. Au cours des années qui ont précédés, cette parcelle a été labourée au tracteur puis nivelée à chaque début de saison des pluies.

Le dispositif expérimental utilisé a été l'Alpha-Plan latinisé avec trois répétitions. Chaque répétition a été subdivisée en cinq sous blocs. Les répétitions et les sous-blocs successifs ont été séparés d'un mètre. Dans un bloc, chaque accession a été représentée par une ligne de trois mètres sur laquelle 7 poquets ont été semés à raison de 10 graines par poquet. L'interligne et l'écartement entre les poquets successifs ont été de 0,5 m. Un démariage à un plant par poquet a été réalisé 10 jours après semis (JAS).

2.3 VARIABLES EXPERIMENTALES ET COLLECTE DES DONNEES AGROMORPHOLOGIQUES

Les observations et les mesures biométriques ont porté sur 23 variables dont 9 qualitatives et 14 quantitatives. Les variables qualitatives considérées sont: la couleur de la tige (CTI), la couleur de la feuille (CFE), la couleur du pétiole (CPE), la couleur du point d'insertion de la feuille (CIP), la couleur des pétales (CPE), la couleur des sépales (CSE), la couleur des étamines (CET), le degré de pubescence de la plante (DPU), le type de port de la plante (PPL). Ces variables ont été observées tout au long du cycle de développement des plantes. A l'exception du nombre de jours à 50% floraison (NJF) mesuré sur toute la ligne, les mesures biométriques ont été faites sur 4 pieds par ligne 45 JAS. Ce sont la hauteur de la plante (HPL) mesurée du sol à la dernière feuille de la tige principale; le diamètre de la tige (DTI) mesuré au niveau du collet; le nombre de ramifications primaires (NRP); la longueur de la foliole (LOF) mesurée du pulvinus au sommet de la foliole centrale; la largeur de la foliole (LAF) mesurée à la partie médiane de la foliole centrale; la longueur du pétiole (LOP) mesurée de la gaine au pulvinus et le nombre de folioles par feuille (NFO). Le nombre de sépales (NSE), le nombre de pétales (NPE) et le nombre

d'étamines (NET) ont été notées sur les 3 premières fleurs par plante. La longueur du pédoncule (LON_pe), la longueur (LON_fr) et la largeur du fruit (LAR_fr) ont été mesurée sur les trois premiers fruits de quatre plantes par ligne.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Une analyse de variance a été réalisée grâce au logiciel GenStat version 10.3 (VSN International, 2011) sur les variables quantitatives dans le but de savoir, après séparation des moyennes par le test de séparation des moyennes de Newman-Keuls à 5%, s'il existe des différences significatives entre les accessions, entre les différentes zones climatiques et entre la population naturelle et celle issue des jardins potagers. Pour chacun des caractères discriminants, l'héritabilité au sens large (H^2) a été calculée à partir des variances génotypique (VG) et phénotypique (VP) selon la formule utilisée par [13]: $H^2(\%) = (VG/VP)*100$. L'étude des relations entre les variables a été faite grâce à la matrice de corrélation totale. Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée grâce au logiciel XLSTAT 2013.2.03 et les coordonnées des individus ont servi au regroupement des accessions par une classification ascendante hiérarchique (CAH). Les groupes issus de la CAH ont été caractérisés par une analyse factorielle discriminante (AFD).

3 RESULTATS

3.1 ANALYSE DE LA DIVERSITE DES CARACTERES QUALITATIFS

Trois modalités de couleur (violette, verte et pourpre) ont été notées pour la tige de la plante, le pétiole et le point d'insertion de la feuille (Tableau 1). La couleur de la feuille est fonction de celle de la tige principale de la plante. Ainsi, les accessions à tiges violettes ont des feuilles de couleur vert-sombre, celles à tiges pourpres ont des feuilles de couleur vert-olive et celles à tiges vertes des feuilles de couleur vert-clair. Les proportions des différentes couleurs sont différentes entre les accessions collectées dans les jardins potagers et celles collectées dans les populations naturelles (Tableau 1). On rencontre plus de couleur verte dans les accessions issues des jardins potagers et plus de couleur violette dans celles collectées dans les populations naturelles. La figure 2 montre la variation de la couleur des tiges et des branches des accessions étudiées.

La majorité des accessions ont une pubescence faible aussi bien au sein des accessions collectées dans les jardins qu'au sein des celles collectées dans les populations naturelles. On note également des accessions à pubescence élevé et des accessions à pubescence moyenne. La majorité des accessions à port érigé se rencontre dans la population cultivée tandis que la majorité des accessions à port semi-érigé se rencontre dans la population naturelle.

A l'exception de la couleur des pièces florales qui n'a pas présenté de variations, une variabilité intra accession a été notée pour toutes les variables qualitatives observées.

Tableau 1. Variation des caractères qualitatifs dans la collection de *Cleome gynandra* L.

Caractères	Modalités	Fréquences (%)	
		Jardins potager	Population naturelle
Couleur de la tige (CTI)	violette	33,34	53,84
	verte	22,92	13,46
	pourpre	29,16	15,38
	variable	14,58	17,32
Couleur du pétiole (CPE)	violette	37,50	59,61
	verte	27,08	13,46
	pourpre	25	09,61
	variable	10,42	17,32
Couleur de la feuille (CFE)	vert-sombre	37,50	59,61
	vert-clair	27,08	13,46
	vert-olive	25	09,61
	variable	10,42	17,32
Couleur du point d'insertion de la feuille (CIP)	violette	41,66	57,69
	verte	25	13,46
	pourpre	25	09,61
	variable	8,34	19,24
Couleur des pièces florales (CPF)	sépales verts	100	100
	pétales blancs	100	100
	étamines violettes	100	100
Degré de pubescence de la plante (DPU)	faible	33,33	46,15
	moyen	22,92	09,61
	élevé	31,25	09,61
	variable	12,5	34,63
Port de la plante (PPL)	érigé	68,75	23,08
	semi-érigé	18,75	50,00
	variable	12,5	26,92



Fig. 2. Variation de la couleur de la tige et des branches des accessions étudiées

3.2 DIVERSITE DES CARACTERES QUANTITATIFS

Les analyses de variance montrent des différences hautement significatives au seuil de 1% entre toutes les accessions étudiées (Tableau 2). Elles montrent également des différences hautement significatives au seuil de 1% entre les deux zones climatiques (Tableau 3) et entre la population naturelle et celle collectée dans les jardins potagers (Tableau 4). Les performances agronomiques des accessions collectées dans la zone sahélo-soudanienne sont supérieures à celles des accessions collectées dans la zone soudanienne. Aussi, les performances agronomiques des accessions collectées dans les jardins potagers sont supérieures à celles des accessions collectées dans la population naturelle.

Le nombre de foliole varie de 3 à 7 par feuille. La fleur comporte 4 sépales verts, 4 pétales blancs et 6 étamines violettes. La hauteur de la plante et le nombre de ramifications primaires varient respectivement de 27,5 cm à 76,96 cm et de 2,5 à 6,83. Les coefficients de variation sont inférieurs à trente pour tous les variables étudiées.

Selon [13], l'héritabilité est élevée lorsque sa valeur est supérieure à 50% ($H^2 > 50\%$). Ainsi, l'héritabilité (Tableau 2) est élevée pour 10 variables.

Tableau 2. Performances des accessions étudiées, résultats de l'analyse de variance et l'Héritabilité de dix caractères.

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	CV%	F	H ² (%)
HPL (cm)	27,50	76,92	53,03±8,28	15,48	<0,001	82,133
DTI (cm)	0,55	1,89	1,20±0,24	19,86	<0,001	72,541
NRP	2,50	6,83	4,18±0,78	18,69	<0,001	69,441
LOP (cm)	3,42	9,70	6,01±1,39	22,82	<0,001	71,008
LAF (cm)	1,48	3,45	2,33±0,74	14,21	<0,001	78,637
LOF (cm)	2,84	7,65	5,16±0,39	16,54	<0,001	68,847
LON_pe (cm)	3,70	6,68	4,70±0,42	8,86	<0,001	76,581
LAR_fr (cm)	0,28	0,88	0,57±0,06	11,79	<0,001	88,020
LON_fr (cm)	6,76	15,12	10,63±0,96	9,05	<0,001	87,305
NJF (j)	18,64	25	21,4±1,47	6,89	<0,001	78,282

HPL: Hauteur de la plante, DTI: Diamètre de la tige, NRP: Nombre de ramifications primaires, LOP: Longueur du pétiole, LAF: largeur de la foliole, LOF: Longueur de la foliole, LON_pe: Longueur du pédoncule, LON_fr: Longueur du fruit, LAR_fr: Largeur du fruit, NJF: Nombre de jours à 50% floraison, CV%: coefficient de variation, F: F de Fisher, H²: Héritabilité

Tableau 3. Paramètres de croissance végétative et reproductive des accessions de caya blanc par zone agroclimatique.

ZAC	HPL	DTI	NRP	LOP	LOF	LAF	LON_pe	LAR_fr	LON_fr	NJF
S-sd	62,08a	1,42a	4,89a	7,33a	5,85a	2,63a	4,89a	0,64a	11,54a	22,89a
Sd	47,91b	1,08b	3,74b	5,28b	4,77b	2,15b	4,41b	0,54b	10,15b	20,51b

Les moyennes suivies de la même lettre dans la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%.

HPL: Hauteur de la plante, DTI: Diamètre de la tige, NRP: Nombre de ramifications primaires, LOP: Longueur du pétiole, LAF: largeur de la foliole, LOF: Longueur de la foliole, LON_pe: Longueur du pédoncule, LON_fr: Longueur du fruit, LAR_fr: Largeur du fruit, NJF: Nombre de jours à 50% floraison, ZAC: Zone agroclimatique, S-sd: Sahélo-soudanienne, Sd: soudanienne.

Tableau 4. Paramètres de croissance végétative et reproductive des accessions collectées dans les jardins potagers et la population naturelle.

Pop	HPL	DTI	NRP	LOP	LOF	LAF	LON_pe	LAR_fr	LON_fr	NJF
JP	57,42a	1,32a	4,41a	6,64a	5,65a	2,54a	4,80a	0,65a	11,68a	22,02a
PN	49,76b	1,11b	3,98b	5,51b	4,77b	2,15b	4,40b	0,50b	9,74b	20,91b

Les moyennes suivies de la même lettre dans la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%.

HPL: Hauteur de la plante, DTI: Diamètre de la tige, NRP: Nombre de ramifications primaires, LOP: Longueur du pétiole, LAF: largeur de la foliole, LOF: Longueur de la foliole, LON_pe: Longueur du pédoncule, LON_fr: Longueur du fruit, LAR_fr: Largeur du fruit, NJF: Nombre de jours à 50% floraison, Pop: Population, JP: Jardin potager, PN: Population naturelle.

3.3 CORRELATIONS ENTRE LES CARACTERES QUANTITATIFS ETUDIES

Des corrélations significatives et positives (Tableau 5) au seuil de 1% ont été notées entre la hauteur de la plante et le nombre de ramifications primaires, entre la hauteur de la plante et les dimensions de la feuille (LOP, LAF, LOF), entre la hauteur de la plante et le diamètre de la tige, entre la hauteur de la plante et le nombre de jours à 50% floraison, entre le nombre de jours à 50% floraison et le nombre de ramifications. Les corrélations entre les caractères portant sur le fruit et les autres caractères sont significatives mais moins fortes que celles citées plus haut. On note des corrélations entre la hauteur de la plante et les dimensions du fruit, entre le nombre de ramifications primaires et les dimensions du fruit.

Tableau 5. Corrélations entre les caractères quantitatifs de *Cleome gynandra* de l'Ouest du Burkina Faso

Variables	HPL	DTI	NRP	LOP	LAF	LOF	LPE	LON_fr	LAR_fr
HPL									
DTI	0,88**								
NRP	0,68**	0,66**							
LOP	0,81**	0,78**	0,71**						
LAF	0,69**	0,71**	0,56*	0,79**					
LOF	0,81**	0,79**	0,64**	0,87**	0,82**				
LON_pe	0,59*	0,63**	0,57*	0,68**	0,69**	0,73**			
LON_fr	0,53*	0,54*	0,42*	0,58*	0,55*	0,66**	0,54*		
LAR_fr	0,52*	0,55*	0,38*	0,64**	0,66**	0,69**	0,56*	0,75**	
NJF	0,71**	0,68**	0,72**	0,74**	0,59*	0,69**	0,56*	0,43*	0,41*

HPL: Hauteur de la plante, DTI: Diamètre de la tige, NRP: Nombre de ramifications primaires, LOP: Longueur du pétiole, LAF: largeur de la foliole, LOF: Longueur de la foliole, LON_pe: Longueur du pédoncule, LON_fr: Longueur du fruit, LAR_fr: Largeur du fruit, NJF : Nombre de jours à 50% floraison, *: Corrélation significative au seuil de 5%, **: Corrélation significative au seuil de 1%

3.4 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

L'analyse en composantes principales (Tableau 6) donne 10 facteurs avec des valeurs propres comprises entre 0,105 et 7,096. Le premier facteur (F1) a une valeur propre de 7,096 et explique, à lui seul, jusqu'à 70, 96% de la variabilité totale. Les cosinus carrés des variables (Tableau 6) montrent que toutes les 10 variables utilisées pour l'analyse sont associées au facteur F1. Ces variables serviront à la classification ascendante hiérarchique. A l'exception de ce facteur, les valeurs propres des autres facteurs sont inférieures à 1, ce qui signifie qu'ils expliquent très peu la variabilité observée. Cependant, le deuxième facteur (F2) dont la valeur propre est 0.927 explique 9,267% de la variabilité totale. Ainsi en considérant les deux premiers facteurs (F1 et F2), 80,227% de la variabilité totale est expliquée.

Tableau 6. Cosinus carrés de 10 caractères sur 2 facteurs et la contribution à la variabilité totale de ces caractères.

Variables	Composantes principales	
	F1	F2
DTI (cm)	0,790	0,043
LAR_fr (cm)	0,543	0,320
LON_pe (cm)	0,623	0,007
LOP (cm)	0,856	0,003
LAF (cm)	0,740	0,012
HPL (cm)	0,789	0,060
NRP	0,665	0,113
LOF (cm)	0,876	0,004
LON_fr (cm)	0,538	0,254
NJF (j)	0,677	0,110
Valeur propre	7,096	0,927
Variabilité (%)	70,960	9,267
% cumulé	70,960	80,227

Les valeurs en gras correspondent pour chaque variable au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand et montrent l'association des variables avec les composantes principales

HPL: Hauteur de la plante, DTI: Diamètre de la tige, NRP: Nombre de ramifications primaires, LOP: Longueur du pétiole, LAF: largeur de la foliole, LOF: Longueur de la foliole, LON_pe: Longueur du pédoncule, LON_fr: Longueur du fruit, LAR_fr: Largeur du fruit, NJF: Nombre de jours à 50% floraison.

3.5 CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE (CAH)

La classification ascendante hiérarchique (Figure 3) est réalisée sur les 10 variables identifiées à l'issue de l'analyse en composantes principales. Un premier niveau de troncature à 22,5% donne une structuration de la diversité en deux ensembles distincts. En considérant la zone climatique, l'ensemble I est constitué majoritairement des accessions issues de la zone sahélo-soudanienne tandis que l'ensemble II regroupe essentiellement les accessions collectées en zone soudanienne. Par contre en tenant compte du critère cultivé et non cultivé, l'ensemble I est constitué majoritairement des accessions prélevées dans les jardins potagers tandis que l'ensemble II regroupe essentiellement les accessions prélevées dans les populations naturelles. Un deuxième niveau de troncature à 7,07% subdivise chaque ensemble en deux groupes distincts avec une dissimilarité inter groupes de 86,51% et une dissimilarité intra groupe de 13,49%. L'analyse de variance montre des différences hautement significatives entre les groupes ($F < 0,0001$) pour tous les 10 caractères.

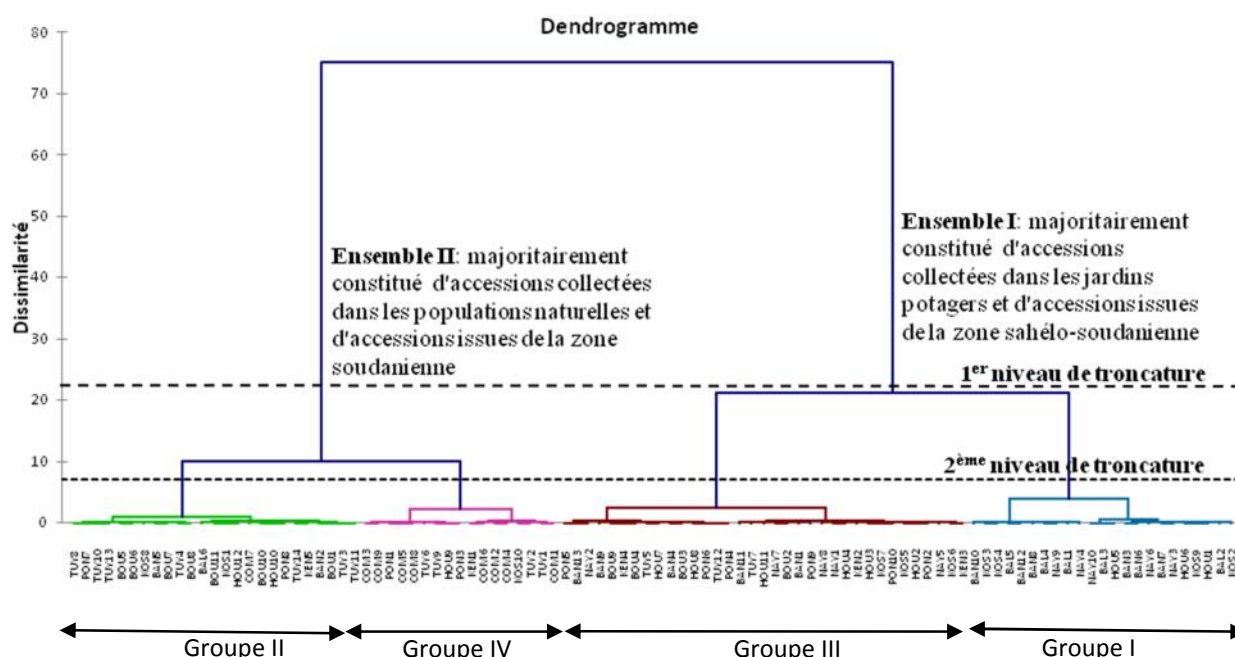


Fig. 3. Dendrogramme issu de la classification ascendante hiérarchique des 100 accessions

3.6 ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE (AFD)

La caractérisation des deux ensembles par l'analyse factorielle discriminante (Figure 4) montre que l'ensemble I regroupe les accessions de meilleures performances agronomiques: accessions de grande taille, à cycle long, à port érigé, à feuilles larges et à nombre de ramifications primaires élevé. Cet ensemble est constitué du groupe I et du groupe III. Cependant, les performances agronomiques du groupe III sont inférieures à celles du groupe I. L'ensemble II regroupe les accessions ayant les plus faibles performances agronomiques: accessions de petite taille, à cycle court, à port semi-érigé, à feuilles minces et à petit nombre de ramifications primaires. Il est composé du groupe II et du groupe IV mais le groupe II rassemble les accessions à performances agronomique plus élevées.

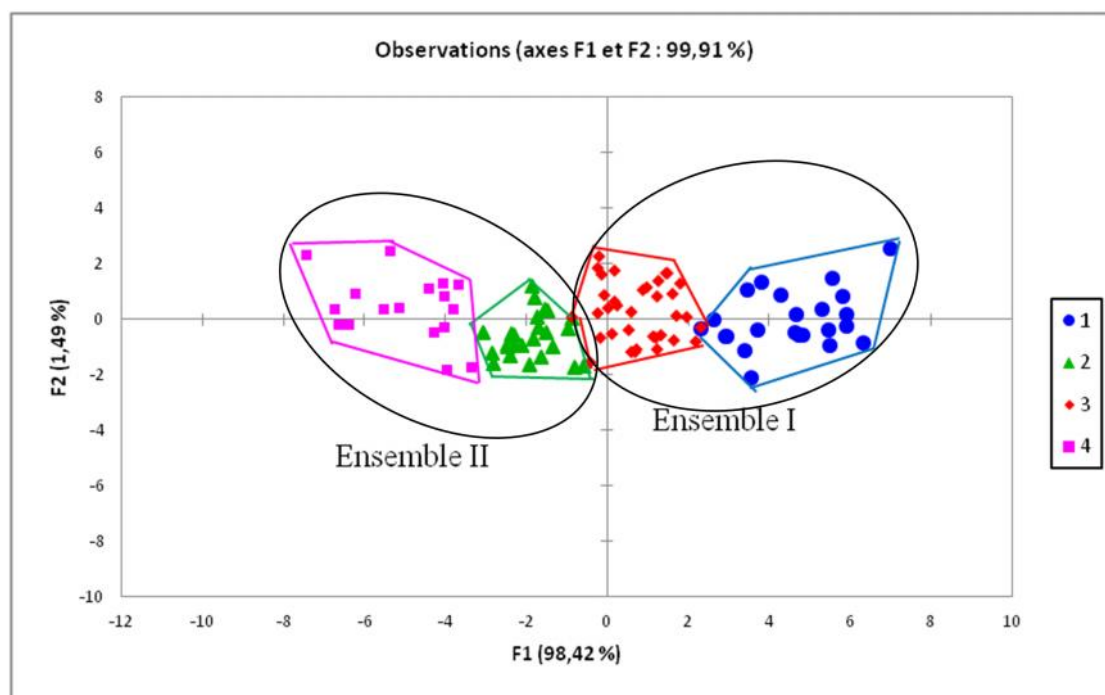


Fig. 4. Représentation dans le plan 1/2 de l'AFD des groupes d'accessions issus de la CAH.

4 DISCUSSION

4.1 VARIABILITE AGROMORPHOLOGIQUE

Cette étude a mis en évidence l'existence d'une grande variabilité morphologique au sein des accessions de *Cleome gynandra* L. de l'Ouest du Burkina Faso. Ce résultat corrobore ceux de [10] sur des morphotypes du Kenya et du Zimbabwe et ceux [9] sur les morphotypes de l'Ouest du Kenya.

La variabilité intra accession observée s'expliquerait en partie par le mode de reproduction mixte de *Cleome gynandra* L. [1]. En effet, l'allogamie partielle ou totale qui offre des possibilités de fécondations croisées favorise un brassage génétique naturel conduisant à une diversité génétique importante [14]. Aussi, les semences utilisées pour cette étude sont des populations. Etant collectées auprès des paysans, elles sont formées par les graines issues de la multiplication en masse de la population. Chez les producteurs, il n'y a pas de souci de pureté génétique. De telles pratiques paysannes favorisent la variabilité intra accessions.

Les proportions de la couleur violette et du port semi-érigée de la plante plus élevées au sein des accessions collectées dans les populations naturelles par rapport à celles des accessions collectées dans les jardins potagers d'une part et les proportions de la couleur verte et du port érigée de la plante plus élevée au sein des accessions issues des jardins potagers par rapport à celles des accessions issues des populations naturelles d'autre part, indiquent que les producteurs du Burkina Faso exerceraient une sélection orientée vers la couleur verte et le port érigé de la plante.

Les différences significatives entre la population naturelle et celle issues des jardins potagers et les performances agronomiques des accessions issues des jardins potagers plus élevées par rapport à celles des accessions issues de la population naturelle montrent que la sélection exercée par les producteurs serait orientée vers la grande taille de la plante et de la feuille, le long cycle de la plante, le nombre de ramifications primaires élevé et le gros diamètre de la tige. Etant donné que *Cleome gynandra* L. est en protoculture au Burkina Faso, plusieurs producteurs prélèvent leur semence initiale dans les populations naturelles. Au fil des années, cette semence initiale subit progressivement la sélection dans les jardins potagers selon les préférences du producteur. Aussi, la mise en culture a favorisé la suppression progressive des caractères sauvages (petite taille, cycle court, petite feuille) des accessions collectées dans les jardins potagers tandis que celles collectées dans les populations naturelles conservent toujours leurs caractères sauvages. L'impact de la sélection sur la variabilité de *Cleome gynandra* L. a déjà été noté par [10]. Il a montré que les différences des caractères agronomiques observées entre les morphotypes du Kenya et ceux du Zimbabwe seraient dues à la sélection des producteurs au Kenya où sa domestication est plus avancée par rapport au Zimbabwe où elle est encore confinée seulement aux centres de recherche.

Les performances agronomiques des accessions de la zone soudano-sahélienne plus élevées par rapport à celles de la zone soudanienne indiquent que la zone climatique a été un facteur déterminant dans l'expression de la diversité des accessions étudiées. La différence de pluviométrie entre les deux zones serait à l'origine d'une telle variabilité. En effet, *Cleome gynandra* L. est une plante à forte capacité d'accumulation d'anthocyanes. Selon [15], ces pigments dont la synthèse est contrôlée par des facteurs intrinsèques et environnementaux tels que la lumière, la température, les éléments nutritifs et le stress hydrique permettent à la plante de résister aux conditions de sécheresse, ce qui permettrait à la plante de mieux s'adapter à la zone soudano-sahélienne à pluviométrie plus faible par rapport à la zone soudanienne. Selon [1], *Cleome gynandra* L. est moins commun aux régions très humides.

Les différences entre les performances agronomiques des accessions des deux zones climatiques s'expliqueraient aussi par le fait que l'on rencontre plus de jardins potagers dans la zone sahélo-soudanienne que dans la zone soudanienne.

4.2 RELATIONS ENTRE LES CARACTERES

La corrélation hautement significative et positive entre le nombre de jours à 50% floraison (NJF) et la hauteur de la plante (HPL) indique que les plantes qui ont un long cycle sont celles qui possèdent une plus grande taille. En effet, ces plantes, compte tenu de la longueur de leur cycle, ont plus de temps pour le développement végétatif contrairement à celles dont le cycle est court. La corrélation hautement significative et positive entre la hauteur de la plante (HPL) et le diamètre de la tige (DTI) indique que les plantes de grande taille ont un diamètre assez développé pour leur assurer une certaine stabilité tandis que la corrélation positive entre le diamètre et le nombre de ramifications montre le fait qu'une plante au grand diamètre donne une tige assez grosse qui peut porter un grand nombre de rameaux. Ces corrélations sont particulièrement intéressantes pour les producteurs qui recherchent les plantes produisant beaucoup de biomasse. Ces résultats sont conformes à ceux de [9].

4.3 ORGANISATION DE LA DIVERSITE

La diversité intra sites de collectes observée s'expliquerait par l'existence d'une grande variabilité au sein de l'espèce. En effet, selon [2] le genre *Cleome* renferme plusieurs espèces herbacées très polymorphes.

La structuration de la diversité en fonction des zones de collectes indique qu'il existerait une distribution géographique de la diversité de *Cleome gynandra* L. suivant le gradient climatique du Burkina Faso. Les résultats de [10] qui ont montré des différences entre les morphotypes collectés au Zimbabwe et ceux collectés au Kenya soutiennent une telle hypothèse.

Les pratiques paysannes ont beaucoup influencé la structuration de la diversité de *Cleome gynandra* L. Ainsi, les accessions de grandes tailles, à port érigé, à nombre de ramifications primaires élevé et de couleur verte se rencontrent plus dans les jardins potagers tandis que celles à petite taille, à port semi-érigé, à nombre de ramifications primaires faibles et de couleur violette se rencontrent plus dans les populations naturelles.

4.4 VOIE D'AMELIORATION GENETIQUE DE L'ESPECE

La grande variabilité observée dans le cadre de cette étude offre des possibilités d'amélioration génétique de l'espèce. Les fortes corrélations positives entre les caractères sont particulièrement intéressantes pour l'amélioration génétique de *Cleome gynandra* L. En effet, la sélection de variétés à haut rendement en biomasse pourrait se faire en tenant compte de l'un d'eux. La variabilité observée ne peut être utilisée pour l'amélioration génétique que lorsque l'héritabilité des caractères est élevée. Les valeurs élevées de l'héritabilité montrent que la contribution des génotypes à l'expression des caractères est importante. Selon [10], la couleur de la tige de *Cleome gynandra* L., facilement visible à l'œil, est très héritable. Ainsi, l'amélioration génétique de *Cleome gynandra* L. est envisageable à partir de la variabilité mise en évidence dans cette étude et doit être orientée vers la couleur verte qui est préférée des producteurs et consommateurs et vers les caractères liés à la production de biomasse tels que la taille de la plante et le nombre de ramification. Cette amélioration pourrait se faire à partir des accessions du groupe I qui présentent les meilleures performances agronomiques. Ces accessions, pour la plupart, proviennent de la zone climatique soudano-sahélienne.

5 CONCLUSION

La présente étude a mis en évidence l'existence d'une grande variabilité au sein des accessions de *Cleome gynandra* L. de l'Ouest du Burkina Faso. Au total 17 des 23 caractères discriminent les accessions étudiées. L'étude a aussi montré que la

diversité des accessions est structurée en fonction des pratiques paysannes et de la zone climatique. Les corrélations et l'héritabilité très élevée des caractères montrent qu'une amélioration génétique peut être envisagée à partir de la variabilité mise en évidence. Etant donné que l'étude a porté sur les accessions de l'Ouest du pays, il est nécessaire d'étendre la collecte à toutes les autres parties du pays pour mieux apprécier la diversité de *Cleome gynandra* au Burkina Faso.

REFERENCES

- [1] Mnzava N.A. & Ngwerume, F. C., *Cleome gynandra* L. Fiche de Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Eds). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas, 2004.
- [2] Chweya JA, and Mnzava NA. Cat's whiskers. *Cleome gynandra* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 11. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 1997.
- [3] Short, P.S. *Capparaceae*. In Short P.S. and Cowie I.D. (Eds), Flora of the Darwin Region. (Northern Territory Herbarium, Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport). Vol. 1, pp. 1–24, 2011.
- [4] Silué D., Spider plant: An indigenous species with many uses. AVRDC – The World Vegetable Center Regional Center for Africa PO Box 10 Duluti, Arusha Tanzania: 09-719-e, 2009.
- [5] Soro C.L., Ocho-Anin Atchibri A. L., Armand K. K. K., et Christophe K. "Evaluation de la composition nutritionnelle des légumes feuilles", *J. of Appl. Biosci.* no. 51, pp. 3567– 3573, 2012.
- [6] Millogo-Rasolodimby J., L'Homme, le climat et les ressources alimentaires végétales en périodes de crise de subsistance au cours du 20^{ème} siècle au Burkina Faso. Thèse Doct., Univ. Ouagadougou, 2001.
- [7] MAHRH, Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'agriculture et l'alimentation au Burkina Faso, 2008.
- [8] K'Opondo F.B.O., Rheenens H. A. V. and Muasya R. M., "Assessment of genetic variation of selected spider plant (*Cleome gynandra* L.) morphotypes from western kenya." *Afr. J. of Biotechnol*, Vol. 8, no. 18, pp. 4325-4332, 2009.
- [9] K'Opondo FBO. "Morphological characterization of selected spider plant (*Cleome gynandra* L.) types from western Kenya". *Annals of Biological Research*, vol. 2, no. 2, pp. 54- 64, 2011.
- [10] Masuka A, Goss M, Mazarura U. "Morphological Characterization of Four Selected Spider Plant (*Cleome Gynandra* L.) Morphs from Zimbabwe and Kenya". *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, vol. 2, no. 4, pp. 646 – 657, 2012.
- [11] Abukutsa M.O.O. 'African indigenous vegetables: strategic repositioning in the horticulture sector'. Second inaugural lecture of Jomo Kenyatta University of Agriculture et Technology (JKUAT), Nairobi, Kenya, 30 avril 2010.
- [12] Thiombiano A, et Kampmann D. (Eds), Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome II : Burkina Faso, Ouagadougou et Frankfurt/Main, 2010.
- [13] Johnson H. W., Robinson H. F., and Comstock R. E. "Estimates of Genetic and Environmental Variability in Soybeans," *Agronomy Journal* vol. 47, no. 7, pp. 314–318, 1955.
- [14] Demarly Y, et Sibi M. 1996. *Amélioration des plantes et Biotechnologies*. 2^{ème} édition mise à jour, Ed. John Libbey Eurotext, 170p.
- [15] Chalker-Scott L. "Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses". *Photochemistry and Photobiology*, vol. 70, no. 1 pp. 1-9, 1999.

Tally Motifs as a contemporary fashion in designing upholstery fabrics

Rania Elsayed and Sahar Ahmed

Textile Printing, Dyeing and Finishing Department, Helwan University, College of Applied Arts,
Cairo, Egypt

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

ABSTRACT: Tally is an art practiced by traditional women in Upper Egypt. The art is known as a special kind of embroidery, which uses metal threads on solid fabric or net material. It dates back to the 18th century. It has been used for occasion dresses and shawls. Special Pharaonic, Coptic and Islamic motifs identify this art, in addition to motifs derived from the Egyptian folk heritage such as camel, palm tree, doll and the jockey, which has been formulated in various forms along with abstract geometric motifs, due to the global fashion trend towards the use of luxury fabrics, like studded and embroidered with golden and silver threads.

Therefore, the current research will focus on the use of Egyptian Tally motifs to innovate suitable designs for modern fashion of printed upholstery fabrics using metallic printing on organza fabric, It is a special printing process that produces a shiny design .It can be easily transferred on the fabric, with Foil stamping which is a print process applied of metallic foil, often gold or silver.

KEYWORDS: Egyptian Tally art, Tally Motifs, Fashion in Upholstery Fabrics Trend, Metallic foil printing.

1 INTRODUCTION

1.1 RESEARCH PROBLEM

- 1- Despite of the aesthetic diversity for motifs of Egyptian Tally art which used in embroidery of folk Egyptian fashions, it has not received a sufficient study and search in printing textile field.
- 2- Take advantages of Egyptian Tally motifs in the innovation of designs to keep pace with modern fashion in the printing upholstery fabrics.

1.2 RESEARCH OBJECTIVES

The research aims to create contemporary designs suitable for printing upholstery fabrics inspired from Egyptian Tally motifs by using metallic printing on fabrics to keep pace with modern fashion designs in printing upholstery fabrics. At the same time foil stamping offers economic upholstery fabrics with high quality competing with the designs which is implementing with high cost raw materials.

1.3 RESEARCH HYPOTHESES

The research assumes the study and analysis of Egyptian tally motifs in Egyptian folk fashions in Assuit and Sohag including aesthetic and plastic values. This may be a source for creating unique designs suitable for printing contemporary upholstery fabrics.

1.4 RESEARCH LIMITATIONS

The temporal limit: the eighteenth century until the early twenty-first century.

The spatial limit: Sohag and Assuit governate in Egypt.

The objective limits:

- Analytical and artistic study for motifs of Egyptian tally art on folk fashions (human elements, geometric elements, plant elements, animal elements, and still life elements).
- A study for contemporary fashion and modern trends in the designs of printed upholstery fabrics.
- Inspire designs from various aesthetic and plastic values for motifs of Egyptian tally art to suit contemporary printed upholstery fabrics.

1.5 RESEARCH METHODOLOGY

Descriptive and analytical method:

In the analytical study for motifs of Egyptian tally art on Egyptian folk fashions (human elements, geometric elements, plant elements, animal elements, and still life elements)

Experimental method:

It based on the innovation in the experiments of the designs which inspired from the analytical and artistic study for motifs of Egyptian tally art which cope with modern fashion of printed upholstery fabrics.

2 EGYPTIAN TALLY ART

Tally is a kind of embroidery by using thin metal strips on silk, cotton or tulle fabrics. Tally is the name of the metal strips which used in embroidery. It also called on the products of these strips. Figure(1), Figure (2) This name is come back either from the French name for retina fabric (Tulle) which used in embroidery, or to the king (Attalus) from Minor Asia, who invented the art of embroidery by gold (Elmesery,2004,13).



Fig.1. A dress of black tulle embroidered with gold metallic strips (www. nadim.org,2013).



Fig.2. A dress of brown tulle embroidered with silver metallic strips(www. nadim.org,2013).

Tally strips' width does not exceed 3 mm. It is usually silver and rarely gold. These strips are mostly made from copper wires coated with nickel or silver. There are cheap metal and plastic strips. There are many old collections decorated with pure silver. Figure (3). The merchant gives tally makers tally strips by scale. The products also received by scale.

Tally strips imported from some European countries. They differ from one to other. Tally which slash to redness imported from Germany. Tally which slash to yellowing imported from France and it is one of the finest quality. It is coated with a thick layer of silver or gold. It characterized with flexibility which helps in embroidery as well as its shiny look. Tally which imported from Czechoslovakia is wide and it is not frequently used.

Tally needled by a special metal needle with length of 4 cm with two sides one is tapered and the other has two holes. The craftsmen made it. Sometimes the woman made her own needle. She uses an iron pin and knocks on it and make hole in it then cools it to give it the desired shape. In the past the needle sometimes made from silver and gold and made by goldsmith. Tally stitch is unprecedented in sewing and embroidery. It is a single stitch stand alone (Elmesery,2004,13-14). Figure (4)



Fig.3. A part of bride scarf embroidered with pure silver. It is from Folk Arts Museum in Cairo.



Fig.4. Tally stitch (www. nadim.org,2013).

Tally's industry flourished among the people of Assiut in the nineteenth century to the extent that it produces in the most houses. It was used to decorate female villagers' clothes and the foreign passers by Assuit. Assuit was one of the Nile stations for tourist boats. This explains the existence of models with European style (Figure5). Many of these clothes with props and without sleeves and its style are suitable for "waltz dancing" and non-traditional at all. At the beginning of the twentieth century, tally was widespread in aristocratic clothes as evening dresses (Figure 6). Despite the entry of foreign models on Tally products, they retained the inherited traditional motifs.



Fig.5. European style model.



Fig.6. Apart of modern model embroidered with tally.

Collections of Folk Arts Museum in Cairo under the no. 319

Collections of Folk Arts Museum in Cairo under the no. 299

2.1 SYMBOL IN FOLK ART

Folk arts have its symbols which identify and express them through time and history. These symbols have its importance and scientific significance in the identification of these arts. Symbol from the technical side is an original plastic language which used by the folk artist to express his feelings and his environment's people feelings and their emotions about everything that touches their senses of events, beliefs or ideas.

Symbol in folk arts means artistic union which chosen by the artist from his environment to beautify his artistic product and gives it special and unique character. The symbol has cultural and social values for its environment and summarizes its

beliefs and doctrine. Symbol here summarizes through shapes thought and doctrine of the artist and express its feelings towards his environments.

Symbol may be derived from the surrounding environment of the artist. It may be an innovative shape which summarizes his point of view which usually represents the group's view to an accident in the environment and they affected by it. Symbol may be a form of thing that commonly used in the environment and usually represent a tradition or custom of their traditions and customs. These forms do not rise to the symbol level except if it carries the social and cultural values of the environment (Sherif ,1965,96-97).

2.2 SYMBOL ARTISTIC CHARACTERISTICS IN TALLY ART

Artistic symbol is created by folk artist. It gives it its soul and emotions. Folk artist is a simple man and not necessarily has a good education. No doubt he is far away from artistic academic study. So he has no borders in his artistic expression and has not any constrictions. His artistic expression is a reflection for his released nature from academic study's constrictions. So his innovative artistic symbols are far away from the real nature of things (Sherif ,1965,99).

So we find that Tally artist records her symbols in a pure geometric way and perhaps the implementation processes have its impact. Pigeon, camel, flower ..., all these shapes turns to be plastic relations and geometric lines. By this she summarizes and abstracts her artistic symbols with keeping the characteristics and properties of the symbols.

When we study the symbols of tally art, we find that each symbol has its deep root in people's lives. Each symbol is related to the surrounding area of tally artist and these symbols are related to her life, traditions and beliefs. The best example of the relation in tally art between symbols and environment , custom , traditions is bride's scarf, figure (7), which consider as one of the most important components of a bride in Assuit and Sohag. Mother and girl embroidered this scarf from young age. This scarf is like movie that tells the story of this happy occasion. It refers to the journey undertaken by the bride from her parent's house to her groom's house in another village.

The bride's scarf is divided into several horizontal lines from bottom to top. On each line she draws a repeated shape with a relation to this occasion. The artist draws triangles in order to protect her daughter from envy. In the second line she draws a number of brides which represent the bride and her friends around her. In the following line, she draws the camel which is the method of transportation of the bride and her family to the groom's house. Then the lines follow each other. During the journey she passes through wheat fields as evidence to good that waiting her. Then she passes through corn stalks as significance to the diversity of agriculture fields. Then she draws trees and palms to give the sense of long distance between bride's house and groom's house. Then she draws water jugs as indication to the drink of the convoy when they are thirsty. Then she draws a line of stars scattered in the sky to guard the convoy through night as indication to the end of a full day. Then she draws a mosque to indicate the arrival to the groom's village and passing near the mosque. Then she draws a house as significance of the arrival of the convoy to groom's house (the marital home). Sometimes she draws ladder to indicate that the house is composed of two floors. These drawings include some of the bride's collections such as come and headscarf (Elmesery,2004,21).

In tally art the symbols are not limited to the folk heritage. There are new modern symbols derived from the elements that surrounded the folk artist or when she faces a new topic which affected on her and not dealt with it before. This appeared in a motif called "kahareb "which symbolizes the light column. The folk artist created it when electricity enters villages. Figure (8).

This symbol is accepted and settled and repeated by tally artists. Changes and innovations are available but they need repetition to settle in the mind of folk group. This is not owned by one person but to entire group. The story of the scarf in Assuit and Suhag expresses this idea clearly (Elmesery,2004,20).

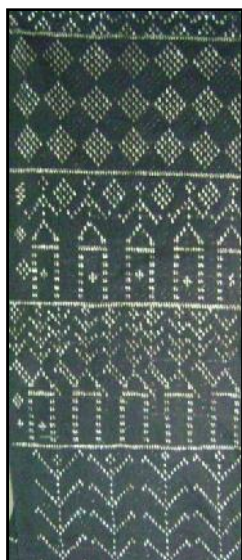


Fig.7. bride's scarf

Collections of Folk Arts Museum in Cairo under the no. 941



Fig.8. kahareb" electricity" motif.

Collections of Folk Arts Museum in Cairo under the no. 299

2.3 INHERITED MOTIFS OF FOLK EGYPTIAN TALLY

There are many and multiple inherited motifs in tally art. Most of them are derived from the surrounding environment of the folk artist. Nature is the main inspiring for her (Elmesery,2004,19). Tally artist using different element. This will be clear through the analytical study to the inherited motifs of Egyptian folk tally ((human elements, geometric elements, plant elements, animal elements, and still life elements). The following is a presentation for these motifs:

2.3.1 HUMAN ELEMENTS

Human elements were one of the important elements on tally as it seen in several subjects such as in table no.(1). We see the bride, the bride and her friends, school girl, guards and soldiers.

Plastic artist abstract human elements into two figures:

- 1- Through using rhombus, triangle and straight lines (vertical and diagonal) such as shape (1-A), (1-B).
- 2- Through using square, triangle and straight lines (vertical and diagonal) such as shape (1-C).

We notice that the artist using alternating regularity repetition method when she repeats the bride element. She separates between human elements by using rhombus and abstract plant. shape (1-A).

2.3.2 ANIMAL ELEMENTS

Camel is one of the most important animals in tally art. This may be due to the nature of Assuit and Suhag city. We see camel in the scene that reflects the Prophet carrying. shape (2-C). Camels also appear on the bride's scarf in the scenes that indicate the convoy that carrying the bride to the marital home. The folk artist handles this element in two different ways through using triangles and straight lines (vertical and diagonal) such as table no.(2). Camel may be appears alone such as shape (2-A). It may appears in a group surrounding by plant branches, shape (2-B). Camel may appears carrying a triangle on his back, shape (2-C), or a square with two cross diameter such as in table, shape (2-D)

2.3.3 PLANT ELEMENTS

Plant elements appear a lot in tally art as a result to the agricultural nature that surrounding the folk artist. She express them as in table no.(3), flower motifs shape (3-A), trees shape (3-B), palms shape (3-C), palm leaves, wheat and corn stalks shape (3-D), plant baskets shape (3-E). The folk artist abstract these elements through using a group of straight lines (vertical and diagonal), rhombus and stars shape.

2.3.4 GEOMETRIC ELEMENTS

Geometric elements in tally art appear as motifs that linked between natural environment elements and some folk beliefs. For example, using triangle as abstract shape reflects the mountains which are near the region. Triangle used like "hijab" to protect from envy and risks.

Due to the importance of " hijab " in the folk artist life, it appears in different shapes. She draw it large or small or coordinate a group of triangles to create a new shape combine between the function and the aesthetic shape as in shape (4-A) and table no.(4). Folk artist also uses rhombus as " hijab ", shape (4-B). She added it to the decoration around the neck which is like necklaces and end with a knot hanging from it a big rhombus which is called by tally artists "hijab", figure(9).



Fig.9. "Hijab" necklace

Collections of Folk Arts Museum in Cairo under the no. 926

Circle shape is used to express "millimes"- penny- motifs, millimes is the currency which used in that time. , shape (4-C). Zigzag line which consist of several ascending and descending lines symbolize the water of Nile (Elmesery,2004,19), shape (4-D). The five lines decoration, three in front and two at the side of the dress. The number five has a magic significance. The people use this number to protect them, as they said:" five and five in the eye of the enemy" (Elmesery,2004,20) .

2.3.5 STILL LIFE ELEMENTS

Still Life elements vary in tally art. In table no.(5) the mosque, shape no.(5-A), different shapes of crosses, shape (5-B), water jugs and vases, shape (5-C), electricity things, shape (5-D), comb , shape (5-E), drum, shape (5-F), hearts , shape (5-G). There is a new abstract motif expresses the knock on the hands, shape (5-H). The artist inspires these symbols from her surrounding environment. Tally artist abstract these elements through using dots and straight lines (vertical and diagonal) and geometric shapes such as square, rectangle, rhombus, triangle and circle.

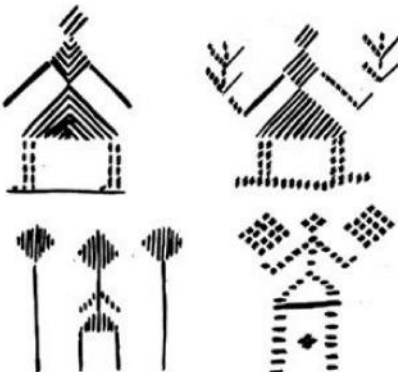
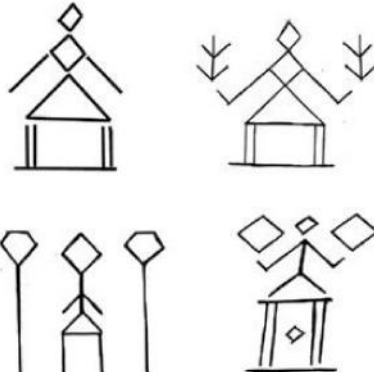
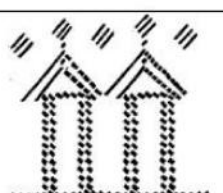
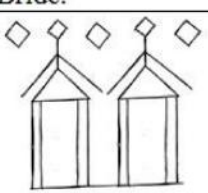
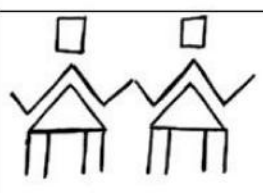
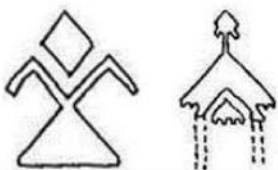
	Motifs	Geometrical analysis
Human elements		
	Shape (1-A) Bride.	
		
		
		
	Shape (1-D) Guards and soldiers.	

Table no.(1)

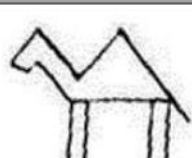
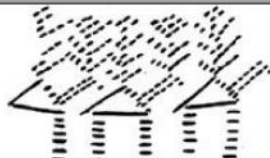
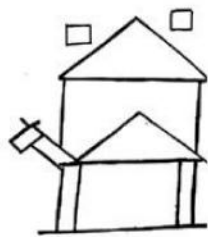
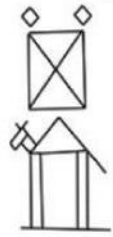
	Motifs	Geometrical analysis
Animal elements		
		
		
		

Table no.(2)

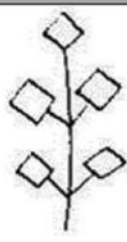
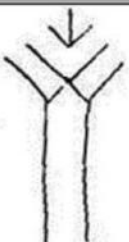
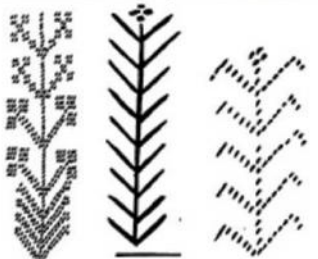
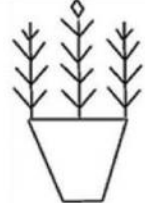
	Motifs			Geometrical analysis		
Plant elements						
	Shape (3-A) Flower.	Shape (3-B) Tree.	Shape (3-C) Palm tree.	Shape (3-A)	Shape (3-B)	Shape (3-C)
						
	Shape (3-D) wheat and corn stalks.		Shape (3-E) plant basket.	Shape (3-D)		Shape (3-E)

Table no.(3)

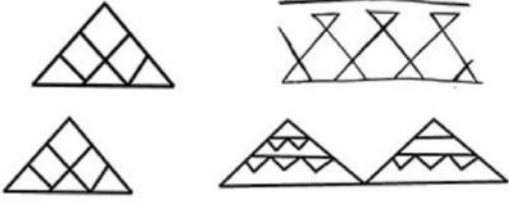
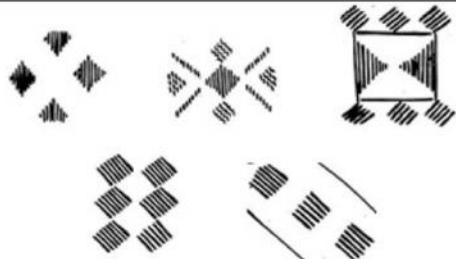
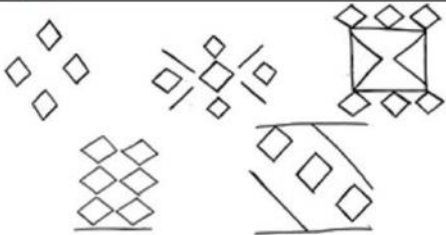
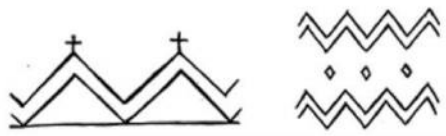
	Motifs	Geometrical analysis
Geometric elements		
	Shape (4-A) Triangles.	
		
	Shape (4-B) Rhombus " hijab ".	
		
Shape (4-C) Circles "millimes".		
		
Shape (4-D) Zigzag line.		

Table no.(4)

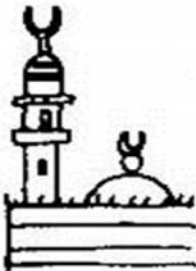
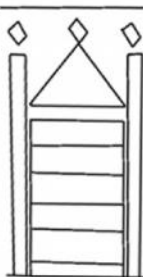
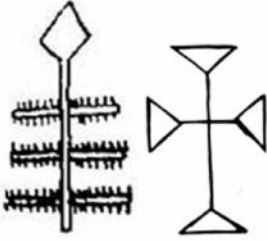
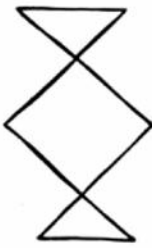
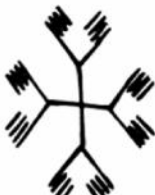
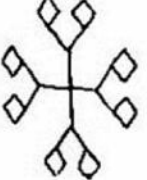
Still Life elements	Motifs		Geometrical analysis	
				
	Shape (5-A) The mosque.			
				
	Shape (5-B) Crosses.			
				
	Shape (5-C) Water jugs and vases.			
				
	Shape (5-D) Electricity things.	Shape (5-E) Comb.	Shape (5-D)	Shape (5-E)
				
	Shape (5-F) Drum.	Shape (5-G) Heart.	Shape (5-H) Knock on the hands.	Shape (5- F)
				Shape (5- G)
				Shape (5- H)

Table no.(5)

3 FASHION IN UPHOLSTERY FABRICS TREND

Following the newest international fashion is considered as one of the most important aims of textile printing designers to help him in the innovation of designs follows international fashions tracks. In this research, the two researchers tend to know the most important features of 2013/2014 and 2014/2015 fashion, for upholstery fabrics, to make the research designs which are derived from motifs of Egyptian tally art keep pace with the international fashion in upholstery fabrics printing field.

As for 2013/2014 fashions, raw materials of upholstery fabrics tend to luxury and bright materials. So world-famous furniture brand "Bretz" created a unique living room furniture collection with inlaid Swarovski crystals. The German brand is known for its splendor and avant-garde style.

The most important thing is that they are studded with Swarovski crystals. The designers chose to highlight the opulence and grandeur with gold and brilliant yellow colors, decorated with sparkles.

They use Swarovski crystals to stud upholstery fabrics in "Bretz". Swarovski crystals are also use in "Sedar" for curtains in a group of designs characterize by tenderness and simplicity, but Swarovski crystals giving it a very sparkling and rich effect (<http://beauty.bgfashion.net>,2013).



Fig.10. Swivel chair and round stool studded with Swarovski crystals from Bretz

(<http://beauty.bgfashion.net>,2013)



Fig.11. Jewellerized Curtains Made with Swarovski elements from Sedar

(www.sedaremirates.com,2013)

As for 2014/2015 fashion, Heimtextil Trend 2014-2015 which is the creative way to discover the most important and international trends at the beginning of every year, and a first-class orientation aid for product developers, furnishing specialists and designers.

The shadows of the night create a dark, mystical and elegant colour series dominated by deep black, which is particularly expressive on lustrous materials. Rounding off the colour world are dark, coloured accents – pepped up by metallic champagne and gold.

Rubberised, liquid looks and glossy surfaces interact with furs and long-haired, smooth hides. Clarity and severity give the sumptuous textiles their modern appearance.



Fig.12. *The beauty of the night.*



Fig.13. *Dark lux.*

The combination of tradition and handicrafts on the one hand and industrial and mechanical methods on the other dominate the look of 'Craft Industry'. A sunny-warm and lively colour series is oriented towards natural landscapes with sky, mountains, lakes and forests, which contrast with industrial, metallic coal, copper and old gold tones.

'Craft Industry' shows lively surfaces with irregular textures and lots of structured elements. Important are qualities with an authentic image and materials with vintage character, as well as restrained destroyed and used looks (<http://heimtextil.messefrankfurt.com>, 2013).



Fig.14. *Craft Industry.*

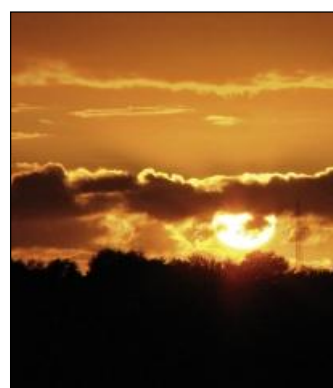


Fig.15. *A sunny-warm.*

4 METALLIC FOIL PRINTING

By using a special adhesive, either through screen-printing or hand – painting, metallic foils can be applied to fabric by heat and pressure to achieve a reflective surface. There is no limitation to the intricacy of design, providing the glue is of a printable consistency. foils are available by the roll in a variety of finishes and widths, it can be overlapped if necessary in order to cover large areas . Spirit-based adhesives like "Metatran" (Sericol), are specifically designed for foil application and can be diluted with white spirit to reach the desired consistency. The drawback of a solvent – based glue is cleaning the screen after printing. A soluble screen wash (i.e. one that mixes with water) is minute, but no longer, otherwise the image will start to break down, the screen is then hosed down in the normal way.

The factors that should be taken into account when using foils include:

- Type of base cloth (foil heat transfer print is widely used in kinds of cotton (Figure 16), blend textile (Figure 17).
- Consistency of the adhesive in relation to the screen mesh size and detail of design.
- Number of pulls.
- Length of time left to dry and in what conditions.
- Temperature of heat press or iron.
- Pressure applied during heat treatment.

4.1 METHOD

- 1- screen - print design onto cloth using chosen adhesive.
- 2- depending on manufacturer 's instructions, leave to dry thoroughly for the required length of time.
- 3- Cut foil a little bigger than the size of the printed design and lay onto the cloth shiny or patterned side up.
- 4- Set the heat press to 165-170 °c (329-338°F) and at the correct pressure, and place cloth and foil (cloth side down) between the protective silicone sheets . set for 20 seconds.
- 5- Allow to cool before carefully peeling off the backing paper,

The foil should then have transferred successfully to the glue printed design(Taylor ,2003 ,108).

4.2 FEATURES

- 1) Eco-friendly;
- 2) Easily to be transferred.
- 3) With foil effect, bright colors and be washable (www.wisegeek.com, 2011).
- 4) high print quality with unparalleled abrasion resistance for a permanent print.
- 5) high-speed printing to match the fastest production line speeds.
- 6) clean and instantly dry printing in all operational environments
- 7) ability to apply a shiny metallic foil print onto a variety of substrates.
- 8) low initial and long-term costs (www.rotechmachines.com ,2013).



Fig.16. Metallic cotton fabric/foil printed fabric
(WWW. factory.dhgate.com,2013) .



Fig.17. Nylon/cotton/metallic fabric/foil printed fabric
(WWW. factory.dhgate.com,2013) .

4.3 FOIL PRINTING ON TULLE FABRIC

Tulle fabric matellic foil printing Figure (18) used in wedding dress, stage cloth, garment decoration, upholstery fabrics. Shining under the light.



Fig.18. Foil Printing On Tulle Fabric

5 DESIGNS IDEAS

This research focuses on the innovating contemporary designs suitable for printing upholstery fabrics and inspired from motifs of Egyptian tally art using metallic printing on organza fabric to keep pace with modern fashion of upholstery fabrics printing. The following is a presentation for these designs:

5.1 DESIGN IDEA NO. (1)

Design idea no. (1-A) depends on the using of various groups of plant and geometric elements and distribute them with varied repetition in the area of the design. At the bottom of the design the geometric element repeated regularly while the plant element repeated as falling repetition. This leads to a kind of regular rhythm in the artwork with taking into consideration the consistency of units and spaces around it. The designer re-distributes the elements of this idea to be compatible to use as furniture fabrics.

In idea (1-B) the plant element is used in a new way. It repeats with a circular shape around a central axis to be like a star shape, and repeats it until the edges touches each other and make semi-geometric spaces varied in size and shape.

*In **color** treatment of this idea the artist uses free color spots that took the reddish purple color with its degrees as a background containing the other art work elements which take the silver color. This assures the relation between the artwork elements and its background, and support the correlation between artwork elements and its unity.

5.2 DESIGN IDEA NO.(2)

Design idea (2-A) depends on the triangle unit which consists of a group of broken lines gradients from the space from top to bottom. It repeated in slash direction which caused kinetic rhythm in the design. The repetition of the unit with the gradient of spaces from one side of the design to the other side to contact with each other which assures the correlation of these units and support the unity of the whole design. *The combination between silver white **color** with metallic luster and black **color** give brightening and high artistic value to the design which give the sense of richness.

Design idea (2-B) inspired from the bottom bar (Kanan) which is the most suitable treatment for curtain fabrics. The bottom bar takes the shape of horizontal bars consisting of triangles which are repeated in a sequential way and in different direction. In the design field the artist repeated the broken line unit which represents water wave. This varied in the area, direction and light which give the sense of ascending power and horizontal extension. It also gives the sense of gravity and balance. *The use of black **color** assures this balance.

5.3 DESIGN IDEA NO.(3)

Design idea no. (3-A) depends on mixing a various group of plant elements with curved lines. The artist organizes the distribution of these plastic elements by repeating them with different sizes and directions on a background of geometric shapes that take the vertical direction in the design. This led to cut the monotony and gives neutral consistent. The merge of the two shapes produce harmony and contrast in the relation which enrich the design value. This treatment is considered as one of the most appropriate aesthetic treatments for curtain fabrics. The curved plant elements formed a bottom bar to the artwork which gives the sense of weight and falling.

Artwork elements are re-distributed in the design idea no. (3-B). Plant elements uses in free repetition overlapping with a group of vertical lines. This creates what is called good-neighborly between each part in the artwork which ensures its unity and gives the sense of continuous relation between each part.

***Color** in this idea contributes with important part in organizing visual perception for the artwork. The artist uses black as a background includes work elements. It is like the connection that connecting work elements with each other and ensures the unity and balance of these elements.

5.4 DESIGN IDEA NO. (4)

Plastic construction of design idea (4-A) depends on rhombus unit which symbolizes the cross. It considers as one of distinctive decoration of Tally art. The artist uses rhombus in horizontal strips in ascending and descending way in each bar. The overlapping of horizontal strips and vertical strips with less transparency degree achieve a kind of harmony rhythm in the design. The distribution of light and dark color's degree between horizontal and vertical strips in rhombus motif achieves

balance. *White **color** sits on the furniture fashion throne for this year. The designer uses silver **color** with dark blue to give the sense of richness and lavish.

Design treatment (4-B) structure depends on the broken line (Zigzag) which consists of rhombus unit. These lines organized in sequence way in a vertical direction which inspires the sense of strength and hardness of shapes. The wavy lines draw to give tenderness and flexibility. The wavy lines repeat ascending and descending to give rhythmic movement like waves movement. *The use of light **color** on the dark ground gives a great impact on achieving balance as whole.

5.5 DESIGN IDEA NO. (5)

Design idea (5-A) depends on the creation of a principle unit that the design based on it. It consists of a geometric unit that repeated inside it alternately two plant shapes. Regular repetition used as one of the basic aesthetics structures of the design. In the lower part of the design the artist uses across bar. This makes the design suitable for using for curtain fabrics. The unit repeats to give the sense of ascending power and vertical extension. The external geometric shape of the unit repeated at the upper part of the design. This led to the creation of rhythmic harmony based on the consistency of the units and the spaces around them.

The idea (5-B) depends on the repetition of the basic unit of the work in a net shape that covering the artwork ground. This makes harmony and correlation between design units and achieves a kind of rhythm based on using repetition that gives the shape extensions without limits.

* The repetition of the **color** between the light color of the shape and the dark color of the ground ensures the rhythm of the work which led to a kind of rhythmic harmony based on organizing the perception between the parts of the artwork with each other and link between them.

5.6 DESIGN IDEA NO. (6)

Design idea (6-A) depends on a triangle divided into a group of rhombus and triangles from its interior. There is a slash line divided the design into two parts. Each part consist of a group of horizontal strips consisting of a groups from the previous triangles, varied and graduating in area from the bottom to the top in one side of the design and from the top to the bottom on the other side. Triangles directed to the top on the right side and to the bottom on the left side. The diversity in area and direction of the triangles gives rhythm and dynamic to the design in general. The eyes in its movement through the design watch new relations integrated between shapes.

The plastic construction of design idea (6-B) depends on the width bar from the previous triangles shapes. Then cross-stripes from triangles repeated in the centre of the design from distance which gives the sense of extension to the artwork. The repetition of the triangle unit achieves correlation and movement rhythm. The overlapping between triangles parts has a great impact on achieving depth in the design.

5.7 DESIGN IDEA NO. (7)

The creation process in design idea no(7-A) based on the using of a group of human elements like guards and soldiers and coordinate them in an innovative way that forms a group of vertical bars balance with the borders that consist of the repetition of the broken line at the bottom of the work. The overlap and combination of these elements assures the unity and correlation of these elements to form a net depending on the using of repetition which consider as one of the aesthetic structure of the design. This diversity of the artwork elements and its positions assures balance and rhythm in the artwork through the vision.

Design no (7-B) depends basically on using overlapping and repetition between the geometric elements to form an innovative composition mixing between the aesthetic of those two methods to consist together in a neutral aesthetic appearance. The overlapping and the repetition of the shapes produce harmony and contrast in the relation which enriches the design value. Transparency uses to show these elements on horizontal lines shape. These kind of aesthetic treatments give the sense of extension and continuity.

*The artist uses brown **color** for the ground and the silver for the ornaments. Shapes distributed on the ground on a balanced way which gives the design a kind of correlation that comes from this color relation for shape and ground. This gives the sense of comfort in the viewer's feelings.

5.8 DESIGN IDEA NO.(8)

Design idea(8-A) depends on kahareb(electricity) motifs which stands for (light column). The folk artist inspired it at the entering of the electricity. This motif consists of (rhombus varied in spaces stands for the top of the column and its sides- the triangle shape which represent the base- the vertical line that connecting between the top of the column and the base). Kahareb (electricity) unit repeats in horizontal way. The units repeat right and left in a strips way exchanging with the other strip from the same unit. These strips distributed in regular sequentially repetition in horizontal direction which gives the sense of dynamic and non-monotony in the design.

Design idea (8-B) depends on repetitive strips in a slash direction. These strips consist of neighbored kahareb (electricity) unit. The repetition of the unit by this way did not lose the work its dynamic, this is because the diversity of the geometric shapes that formed kahareb motif. *The overlapping between bright golden yellow, orange and brown **color** achieve rhythm in the design through the good distribution of colors and surface values.

Design idea no. (1)



Design idea no. (1-A)

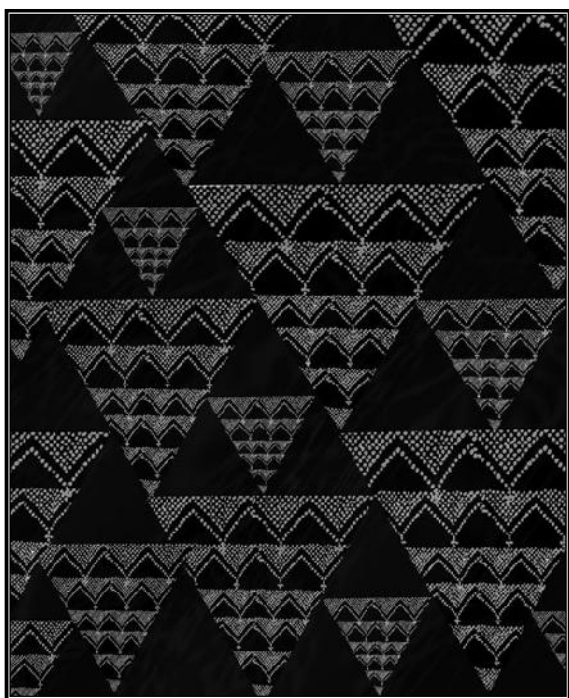


Design idea no. (1-B)



Suggested usage

Design idea no. (2)



Design idea no. (2-A)



Design idea no. (2-B)



Suggested usage

Design idea no. (3)



Design idea no. (3-A)

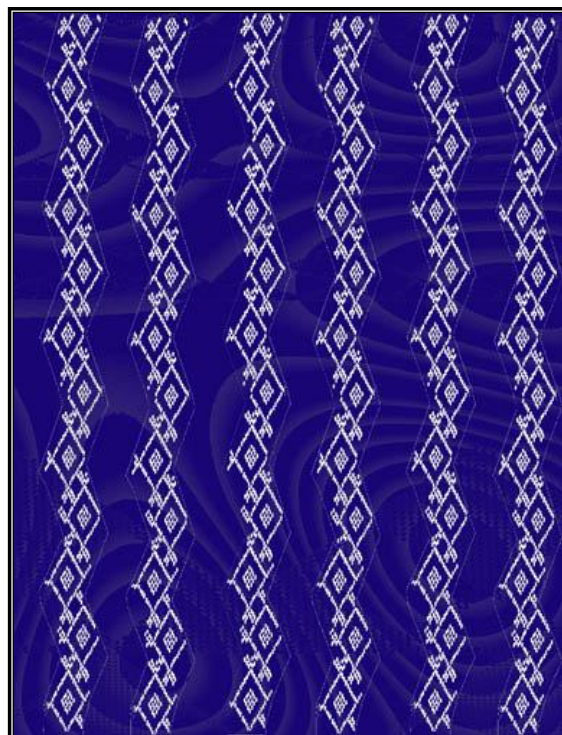


Design idea no. (3-B)



Suggested usage

Design idea no. (4)



Design idea no. (4-A)

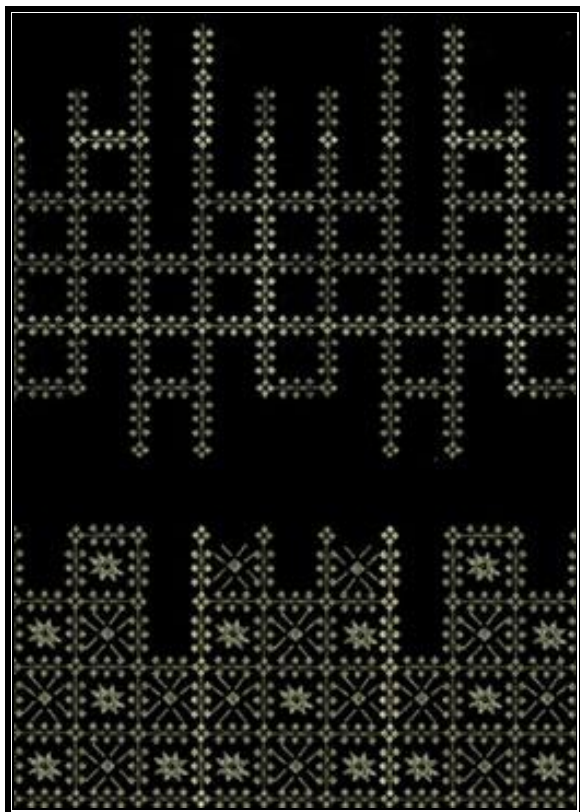


Design idea no. (4-B)



Suggested usage

Design idea no. (5)



Design idea no. (5-A)

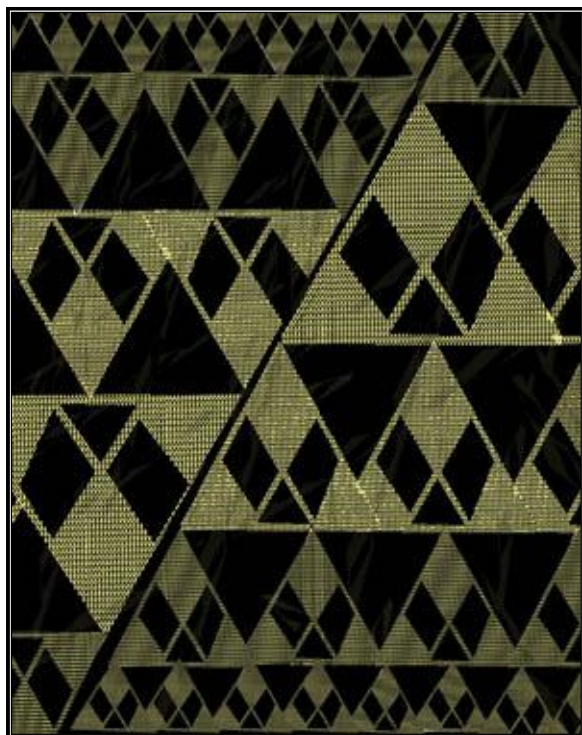


Design idea no. (5-B)

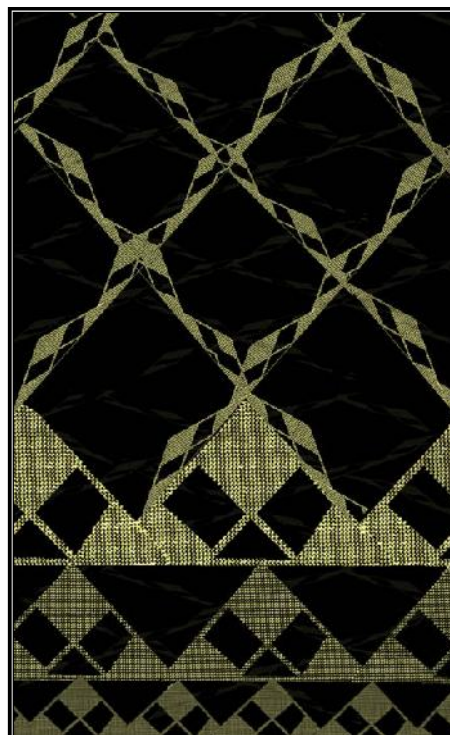


Suggested usage

Design idea no. (6)



Design idea no. (6-A)

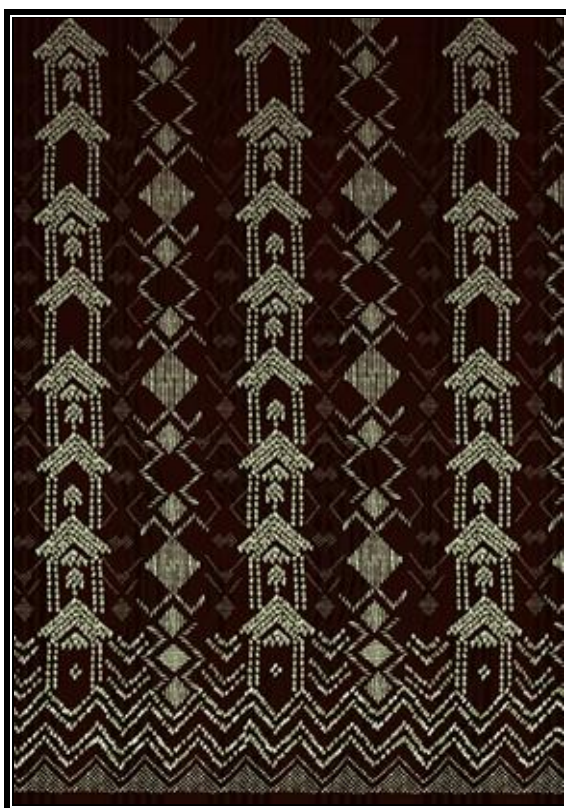


Design idea no. (6-B)

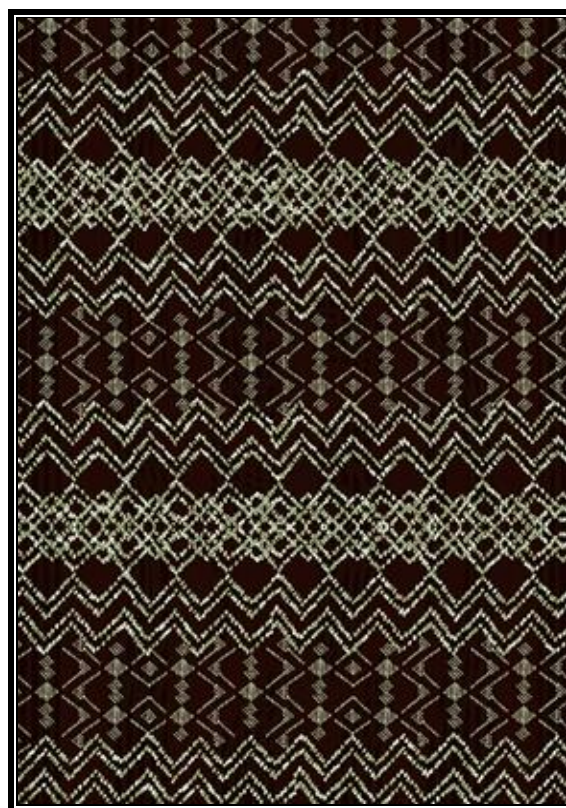


Suggested usage

Design idea no. (7)



Design idea no. (7-A)



Design idea no. (7-B)



Suggested usage

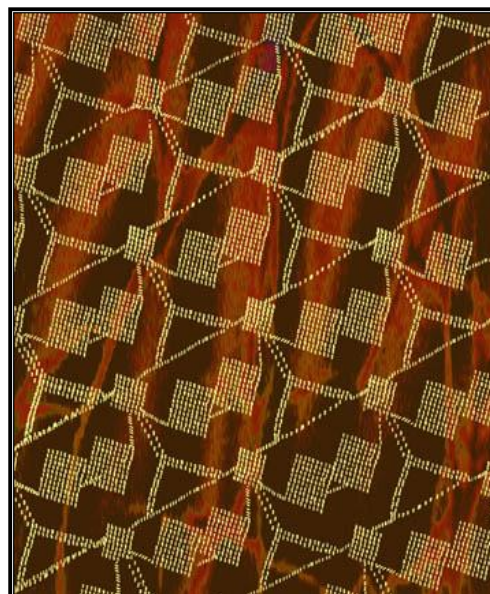
Design idea no. (8)



Design idea no. (8-A)



Suggested usage



Design idea no. (8-B)



6 RESULTS

- Cultural heritage in all its forms and manifestation is a record of human values and experiences. It encourages, sustains originality, and develops the feelings of identity and national belongingness. Investing this cultural heritages properly can actually lead to economic development as it becomes a new scarce of wealth.
- Study and analysis motifs of Egyptian tally art in folk Egyptian fashions in Assuit and Suhag, including its aesthetic and plastic values. This is a resource for the creation of unique designs suitable for printing contemporary upholstery fabrics

7 RECOMMENDATIONS

- Pay attention to the designs of printed upholstery fabrics to keep pace of the contemporary fashion. The designs affects on the sense of buildings and appear them in a luxury way. The design raises the product value from artistic and aesthetic side in addition to its useful functions.
- Specialists in heritage and marketing fields cooperate in developing the products and linked them to the modern needs (curtains- patterns of modern fashions- furniture- covering furniture....etc) and provide external and internal markets for tally products to maintain the original folk artistic formation for tally art.

REFERENCES

- [1] Elmesery, N . (May 2004). Documentation and development of Tally art, National Council for Women, Egypt.
- [2] Sherif , H.A . (April 1965). Symbol in plastic folk art, Folk Arts magazine, issue (2), The General Egyptian Book Authority, Cairo, Egypt.
- [3] Taylor, J.K . (2003). Dyeing and Screen Printing on Textiles, A and C Black, London.
- [4] <http://beauty.bgfashion.net/article/5598/43/luxury-furniture-with-swarovski-from-bretz>, March 2013.
- [5] <http://factory.dhgate.com/metallic-fabric/cotton/metal-foil-printed-woven-fabric-p48500210.html>, April 2013.
- [6] http://heimtextil.messefrankfurt.com/frankfurt/en/besucher/trend/trends_2012.html
- [7] <http://www.nadim.org/Tally.html>, May 2013.
- [8] <http://www.rotechmachines.com/products/hot+foil>, April 2013.
- [9] http://www.sedaremirates.com/en/home_en.phphttp://www.sedaremirates.com/en/home_en.php, April 2013.
- [10] <http://www.wisegeek.com/what-is-foil-stamping.htm>, May 2013.

TURNAROUND STRATEGY FOR BRASS AND BELL METAL INDUSTRY IN ASSAM, INDIA

Mridula Sahay

Amrita School of Business, Amrita University, Coimbatore, Tamil Nadu, India

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

ABSTRACT: This studies analyses some micro level issues related to sickness of brass and bell metal industry in Assam, India, and recommends rejuvenation by adopting appropriate technology, product design, and diversification, use of modern machineries & equipments and paper training to the artisans. An amalgamated and holistic approach has been suggesting for the escalation and endurance of this industry defining the role of government, societies and artisans.

KEYWORDS: Turnaround, strategy, brass and bell metal industry.

1 INTRODUCTION

The craft of the hand divulges an artistic compassion of the people and their aspiration and urge to coalesce the beauty with utility. The very early Indian scriptures and texts contained lot of references to the glory of handicraft industry. The Rigvedic literatures, being religion based depict the fact that such objects of art and crafts were directly or indirectly associated with the religious rituals and the beliefs of the people. The main types of vessels and pots used by the ancestors that are referred to in Rigveda are made of different materials. The trendiest material used for offering sacrifices and worship in religious ceremony, was wood, while clay pots were made predominantly for domestic uses. Different literature also refers to the use of metal pots by the ancestors. Leather too is mentioned as having been used for making vessels. Besides, ornaments were also made out of wood and metal. Interestingly, the scriptures also give the note of the use of gold and silver among the people of ancient age (source: Handicrafts of India and the Chandua Craft: A Historical Investigation retrieved from http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/10603/31224/9/09_chapter%202.pdf)

The craftsmen of ancient India traced his descent from Vishvakarma, Lord of many Arts, Master of a Thousand Handicrafts, Carpenter to the Gods, the Architect of their celestial Mansions, the Designer of all ornaments, the First of all craftsmen. This mythological origin provides him with a proud religious background for his hand-work and a spiritual incentive to give of his very best [9].

India has a history of rich and diverse cultural tradition. Among its diversity, the legacy of India's craft tradition always enjoys a special distinction owing to its beauty, dignity, form, style and aesthetics. Handicrafts in India are not just objects of utility or decoration. Craft is a part and parcel of the socio-economic and religious life of thousands of the craft communities spread across the country. It hardly requires an emphasis that India with her enormous variety of crafts and craftsmen withstood all kinds of social Handicrafts of India and the Chandua Craft: A Historical Investigation pressures, economic hardship as well as political vicissitude since very early days [2]. To write about Indian Handicrafts is almost like writing about the country itself [11]. It is so vast, complex and colorful and yet with a simplicity and charm, difficult to attain under comparable conditions. It is well recognized that Indian handicrafts have very ancient origin and are of high quality. They have customarily received royal and aristocratic patronage and handicrafts artisans were honored by other communities. This paper talks about brass and bell metal industries in Assam, India.

Brass and bell metal industries in Assam, India are intermingled with social and cultural heritage, geographical background and mode of living. In short, they bear a distinctive mark of the place to which the artisan belongs. Brass and bell metal have been the most commonly used metals for the Assamese artisan. Traditional utensils and fancy articles designed by these artisans are found in every Assamese household. However, these, industries have been facing gradual decline over

time which is sharply contradicting the goal of industrialization. The reason for this decline may be attributed to many factors such as scarcity of raw material (scrap brass used as raw material for re-rolling-Resulting in poor quality products), lack of marketing consortia & brand image support, poor entrepreneurial quality, lack of support for finance & working capital, non availability of suitable training, lack of infrastructural facilities, absence of networking among cluster actors, lack of support in the field of R & D, testing, design development, marketing & technology upgradation which calls for modernization of the brass & bell metal industry.

Sarthebari and Hajo are the most important centers of this industry in Assam, India. There is good demand for their products throughout the Assam State. These industries are linked to the cultural heritage of Assam since most of the products of these industries are used in marriages, rituals, different religious ceremonies and as gifts of honour.

2 BRASS AND BELL METAL INDUSTRIES IN ASSAM

Assam has its own tradition of metal manufacturing. Brass-smithy is one of the major traditional cottage industries in the State of Assam, India. Since the activities in the industry are carried on by the artisans rather than by well organized dynamic and risk taking entrepreneurs, so the brass-smithy as found in the state cannot strictly be called an industry in the modern sense. Hence, often the industry is called a craft. Bell metal industry is another customary cottage industry of Assam having known records in history from the 7th century A.D. This industry is also found to be concentrated in certain areas of the state. Historically the most renowned centers are Sarthebari in Barpeta district, Raha, Kamrup and Hojai in Nagaon district and Titabar in Jorhat district.

(source: <http://www.clustercollaboration.eu/documents/270930/0/Diagnostic+Study+Report+on+Hajo,+Assam.pdf>).

The products of bell and brass metal industries are considered as part and parcel of Assamese culture. Every family tries to maintain those articles as marks of their cultural identity. They are mostly used in religious rituals and marriage ceremonies. Bell and brass metal products are given to brides as endowments. Besides the utilitarian household items, some musical instruments and decorative items are also made from these metals.

Evidences of its metal culture can be traced from the archaeological evidences traced in the state [6]. Brass is an important cottage industry, with highest concentration in Hajo, while Sarthebari is well known for its bell metal craft [5]. The principal items of brass are the kalah (water pot), sarai (a platter or tray mounted on a base), kahi (dish), bati (bowl), lota (water pot with a long neck) and taal (cymbals used in socio- religious functions) [1] and tan, Kelah, Tub, Karahi (container with dense but small holes on its body to pass water), Ladle, Pot, Thali (dish for offering), Saki, Dhuna-dani (vessel used for burning a kind of resin)etc., are traditional domestic utensils like whereas the products of bell metal industry are dish, cup, plats, Bhoortal (big size cymbal used at the time of secrete prayer), Bota (a kind of tray for offering betel nut or offering things to god and goddess or show honour to respectable persons), Kerabi, Charia, Ghati etc. It is believed that having food in bell and brass metals utensils help the people to maintain sound health because of the presence of copper in bell and brass metal products [12].

Hajo is having more than 300 artisans families with about 2000 people completely dependent on the handicraft for their livelihood (source: <http://online.assam.gov.in/web/guest%20industries?webContentId=175223>) where as The Sarthebari cluster has 91 brass metal production units and 402 artisans involved therein (Source: *Census of India, field survey, and records of Pital Silpi Sangstha, Baniakuchi*). But it is observed that the industry is decelerating day by day.

Due to the lack of proper marketing strategy, exports of bell and brass metal articles to other states of our country are almost absent. Only some amount of products have been exported to countries like Nepal, Bhutan, China and Myanmar. On the other hand, comparatively highly finished and low-priced hand and machines made bell and brass metal articles from Moradabad, Kolkata, Punjab, Haryana, etc are gradually intruding the domestic market. Under such circumstances, artisans of bell metal industry of Raha (Nagaon District), Titabar (Jorhat District) and Dhekiajuli (Sonitpur District) had already given up this traditional craft and engaged in other business [13].

The poor economic condition compelled the artisans to produce brass metal articles under the control of mahajan (money lender) [10]. The brass metal industry of Hajo and found that the artisans engaged in this industry are producing variety of brass metal articles as such- household utensils, religious items, musical instruments, decorative items along with image of deer, elephants, horses, bullock, parrot, eagle, lion, rhinoceros, peacock, tiger etc. However, the articles produced by human drudgery are costly and less beautiful than machine made products [7].

The problems and prospects of bell metal industry of Saruksheri Block and found that the products of this industry is an integral part of the cultural heritage of Assam and directly related to economic activities of the rural peoples of Sarthebari and surrounding area [4]. Related to bell metal industry of Sarthebari area has identified the problems associated with the

industry as supply of raw materials, lack of finance, indifference attitude of government, lack of marketing information etc. along with unhygienic condition of garhsal (work shed of bell and brass metal industries)[8].

If we compare this industry with other state industry likes Moradabad in Uttar Pradesh, India. We can see the difference in Table 1.

Table 1. Comparison of Moradabad based industries and Assam based industries

Sl.No	Process/Activity	Moradabad	Assam	Remarks
1	Demand 1) Inland 2) Export	High	Declining	Needs product design and diversification
2	Marketing	Strong both by Government , Agency and Societies	Poor	Government may constitute somebody like UPSBC or responsibility may be given to ASIDC.
3	Availability of Raw Material	Available through MMTC.	Scarcity only scraps	State Govt. may approach MMTC for this
4	Turning	On power driven lathe	Manually	Badly requires
5	Surface finish	Very good	Poor	Needs proper quality control
6	Brazing & Soldering	Yes	Yes	Quality of Moradabad is good
7	Welding	Yes	No	Oxyacetylene gas based welding process is required
8	Electroplating	Nickel & Silver Plating	No	Required for product diversification
9	Polishing & Buffing	Electric driven polishing machine	Manually	Needs electric driven polishing machine.
10	Engraving	Excellent Work	Negligible	Engraving needs skilled hand which attracts the customer
11	Rolling Mill	Yes	No	Required near the work place
12	Time Taken to complete a job	Takes less time	Take more time	Modernization is required
13	Training of Artisans	Yes	No	Stipend paid training is required
14	Provision for Credit and finance	Yes	Negligible	IDBI, NABARD, AFC, financial institution should come forward.

The decline of brass and bell metal industry is attributed to scarcity 'to raw' Materials, traditional and old technology, exploitation of artisans by traders' difficulty in financial assistance, competitive market and shift of demand from traditional items to value added items"

3 TURN AROUND STRATEGY FOR GROWTH AND MODERNIZATION

The success of brass and bell metal- industry is associated with forward looking strategy for modernization and growth. Modernization is a continuous effort to improve the productivity and efficiency and cut down their operating costs with a view to improve their viability and competitiveness in the market, which are discussed hereunder.

Raw Materials

Annual requirement of raw materials for brass and bell metal industries are about around six lakh kilograms and 1.3 lakh kilograms respectively (source: <http://parliamentofindia.nic.in/ls/lsdeb/ls10/ses2/13121291.htm>) and average annual supply of charcoal for each kg of products $20933 \div 75224.442 = 0.278$ bag, and average demand of coke for each kg brass metal products $9616.8 \div 66512.49 = 0.145$ tin (1 tin coke is equivalent to approximately 10 kg. and 1 tin charcoal is approximately 5 kg) (source: http://shodhganga.inflibnet.ac.in:8080/jspui/bitstream/10603/16082/9/09_chapter%203.pdf)

Since only 15% of the total requirements are met by government supply, rests are managed by scraps. Government has to take serious view of this and may approach Metal and Mineral Trading Corporation (MMTC) to supply the raw material demand. In addition to this, government may also open depot at Hajo and Sorthebari for easy availability of raw materials.

Product Design and Diversification

So far as the products of brass and bell metal manufactured are traditional domestic utensils. All these products are now to complete with that of articles made from stainless steel, aluminum and plastic. If these traditional crafts are not only to be kept alive but also to enhance their growth and development, product design and product mix has to be changed from tradition to decorative and artistic value added items like candle stand, ashtrays, lamp shade, lamp, wire baskets, wine sets, table wares, wall plates, bowls, flower vases, planters, trays, table tops, cigar boxes, key chains, calendar book ends, animal figures, states bells, miniature sets, door handles, door knobs, door plates, door latches, locks, mobile stand, paper weight, pen and pencil stand etc. On their items engraving or sparking finish or dull finish can be also done.

Manufacturing Process

- a. **Brass Metal Industry** - The existing technology in respect of this industry in Assam is very simple as well as traditional. Brass is an alloy of Copper and Zinc. Brasswares are manufactured out of the sheets of the above metal. The thin sheets are manufactured by the two non-ferrous rolling mills located in Guwahati, Assam either from the available scrap metal or from the virgin raw materials brought from outside. The artisans and the units procure their requirements directly from the mills and also from the local traders. The main tools and equipments used by the artisans in manufacturing brasswares are very simple. They are anvils (Belmuri) Chatuli, Akul hummers, chisels, files and some minor implements. The furnace is indispensable and same is the bellows made of goat skin housed under a simple shed. No electric power is involved. The major raw materials are Brass sheets, Brass circle and scrap Brass metal. The minor raw materials are burnt coal (coke), copper, zinc, borax, tin, acid etc. "Kund" is another item used by the artisans to polish the finished products. The process of production is also very simple and traditional. The brass sheets are cut into various sizes required for the size of different type of products. Generally they are cut into two or three portions. They are bottom artisans mould the portions into required shapes by beating method with the help of hammers. The adjoining parts are fastened with brazing. The articles are smoothened with the help of a file and a little shine is given by rubbing with sand. Whenever required, engraving is done with the help of hammer and chisel. However, engraving is rarely done. Flow diagram for brass metal manufacturing process is shown in figure 1.

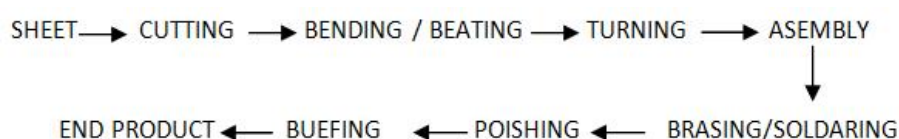


Fig. 1. Flow diagram for brass metal product process

- b. **Bell Metal Industry**: - Bell Metal is an alloy of copper and tin. The technology used in this industry is also traditional and simple. No electricity is involved in the manufacturing process. The tools and equipments used are simple unsophisticated and more or less the same as in brass metal industry. However, tools like Dulari, Gasha, Saria, Piri, Khanta (An iron instrument use for polishing the bell metal products), and Pocker etc. are also used. The main raw material is Bell metal in the form of old and broken articles. The other raw materials are polishing materials, clay, jute fibre, rice bran, mustard oil, Charcoal, Borax, Zinc, shalpatra etc. Manufacturing process for bell metal is given below in fig – 2.

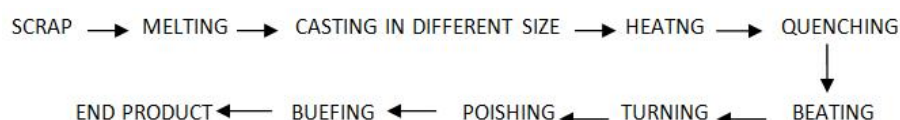


Fig. 2. Flow diagram for bell metal product process

In both the metal products all the operations are done manually and two per song are required in all most a very operation. Due to this manual process quality of the product is very low. Most of the operations can be done on power driven machines like deep drawing power press, cutting and spinning lathe, buffing and polishing machines centre lathe, deep drawing dies, spinning dies and hand tools. It is not possible for individual artisan to buy there machines, hence there facilities may be provided by Government in the form of common facility service centre.

Common Facility Service Centre

Common facility services centers (CFSC) are required at both places. Sarthebari and Hajo with modern machinery and equipments, like Metal melting furnace, Moulds, handling equipments for melting and pouring, rolling mil1s, circle Cutting machines, deep drawing power press, spinning lathe, ball press, hand Press' motorized buffing and polishing machine, welding sets, drilling machines etc, are required so that the centre can provide required services to the artisans,

CFSC may also be equipped with diesel generating set or renewal energy to avoid erratic power supply and losses. In addition to this some nullified technical personnel may be posted to CFSC to guide the artisans.

Training of Artisans

To maintain the traditional and hereditary nature of craftsmanship and diversification of product and modernization of manufacturing process, training is must to all artisans. For this some experts craftsman may be called by Industries Department for some time from Moradabad, Jaipur and other places to train artisans of Assam at CFSCs. This training should be stipend based to attract the interest of artisans without affecting their financial losses. Emphasis should be given on new technology manufacturing process, quality, product design and diversification, and productivity during the training period,

4 RECOMMENDATIONS AND CONCLUSIONS

Artisans are the back bones of brass and bell metal industry. It's, therefore important to utilize their time in best possible way. Right now only 40% of this time is affectively utilized, at the same time, numbers of artisans are declining day by day due to low earnings. Thus, it is high time to adopt appropriate technology and strategy, for modernization, diversification and growth of the industry to achieve this and not only state government but societies have to play a very vital role. State government may think in terms of instituting an organization which will look the activities of this industry, ensuring the availability of raw materials, product resign, diversification and marketing (both inland and export)

Though raw materials is one of the constraints, but by product diversification, decorative and artistic value added articles may be produced. These articles are never sold by weight as in case of utensils, but by their size depending on artistic value.

Modern machineries and equipments at CFSC and modern tools provided to artisans will increase not only productivity and quality of product but will increase the acceptability of the product in both national and international market.

Al though the cooperative societies were formed at Sarthebari and Hajo to assist the artisans save them from exploitation from traders and mill owners, such societies could touch only the tip of ice berg. These societies have to come up in a big way. These societies have to monitor the programme chalked out jointly by them and state government for the benefit of the industry and artisans. There is no doubt on extensive and adaptable skill and potentials of artisans of Sarthebari and Hajo. With the modernization and product diversification and training of artisans' brass and bell metal industry shall be a milestone for a glorious future of the handicraft in Assam. In the context of rapid changes and increasing competition, cottage industries would need improved access and better skills to utilize information for their successful adaptations.

REFERENCES

- [1] Baishya, Prabin (1989). *Small and cottage industries: a study in Assam*. Manas Publications. p. 336.
- [2] Bhattacharya, R. K. and S. B. Chakravarti, eds. (2002), *Indian Artisans: Social Institutions and*
- [3] Brass & Metal Cluster, Hajo - <http://www.msmedi-guwahati.gov.in/hajocluster.htm>
- [4] Choudhury, B. (2006), Bell Metal Industry of Sarukshetri Block in Barpeta District of Assam: Its Problems and Prospects; UGC Sponsored Project Report, Department of Economics, pp. 81-82
- [5] Gajrani, S. (2004). *History, Religion and Culture of India - Volume 6*. p. 123.
- [6] Goswami, M. (2009): The Bell Metal Industry in Assam; a Study on Sarthebari (1880-1947), M. Phil. Dissertation, submitted to Department of History, Assam University, Silchar, p. 47
- [7] Kalita, S. (2007), Hajo Ancholor Etahas, second Edition, Chandra Prakash, Guwahati, pp. 125-26 (in Assamese)
- [8] Kalita, B. (2008),: A Geographical Analysis of Bell Metal Industry in Sarthebari, Amar Asom, 23rd March, 2008, p-6
- [9] Mehta, Rustam J. (1960), The Handicrafts and Industrial Arts of India, D.B. Taraporevala Sons & co. Pvt. Ltd.
- [10] Sarmah and Singha (2003), Report on the Brass Metal Industry of Hajo, Spectrum, Vol. II, Issue-1, Department of Economics, Dispur College, pp. 78-80
- [11] Upadhyay, M.N,(1976), Handicrafts of India, Secunderabad: Swarajya prints
Note:
- [12] Talukdar, T. (2009), reveals the information at the time of field study
- [13] Saikia, P. and Deka, K. B. (2009), General Manager of NEDFi and an inhabitant of Sarthebari have revealed the information at the time of field work

Inclusion, exclusion sociale et politique de la ville

Rachid Othmani

Département: Droit Public, Centre des Etudes Doctorales,
Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales, Université Mohamed 5 souissi, Rabat, Maroc

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

ABSTRACT: Urban growth is one of the most striking phenomena of our contemporary societies. The urban course is accelerating. Cities emerging everywhere and take various forms: small large cities, megacities.... with their share of problems and difficulties: Integration, development, security, mobility, accessibility, safety, cohesion and solidarity. Public policy integration and development are struggling to form a strategic long-term vision to settle the crisis while degraded areas. This is the logic of urgency that characterizes these policies. And the urgency is the by-product of unconsciousness and lack of accountability in urban planning.

She never used to provide definitive and lasting solutions to social inclusion objectives.

What to give a political dignity to people who feel stigmatized forced into relegation and individual and collective despair of life?

KEYWORDS: policy city ; Inclusion ; Exclusion ségrégation ; participation ; social mix.

RESUME: La croissance urbaine est l'un des phénomènes les plus marquants de nos sociétés contemporaines. La course urbaine s'accélère. Les villes émergent de partout et prennent des formes variées : petites, grandes, métropoles, mégapoles.... avec leur lot de problèmes et de difficultés : Intégration, aménagement, sécurité, mobilité, accessibilité, sûreté, cohésion et solidarité. Les politiques publiques d'intégration et de développement ont du mal à former une vision stratégique à long terme en vue de régler définitivement la crise de tous les espaces dégradés. C'est la logique d'urgence qui caractérise ces politiques. Et l'urgence n'est que le sous-produit de l'inconscience et de l'absence de responsabilité dans l'aménagement urbain.

Elle ne permet jamais d'apporter des solutions définitives et durables aux objectifs d'intégration sociale.

Que faire pour redonner une dignité politique aux gens qui s'estiment déconsidérées, acculés à la relégation et à une désespérance individuelle et collective de vie ?

MOTS-CLEFS: politique de la ville ; inclusion ; Exclusion ; ségrégation ; participation ; mixité sociale.

INTRODUCTION

Nous sommes dans un monde urbain. La civilisation contemporaine est urbaine. Quittant la condition rurale, l'Homme s'est urbanisé en se regroupement dans les villes avec ses semblables. La ville est devenu son présent, son espace, son aire d'action. Ce qui frappe certainement le plus, c'est que la ville est partout, sous nos pas et dans nos esprits. « L'homo – urbanus » semble vouloir et pouvoir devenir le nouveau maître du monde.

La ville tendrait à se diluer dans la compagne, à se distendre en elle, au point de la cannibaliser et peut être aussi de se perdre. Tout devient ville. Au bout du compte, plus rien n'est ville. Quant au citoyen, du statut de résident, il passe à celui de passant. Il se fait, en fonction de ses désirs, consommateur d'espace. Il 'Zappe' d'une zone à l'autre, selon qu'il veut consommer de l'habitat, du travail ou des loisirs. Les territoires s'érodent et avec eux ce sont les identités qui parfois ont du mal à se trouver.

La ville c'est le lieu où se façonne l'histoire, c'est le lieu emblématique où s'affrontent les classes et où se jouent les grands intérêts. C'est le lieu des révolutions et de la diffusion des idées, le lieu où tout s'accélère, un incubateur d'accélération sociale et donc un lieu d'innovation.

Aujourd'hui les villes se trouvent devant de nombreux défis à relever : s'adapter aux mutations du système productif, maîtriser l'expansion urbaine, promouvoir la citoyenneté et favoriser la cohésion et l'intégration sociale et accentuer les exigences du développement humain durable.

Le manque de prise en considération par les pouvoirs publics se voit proclamé comme l'étendard d'une fraction de la population déconsidérée, oubliée.

Cette population de seconde zone gronde, elle s'ennuie, elle cherche à se faire entendre. On assiste à des fractures sociales, la crise de l'Etat providence, l'affaiblissement des structures de sociabilité. L'Etat est impuissant pour imposer ses choix, on assiste à une crise de gouvernabilité.

Les expériences en matière de politique urbaine n'ont engendré que des inégalités et des exclusions. Et par conséquent la cohésion sociale fait défaut. Cette cohésion qui est comprise comme étant ce qui permet d'assurer le lien social, ce qui cimente les composantes de la société.

A ce constat tragique, fruit d'une situation initiale inégalitaire, de conditions d'intégrations inappropriés, d'erreurs politiques certainement, on semble répondre aujourd'hui par un terme: celui de la politique de la ville.

Il s'agit d'une politique publique où les fonctions régaliennes de l'Etat ont été doublées pour les fonctions économiques et sociales.

En effet, la politique de la ville désigne la politique mise en place par les pouvoirs publics afin de revaloriser les zones urbaines en difficulté et réduire les inégalités entre les territoires.

Et c'est justement ces inégalités qui donnent lieu à l'exclusion sociale et à l'insécurité.

D'ailleurs la misère et l'insécurité semblent s'être notamment emparées de plus d'une ville contemporaine dans la droite ligne de l'histoire urbaine et plus généralement de la société dans son ensemble.

En l'espèce la ville est bien plus le révélateur d'une réalité qui ne lui est pas propre que l'expression d'une vérité qui lui serait intrinsèque et cela même si la ville peut donner à la pauvreté et à la violence les moyens d'un développement par un phénomène de concentration et de réaction en chaîne.

La question qui se pose est : dans quelle mesure on peut dire que l'échec des politiques urbaines a donné lieu à l'exclusion et à l'insécurité ?

Et dans quelle mesure la politique de la ville peut donner lieu à la mixité sociale pour un développement humain durable ?

1 CONTEXTE D'EMERGENCE DE LA POLITIQUE DE LA VILLE

La crise de logement, la crise économique et aussi le processus migratoire étaient les causes qui ont poussé les pouvoirs publics peu à peu à prendre conscience des enjeux d'intégration qui se posent à la société.

Ces éléments dessinent peu à peu des espaces qui, de territoire de transition deviennent des territoires d'exclusion renforcés par des processus de concentration de populations précarisées.

C'est dans ce contexte qu'apparaît une nouvelle forme de problèmes sociaux : l'exclusion.

1.1 ECHEC DES POLITIQUES URBAINES ET EMERGENCE DE L'EXCLUSION SOCIALE

Le terme d'exclusion sociale se rapportait à l'origine à des catégories de gens qualifiés de « cas sociaux » qui ne bénéficiaient d'aucune protection sociale. Les réalités évoluent, le terme revoie peu à peu à un processus de « désintégration sociale », dans le sens d'une rupture progressive des relations entre l'individu et la société. Cette rupture résulte d'une double crise : crise du lien social (déclin des institutions d'encadrement ou de représentations collective comme l'école, l'Etat, les syndicats) et crise de l'emploi. Donc l'exclusion c'est l'ensemble des mécanismes et des processus de rupture de ce lien social.

L'exclusion met en cause la société dans son ensemble.

Alain Touraine, sociologue considère le société comme « duale ». Auparavant l'apposition était verticale « ceux d'en haut contre ceux d'en bas » cette apposition, quoique basée sur un rapport dominant / Dominé, permettait une identification collective et positive. Elle s'inscrivant également dans une logique d'interdépendance. Avec l'exclusion, il s'agit d'une opposition horizontale, « ceux de dedans face à ceux de dehors » dans ce cas aucune identification n'est possible et le processus à l'œuvre est celui de la différenciation.

L'exclusion est le produit d'un défaut de cohésion sociale globale.

Si le processus d'exclusion peut toucher tout individu, il se cristallise plus particulièrement sur certaines populations et sur certaines zones géographiques, à savoir plus particulièrement les villes concentrant des quartiers d'habitat populaire. On constate donc une double fracture : fragmentation urbaine et sociale.

Toutes ces situations vont faire des quartiers d'habitat populaire des territoires d'exception, cumulant les difficultés structurelles d'un urbanisme rapide et monofonctionnel et les difficultés sociales des résidents.

Ces nouvelles formes d'exclusion et la concentration sur certains espaces de populations paupérisées et / ou fragilisées ont nécessité une transformation des politiques publiques considérant les modalités d'action en vigueur (travail social individuel) comme inopérantes.

A la création de ces dispositifs d'exception il paraissait alors indispensable aux professionnels de rompre avec le travail social traditionnel. L'approche se voulait locale, à l'échelle des quartiers en difficulté dans une logique de zonage territorial, mais aussi partenariale. C'est ainsi qu'est née ce qu'on appellera par la suite : « **La politique de la ville** ».

1.2 LA VILLE ET LA NAISSANCE DE LA SEGREGATION SOCIO-SPATIALE

Il faut noter également que la ville est aussi un espace de ségrégation. Cette dernière en effet, consiste à mettre à part, et séparer des groupes sociaux.

La séparation de la ville en différents espaces, marqués par des résidents de niveau socio-économiques différents n'est pas nouvelle. L'opposition entre quartiers bourgeois et quartiers populaires a toujours existé, l'élément nouveau réside dans la forme, l'amplitude et la visibilité de cette spécialisation des espaces urbains.

Le lieu de résidence agit aujourd'hui comme un marqueur social. plusieurs facteurs peuvent expliquer ce séparatisme entre classe supérieures et pauvres :

- D'une part, on a assisté à une forme de « Ghettoïsation par le haut », les élites mobilisant leurs ressources pour se mettre à l'écart, en recourant à des stratégies d'évitement.
- De l'autre, la répartition des logements sociaux sur le territoire est très inégale. ils sont concentrés dans certaines zones urbaines et non répartis sur l'ensemble du territoire.

Ainsi la concentration de familles pauvres est un phénomène par défaut dans lequel ne rentre aucune stratégie active. Elle est subie et entraîne un sentiment de relégation et de non reconnaissance. En effet les habitants des quartiers d'habitat populaire ont peu à peu eu le sentiment de non reconnaissance conduit à une défiance envers les politiques et les pouvoirs publics.

1.3 L'APPROCHE SECURITAIRE DANS LA POLITIQUE DE LA VILLE

Sur le plan sécuritaire, tout au long de l'histoire des villes, les citoyens ont entretenus un dialogue avec la peur, la ville n'est pas et n'a jamais été un havre de paix.

Des zones concentrent plus que d'autres la misère sociale et la violence, et sont désertées par ceux qui en ont les moyens. Pour certains **la violence** se formule comme **un moyen de survivre, pour d'autres comme un moyen d'expression, pour d'autres aussi comme un moyen de rébellion, pour d'autres encore un moyen de domination.**

La sécurité est un droit fondamental consacré implicitement par la déclaration des droits de l'Homme et du citoyen de 1789. Et donc la sécurité va s'imposer avec une force renouvelée dans les dernières décennies, particulièrement un lien avec le milieu urbain.

Par sécurité il faut entendre l'ensemble des moyens destinés à prémunir les citoyens des dangers résultant d'activité humaine, industrielle, scientifique, environnementale, urbaine, sanitaire, alimentaire, terroriste ou autre.

L'agenda politique ne peut plus faire l'impasse sur les questions sécuritaires et forcément sur la sécurité dans les quartiers. La politique de sécurité trouve d'ailleurs à s'intégrer dans la politique de la ville.

Et donc « d'une idéologie sécuritaire qui valorise la répression », on va passer à une volonté « d'établir un juste équilibre entre la répression et la prévention et de produire de la solidarité ». D'où l'importance de l'intégration des politiques de sécurité dans la politique de la ville.

La sécurité s'affiche nettement comme une priorité à travers, par exemple, les contrats locaux de sécurité, établis en France depuis les années 80.

Il est certain que l'insécurité ne peut que mobiliser les politiques publiques et l'ensemble des acteurs y compris les habitants des quartiers reconnus comme à risque.

La lutte contre l'insécurité passerait de surcroît par plus de mixité sur les territoires. Ce n'est pas en s'enfermant entre soi que l'on se garantit à coup sûr de toute violence.

L'enfermement volontaire ne construit jamais des murs assez hauts pour communier avec le risque zéro et les murs aiguïssent les violences en ce qu'ils montent les communautés les unes contre les autres en opposant les « in » et les « out »

Quant à la ségrégation non choisie, elle construit ses propres murs, fussent-ils virtuels, elle accroît en sus le sentiment d'exclusion et la violence en réponse. la violence peut devenir un moyen de dire son désir de participer au mouvement de la société pour ceux qui ont le sentiment d'être placé dans une société qui se construirait sans eux. « vivre vraiment en société c'est avoir le droit d'entrer en relation avec tous ses autres membres avec tous ses produits, avec toutes ses institutions, dans tous ses débats.

Et face à ce constat, les pouvoirs publics ne peuvent agir par des traitements homéopathiques, il faut par contre un remède de cheval.

Les politiques publiques pour mettre fin à l'exclusion sociale et à l'insécurité ont été toujours confrontées à un problème de dosage. Ce qui entraîne en permanence des actions faites de bricolage et de rattrapage et à chaque fois, il y a un train de retard si ce n'est une gare, c'est dans ce contexte que la politique de la ville veut « restructurer » voire « reconstruire » une ville « mal faite »

Ce qui nécessite une politique verticalement locale d'ailleurs la politique de la ville est une démarche négatrice de la logique centralisatrice.

2 LES FONDEMENTS ET LES ENJEUX SOUS JACENTS DE LA POLITIQUE DE LA VILLE

Chercher à comprendre la ville, c'est vouloir comprendre son émergence, sa nature, sa localisation, son fonctionnement, son développement, ses rapports avec d'autres espaces et son rôle dans les grands problèmes économiques et sociaux.

Les préoccupations actuelles de la ville se rattachent à des problèmes urbains concrets et complexes d'où la nécessité de la réinvention d'autres politiques publiques pour maîtriser l'évolution incertaine de la ville et les difficultés inhérentes à la croissance urbaine, d'où l'avènement de la politique de la ville.

La politique de la ville est une politique initiée par l'Etat, elle s'efforce de mobiliser des moyens financiers, et humains pour réduire les difficultés des territoires en crise et recréer des liens avec la ville.

Elle résulte d'une impulsion de l'Etat, même si le partage de cette politique est de plus en plus le fait des collectivités territoriales. La base de ce partenariat est la contractualisation entre acteurs publics.

D'ailleurs les collectivités territoriales devenues les acteurs de développement sont appelées à ce titre à prendre en charge autant le volet économique que l'aspect social de leurs développements.

La politique de la ville est une politique innovante dans la mesure où elle repose sur la démarche contractuelle, l'action globale de proximité et l'implication des habitants.

Contractualiser entre acteurs publics, agir transversalement entre administration sectorielles, impliquer massivement les associations dans la gestion urbaine... sont autant de modes d'interventions repris dans d'autres champs de l'action publique.

2.1 LES FONDEMENT DE LA POLITIQUE DE LA VILLE

La politique de la ville repose sur les caractéristiques suivantes :

Une politique globale : on parle aussi de politique transversale, prenant en compte tous les aspects de la vie quotidienne, l'action de ceux qui agissent dans ce domaine doit être coordonnée. Cela suppose une cohérence d'action entre les services des collectivités, de l'Etat, des différents partenaires, des associations, des différentes personnes privées impliquées dans la politique de la ville, et ceci rentre dans le cadre de l'administration de proximité qui est l'ensemble des services publics dont l'objectif est de rapprocher fonctionnellement l'administration publique de l'habitant.

Une politique interministérielle : En plus du ministère de référence, tous les ministères sont concernés chacune dans son domaine de compétence. La réussite de la politique de la ville dépend de la capacité de chaque ministère concerné à mobiliser ses services et à assurer la cohérence de cette mobilisation avec ceux des autres administrations.

Une politique contractuelle : elle passe par l'engagement convergent du maire, du représentant de l'Etat ainsi que d'autres collectivités et institutions.

Une politique locale : adaptée aux conditions économiques et sociales du territoire. En effet au-delà d'une apparente homogénéité des territoires, tous les quartiers ne souffrent pas des mêmes difficultés, ni avec la même intensité.

L'action est donc adaptée aux situations locales identifiées à partir de diagnostics et/ou d'observatoires locaux.

Une politique territoriale : la politique de la ville se base sur un système de zonage, par lequel le « quartier » est devenu une catégorie de l'action publique.

L'action de la politique de la ville s'adresse aux quartiers en crise, mais pour éviter les problèmes de stigmatisation liée au zonage et compte tenu de la « zone » de pertinence de certains enjeux comme l'emploi, la politique de la ville se décline de plus en plus sur différentes échelles. (Quartier, ville, agglomération).

Une politique participative : une politique qui prône le fait d'associer les habitants aux décisions qui les concernent. La participation des habitants est une des injonctions fortes de la politique de la ville, afin de palier au sentiment de relégation.

2.2 LES ENJEUX DE LA POLITIQUE DE LA VILLE

Pour ce qui est des enjeux de la politique de la ville, il est évident que la mise en œuvre de cette politique s'accompagne d'enjeux, qui pour certains du fait de leur récurrence prennent parfois un caractère incantatoire, il en est aussi de la question de la mixité sociale, la participation des habitants et la place des associations.

D'abord, pour la mixité sociale, elle est perçue comme un idéal, un objectif à atteindre comme remède à « la question urbaine », est-ce à dire que l'Etat a pris conscience que la pauvreté et l'exclusion ne sont pas dues à des facteurs purement économique mais à une conception de l'action politique.

En effet, obtenir le retour des classes moyennes dans les quartiers d'habitat populaire permettrait d'exercer un « effet d'entraînement » sur les habitants.

Dans les politiques publiques, elle est mise en avant comme un moyen de lutter contre la ségrégation territoriale, la spécialisation et la relégation des territoires en difficultés, mais aussi comme un moyen d'éviter le repli identitaire voire communautaire, de ces mêmes territoires.

Ainsi cette notion part du présupposé « souvent non explicite » que le fait d'être côté à côté crée un lien social de manière quasi automatique. **Ainsi on fait comme si la proximité spatiale permettait d'occulter la distance sociale et de créer, des lieux de relation entre les individus et donc le « vivre ensemble ». La réalité est toute autre.**

Le principe de séparation, de ségrégation (voire de « distinction ») a toujours prévalu et continue de prévaloir notamment pour ceux qui en ont le choix. L'expérience montre que la cohabitation imposée n'aboutit pas forcément à du lien mais peut générer des tensions et des conflits de voisinage.

Cette notion de mixité sociale est présente dans le cadre législatif, mais plus souvent sous un angle prescriptif (voire injonctif) qu'opérationnel, ne faisant jamais l'objet d'une définition claire.

Les questions auxquelles ne répondent pas les différentes lois et plans en faveur du développement social urbain sont :

- A quelle échelle cette mixité doit se faire (cage escalier, rue, îlot, quartier, commune...) ?
- A quel moment estime-t-on que l'idéal de mixité est atteint ?

Le paradoxe réside toutefois dans le fait que les quartiers d'habitat populaire sont désignés pour leur absence de mixité sociaux, alors qu'aucun autre territoire n'accueille une telle diversité de populations.

Ensuite pour ce qui est de la participation des habitants, elle est inscrite depuis l'origine dans les procédures et dispositifs de la politique de la ville. L'idée de faire des habitants des acteurs actifs de la politique de la ville n'est pas une nouveauté, ce que leur participation non seulement donne la légitimité aux actions mais encore leur assure une plus grande efficacité, pour que cette population ne soit plus dans une situation du type « hors société ».

Elle est alors posée comme une condition à la signature par l'Etat des contrats de ville et positionnée comme étant au cœur du politique de la ville.

Les objectifs de cette injonction forte à la participation sont de trois ordres :

- Restaurer la crédibilité et la légitimité de l'action publique.
- Valoriser les initiatives d'habitant, modifier les relations professionnels/ habitants, améliorer l'image de soi.
- Moderniser les services publics, afin de renforcer les conditions d'accès aux droits et mieux répondre aux demandes des usagers.

Mais la participation des habitants se heurte dans sa mise en oeuvre à de nombreuses difficultés comme La peur du politique car la participation est à la fois souhaitée et redoutée (peur d'un contre-pouvoir) et également la participation à un problème de sens, en effet le terme de participation est utilisé pour désigner différents types de mobilisation (implication, information, concertation)

Enfin, s'agissant de la place des associations ces dernières jouent un rôle primordial dans le politique de la ville : acteurs de terrain, les associations oeuvrant pour la politique de la ville sont des partenaires de cette politique.

Cette notion de partenariat est au cœur de leur positionnement. Pour autant les associations sont libres de s'organiser comme elles le souhaitent et de mener les actions qui leur semblent pertinentes. Elles n'ont à rendre des comptes aux institutions qu'à partir du moment où elles sont sollicitées et obtiennent des subventions publiques.

En tout état de cause la démocratie participative via les associations pourrait constituer une solution à la division fonctionnelle croissante de la société, attendu qu'elle pourrait être en mesure de corriger les anomalies et les distorsions que rencontre aujourd'hui la ville.

POUR NE PAS CONCLURE ...

La difficulté à définir les objectifs de la politique de la ville provient en grande partie du fait qu'elle poursuit deux buts fondamentaux qui ne sont pas forcément convergents :

- Les actions visant à améliorer les conditions de vie dans les territoires de la politique de la ville : il s'agit notamment des travaux de rénovation et d'aménagement urbain, des actions de gestion sociale de proximité, des programmes visant à renforcer la présence des services publics dans ces quartiers et à y développer des actions de médiation sociale et de prévention de la délinquance.
- Les actions destinées à améliorer la situation personnelle des habitants de ces territoires. Relèvent de cette catégorie les efforts faits pour lutter contre le chômage dans ces quartiers et pour favoriser l'insertion sociale et professionnelle, les actions en faveur de l'intégration, de l'éducation et de la formation et de la santé.

Le succès de ce deuxième type d'action offre la possibilité aux habitants dont la situation personnelle s'est améliorée, de quitter les quartiers prioritaires, qui sont ainsi privés des effets bénéfiques des actions menées, surtout si les partants laissent la place à de nouvelles familles présentant des problèmes d'exclusion.

Vaut-il mieux traiter les lieux ou s'occuper des gens ? Question transversale et omniprésente quand on interroge la politique de la ville. En France (à la différence d'autres pays) le choix a été de traiter les deux à la fois, au risque de ne parvenir ni à l'un, ni à l'autre comme semble l'indiquer les nombreuses interpellations de cette politique.

Marie-Christine JAILLET considère que « répondre à cette question dépend de qui la pose. Pour ceux qui ne vivent pas dans ces quartiers, c'est probablement leur existence même qui pose problème. Il y a alors un bénéfice certain à traiter des lieux. Par contre, ce qui pose problème à ceux qui y vivent, c'est moins les lieux que la situation qui leur est faite, et en particulier leur difficulté à trouver une place dans une société qui ne leur en fait guère, et ce quels que soient les efforts qu'ils déploient. Dans ce cas, la priorité consiste moins à traiter les lieux qu'à développer des politiques susceptibles de lutter efficacement contre les inégalités et les discriminations et à redonner du pouvoir aux gens sur leurs conditions de vie et leur destin. »

Les orientations actuelles des politiques de la ville s'inscrivent dans une ambition urbaine résolument orientée vers l'avenir et ayant comme objectif de réduire la fracture urbaine.

La place du citoyen est considérée comme essentielle dans cette politique, car il s'agit de recréer dans la ville de la vie, de l'espoir, de la solidarité, de la réhabilitation, du lien social, c'est-à-dire de reconstruire un nouveau projet urbain qui réconcilie le citoyen avec son espace. nous nous sommes plus dans une logique de réparation ou de bricolage, mais dans un processus dynamique d'intégration et de durabilité, comme le disait le philosophe français, M blodel : « l'avenir ne se prévoit pas, il se prépare », Il ne se fait pas dans l'attentisme tout en étant inactif, mais dans la capacité des décideurs publics a définir des repères collectifs et a projeter les fondements d'un « mieux vivre collectif », selon une démarche prospective et durable et des politiques mus par des grandes ambitions et une grande clairvoyance entreprise et adaptée, au plan locale, par des acteurs concernés, évolutifs et talentueux, donnant une fois raison a Vauvenargues : « **pour savoir ce qu'il faut faire, il faut du génie, pour savoir comment le faire il faut du talent, mais pour le faire il faut de la vertu** ».

REFERENCES

- [1] Ali Sedjari, « Gouvernance réforme et gestion du changement ou quand le Maroc se modernisera », édition L'harmattan, 2008, page 69.
- [2] Thierry paquot, « Homo urbanus, essai sur l'urbanisation du monde et des mœurs », édition du Félin, 1990, page 177.
- [3] Florence tourette, « Développement social urbain et politique de la ville », édition Gualino 2005, Page 19.
- [4] Abderrhmane Zanane, « Administration de proximité et cohésion sociale ». (Texte récnis) UN5S. Rabat/ Fondation Hanns seidel. (Allemagne), 2012, Page 9.
- [5] Florence tourette, « Développement social urbaine et politique de la ville ». Edition : GUALINO, 2005, Page 49.
- [6] Jean Yves Boursier, « pauvreté et exclusion, questions de noms et question des inégalités, in pauvreté et richesse : perspectives économique et philosophiques », édition le fennec, 2010, p 35 et S.
- [7] Eric Maurin, « le ghetto français, enquête sur le séparatisme social », Paris, édition seuil, 2004, P95.
- [8] Delumeau Jean, « la peur en accident, une cité assiégée », Paris, édition Fayard coll « plurielle », 1996, P 607.
- [9] Amal MECHERFI, « administration de proximité et cohésion sociale » textes réunis, FSJES rabat et fondation HANNNS SEIDEL, 2012, p.55.
- [10] Cubero José, « l'émergence au cœur de la fracture sociale des baulieues », Toulouse, édition Privat, 2002, p 125.
- [11] Ali Sedjari, « Gouvernance réforme et gestion du changement ou quand le Maroc se modernisera », édition L'harmattan, 2008 p 125.
- [12] Gleizal Jean jacques, « l'Etat, les collectivités locales et la sécurité : concepts et politiques, cahiers de la sécurité intérieure », 2^{ème} trimestre, année 1994, N° 16, P 13-23.
- [13] Jean pierre Gaudin, « le démocrate participative », édition armant collin, paris, année 2007, p 17.
- [14] JAILLET Marie-Christine, « la politique de la ville en France : histoire et bilan » in regards sur l'actualité N° 296 décembre 2003, p 23.
- [15] Ridha chennouli, amarthasen et la question du développement, p 97, et danielle Zwartoedt. Pauvreté et personne chez john rawls et amarthasen, p 81 in ali benmakhlouf (dir), Pauvreté et richesse : perspectives économiques et phitoscopliques, édition le Fennec, Casablanca, année 2010
- [16] Jacques Danzelot « quand la ville se défait » paris, édition seuil, année 2006, 1901 p.
- [17] Florence tourette, « Développement social urbaine et politique de la ville ». Edition : GUALINO, 2005, P 51.

MENINGITES BACTERIENNES DE L'ENFANT A LWIRO (Sud-Kivu RDC)

[BACTERIAL MENINGITIS IN CHILDREN IN LWIRO (South-Kivu DRC)]

*Bisimwa Mushagalusa¹⁻³, Manegabe Babunga¹⁻³, Mbiye Badibanga¹⁻³, Nkonzi Karazo¹⁻³, Manimani Riziki¹⁻³,
Kafumba Kibibi¹⁻³, and Ombeni Bashwira²*

¹Département de Nutrition, Centre de Recherche en Sciences Naturelles CRSN/Lwiro Bukavu, RD Congo

²Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles CRSN/Lwiro Bukavu, RD Congo

³Service de Pédiatrie, Hôpital Pédiatrique de Lwiro Bukavu, RD Congo

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

ABSTRACT: A prospective study of 23 children with bacterial meningitis was conducted at Lwiro Hospital in South-Kivu DRC from 1 January 2012 to 28 February 2013. The proportion of bacterial meningitis among all admitted patient was 4.5%. The mean age was 4.1 years. The peak age of these patients was 5-11 years. The sex ratio was 0.9. Meningococques were seen in 56.5% followed by pneumococques in 34.8% and meningitis with *Haemophilus influenzae* 8.7%. Neurological sequelae were seen in 21.7% patients. The commonest antibiotic used for getting a quick sterilization of the cephalo-spinal liquid was Cefotaxime or Ceftriaxone. Mortality of bacterial meningitis was 13%.

KEYWORDS: Meningitis, children, mortality.

RESUME: Une étude prospective réalisée à l'Hôpital pédiatrique de Lwiro (Sud-Kivu RDC) du 1^{er} janvier 2012 au 28 février 2013 a permis de retenir 23 enfants âgés de 3 mois à 11 ans admis pour méningites bactériennes. Elles représentaient 4,5% des hospitalisations pédiatriques. L'âge moyen était de 4,1 an ; la tranche d'âge la plus représentée était comprise entre 5 et 11 ans. Le sex ratio était de 0,9.

Les méningocoques représentaient 56,5% des cas, les pneumocoques 34,8%, les méningites à *Haemophilus influenzae* faiblement représentées 8,7%.

Les séquelles neurologiques ont été retrouvées chez 21,7% des patients.

L'antibiotique le plus utilisé pour l'obtention rapide de la stérilisation du liquide céphalorachidien était Céfotaxime ou Ceftriaxone. La mortalité des méningites bactériennes a été de 13%.

MOTS-CLEFS: Méningites, enfants, mortalité.

1 INTRODUCTION

Les méningites bactériennes de l'enfant ont toujours été des infections graves en Pédiatrie en raison de leur incidence, de leur mortalité et de l'évolution des résistances [1]. Ces affections restent donc préoccupantes pour le pédiatre.

Les méninges sont formées des feuillets enveloppant le cerveau et la moelle épinière. Elles contiennent un liquide appelé liquide céphalorachidien (LCR) normalement stérile. Lorsqu'un germe envahit le LCR et s'y développe, il provoque une inflammation des méninges appelée "méningite".

Les méningites bactériennes sont liées à l'envahissement du liquide céphalorachidien par une colonie bactérienne qui s'y développe.

Le but de notre travail est d'étudier l'épidémiologie, les aspects cliniques, biologiques et thérapeutiques des méningites bactériennes de l'enfant.

2 PATIENTS ET METHODES

Du 1^{er} janvier 2012 au 28 février 2013, nous avons mené une étude prospective dans le service de Pédiatrie de l'Hôpital Pédiatrique de Lwiro. . Cet hôpital d'une capacité de 100 lits se trouve dans la zone de santé (district de santé au sens de l'OMS) de Miti-Murhesa. Celle-ci est située à l'Est de la RDC dans la province du Sud-Kivu sur le bord du lac Kivu à une altitude moyenne de 1500 mètres. C'est une zone de santé rurale issue du découpage de l'ancienne zone de santé de Katana s'étendant au Nord de la ville de Bukavu.

Nous avons retenu 23 patients âgés de 3 mois à 11 ans ayant présenté une méningite bactérienne.

Le diagnostic reposait sur l'association d'un syndrome méningé fébrile avec une culture de liquide céphalorachidien positive. Les données suivantes ont été collectées : le sexe, l'âge, les antécédents personnels et familiaux, existence ou non d'une antibiothérapie avant la ponction lombaire, existence de facteurs de risque, existence de signe de gravité (convulsion, état de choc, coma), résultats des examens biologiques (LCR)

3 RESULTATS

Durant la période d'étude, 511 patients ont été hospitalisés à l'Hôpital Pédiatrique de Lwiro. Nous avons inclus 23 cas de méningite (4,5%). Les garçons comme les filles sont touchés par la pathologie : 11 garçons pour 12 filles (sex ratio=0,9). L'âge moyen était de 4,1 an, la majorité des cas ayant l'âge supérieur à 60 mois (tableau 1). Le méningocoque représentait 56,5%, le pneumocoque 34,8%, les méningites à Haemophilus influenza 8,7%. (tableau 2)

5/23 enfants avaient des séquelles neurologiques soit une prévalence de 21,7%. Parmi eux, 4 enfants (17,4%) avaient des séquelles neurologiques à la sortie et chez une patiente (4,3%) elles sont survenues un mois plus tard. Celles-ci comportaient un trouble moteur, un trouble de langage, un trouble de comportement et de l'attention (un cas chacun), une surdité (deux cas).

Le traitement consistait en une monothérapie par les céphalosporines de troisième génération, cette pratique est conforme à la littérature [6]. Monothérapie intraveineuse par Céfotaxime 200mg/Kg/j ou ceftriaxone 100mg/Kg/j. Le traitement de la fièvre : Paracétamol 15mg/Kg/prise. Le traitement curatif des convulsions associées à la méningite reposait sur la durée des crises : administration du diazépam 0,5mg/Kg en intra rectal ou de phénobarbital (5-10mg/Kg/j en intra veineux)

La durée moyenne d'hospitalisation était de 8 jours : extrême 1 à 18.

Nous avons noté une guérison chez 20 patients soit 86,9%, 3 décès soit 13%.

Tableau 1: Répartition des méningites par tranche d'âge

Tranche d'âge (mois)	Effectif	Pourcentage(%)
>3 <24	8	34,8
≥24 <60	5	21,7
≥60	10	43,5
Total	23	100

Tableau 2 : Distribution des méningites bactériennes

Bactéries	Effectif	Pourcentage(%)
Méningocoque	13	56,5
Pneumocoque	8	34,8
Haemophilus influenzae	2	8,7
Total	23	100

4 DISCUSSION

L'incidence des méningites bactériennes de l'enfant en 2006 en France était de 2,23/100000 habitants [6]. Dans notre étude, nous avons trouvé une fréquence de 4,5% cette différence pourrait résulter de l'introduction du vaccin contre la méningite en France. Les méningocoques représentaient 56% des cas, le pneumocoque 34,7%, les méningites à *Haemophilus influenza* 8%. Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Levy [4] en France qui avait trouvé que le méningocoque représentaient près de la moitié de cas de méningites, le pneumocoque près du tiers.

Au cours de notre étude, nous avons trouvé une prévalence de séquelles neurologique de 21%. Ce taux est inférieur à celui trouvé par Sell en 1983 (28%) [5], Baraff en 1993 (26%) [3].

La mortalité des méningites bactériennes de l'enfant reste élevée [2]. Elle est de 10% en France [6]. Dans notre milieu elle est de 13%.

5 CONCLUSION

Les méningites bactériennes de l'enfant sont une urgence diagnostique et thérapeutique. Dans cette étude nous montrons que la méningite est une pathologie qui sévit dans notre milieu avec une mortalité plus importante et des séquelles neurologiques lourdes. Un suivi et une meilleure prise en charge de cette pathologie chez tous les enfants s'avèrent nécessaires.

Nous suggérons la promotion de la vaccination contre la méningite.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le personnel médical du département de Nutrition et les laborantins de l'hôpital pédiatrique de Lwiro : Dr Kavira Malengera, Dr Bisimwa Nkemba, Dr Mugangu Cishibanji, Songolo Rubeshuza, Bisengi Famille, Mulume basinyize, Byamungu Kafarhire, Karazo Bunani, Bagula Tembeyaone, Fikiri Kuburhanwa, Kabugu Rutegamaboko, Bayongwa Bagalwa, Cizungu Ruhamya, Nkemba Bujiriri, Munene Bora.

REFERENCES

- [1] Schuchat A, Robinson K, Wenger JD, et al. Bacterial meningitis in the United States in 1995. Active surveillance Team. *N Engl J Med* 1997; 337:970-6.
- [2] Astruc J. Mortalité et morbidité des méningites bactériennes de l'enfant. *Med Mal Infect.* 1996 ; 26 :985-8.
- [3] Baraff L.J., Lee S.I., Schriger D.L.-Outcomes of bacterial meningitis in children meta-analysis. *Pediatr Infect Dis J.* 1993; 12:389-94.
- [4] Levy C., Bingen E., Aujard Y. et coll.-Observatoire national des méningites bactériennes de l'enfant en France: résultats de 7 années d'étude. *Archives de Pédiatrie* 2008; 15:S99-S104.
- [5] Sell S.H.-Long term sequelae of bacterial meningitis in children. *Pediatr Inf Dis.* 1983.
- [6] SPILF. Prise en charge des méningites bactériennes aiguës communautaires. 17^{ième} conférence de consensus en thérapeutique anti-infectieuse 2008.

DETERMINANTS OF FARMERS' ACCESS TO AGRICULTURAL INCENTIVES IN EGBEDORE LOCAL GOVERNMENT AREA OF OSUN STATE

K.Y. Ogunleye, R.G. Adeola, and O.J. Kojusola

Department of Agricultural Extension and Rural Development,
Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Nigeria

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

ABSTRACT: Agricultural incentives have long been recognized as a major factor in improving agricultural development. The major thrust of this research was to determine farmer's accessibility to incentives.

The study area was Egbedore Local Government Area of Osun State; interview schedule was used for data collection. A hundred and eleven (111) respondents were interviewed. Descriptive statistics was used to present the result and logit regression analysis was the analytical tools used.

The result shows that 75.7% of the respondents had access to incentive through informal source. It was found that 50.5% of the respondents had low access to incentives and 49.5% of the respondents had high access to incentives. Factors that significantly determined farmer's access to incentives were membership to farmer's association ($t=3.609$; $p < 0.01$) and primary occupation ($t=-2.203$; $p < 0.05$). The study recommends that farmers should belong to one farmers' group or the other so as to facilitate access to incentives and to facilitate identification of such farmer. Government and non-governmental organization should make effort to provide adequate incentives to the farmers.

KEYWORDS: Agricultural Productivity, Incentives, Access, Farmers.

1 INTRODUCTION

Agriculture is the bedrock of economic development in Nigeria. However, the development of the sector cannot be achieved without an efficient and effective incentive programme [9]. Incentive is anything that encourages somebody to do something with the hope of a better result [14], it functions like a motivating means to farmers in improving their productivity.

It has been widely argued that there are natural resources and artificial resources for agriculture, in the sense that, climatic and environmental factors, including weather condition, all summed up together to make natural resources for agriculture and they are closely linked to higher agricultural productivity while artificial resources are inputs such as improved seeds, fertilizer, good roads, market, storage and processing facilities. All this according to [4] are also closely linked to higher productivity. All these put together are incentives needed for maximum agricultural production. In other words, incentives can also be referred to as agricultural services, such as non tangible and non storable items used by farmers to increase agricultural productivity. In this study the term agricultural services will include financial aids, knowledge and information, research and extension, input and output marketing services, rural development all which affects agricultural production [7].

Farmers Nigeria has been faced with inadequate infrastructure and agricultural services (incentives) for so long. It has been argued that substantial differences in agricultural productivity seen between Asia and Africa can be largely explained by differences in input use [10]. The evidence suggests that agriculture has been faced with inadequate access to market, good roads, extension services, input such as fertilizer and seeds, hence this has drastically affected agricultural productivity [6]. However, [2] stated that the development of industries like Biofuel industries will serve as a means that provides easy link of the network between the middlemen (marketers) to farmers (the producers) and final consumer will gear up production.

Farmers face the high cost of production due to escalating fertilizer, seed and fuel prices and relatively low output prices, for example, in the case of maize production in the year 2008 when the average production cost per acre increased by 5%, at the same time land preparation cost rose by 75% per acre, while labour cost per worker per day rose by 100%, the cost of a 50kg bag of Diamonium phosphate (DAP) fertilizer rose by 111.1% [8]. Lack of access to agricultural inputs and services (incentives) are major constraints to maximize productivity of agriculture in Nigeria.

Agriculture provides food for her teeming population and raw materials for industries, but the sector is faced with mirage of problems which militate against optimizing its potentials; some of the constraints include low productivity, poor marketing and distribution infrastructure, weak extension services and inadequate access to incentives. These problems will not stand if adequate access to incentives and factors that influence its access are made available to rural small scale and large scale farmers such that if adequate improved seeds and fertilizers which are closely linked to higher agricultural productivity and food security [5] are made available, life of farmers will be better.

Some factors were identified as determinants to access to incentives. These include; Access to vital information, agricultural extension education, level of education, information on agricultural technology, language barriers, timing of incentive presentation, individualism and inadequate number of extension agents

1.1 OBJECTIVES OF THE STUDY WERE TO

- Identify the socio-economic characteristics of the respondent
- Investigate the sources of incentives available to farmers.
- Know the extent of farmer's access to agricultural incentives.
- Ascertain constraints to affecting farmer's access to agricultural incentives.
- Determine the factors affecting farmer's from gaining access to agricultural incentives.

2 METHODOLOGY

The study was carried out in Egbedore Local Government Area of Osun State, Nigeria; it is located around the North Western part of the state. Ocean State has a humid climate with a temperature of between 21.1 and 31.1°C and annual rainfall of about 1000mm [13]. Egbedore is found in the transition zone of the derived savannah zone. The predominant occupation there is farming and major crops grown are maize, cowpea, yams and cash crops like cocoa and oil palm while other stable occupations among the people were trading, craftworks, palm oil processing. The populations of the respondent covered by this study were farmers in Egbedore Local Government.

Data was collected through the use of questionnaire which was administered inform of interview schedule. Multistage sampling technique was used. The study area has ten political wards. For the purpose of this study, 30% of the political wards in Egbedore were randomly selected, namely; Okinni, Ido-Osun and Awo. Four villages were picked randomly from each of the wards selected made a total of twelve villages and ten farmers were selected from the twelve villages making a total 120 farmers. Only 111 schedules were eventually used for the study because the information provided by the remaining 9 respondents was not adequate for data analysis. Descriptive statistical tools such as frequencies and percentages were used in presenting the data while logit regression analysis was used as inferential statistical tools to know the determinants of farmer's access to agricultural incentives.

2.1 MEASUREMENT OF VARIABLES

The dependent variable for this study was categorized as high access to incentives and low access to incentives. The goal was to determine whether or not the farmers in the study area have access to agricultural incentives and know the variables that determine their access. This study made use of Y as a dichotomous variable (binary) to represent the access to incentives by a given. Access by farmers was calculated by summing the weights of the scale and total was divided by 3 to give a mean of 1. Any incentive with mean score equal or above the cut off mean of 1 was regarded as good access for the farmers while any with mean lower than 1 was considered as farmers having low access to such. Since Y is a dichotomous variable, a binary (dichotomous) response model with a logit function.

Table 1. Description of variable measurement

Dependent variables	Method of decision
Access to incentives	High access (1) Low access (0)
Independent variables	
Access to Agricultural incentives	Always (2), Occasionally (1) Not accessible (0) were converted to scores
Farmers household size	Measure in number
Primary occupation	Farming (1) others (0)
Marital status	Married (1), Single (0), Divorced (0) Separated (0)
Membership to association	Yes(1),no(0)
Farmers sex	Male(1),Female(0)
Age of farmers	Measure in year
Farmer's level of education	No-formal education(0), Primary education(1) Secondary education(0) Tertiary education(0)
Farm size	Measured in hectares
Agriculture is main activity	Yes(1),others (0)
Amount earned	Naira

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF RESPONDENT

Table 2 below shows that 87.4% of the respondents in the study area were male while 12.6% were female. This might be that farming activities in the area are male dominated. Majority (81.1%) of the farmers were married, this implies that farmers in the study area were married hence there must be more incentives to encourage the farmer to have large production to feed their family and contribute to the food security of the nation at large. For a successful and highly productive farming activity, experience is very significant, the table further revealed that the average farming experience of the farmers was 27.9 years. This shows that the respondents were highly experienced in farming. This might be that many of the farmers had been struggling to survive in their farming activities because access to incentives for agricultural production had not been adequate as shown on table 3. The farmers were still in their active farming age as their mean age was 48.1 years. Hence, farming resources (incentives) should be made accessible to the farmers for effective and efficient agricultural production.

Also, 36.9% had no formal education, 25.2% had primary education. This implies the level of education of the farmers was low. However, 20.7% had tertiary education. About 70% of the farmers practiced farming as their primary occupation while 30.6% of the respondents practiced farming as their secondary occupation. This implies that farming is the dominant source of livelihood and sustenance for the farmers. This confirms [15] that nearly 80 percent of African continent is poor, live in rural areas and depend mainly on agriculture for their livelihood. Majority (84.7%) of the farmers had farm size ranging between 0.10 and 5.99 ha, 7.2% had between 6.0 to 9.99 and 8.1% had 10 ha and above. Their mean farm size was 3.69ha. According to [3], majority of these farmers are small scale farmers who are in need of incentives. In the study area subsistence and commercial farming are the only major farming practiced while 9.9% involved in subsistence farming, 69.4% practiced commercial farming and 20.7% practice both types of farming operations. More than half of the farmers belong to one association or the other.

Table 2. Socio Economic Characteristics of the Respondent

Characteristic	Categories	Percentage	Mean/Modal category
Sex	Male	87.4	Male
	Female	12.6	
Marital status	Married	81.1	Married
	Single	14.4	
	Divorced	0.9	
	Separated	3.6	
Years of farming experience (Years)	1 – 20	45.9	27.9years
	21 – 40	31.5	
	41 – 60	18.9	
	61 – 82	3.6	
Age	≤ 30	20.7	48.07
	31 – 40	16.2	
	41 – 50	20.7	
	51 – 60	23.4	
	61 – 70	11.7	
	71 – 90	7.2	
Educational status	No formal education	36.9	
	Primary education	25.2	
	Secondary education	17.1	
	Tertiary education	20.7	
Primary occupation	Farming	69.4	Farming
	Artisan	6.3	
	Civil savant	10.8	
	Trading	13.5	
Farm size(ha)	0.10-5.99	84.7	3.69ha
	6.0-9.99	7.2	
	≥10.0	8.1	
Type of farm	Subsistence	9.9	
	Commercial	69.4	
	Both	20.7	
Membership of any association	No	47.7	Members of association
	Yes	52.3	

3.2 SOURCES OF ACCESS TO INCENTIVES

Table 3 shows the sources of agro input incentives to farmers. Among the source of credit incentive that should be available to the respondents in the study area, 10.8% of the respondent had access to credit from agricultural institution and this is the highest percentage from the formal sources.

Table3 shows that majority of the farmers who had access to incentives were through informal sources which were specifically through relatives and friends for credit (56.8%), land(75.7%), fertilizer (36.0%), improved seeds or seedling (40.5%). Also, the farmers were able to access credit through marketing agents (35.1%) and cooperative society (42.3%). This is similar to the finding of [12] who found that major incentives given to farmers were improved seeds, chemical, fertilizer and loan. It can also be deduced that the farmers could access inputs as incentives for crop production, but incentives for livestock production either through informal or formal sources were very poor.

Table 3. Distribution of respondents by sources of access to incentives

Formal sources	Credits	Land	fertilizer	Improved seed/seedlings	Feeds/feeds ingredients	Feeders and waters trough	Vaccines
Federal government	6(5.4)	6(5.4)	15(13.5)	13(11.7)	2(1.8)	0(100)	0(100)
State government	9(8.1)	7(6.3)	1(0.9)	12(10.80)	2(1.8)	0(100)	2(1.8)
Private organization	4(3.6)	7(6.3)	2(1.8)	5(4.5)	2(1.8)	1(0.9)	3(2.7)
Nongovernmental organization	3(2.7)	1(0.9)	4(3.6)	4(3.6)	2(1.8)	0(100)	2(1.8)
Banks	10(9.0)	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)
Extension agents	2(1.8)	2(1.8)	11(9.9)	10(9.0)	4(3.6)	2(1.8)	3(2.7)
Agricultural based institutions	12(10.8)	14(12.6)	14(12.6)	16(14.4)	4(3.6)	3(2.7)	3(2.7)
Informal sources							
Farmers association	20(18)	8(7.2)	13(11.7)	16(14.4)	5(4.5)	3(2.7)	1(0.9)
Relatives and friends	63(56.8)	84(75.7)	40(36.0)	45(40.5)	21(18.9)	9(8.1)	1(0.9)
Marketing agents	39(35.1)	3(2.7)	7(6.3)	7(6.3)	7(6.3)	3(2.7)	2(1.8)
Cooperative society	47(42.3)	4(3.6)	7(6.3)	6(5.4)	4(3.6)	5(4.5)	4(3.6)

Source: Field survey

3.3 FARMER'S ACCESS TO INCENTIVES FOR AGRICULTURAL ACTIVITIES

The result on table 4 shows that constant and stable electricity supply, ready market for non-consumable produce (cash crops), good roads, herbicide, improved seeds and seedlings, stipulated price of produce across the local government and fertilizer which were ranked 1,2,3,4,5,6 and 7 respectively. Alternatively, the farmers indicated poor access to rural industrial development, extension officer's, storage and processing houses, farmers identity card, credits and loans, viable agricultural technology and extension. This shows that a lot needs to be done so that farmers could have access to incentives, especially extension which, according to [1] is crucial in agricultural development.

Table 4. Distribution of respondents by frequency of access to incentives for agricultural activities

Rural infrastructure	Always accessible	Occasionally accessible	Not accessible	Rank
Constant and stable electricity supply	24(21.6)	62(55.9)	25(22.5)	1
Ready market for non-consumable produce (cash crops)	34(30.6)	53(47.7)	24(21.6)	2
Good roads	39(35.1)	49(44.1)	23(20.7)	3
Herbicide	24(21.6)	54(48.6)	33(29.7)	4
Improved seeds and seedlings	46(41.4)	43(38.7)	22(19.8)	5
Stipulated price of produce across the Local Government	20(18)	55(49.5)	36(32.4)	6
Fertilizer	25(22.5)	45(40.5)	41(36.9)	7
Extension education	18(16.2)	43(38.7)	50(45)	8
Viable agricultural technology	10(9.0)	35(31.5)	66(59.5)	9
Credits and loans	11(9.9)	30(27)	70(63.1)	10
Farmers identity card	23(20.7)	21(18.9)	67(60.4)	11
Storage and processing houses	13(11.7)	26(23.4)	72(64.9)	12
Extension officers visit	17(15.3)	19(17.1)	75(67.6)	13
Railway network	9(8.1)	16(14.4)	86(77.5)	14
Rural industrial development	5(4.5)	7(6.3)	99(89.2)	15

Source: Field survey

3.4 CONSTRAINTS THAT IMPEDE ACCESS TO INCENTIVES

In table 5 the farmers identified severe constraints to access incentives as instability of agricultural policies (81.1%), inappropriate timing for disbursement of incentives (49.5%), insufficient incentives (45.9%) and lack of information about incentives.

Table 5. Distribution of respondents by constraints that impede access to incentives

Constraints	Severe	Mild	Not a problem
Lack of information	47(42.3)	36(32.4)	28(25.2)
Inappropriate timing of incentive disbursement	55(49.5)	24(21.6)	32(28.8)
Inability to identify genuine farmers	32(28.8)	29(26.1)	50(45)
Non-membership of farmers association	23(20.7)	25(22.5)	63(56.8)
Insufficiency of incentive provided	51(45.9)	24(21.6)	36(32.4)
Agricultural policy instability	90(81.1)	5(4.5)	16(14.4)

Source: Field survey, 2012.

3.5 LOGIT ESTIMATES OF THE DETERMINANTS OF FARMERS' ACCESS TO INCENTIVES IN THE STUDY AREA

Farmer's membership to an association was measured and the result revealed a coefficient of 1.709. This is statistically significant at $p < 0.1$. This result shows that membership of any farmers association is positively correlated with access to incentives. The coefficient shows that a unit increase in membership to an association will bring 1.709 unit increases in farmers' access to incentives. This is in relation to [11] who found that membership in farmer's association and cooperatives could increase farmer's interaction with other farmers and entrepreneurs which would in turn increase his capacity to access current information on economic activities.

The coefficients of respondents primary occupation is measured and it is -1.178 and it is statistically significant at $p < 0.5$. This result shows that primary occupation is negatively correlated with access to incentives, meaning that the larger the number of farmers the lesser the incentives. This implies that the incentives available to farmers are not commensurate to the number of farmers. This is an important issue which policy should seek to address by ensuring that more incentives are provided.

Table 6. Binomial Logit Regression Access to Incentives and Socio-economic characteristics

Variable	X _i - Denotes	Coefficients	Standard error	t-value	Remarks
Constant		-0.0286	1.0033531	-0.0285	
Year of farming	X ₁	0.602E-02	0.22056518E-01	0.273	Not significant
Age in years	X ₂	-0.257E-01	0.24964413E-01	-1.029	Not significant
Farm size	X ₃	-0.263E-01	0.42158903E-01	-0.624	Not significant
Amount earned	X ₄	0.301E-06	0.74878484E-06	0.402	Not significant
Membership of association	X ₅	1.709	0.47347981	3.609*	Significant
Sex	X ₆	1.162	0.72803060	1.596	Not significant
Level of Educational	X ₇	-0.882E-03	0.61023540E-03	-1.446	Not significant
Primary occupation	X ₈	-1.178	0.53471622	-2.203**	Significant
Type of farming	X ₉	0.685	0.80561582	0.850	Not significant

Source: Computer printout of logit analysis *=significant at $p < 0.01$, **=significant at $p < 0.05$

4 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The study concludes that, many of the farmers in the study area are in their active age as a larger percentage of farmers between ages of 31-50 in the study area. Majorly, the farmers had access to incentives for crop production. Their access to incentives was also through informal sources, namely: friends, relatives, market agents and cooperative societies. Determinants of the farmers' access to incentives were membership in farmers' association and farming as primary occupation. Based on the result of the study, it was recommended that:

- 1- Farmers should be encouraged through a campaign and emphasis that farmers should belong to one farmers association or the other so as to facilitate identification and access to incentives.
- 2- The study recommends that farmers should be trained by extension practitioners in leadership skills for farmers association so as to facilitate better access to incentives through their activities.
- 3- Government should work to provide more incentives to farmers for improved crop and more importantly animal production.
- 4- Entrepreneurs and government should build agro-allied industries where agricultural products serve as raw materials used for production in rural areas for effective rural transformation, because rural transformation is a vital tool for national development.

REFERENCES

- [1] Adeniji (2002), Adoption of improved technologies for cotton Production by Farmers in Katsina State Nigeria. A Ph.D thesis submitted to Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.
- [2] Agba, A.M.Ogabor, Ushie,M.E. F.I. Abam, Micheal S. Agba, James Okoro (2010)Developing the biofuel industry for effective rural transformation in Nigeria. *European Journal of Development of Scientific Research*. 40(3); 441-449
- [3] Apata, T.G., Folayan, A, Apata, O.M. and Akinlua, J (2011): The Economic Role of Nigeria's Subsistence Agriculture in the Transition Process: Implications for Rural Development. Paper presented at 85th Annual Conference of the Agricultural Economics Society, Warwick University between 18th and 20th April 2011
- [4] Crawford, E., V. Kelly, T. S. Jayne, and J. Howard. 2003. Input use and market development in Sub-Saharan Africa: An overview. *Food Policy* 28: 277–292.
- [5] Evanson, R. E., and D. Gollin. (2003). Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science* 300 (2 May): 758–762.
- [6] Johnson, M., P. Hazell, and A. Gulati. 2003. The role of intermediate factor markets in Asia's Green Revolution: Lessons for Africa? *American Journal of Agricultural Economics* 85 (December): 1211–1216.
- [7] Kamiljon T. A, (2009). Decentralization, Agricultural Services and Determinants of Input Use in Nigeria. International Food Policy Research Institute (IFPRI) Discussion Paper 00941
- [8] Karuiki (2008). The role of Extraneous incentives and drivers in farms enterprises diversification: A study of passion fruit (*passiflora edulis*). *Asian Journal of Agricultural sciences* 3(5); 356-358.
- [9] Koyenikan M. J. (2008). Issues for Agricultural Extension. *Journal for Agricultural Extension*, 12 (2) December.
- [10] Morris, M., V. A. Kelly, R.J. Kopicki, and D.Byerlee. 2007. (Fertilizer use in African Agriculture: Lessons learned and good practice guidelines.Washington, D.C.:The World Bank). Decentralization of agricultural Services and development of input use in Nigeria.
- [11] Nwaru J.C., Onyenweaku, C.E. and A.C. Nwosu (2006). Relative Technical Efficiency of Credit and Non- Credit User Crop farmers. *African Crop Science Journal*, 14(3): 241-251.
- [12] Obaniyi, K.S , Akangbe, J.A , Matanmi, B.M, and Adesiji, G.B. (2014) Factors motivating incentives of farmers in rice Production training programmes (A case study of Olam/USAID/ADP/First Bank Programme). *WebPub Journal of Agricultural Research*. 2(5), pp. 74-81
- [13] Osun State Agricultural Development Programme (OSSADEP, 1997). The report of 1996 crop area and yield survey conducted by planning, monitoring and evaluation Department, Osun State Press, Osogbo, Nigeria, pp 11.
- [14] Oxford advance learners dictionary (2004). Oxford University press publishing 8th edition 2004.
- [15] UNECA (2004), Enhancing productivity, income and marketing access of rural producer in Africa: Case of contract farming in Nigeria, In: Aderibigbe S. Olomola (Ed) 2010. NISER Ibadan.

LES FACTEURS DETERMINANTS DE LA PRODUCTION DE CEREALES SECHES EN ZONE SOUDANO-SAHELIEENNE DU BURKINA FASO

[THE DRIVING FACTORS OF DRY CEREALS PRODUCTION IN THE SUDANO-SAHELIAN ZONE OF BURKINA FASO]

Narcise Pamalba KABORE¹, Amadé OUEDRAOGO², Léopold SOME¹, and Jeanne MILLOGO-RASOLODIMBY²

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA),
Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation de Kamboinsé (CREAF),
01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

²Université de Ouagadougou,
Unité de Formation et de Recherches en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT),
Département de Biologie et Physiologie Végétales,
Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales,
09 BP 848 Ouagadougou 09, Burkina Faso

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

ABSTRACT: The food cereals production increased strongly in the North-Central region of Burkina Faso between 1984 and 2013. However, the driving factors of this trend are not well known. This work aims to identify and analyze the main environmental and human factors that favor the cereals production increase. The hypothesis of this study states that the rainfall, the extent of cultivated areas and the yields influence strongly the cereals production. The methodological approach consisted to collect and analyze data of monthly rainfall from eleven stations and agricultural statistics of sorghum, millet and maize from the region. Statistical analysis consisted in trends assessment, ruptures detection and simple correlations performing between factors. The results showed that the annual cultivated area of sorghum and maize increased ; whereas the annual area of millet declined. The annual productions of sorghum, millet and maize increased. The annual yields of three cereals increased. The rainfall (63,4%), yields (83%) and cultivated areas (77,5%) were the strong driving factors of the annual production increase of sorghum. However, the annual production increase of millet were favored by rainfall (69,3%) and yields (77,2%). Similarly, rainfall (69,5%) and yields (82,5%) have strongly influenced the annual production increase of maize. These results encourage promoting and developing further sustainable agriculture in the North-central region of Burkina Faso.

KEYWORDS: Factors of production, dry cereals, ruptures, rainfall, yields, Burkina Faso.

RESUME: Dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso, la production des céréales sèches a connu une forte augmentation entre 1984 et 2013. Mais, les facteurs qui ont favorisé cette hausse ne sont pas bien connus et nécessitent une étude. Ce travail a pour but d'identifier et analyser les facteurs environnementaux et humains qui expliquent la hausse de la production de ces céréales. L'étude part de l'hypothèse que la pluviométrie, les superficies cultivées et les rendements influencent fortement la production céréalière. L'approche méthodologique a consisté à utiliser les données pluviométriques mensuelles de onze stations de la région et les statistiques agricoles des cultures du sorgho, du mil et du maïs. Le traitement des données a concerné l'analyse des tendances, la détection de ruptures et de corrélations simples entre les facteurs. Les résultats montrent que les superficies annuelles du sorgho et du maïs ont évolué à la hausse pendant que celle du mil a baissé. Les productions annuelles du sorgho, du mil et du maïs ont augmenté. Les rendements annuels des trois céréales

sèches ont progressé. La pluviométrie (63,4%), les rendements (83%) et la superficie (77,5%) expliquent fortement la hausse de la production annuelle du sorgho. En revanche, l'augmentation de la production annuelle du mil a été favorisée par la pluviométrie (69,3%) et les rendements (77,2%). De même, la pluviométrie (69,5%) et les rendements (82,5%) ont fortement influencé la hausse de la production annuelle du maïs. Ces résultats encouragent à promouvoir et développer d'avantage une agriculture durable dans la région du Centre-Nord.

MOTS-CLEFS: Facteurs de production, céréales sèches, ruptures, pluviométrie, rendements, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

L'agriculture demeure la principale activité qui soutient l'économie des pays de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Au Burkina Faso, l'agriculture de type pluvial, est quasi exclusivement extensive et se pratique sur de petites exploitations familiales de trois à six hectares [1]. Les cultures du sorgho, du mil et du maïs dominent l'agriculture vivrière dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso [2]. Ces trois céréales sèches constituent la base de l'alimentation des populations, surtout en milieu rural [3]. Les contraintes majeures limitant la production du mil et du sorgho au Burkina Faso sont les irrégularités pluviométriques, la pauvreté naturelle des sols, la faible utilisation des intrants, la faible productivité des cultivars traditionnels et l'action néfaste des prédateurs [4]. Par ailleurs, le coût élevé des intrants agricoles, la faible disponibilité de la fumure organique que le maïs exige [2], les déficits hydriques imputables à des séquences sèches dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso [5] constituent quelques contraintes majeures de la production du maïs pluvial dans la région.

Malgré ces contraintes diverses, la production totale des trois céréales sèches a enregistré une forte progression durant les trois dernières décennies, passant de 89064 tonnes en 1984 à 243778 tonnes en 2013, soit une hausse remarquable de 174%. L'augmentation de la production agricole est souvent expliquée par l'extension des surfaces cultivées que par la pluviométrie ou les rendements. En effet, en Afrique de l'Ouest, il est avancé que l'augmentation de la production céréalière résulte surtout de l'extension des surfaces cultivées ([6] ; [7] ; [8] ; [3] ; [9]). Cette thèse se focalise plus sur les surfaces cultivées que les rendements qui ont pourtant progressé durant ces dernières décennies. En effet, les rendements des principales céréales (sorgho, mil, maïs et riz) d'Afrique de l'Ouest ont augmenté entre 1961 et 2009 [9]. Cette progression se chiffre à 51% entre 1980 et 2006 [8]. Au Burkina Faso, les rendements des principales cultures (sorgho, mil, maïs, riz, arachide) ont enregistré une augmentation entre 1961 et 1998 ([10] ; [11]). De nombreuses études évoquent une augmentation de la pluviométrie au Sahel depuis les années 1990 ([12] ; [13] ; [14] ; [15] ; [16] ; [17]). Cette augmentation de la pluviométrie et les progressions de rendements enregistrées ont du contribuer à faire croître la production agricole en Afrique de l'Ouest. La production des céréales sèches a fortement progressé durant les dix dernières années dans les pays du Sahel [3]. Dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso, les facteurs ayant favorisé cette dynamique de la production céréalière méritent d'être identifiés et étudiés. Cette région tend vers une saturation de son espace agricole du fait de la forte pression exercée sur les terres cultivables [2]. Dans le contexte de l'amenuisement des ressources naturelles et de l'explosion démographique, une telle expansion des surfaces agricoles a des conséquences évidentes sur l'environnement et ne garantit pas une agriculture durable. Le but de ce travail est de déterminer les facteurs explicatifs clés de l'augmentation de la production des différentes céréales sèches dans le Centre-Nord du Burkina Faso. Il s'agit d'évaluer les niveaux d'influence de l'évolution de la pluviométrie, des superficies cultivées et des rendements sur les productions du sorgho, du mil et du maïs dans cette région durant la période de 1984 à 2013. Le choix de ces trois facteurs tient compte de l'hypothèse qu'ils influencent fortement le niveau de la production céréalière. Cette étude permettra également de vérifier dans le contexte culturel de la région du Centre-Nord du Burkina Faso, l'assertion selon laquelle : « L'augmentation de la production des céréales sèches est due essentiellement à l'extension des surfaces cultivées ».

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La région du Centre-Nord fait partie du Plateau Central du Burkina Faso. Elle couvre une superficie totale de 19508 km². Située entre les parallèles 12°40' et 14°00' N et les méridiens 0°15' et 2°5' W, elle regroupe trois provinces que sont le Bam, le Namentenga et le Sanmatenga (Fig. 1). Cette région est à cheval entre la zone soudano-sahélienne et la zone sahélienne du Burkina Faso. La zone soudano-sahélienne est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 600 et 900 mm. Dans la zone sahélienne, la pluviométrie moyenne annuelle est inférieure à 600 mm. Le relief général est une plaine avec par endroit des collines à pente forte et des affleurements de cuirasse notamment très présents à Kongoussi (Bam). Le

Centre-Nord présente des sols ferrugineux tropicaux lessivés et des sols bruns eutrophes qui sont souvent nus (*zipella*) [18]. Selon la référence [19], la densité moyenne de la population en 2006 est de 61,67 habitants au km², ce qui est supérieure à la moyenne nationale qui est de 51,8 habitants au km². Le rythme moyen de croissance de cette population est de 3,09% par an similaire à la moyenne nationale qui est de 3,1%. La population active est de 44,6%, composée en majorité de jeunes. Les ménages agricoles représentent 94,7% de la population totale. Ils sont constitués en moyenne de neuf personnes par famille [2]. Dans le système d'agriculture extensive, la taille du ménage contribue à la satisfaction des besoins en main d'œuvre [1]. Le Centre-Nord était autrefois une zone cotonnière. En effet, le secteur cotonnier de Kongoussi figurait parmi les plus performants de la Compagnie Française de Développement des Textiles (CFDT) [20]. Selon la référence [21], les techniques de Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols (CES/DRS) sont très répandues dans cette région (26,5% contre 17,5% pour la moyenne nationale). La référence [21] mentionne également une bonne pratique de l'agroforesterie (55,8% contre 62,3% au niveau national) et une forte utilisation du phosphate (20,8%) par les exploitants agricoles sur leurs parcelles. En 2006, le degré d'adoption des techniques de CES était de 35% dans le Bam et 36% dans le Sanmatenga [22]. Les pratiques de CES/DRS les plus courantes dans cette région sont le zaï, les demi-lunes, les fosses fumières, les cordons pierreux, les cordons d'*Andropogon gayanus* ou d'*Euphorbia balsamifera*, le paillage, etc. [23]. La végétation naturelle se caractérise par la dominance de la steppe et de la savane arbustive. Les principales espèces rencontrées sont *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Bombax costatum*, *Khaya senegalensis*, *Faidherbia albida*, *Diospyros mespiliformis*, *Sclerocarya birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aegyptiaca*, *Piliostigma reticulatum* ([24] ; [23]). La référence [25] évoque une extension des sols nus et une réduction des formations naturelles qui se dégradent.

2.2 COLLECTE DE DONNÉES

Les données pluviométriques ont été collectées auprès de la Direction Générale de la Météorologie et proviennent de onze postes pluviométriques de la région du Centre-Nord (Fig. 1). Elles concernent les valeurs mensuelles de la période de 1984 à 2013. Les données agricoles concernent uniquement l'agriculture pluviale et proviennent de la Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles (DGESS). Elles couvrent également la même période. Il s'agit des superficies emblavées annuellement, la production et les rendements du sorgho, du mil et du maïs par province. Ces données sont collectées annuellement par la DGESS dans le cadre des enquêtes permanentes agricoles (EPA). L'approche utilisée pour l'acquisition des données est la suivante : 1°) L'estimation des superficies selon la méthode des sondages par la mesure objective des parcelles des ménages échantillons effectivement emblavées à la date du 15 septembre de chaque année. 2°) Les rendements sont évalués par pesées des carrés de rendements à l'issue des récoltes effectives. Ce sont des rendements moyens simples obtenus sur des carrés de 25 m² de superficie posés de façon aléatoire dans les parcelles de culture 3°) La production en culture pure, en culture principale et secondaire de chaque spéculation est obtenue en multipliant les superficies par les rendements moyens de chaque type d'association. La production totale d'une spéculation est obtenue en additionnant les trois types de production. Nous avons calculé un rendement moyen pondéré pour l'ensemble des trois provinces en utilisant la formule suivante :

Rendement moyen pondéré (kg/ha) = $(Rp_1 \times Sp_1) + (Rp_2 \times Sp_2) + (Rp_3 \times Sp_3) / (Sp_1 + Sp_2 + Sp_3)$; Avec Rp_1 : Rendement de la province 1, Rp_2 : Rendement de la province 2 et Rp_3 le Rendement de la province 3 ; Sp_1 la Superficie de la province 1 ; Sp_2 la Superficie de la province 2 et Sp_3 la Superficie de la province 3.

2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans cette étude, la superficie, le rendement et la pluviométrie sont considérées comme des variables explicatives du niveau de la production de chaque céréale sèche. La superficie est une variable spatiale qui influence la production. Le rendement est une variable qui entre dans l'estimation de la production. La pluviométrie est une variable exogène qui influence aussi la production et qui peut expliquer les deux autres variables. Le cumul pluviométrique moyen de la période de juin à septembre a été utilisé car il donne des résultats plus significatifs par rapport au cumul annuel. Nous avons d'abord fait une analyse graphique de la pluviométrie, des superficies, des productions et des rendements des trois céréales afin d'identifier les tendances. Ensuite, nous avons soumis toutes ces variables à des tests statistiques portant sur la recherche de tendance et de ruptures en moyenne. Une « rupture » peut être définie par un changement dans la loi de probabilité des variables aléatoires dont les réalisations successives définissent les séries chronologiques étudiées [26]. Ces différents tests se présentent comme suit :

Le test de corrélation sur le rang ([27] ; [28]), non paramétrique, teste l'homogénéité d'une série temporelle avec pour hypothèse alternative celle d'une tendance. Le test de la référence [29], également non paramétrique, examine l'existence d'une rupture à un instant inconnu de la série à partir d'une formulation dérivée de celle du test de Mann-Whitney [30]. Ce

test est plus particulièrement sensible à un changement de moyenne dans la série et propose une estimation de la date de rupture. Les résultats de ce test sont basés sur trois seuils de significativité selon l'échelle utilisée par [31]. Ainsi, une rupture est très significative si la probabilité associée est $< 1\%$; significative si elle est comprise dans l'intervalle $[1-5\%[$; peu significative si elle est comprise dans l'intervalle $[5-20\%[$. Au-delà de cette limite, la série est dite homogène. La méthode de la référence [32] est une approche paramétrique qui requiert une distribution normale des variables étudiées. Elle s'assimile à une démarche de prise de décision qui, en l'occurrence, consiste à déclarer la série stationnaire ou non par analyse de la densité de probabilité *a posteriori* de la position du point de rupture. Enfin, la procédure de segmentation non paramétrique de séries hydrométéorologiques ([33] ; [34]) est adaptée à la recherche de multiples changements de moyenne dans la série. Son principe est de "découper" la série en plusieurs segments de telle sorte que la moyenne calculée sur tout segment soit significativement différente de la moyenne du (ou des) segment(s) voisin(s) par application du test de Scheffé [27] qui repose sur le concept de contraste [30]. Ces tests sont intégrés dans le logiciel Khronostat réalisé par l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et l'Université de Montpellier [35]. Le choix des dates de rupture est basé sur les résultats des tests et les niveaux de significativité et de probabilité. Lorsqu'une rupture est détectée, on calcule alors la valeur de la hausse ou la baisse de la variable correspondant à :

$$\text{Hausse (\%)} = [(\text{moyenne après rupture} - \text{moyenne avant rupture}) / \text{moyenne avant rupture}] \times 100.$$

Enfin, nous avons fait des tests de corrélations simples pour voir l'influence respective de l'évolution de la pluviométrie, des surfaces cultivées et des rendements sur l'augmentation de la production de chaque céréale sèche. Le logiciel XLSTAT, version 2014 a servi à faire cette analyse. Des droites de tendance avec des équations et des coefficients de détermination (R^2) figurent sur les graphiques construits avec le logiciel EXCEL.

3 RESULTATS

3.1 EVOLUTION DU CUMUL PLUVIOMETRIQUE SAISONNIER

Le cumul pluviométrique saisonnier a évolué autour d'une moyenne de 535 mm entre 1984 et 2013, avec un écart-type de 92 mm. On note des périodes de hausse et de baisse remarquables de la pluviométrie par rapport à la moyenne interannuelle (535 mm) (Fig. 2). Les années 1988, 1994, 2003 et 2010 sont fortement pluvieuses avec des pluies annuelles qui sont respectivement de 676 mm, 732 mm, 719 mm et 682 mm. En revanche, les années 1984, 1990 et 1997 sont fortement sèches avec des cumuls pluviométriques annuels respectifs de 380 mm, 422 mm et 407 mm. La figure 2 montre une faible tendance à la hausse de la pluviométrie saisonnière. L'application du test de corrélation sur le rang confirme cette tendance à la hausse de la pluviométrie saisonnière au seuil de confiance de 95% (Tableau 1).

3.2 EVOLUTION DES SUPERFICIES CULTIVEES DES CEREALES SECHES

Les superficies annuelles emblavées en céréales entre 1984 et 2013 sont en moyenne de 158232, 104040 et 9929 hectares, respectivement pour le sorgho, le mil et le maïs. Le sorgho constitue la principale céréale de base. Le mil est moins cultivé par rapport au sorgho alors que le maïs est considéré comme une céréale de soudure. La figure 3 montre une tendance à la hausse des superficies du sorgho et du maïs et une baisse pour le mil. L'analyse statistique par le test de corrélation sur le rang confirme cette tendance à la hausse de la superficie du sorgho au seuil de confiance de 99% (Tableau 1). Les résultats des tests statistiques indiquent majoritairement la présence d'une rupture en 2002 traduisant une hausse de la superficie du sorgho ; alors que pour le maïs, la rupture est apparue en 2008 (Tableau 2). La méthode de la référence [32] identifie cette dernière date avec une forte densité de probabilité de 0,68. A l'opposé des résultats obtenus avec le sorgho et le maïs, une rupture traduisant une baisse de la superficie du mil est apparue en 2003. Cette date de rupture est peu significative (seuil de probabilité $\alpha=0,08$) selon le résultat du test de la référence [29]. Ces résultats montrent que les superficies annuelles du sorgho et du maïs ont enregistré une extension à des taux respectifs de 29% entre 2002 et 2013 et 65% entre 2008 et 2013. La superficie annuelle du mil a connu une baisse peu significative de 20% entre 2003 et 2013.

3.3 EVOLUTION DE LA PRODUCTION DES CEREALES SECHES

Le sorgho a enregistré une production moyenne de 118050 tonnes, le mil 67582 tonnes et le maïs 7927 tonnes. Le sorgho a enregistré un tonnage plus important par rapport au mil et au maïs. Les productions annuelles des trois céréales sèches affichent une tendance à la hausse (Fig. 4). L'application du test de corrélation sur le rang confirme cette tendance à la hausse des productions du sorgho et du maïs au seuil de confiance de 99% (Tableau 1). Les résultats des tests statistiques indiquent la présence de ruptures en 2002 et 1997 traduisant une hausse respectivement pour les productions du sorgho et du mil (Tableau 2). Selon les résultats du test de la référence [29], le point de rupture à la hausse de la production du sorgho

est très significatif ($\alpha=0,00078$) ; celui du mil est significatif au seuil $\alpha=0,065$. Nous considérons dans cette étude l'année 2002 comme date de rupture à la hausse de la production du maïs. En effet, le résultat du test de la référence [29] montre que cette rupture est significative au seuil de probabilité $\alpha=0,035$. La production annuelle du sorgho a enregistré une hausse très significative de 78% entre 2002 et 2013. Les productions annuelles du maïs et du mil ont connu des augmentations significatives qui sont respectivement de 65% entre 2002 et 2013 et 39% entre 1997 et 2013.

3.4 EVOLUTION DES RENDEMENTS DES CEREALES SECHES

Les rendements moyens des céréales sèches sont de 734 kg.ha^{-1} , 660 kg.ha^{-1} et de 789 kg.ha^{-1} respectivement pour le sorgho, le mil et le maïs. Les rendements des trois céréales affichent tous une tendance à la hausse entre 1984 et 2013, illustrée par la figure 5 qui présente l'évolution des valeurs au cours du temps. Le test de corrélation sur le rang confirme cette tendance à la hausse des rendements du sorgho et du mil au seuil de confiance de 99%. Pour les rendements du maïs, ce seuil est de 95% (Tableau 1). Des points de ruptures à la hausse des rendements du maïs, du sorgho et du mil sont apparus respectivement en 1987, 1990 et 2002 (Tableau 2). Selon les résultats du test de la référence [29], la date de rupture des rendements du mil est très significative au seuil de probabilité $\alpha=0,0063$. Ces résultats montrent que les rendements annuels du maïs ont connu une augmentation de 131% entre 1987 et 2013. Ceux du sorgho ont progressé de 66% entre 1990 et 2013. Les rendements annuels du mil ont enregistré une progression très significative de 51% entre 2002 et 2013.

3.5 ANALYSE COMPARATIVE DE L'EVOLUTION DES SUPERFICIES ET DES RENDEMENTS DES CEREALES SECHES

Les analyses précédentes ont montré que la superficie annuelle du sorgho a augmenté de 29%, soit à un rythme moyen annuel d'environ 1% durant la période de 1984 à 2013 ; alors que les rendements ont progressé de 66%, soit 2,2% l'an. Par ailleurs, les surfaces annuelles cultivées en mil ont baissé de 20%, soit un taux annuel de 0,67% ; par contre les rendements annuels ont progressé de 51%, au rythme moyen annuel de 1,7%. La superficie annuelle du maïs a augmenté de 65%, au rythme moyen annuel de 2,16% ; ce qui est inférieur aux rendements annuels qui se sont accrus de 131%, soit 4,36% l'an. Les taux moyens de croissance annuelle des rendements des trois céréales sèches dépassent les taux moyens de croissance annuelle des superficies. Ces résultats montrent que la progression des rendements a fortement contribué à la hausse de la production de chaque céréale sèche.

3.6 ANALYSE DES CORRÉLATIONS SIMPLES

Les résultats des tests de régression sont consignés dans les tableaux 3, 4 et 5. Le tableau 3 montre que les variations interannuelles de la superficie du sorgho sont expliquées à 48,5% par les variations annuelles des précipitations. Ce résultat significatif au seuil de 5% montre un lien évident entre la pluviométrie et l'extension ou la réduction de la superficie du sorgho. Les années pluvieuses ou sèches sont déterminées à partir des quantités d'eau précipitées annuellement. Ainsi, pendant les années pluvieuses où les quantités de pluie sont énormes, les superficies emblavées en sorgho sont très importantes. Par contre, durant les années sèches où les cumuls sont faibles, les surfaces cultivées sont réduites. La corrélation entre les rendements et la production du sorgho est forte ($R=0,83$). La production du sorgho est fortement dépendante des rendements. Cela reste une évidence puisque le rendement étant la production par unité de surface. Les variations annuelles de la superficie cultivée expliquent à 77,5% la variance de la production du sorgho. La corrélation entre la pluviométrie et la production du sorgho est égale à 0,63. Ces résultats sont très hautement significatifs au seuil de 5%. Les variations interannuelles des rendements du sorgho sont expliquées à 54% par les variations annuelles de la pluviométrie. Cette corrélation est hautement significative au seuil de 5%. Cette analyse montre que la pluviométrie, les rendements et la superficie cultivée expliquent fortement la production du sorgho.

Les variations annuelles des rendements expliquent à 77,2% la variance de la production annuelle du mil (Tableau 4). La corrélation entre la pluviométrie et la production du mil est forte ($R=0,69$). Ces résultats sont très hautement significatifs au seuil de 5%. On constate une corrélation faible ($R=0,38$) mais significative entre la superficie et la production du mil. La corrélation entre la pluviométrie et les rendements du mil est significative et égale à 0,57. On note cependant une corrélation négative ($R=-0,25$) et non significative entre la superficie et les rendements du mil. Ces deux variables n'évoluent pas dans le même sens. Pendant que les rendements du mil progressent, les surfaces cultivées sont en baisse. Ces résultats montrent que la production du mil est fortement dépendante de la pluviométrie et des rendements.

Le tableau 5 montre une forte corrélation entre les rendements et la production du maïs ($R=0,82$). On constate que la pluviométrie annuelle contrôle à 69,5% la production annuelle du maïs. Les variations interannuelles de la pluviométrie expliquent 73,8% de la variance des rendements annuels du maïs. Ces résultats sont très hautement significatifs au seuil de

5%. La corrélation entre la production et la superficie du maïs ($R=0,56$) donne un résultat hautement significatif. La corrélation entre la pluie et la superficie du maïs ($R=0,21$) et celle des rendements et la superficie ($0,04$) donnent des résultats non significatifs au seuil de 5%. Tout comme le mil, la production du maïs est plus expliquée par la pluviométrie et les rendements.

4 DISCUSSION

Les résultats de la présente étude révèlent que l'augmentation de la production céréalière enregistrée dans le Centre-Nord est principalement liée à l'amélioration de la pluviométrie et l'accroissement des rendements. En effet, la tendance de la pluviométrie saisonnière était à la hausse entre 1984 et 2013. Au Sahel, de nombreuses études évoquent une augmentation de la pluviométrie depuis les années 1990 ([12] ; [13] ; [14] ; [15] ; [16] ; [17]). Celle-ci a significativement affecté les productions des trois céréales sèches dans la région du Centre-Nord. Ainsi, la pluviométrie contrôle les productions annuelles du mil, du maïs et du sorgho à des taux respectifs de 69,3%, 69,5% et 63,4%. Au Burkina Faso, la pluviométrie explique près de 50% des variations du volume total des productions de mil-sorgho [36]. En zone tropicale humide, elle contrôle à 64% la production de café et de cacao [37]. La pluviométrie affecte la production des céréales sèches à travers ses effets directs sur les rendements.

Les rendements des trois céréales sèches ont progressé entre 1984 et 2013. Les rendements du mil ont connu une hausse très significative de 51% entre 2002 et 2013. Au Burkina Faso, les rendements du mil se sont accrus de 87% entre 1961 et 2004 selon les données de la FAO [15]. Ces progressions sont liées en plus de la pluviométrie, à l'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes à la sécheresse et les pratiques CES/DRS en cours. Il s'agit entre autres pour le sorgho et le mil des pratiques du zaï et des demi-lunes qui améliorent la collecte des eaux de ruissellement et la fertilité des sols [38]. Dans le Plateau Central, les paysans tendent à adopter des variétés de céréales (sorgho, mil, maïs) à cycle court (50-70 jours) et résistantes à la sécheresse ([39] ; [40] ; [41]). Au Burkina Faso, le cycle des variétés de sorgho utilisées par les paysans serait même passé de 120-150 jours à 70-90 jours durant les 15 dernières années [42].

Par ailleurs, il est à noter que des politiques agricoles ont été mises en place par le gouvernement depuis les années 1990 pour organiser la filière des céréales sèches, la promotion de la petite irrigation et l'amélioration des variétés [3]. C'est ainsi que des variétés de semences améliorées de mil, de sorgho et de maïs ont été introduites dans le Centre-Nord en 2001 [43]. La région a également bénéficié de l'intervention de nombreux projets et programmes de développement rural qui ont contribué à diffuser les variétés de semences améliorées, promouvoir les techniques de CES/DRS, etc. Notre étude montre que la progression des rendements explique l'augmentation du niveau des productions annuelles du maïs, du mil et du sorgho à des taux respectifs de 82,5%, 77,2% et 83%.

Les réponses des rendements à la pluviométrie semblent différer d'une céréale à une autre. Les taux de corrélation sont de 73,8%, 57,4% et 54% respectivement pour le maïs, le mil et le sorgho. Le résultat très significatif avec le maïs traduit le fait que les rendements de cette céréale sont fortement dépendants de la satisfaction de ses besoins en eau. Mais, elle est très sensible au stress hydrique. Le sorgho et le mil sont au contraire des plantes rustiques [3] ; le mil étant encore plus résistant que le sorgho [44]. Au Burkina Faso, la référence [36] ont montré que les variations pluviométriques expliquent 60% de la variance des rendements des mils et sorghos. Dans le Maroc du Centre-Ouest, la référence [45] ont obtenu des taux de corrélation variant entre 51 et 87% pour le blé dur et 61 à 80% pour l'orge en fonction des directions provinciales de l'agriculture. Nos résultats peuvent se justifier par l'utilisation de variétés moins exigeantes en eau par les paysans. En effet, les variétés traditionnelles de mil et de sorgho sont rarement cultivées à cause de leur cycle long et de leur exigence en eau [41]. L'extension des surfaces cultivées explique également le niveau de production des céréales sèches.

La superficie annuelle emblavée en sorgho est en extension, soit 29% entre 2002 et 2013. Plusieurs facteurs peuvent justifier cela parmi lesquels des facteurs climatiques et socio-économiques. En effet, notre étude montre que les variations pluviométriques annuelles expliquent significativement à 48,5% l'extension de la superficie du sorgho. Ainsi, les années pluvieuses comme celles de 1994, 2003 et 2010 ont connu une forte extension des surfaces cultivées en sorgho. Cela peut être lié à la régularité des pluies, notamment en début de saison pluvieuse, qui incite les paysans à labourer et semer de grandes superficies. A l'opposé de cela, les superficies réduites lors des années sèches de 1984, 1985, 1987 et 2000 pourraient se justifier par les irrégularités pluviométriques qui ne permettent pas aux paysans d'étendre leur superficie de sorgho. L'extension de la superficie du sorgho pourrait être aussi liée à la forte régression de la culture du coton dans la zone d'étude. En effet, la superficie emblavée en coton a baissé de 88% entre 1984 et 2010 dans le Centre-Nord. Selon la référence [20], la culture du coton est en régression à Kongoussi depuis les années 1974. De nos jours, les agriculteurs de Bonam (Namentenga) cultivent encore le coton uniquement sur de petites parcelles dans les basses terres [41]. Au fil des ans, il y a eu une substitution des superficies consacrées au coton par celles cultivées en sorgho. Au Sahel, la référence [46] évoque de façon générale un abandon ou un recul des cultures traditionnelles de rente au profit des céréales (mil, sorgho).

suite aux sécheresses. En effet, les sécheresses dramatiques des années 1970 et 80 ont provoqué des famines dans le Bam [41] et le Namentenga ([39] ; [41]). Cette situation calamiteuse aurait incité les paysans à augmenter leurs surfaces cultivées en sorgho afin d'accroître leur production. Au Burkina Faso, le sorgho constitue un aliment de base des ménages [47]. Dans le Plateau Central du pays, la variété traditionnelle de sorgho *guinea* est appréciée par les paysans pour son goût et son adaptation au stress climatique [48]. Selon les résultats de notre étude, la hausse de la superficie emblavée explique à 77,5% l'augmentation de la production du sorgho.

Tout comme le sorgho, la superficie annuelle du maïs pluvial est en progression, soit 65% entre 2008 et 2013. Cette importante hausse peut se justifier par les interventions de la FAO dans la région depuis 2008 notamment à travers son volet distribution d'intrants (semences certifiées de maïs, sorgho, mil, riz, niébé, engrais NPK et Urée) au profit des ménages des communes rurales. A titre d'exemple, selon la FAO, en 2012, au total 79360 kg de semences dont 40000 kg de sorgho et 39360 kg de maïs ont été distribuées au profit de 4000 bénéficiaires des provinces du Sanmatenga et du Namentenga. Par ailleurs, il est à noter que depuis cette même année, l'état burkinabé subventionne les intrants et le matériel agricole octroyés aux paysans dans toutes les régions du pays. Tous ces appuis ont certainement contribué à relancer la culture du maïs dans la région dont la superficie semble avoir stagné entre 1993 et 2007. Il se pourrait aussi que certains paysans réduisent leur superficie de sorgho au profit de celle du maïs du fait des appuis techniques dont ils bénéficient et de la rentabilité économique de cette culture par rapport au sorgho. L'étude montre que l'expansion des surfaces cultivées explique à 56,5% la hausse de la production annuelle du maïs.

Contrairement au sorgho et au maïs, la superficie annuelle du mil est en régression, soit une baisse peu significative de 20% entre 2003 et 2013. Cela peut être lié aux irrégularités pluviométriques, la pauvreté naturelle des sols de la région ([25] ; [38]), aux habitudes alimentaires des ménages ruraux, etc. Les principaux facteurs limitant la production du mil au Mali sont l'irrégularité des pluies et la pauvreté des sols [49]. Cette baisse peut aussi s'expliquer par l'évolution des systèmes de culture céréales-légumineuses. En effet, le niébé est cultivé, le plus souvent en association avec le sorgho et le mil [24]. Mais, de plus en plus, les paysans ont tendance à pratiquer la culture pure du niébé. Ainsi, au cours des cinq dernières années, plus de 33% des ménages ont introduit la culture pure du niébé dans leur exploitation agricole [2]. Selon notre étude, la superficie emblavée justifie à 38,9% la hausse de la production annuelle du mil.

L'ensemble de nos résultats montre que l'amélioration de la pluviométrie et la hausse des rendements expliquent fortement les productions du sorgho, du mil et du maïs. Les surfaces cultivées influencent faiblement le niveau de la production de ces céréales. D'autres auteurs soutiennent que l'augmentation de la production céréalière en Afrique de l'Ouest est plus liée à une extension des surfaces cultivées qu'à un accroissement des rendements ([6] ; [7] ; [8] ; [3] ; [9]). Cette thèse pourrait se justifier dans un contexte global et ne tient pas compte des spécificités de certaines zones. En effet, notre étude qui est limitée au Centre-Nord du Burkina Faso présente un contexte environnemental spécifique caractérisé par un taux de croissance élevé et une forte densité de la population [19], une population essentiellement agricole, active, composée en majorité de jeunes et constituant de ce fait une importante main d'œuvre [2]. Cette force de travail considérable a certainement contribué à l'extension des surfaces cultivées, mais également à innover les pratiques culturales qui ont permis de relever significativement le niveau des rendements et d'accroître la production céréalière.

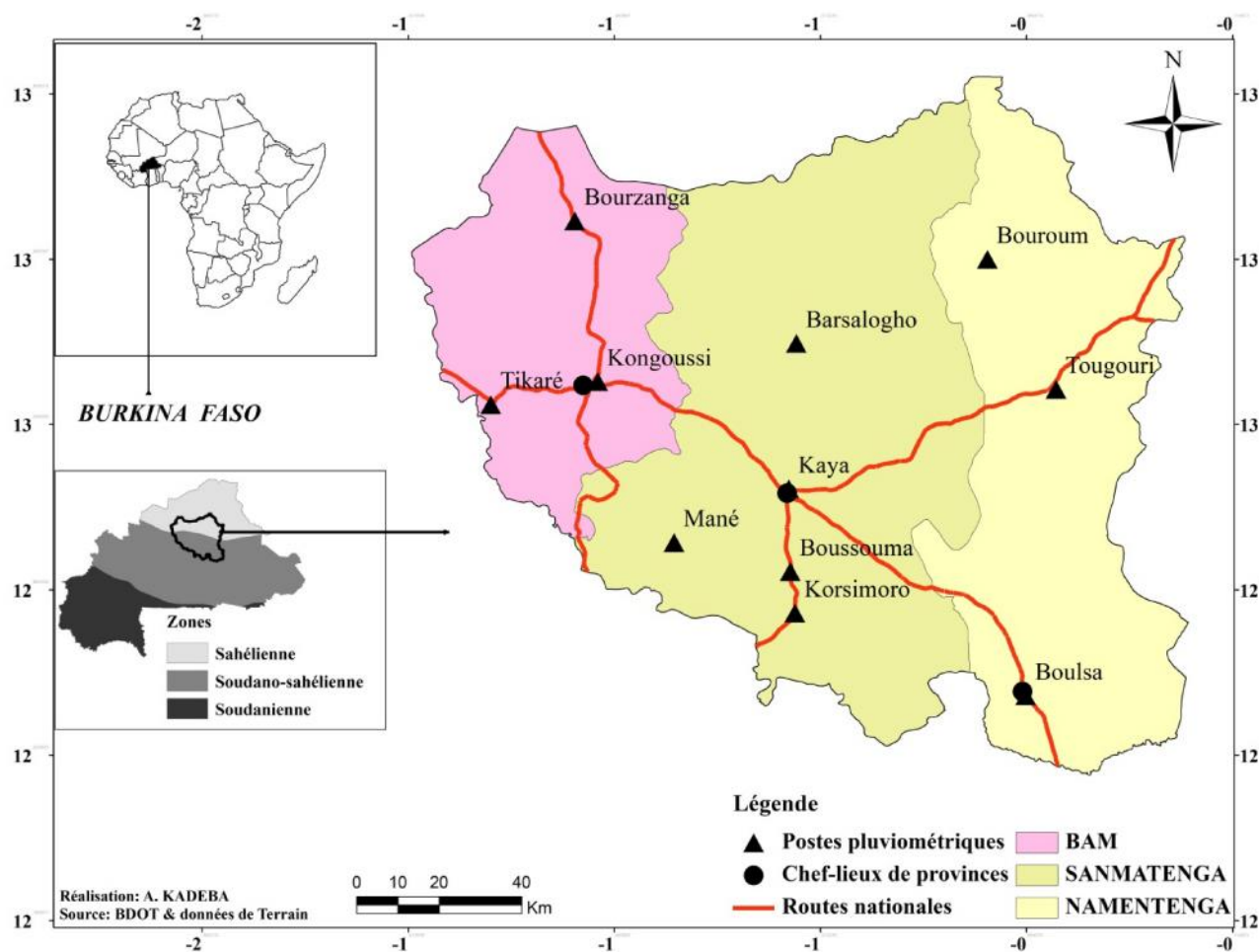


Fig. 1. La zone d'étude, région du Centre-Nord, présentant les postes pluviométriques

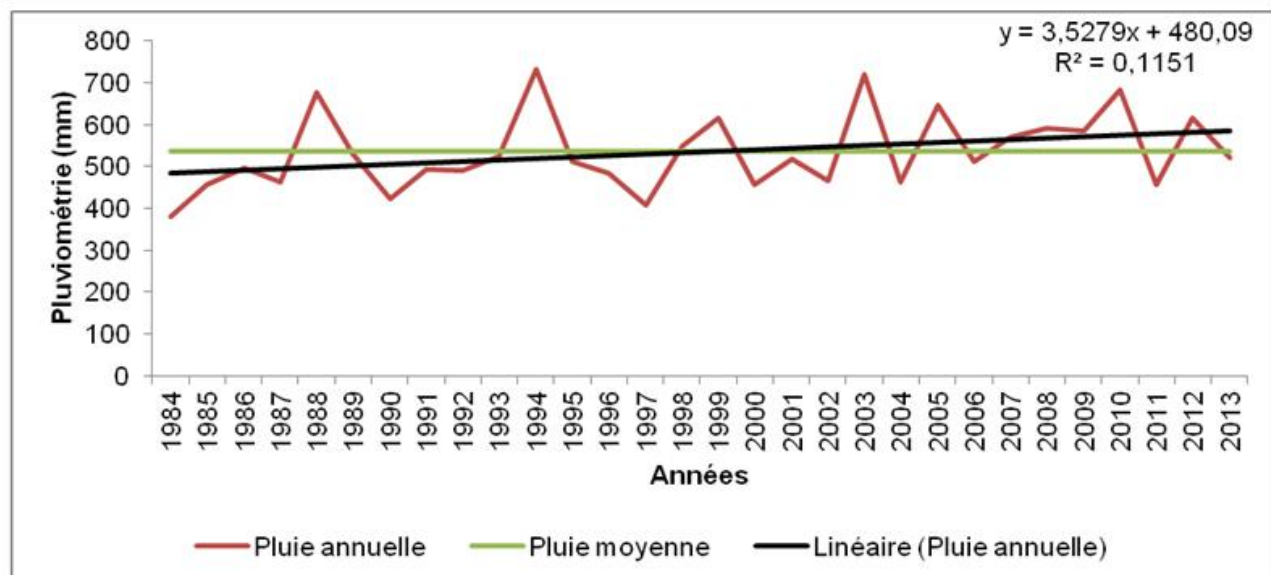
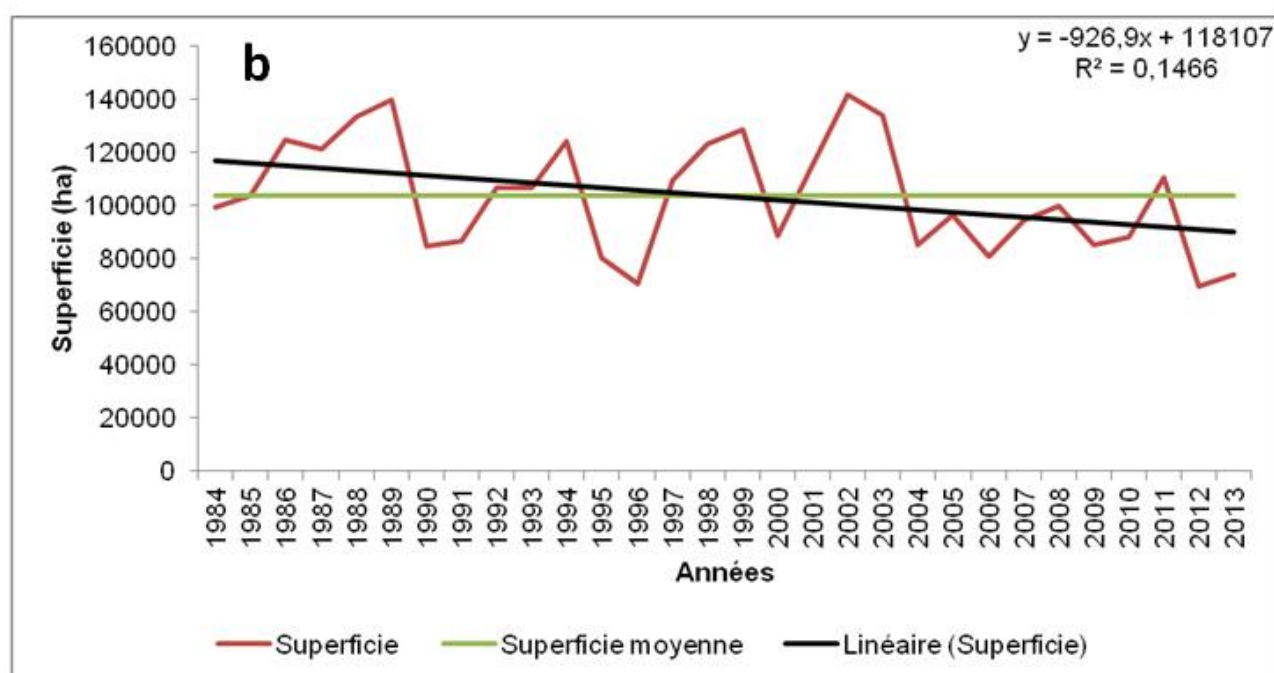
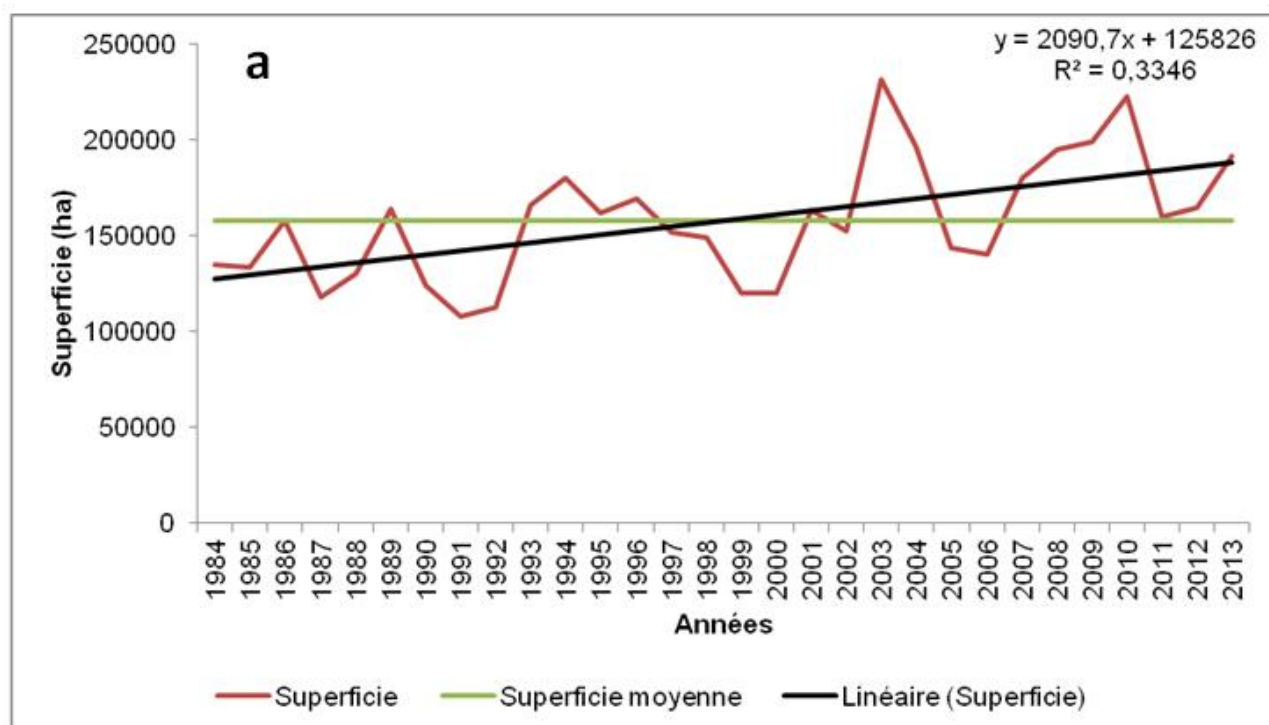


Fig. 2. Tendence évolutive de la pluviométrie annuelle entre 1984 et 2013 dans la région du Centre-Nord



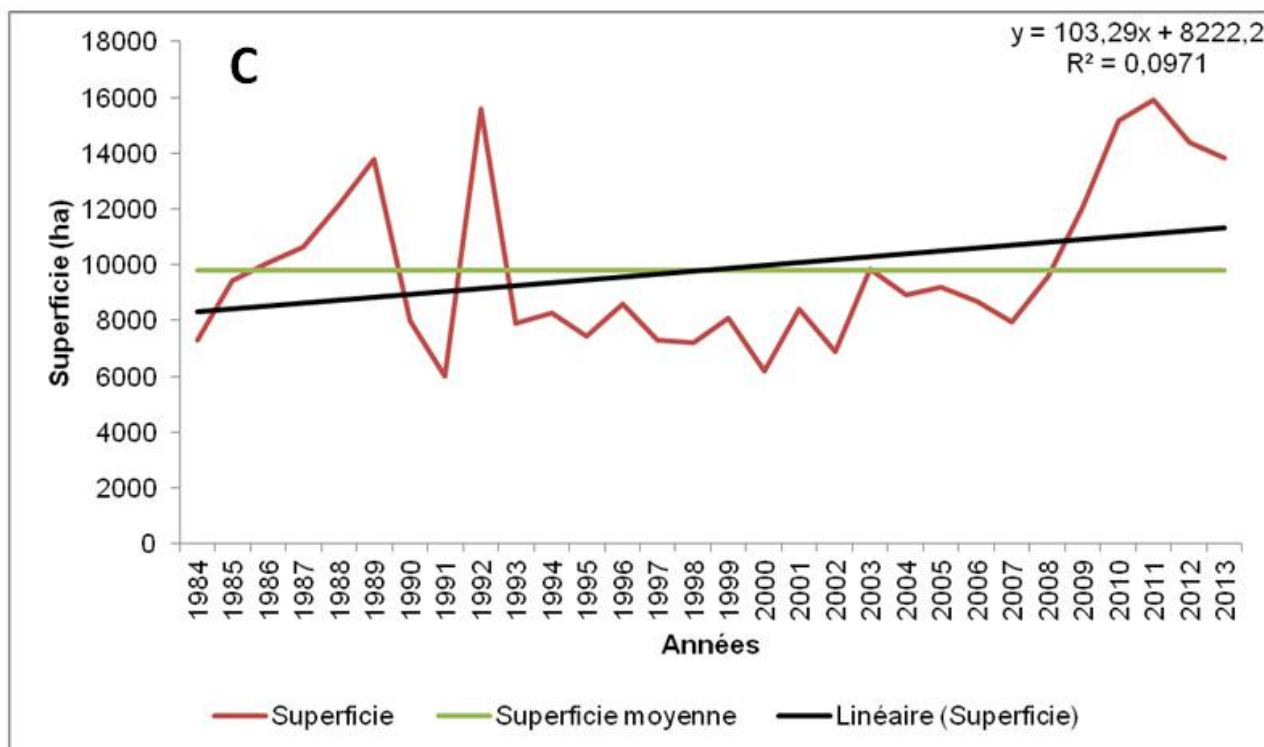
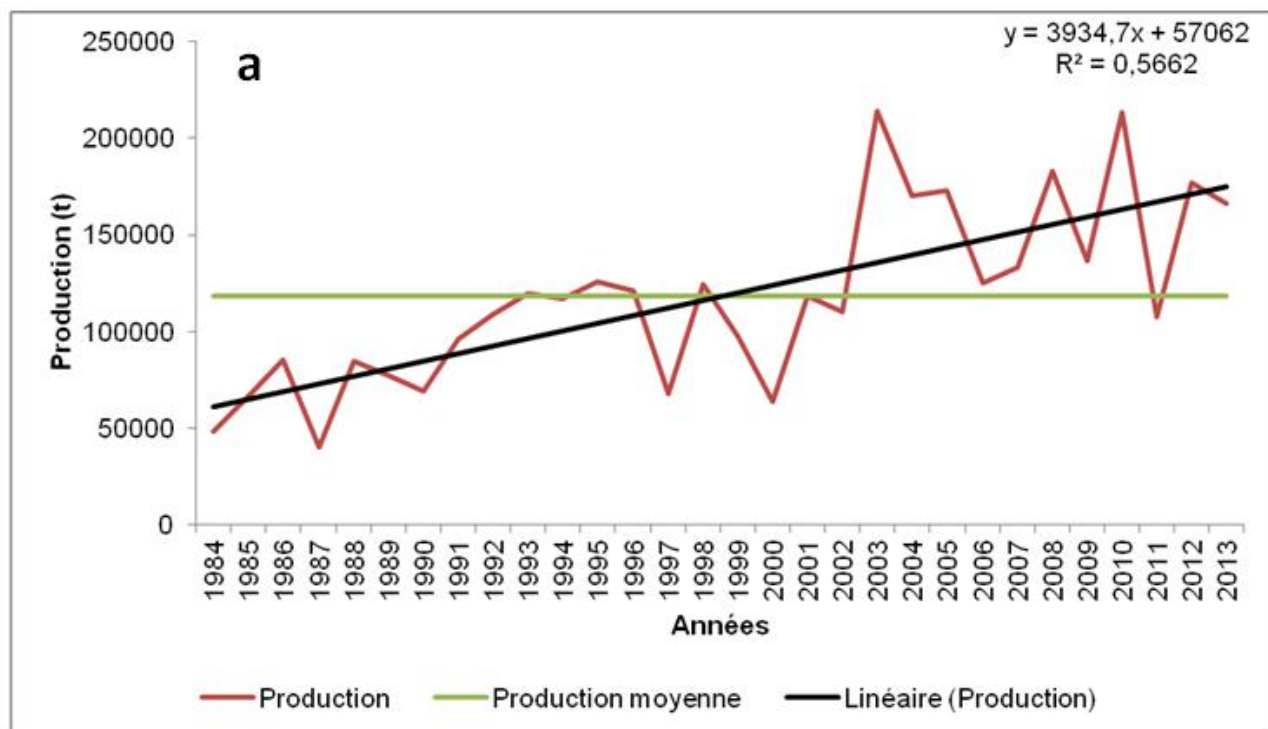


Fig. 3. Tendence évolutive des superficies du sorgho (a), du mil (b) et du maïs (c) entre 1984 et 2013 dans la région du Centre-Nord



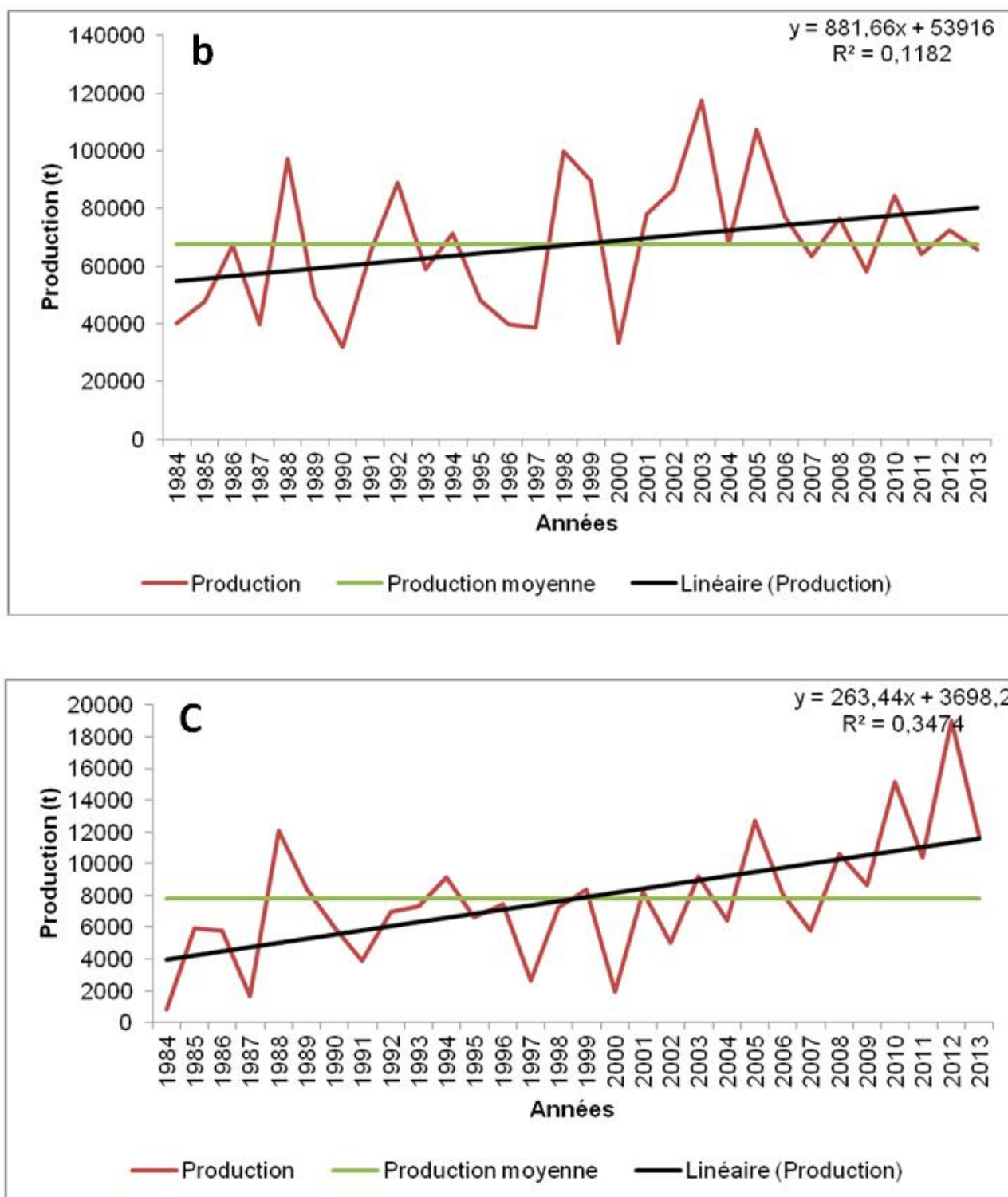
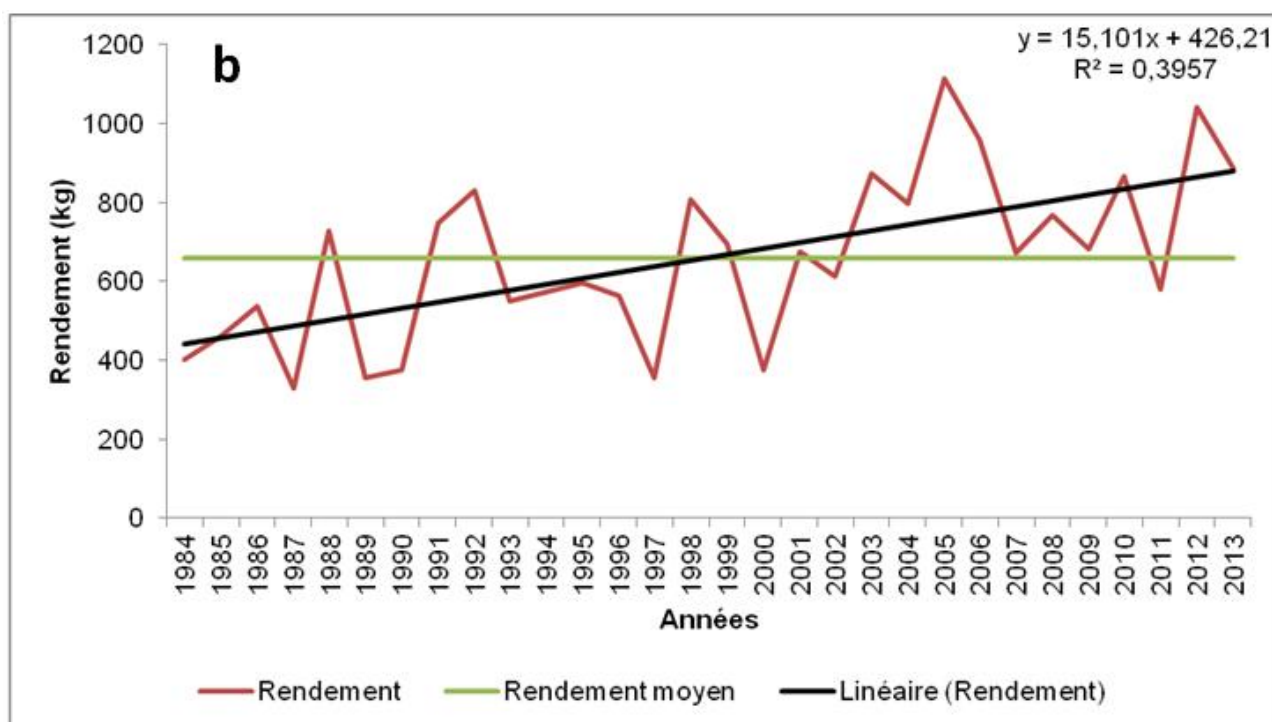
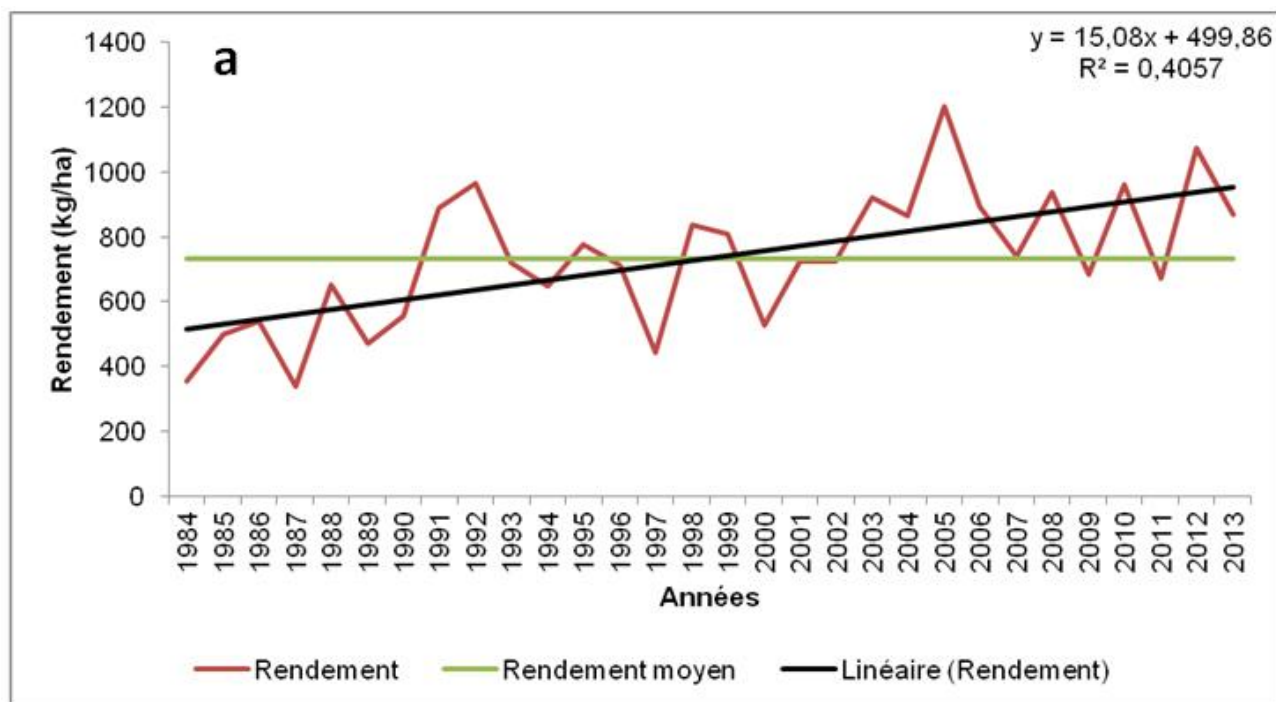


Fig. 4. Tendence évolutive des productions du sorgho (a), du mil (b) et du maïs (c) entre 1984 et 2013 dans la région du Centre-Nord



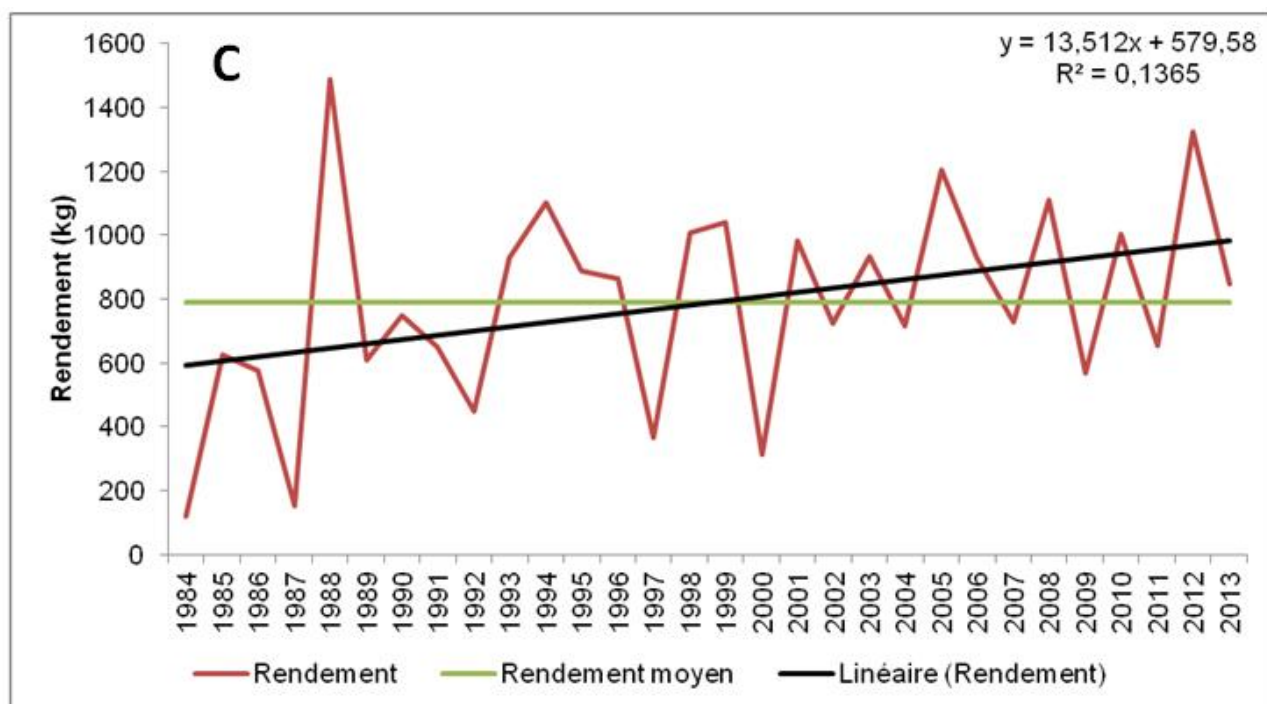


Fig. 5. Tendence évolutive des rendements du sorgho (a), du mil (b) et du maïs (c) entre 1984 et 2013 dans la région du Centre-Nord

Tableau 1 : Résultats du test de corrélation sur le rang appliqué sur les variables pluviométrie, superficie, production et rendements du sorgho, du mil et du maïs entre 1984 et 2013.

Variables	Seuil du rejet/acceptation de l'hypothèse nulle (H_0)	Signification du test	Valeurs de la variable de calcul
Pluie	H_0 rejetée au seuil de 95%	Tendance	1,9804
Sup sorgho	H_0 rejetée au seuil de 99%	Tendance	2,8367
Sup mil	H_0 acceptée au seuil de 99%	Absence de tendance	-1,5879
Sup maïs	H_0 acceptée au seuil de 99%	Absence de tendance	1,1597
Pro sorgho	H_0 rejetée au seuil de 99%	Tendance	4,4781
Pro mil	H_0 acceptée au seuil de 99%	Absence de tendance	1,4451
Pro maïs	H_0 rejetée au seuil de 99%	Tendance	3,2649
Rdt sorgho	H_0 rejetée au seuil de 99%	Tendance	3,5504
Rdt mil	H_0 rejetée au seuil de 99%	Tendance	3,5504
Rdt maïs	H_0 rejetée au seuil de 99%	Tendance	2,0160

Sup : superficie ; Pro : production ; Rdt : rendement

Tableau 2 : Résultats des tests de détection de ruptures appliqués sur les variables superficie, production et rendements du sorgho, du mil et du maïs entre 1984 et 2013.

Tests statistiques	Pettitt	Lee et Heghinian	Hubert et Carbonnel	Hausse/Baisse (%)
Sup sorgho	2000	2002	2002	+29
Sup mil	2003	2003	2003	-20
Sup maïs	2007	2008	2008	+65
Pro sorgho	2002	2002	2002	+78
Pro mil	1997	1997	1997	+39
Pro maïs	2002	2009	2009	+65
Rdt sorgho	2002	1990	1990	+66
Rdt mil	2002	2002	2002	+51
Rdt maïs	-	1987	1987	+131

Sup : superficie ; Pro : production ; Rdt : rendement

Tableau 3 : Matrice de corrélation (Pearson) entre la pluviométrie, la superficie, la production et les rendements du sorgho.

Variables	Pluie	Sup	Pro	Rdt
Pluie	1			
Sup	0,485***	1		
Pro	0,634*	0,775*	1	
Rdt	0,540**	0,308	0,830*	1

Sup : superficie ; Pro : production ; Rdt : rendement

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau d signification alpha =5%

* Très hautement significatif au seuil de 5%

** Hautement significatif au seuil de 5%

*** Significatif au seuil de 5%

Tableau 4: Matrice de corrélation (Pearson) entre la pluviométrie, la superficie, la production et les rendements du mil.

Variables	Pluie	Sup	Pro	Rdt
Pluie	1			
Sup	0,226	1		
Pro	0,693*	0,389***	1	
Rdt	0,574**	-0,258	0,772*	1

Sup : superficie ; Pro : production ; Rdt : rendement

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau d signification alpha =5%

* Très hautement significatif au seuil de 5%

** Hautement significatif au seuil de 5%

*** Significatif au seuil de 5%

Tableau 5 : Matrice de corrélation (Pearson) entre la pluviométrie, la superficie, la production et les rendements du maïs.

Variables	Pluie	Sup	Pro	Rdt
Pluie	1			
Sup	0,216	1		
Pro	0,695*	0,565**	1	
Rdt	0,738*	0,044	0,825*	1

Sup : superficie ; Pro : production ; Rdt : rendement

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau d signification alpha =5%

* Très hautement significatif au seuil de 5%

** Hautement significatif au seuil de 5%

5 CONCLUSION

La présente étude a permis d'évaluer le niveau d'influence de la pluviométrie, des superficies emblavées et des rendements sur la production des céréales sèches dans le Centre-Nord. Il ressort de cette étude que les superficies annuelles emblavées pour le sorgho et le maïs ont augmenté, tandis que celle du mil a baissé. Les productions annuelles du sorgho, du mil et du maïs ont enregistré une augmentation. Les rendements annuels des trois céréales sèches ont aussi progressé. Les rendements ont évolué à un rythme moyen annuel qui dépasse celui des surfaces cultivées. L'augmentation de la production annuelle du sorgho est fortement liée à l'amélioration de la pluviométrie, l'accroissement des rendements et à l'extension des surfaces emblavées. En revanche, la hausse de la production annuelle du mil et du maïs a été favorisée par l'amélioration de la pluviométrie et des rendements. Ces résultats encouragent à promouvoir et développer d'avantage une agriculture durable dans la région du Centre-Nord du Burkina Faso.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements à la Direction Générale de la Météorologie, la Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles (DGESS) du Ministère de l'Agriculture et la représentation nationale de la FAO au Burkina Faso pour avoir mis à notre disposition leurs bases de données. Nos remerciements vont également à l'endroit des lecteurs anonymes pour leurs suggestions et remarques constructives ayant permis d'améliorer la qualité de ce travail.

REFERENCES

- [1] M. Ouédraogo, "Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso," *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, vol. 106, n°1, pp. 3-21, 2012.
- [2] SP/CPSA (Secrétariat Permanent de la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles), "Programme de Spécialisation Régionale du Centre-Nord," Ministère de l'Agriculture, de l'Hydrauliques et des Ressources Halieutiques, Ouagadougou, Burkina Faso, 108 p, 2008.
- [3] R. Zangré, "Maïs, mil, sorgho : des cultures d'avenir ou les laissés pour compte de la crise ? Des impacts très divers," *Grain de sel*, n°43, p. 19, 2008.
- [4] Fonds International de Développement Agricole (FIDA), "Bilan sur les techniques de production, la transformation et commercialisation des mils et sorghos au Burkina Faso," Fédération Nationale des Industries Agro-alimentaires et de Transformation du Burkina, Initiative Mil-Sorgho, Ouagadougou, 149 p, 2001.
- [5] B. Sarr, L. Kafando et S. Atta, "Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 5, n°4, pp. 1659-1675, 2011.
- [6] D. Basile et M. Soumaré, "Gestion spatiale de la diversité variétale en réponse à la diversité écosystémique : le cas du sorgho [*Sorghum bicolor* (L) Moench] au Mali," *Cahiers Agricultures*, n°13, pp. 480-7, 2004.
- [7] J. Egg et I. Wade, "Bilan et perspectives des cultures vivrières dans les pays du Sahel," *Cahiers Santé*, vol.16, n°4, pp. 271-278, 2006.
- [8] R. Blein, B.G. Soulé, B.F. Dupaigne et B. Yérima, "Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO)," Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde, 116 p, 2008.
- [9] P. Roudier, "Climat et agriculture en Afrique de l'Ouest : Quantification de l'impact du changement climatique sur les rendements et évaluation de l'utilité des prévisions saisonnières," *Thèse de Doctorat de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales de Paris*, 189 p, 2012.
- [10] V. Mazzucato et D. Neimeijer, "Rethinking soil and water conservation in a changing society," *Tropical Resource Management Papers* 32, Wageningen (Pays-Bas), 2000.
- [11] V. Mazzucato et al., "Social networks and the dynamics of soil and water conservation in the Sahel," *Gatekeeper Series n°101*, IIED, Londres, 2001.
- [12] A. Dai, P.J. Lamb, K.E. Trenberth, M. Hulme, P.D. Jones et P. Xie, "Comment the Recent Sahel draught is real," *International Journal of Climatology*, n°24, pp. 1323-1331, 2004.
- [13] S. Nicholson, "On the question of the " recovery" of the rains in the West African Sahel," *Journal of Arid Environments*, n°63, pp. 615-641, 2005.
- [14] P. Ozer, C. Bodart et B. Tychon, "L'analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental : récentes modifications et impacts environnementaux," *Cybergeo*, n°308, pp. 1-24, 2005.
- [15] A. Ozer et P. Ozer, "Désertification au sahel : crise climatique ou anthropique ?, " *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer*, vol. 51, n°4, pp. 395-423, 2005.

- [16] S. Garraud et L. Mahamane, "Evolution des pratiques d'adaptation des communautés agropastorales de la zone de Tillabéry-Nord et de Tahoua au Niger dans un contexte de changements climatiques," *Sécheresse*, vol. 23 n°1, pp. 24-30, 2012.
- [17] G. Panthou, T. Vischel et T. Lebel, "Recent trends in the regime of extreme rainfall in the Central Sahel, Short communication," *International Journal of Climatology*, 2014.
- [18] P.N. Zombré, "Variation de l'activité biologique dans les zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets)," *Biotechnologie, Agronomie, Sociologie et Environnement*, vol. 10, n°2, pp. 139-148, 2006.
- [19] INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), "Résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2006 du Burkina Faso," Ouagadougou, 52 p, 2008.
- [20] A. Schwartz, "Des temps anciens à la dévaluation du franc CFA : les tribulations de la culture du coton au Burkina Faso," *Annales de Géographie*, vol. 106, n°595, pp. 288-312, 1997.
- [21] RGA (Recensement Général de l'Agriculture), "Rapport d'analyse du module pluvial," Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale, Ouagadougou, Burkina Faso, 223 p, 2011.
- [22] J. Morris et J. Barron, "Agricultural water management technology expansion and impact of crops yields in Northern Burkina Faso (1980-2010) " : Review. CGIAR Challenge Program on WATER & FOOD, Research for Development Series n°10, 44 p, 2014.
- [23] D.E.C. Da, "Impact des techniques de conservation des eaux et des sols sur le rendement du sorgho au Centre-Nord du Burkina Faso", *Cahiers d'Outre-Mer*, vol. 61, n°241-242, pp. 99-110, 2008.
- [24] B. Belem, C. S. Olsen, I. Theilade, R. Bellefontaine, S. Guinko, A. Mette Lykke, A. Diallo et J.I. Boussim, "Identification des arbres hors forêts préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso)", *Bois et forêts des tropiques*, vol. 4, n°298, pp. 53-64, 2008.
- [25] P.N. Zombré, "Evolution de l'occupation des terres et localisation des sols nus dans le Centre-Nord du Burkina Faso," *Télédétection*, vol. 6, n°4, pp. 285-297, 2006.
- [26] H. Lubés, J.M. Massom, E. Servat, J.E. Paturel, B. Kouame et J.F. Boyer, "Caractérisation de fluctuations dans une série chronologique par application de tests statistiques", Etude bibliographique, Programme ICCARE, Rapport n°3, ORSTOM, Montpellier, 1994.
- [27] Kendall, S. M. and Stuart, A., *The advanced theory of statistics*, Charles Griffin, London, UK, vol. 1, 2 et 3, 1943.
- [28] WMO (World Meteorological Organization), *Climatic change by a working group of the Commission for Climatology*, WMO 195, TP 100, Technical Note n°79, WMO Geneva, Switzerland, 1966.
- [29] A.N. Pettitt, "A non-parametric approach to the change-point problem", *Applied statistics*, vol. 28, n°2, pp. 126-135, 1979.
- [30] P. Dagnélie, *Théories et méthodes statistiques*, vol. 1 et 2, Duculot (éds.), Gembloux, 1970.
- [31] J.E. Paturel, E. Servat et M.O. Delattre, "Analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique," *Hydrological Sciences*, vol. 43, n°6, pp. 937-946, 1998.
- [32] A.F.S. Lee et S.M. Heghinian, "A shift of the mean level in a sequence of independent normal random variables : a Bayesian approach," *Technometrics*, vol. 19, n°4, pp. 503-506, 1977.
- [33] P. Hubert et J.P. Carbonnel, "Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest", *Journal of Hydrology*, n°95, pp. 165-183, 1987.
- [34] P. Hubert, J.P. Carbonnel et A. Chaouche, "Segmentation des séries hydrométéorologiques : Application à des séries de précipitations et de débits en Afrique de l'Ouest", *Journal of Hydrology*, n°110, pp. 349-67, 1989.
- [35] J.F. Boyer, *Khronostat-Statistical time series analyses software*, Montpellier : UMR 5569 Hydrosiences, IRD-Maison des Sciences de l'eau, 1998.
- [36] Lecaillon, J. et Morrisson, C., *Politiques macroéconomiques et performances agricoles : Le cas du Burkina Faso (1960-1983)*, Centre de Développement de l'OCDE, Paris, 137 p, 1985.
- [37] K.F.E. Otchoumou, S.M. Bachir, A.G. Etienne et S. Issiaka, "Variabilité climatique et production de café et cacao en zone tropicale humide : cas de la région de Daoukro (Centre-est de la Côte d'Ivoire)," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 1, n°2, pp. 194-215, 2012.
- [38] D.E.C. Da, H. Yacouba et S. Yonkeu, "Unités morphopédologiques et gestion de la fertilité des sols dans le Centre-Nord du Burkina Faso par les populations locales", *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 2, n°3, pp. 306-315, 2008.
- [39] C. Roncoli, K. Ingram et P. Kirshen, "The costs and risks of coping with drought : livelihood impacts and farmers' responses in Burkina Faso," *Climat Research*, vol. 4, n°19, pp. 119-132, 2001.

- [40] C. Roncoli, C. Jost, P. Kirshen, M. Sanon, K.T. Ingram, M. Woodin, L. Somé, F. Ouattara, B.J. Sanfo, C. Sia, P. Yaka and G. Hoogenboom, "From accessing to assessing forecasts : and end-to-end study of participatory climat forecast dissemination in Burkina Faso (West Africa), " *Climatic Change*, n°28, pp. 9445-6, 2008.
- [41] C.T. West, C. Roncoli and F. Ouattara, "Local perceptions and regional climate trends on the Central Plateau of Burkina Faso," *Land degradation & Development*, 11 p, 2008.
- [42] K.T. Ingram, M.C. Roncoli et P.H. Kirshen, "Opportunities and constraints for farmers of west Africa to use seasonal precipitation forecasts with Burkina Faso as a case study," *Agricultural Systems*, n°74, pp. 331-349, 2002.
- [43] S.R. Ouédraogo, *Adoption et intensité d'utilisation de la culture attelée, des engrais et des semences améliorées dans le Centre-Nord du Burkina Faso*, 2009. In : Innovations technologiques et production agricole en Afrique de l'Ouest : Exemple du Burkina Faso, du Ghana et du Togo, KARTHALA (Eds.) : [http://: www.google.com/](http://www.google.com/), pp. 74-75.
- [44] M. Soumaré, D. Bazile, M. Vaksman, M. Kouressy, K. Diallo et C.H. Diakité, "Diversité agrosystémique et devenir des céréales traditionnelles au sud du Mali," *Cahiers Agricultures*, vol. 17, n°2, pp. 79-85, 2008.
- [45] A. Douguedroit, C. Durbanio, A. Messaoudi et M. A. Hamza, "Précipitations et rendements du blé dur et de l'orge en culture « bour » dans le Maroc du Centre-ouest," *Méditerranée*, Tome 88, 1-1998. Précipitations et cultures céréalières dans le Centre-ouest du Maroc, pp. 39-44.
- [46] P. Jouve, "Sécheresse au Sahel et stratégies paysannes", *Sécheresse*, vol. 2 n°1, pp. 61-69, 1991.
- [47] B. Clerget, "Le rôle du photopériodisme dans l'élaboration du rendement de trois variétés de sorgho cultivées en Afrique de l'Ouest," *Thèse de l'Ecole Doctorale ABIES, Institut National Agronomique Paris-Grignon*, 96 p, 2004.
- [48] M. Harsmar, "Relations key to innovations-Peasants, Institutions of Technical Changes on the Mossi Plateau in Burkina Faso," *African Journal of Science, Technology Innovation and Development*, vol. 5, n°1, pp. 5-18, 2013.
- [49] S. Sissoko, S. Doumbia, M. Vaksman, H. Hocdé, D. Bazile, B. Sogoba, M. Kouressy, K. Vom Brocke, M.M. Coulibaly, A. Touré et B.G. Dicko, "Prise en compte des savoirs paysans en matière de choix variétal dans un programme de sélection," *Cahiers Agricultures*, vol. 17, n°2, pp. 128-133, 2008.

Effets du calcium alimentaire sur les paramètres de croissance de l'escargot *Limicolaria flammea* (Müller, 1774), en élevage hors-sol

[Effects of dietary calcium on the growth parameters of the snail *Limicolaria flammea* (Müller, 1774), under indoor rearing]

KARAMOKO Mamadou¹, SIKA Nygblé Angèle épouse PIBA¹, ADOU Coffi Franck Didier², OTCHOUMOU Atcho¹, and KOUASSI Kouassi Philippe³

¹Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Université Nangui Abrogoua, BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Département des Sciences et Technologie, Ecole Normale Supérieure – Cocody, Abidjan,
08 BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Zoologie-Biologie Animale, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, 01 BP V34 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: Some young snails of *Limicolaria flammea* species of two weeks old, with an average live weight of $0,07 \pm 0,002$ g and an average length of shell of $7,5 \pm 0,03$ mm were subjected to five (5) diets including two containing green fodder (R_1 :constituted by a mixture of leaves of *Lactuca sativa* (Asteraceae) and *Palisota hirsuta* (Commelinaceae) and R_2 :composed of leaves of *Carica papaya* (Caricaceae) and *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae) and three modes concentrated in the form of flour (R_3 , R_4 and R_5), of variable calcium contents (6,82%, 12,02% and 16,01% respectively) in order to determine the calcium rate suitable for induce better growth performances. The study shows that the growth of the snail *L. flammea* is notably influenced by the calcium contents of the food it consumes. The growth performances obtained by the concentrated diets are much higher than those induced by green fodder. The concentrated food is better consumed, promotes the profits of size and weight and reduces mortality, contrary to a food exclusively based exclusively on vegetables that give not very promising results. The optimal calcium rate inducing a harmonious growth is 16,01%. Moreover, the animals which were fed with this diet had shells that harden in the first weeks of treatment, unlike those nourished with the vegetable diets that maintain shells very fragile during the first two months.

KEYWORDS: breeding, food, growth, mollusc, rate of survival.

RESUME: De jeunes escargots *Limicolaria flammea* âgés de deux semaines, avec un poids vif moyen de $0,07 \pm 0,002$ g et une longueur moyenne de coquille de $7,5 \pm 0,03$ mm ont été soumis à cinq (5) régimes alimentaires dont deux à base de fourrages verts (R_1 : constitué par un mélange de feuilles de *Lactuca sativa* (Asteraceae) et de *Palisota hirsuta* (Comelinaceae) et R_2 : composé de feuilles de *Carica papaya* (Caricaceae) et de *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae) et trois régimes concentrés sous forme de farine (R_3 , R_4 et R_5), de teneurs en calcium variables (6,82%, 12,02% et 16,01% respectivement) en vue de déterminer le taux de calcium susceptible d'induire de meilleures performances de croissance. La croissance de l'escargot *L. flammea* est notablement influencée par les teneurs en calcium des aliments qu'il consomme. Les performances de croissance obtenues par les régimes concentrés sont largement supérieures à celles induites par les fourrages verts. L'aliment concentré est mieux consommé, favorise les gains de taille et de poids et réduisent leur mortalité chez l'escargot, contrairement à une alimentation exclusivement à base végétaux qui donne des résultats peu promoteurs. Le taux optimal de calcium induisant une croissance harmonieuse est de 16,01%. En outre, les animaux qui ont été nourris à ce

régime avaient des coquilles qui durcissent dès les premières semaines de traitement, à la différence de ceux nourris aux régimes végétaux qui conservent des coquilles très fragiles pendant les deux premiers mois.

MOTS-CLEFS: alimentation, élevage, croissance, mollusque, taux de survie.

1 INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire fait partie des pays ouest africains les plus touchés par le déficit en protéines animales [1], [2], [3]. Selon le Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques (MIPRH), le déficit en viande et abats était de (53,65%) en 2007. Pour faire face à cette situation, le pays importe plus de 50% de ses besoins en viande. En outre, le Gouvernement a initié la mise en place d'élevages semi-intensifs d'animaux à cycle biologique court (lapin, volaille, porc, etc...), le développement de la pisciculture, de l'aulacodiculture et de l'élevage des escargots comestibles africains encore appelé achatiniculture [4].

De nombreux travaux relatifs à l'écologie, l'alimentation, la croissance et la reproduction ont contribué au développement de l'achatiniculture en Afrique [5], [6], [7], [8]. Cette activité est considérée comme une importante source de revenus financiers pour les populations qui la pratiquent.

En Côte d'Ivoire, l'essentiel des travaux de recherche menée depuis des décennies n'ont porté que sur deux espèces d'escargot du genre *Achatina* [*Achatina achatina* (Linné, 1758) et *Achatina fulica* (Bowdich, 1820)] deux autres du genre *Archachatina* [*Archachatina ventricosa* (Gould 1850) et *Archachatina marginata* (Swainson, 1821)]. Cependant, bien que consommée par certaines populations en Côte d'Ivoire et dans la sous-région, l'espèce *Limicolaria flammea* (Müller, 1774) demeure encore mal connue et aucune étude n'avait concerné cet escargot jusqu'à une époque très récente.

Dans ce travail, il s'agit de déterminer les besoins nutritionnels de ce mollusque afin d'améliorer sa croissance, de réduire les mortalités et de réduire son cycle de développement en associant une forte productivité. Ainsi, nous avons choisi d'étudier les effets du taux de calcium alimentaire sur la croissance en ce sens que ce minéral constitue un élément primordial dans la physiologie, les performances biologiques et sa présence dans la chair de l'escargot serait bénéfique pour le consommateur [9], [10], [11]. Dans le souci de rechercher une meilleure alimentation susceptible d'améliorer le poids marchand de cet animal, nous avons comparé les effets de deux types d'aliment dont l'un exclusivement à base de végétaux et l'autre, sous forme concentrée de farine, sur la croissance de l'escargot *Limicolaria flammea*, en milieu d'élevage.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CADRE EXPÉRIMENTAL

Cette étude a été réalisée au centre d'achatiniculture de l'Université d'Abobo-Adjamé, [actuelle Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire)]. Ce centre comporte un bâtiment où l'élevage se fait sous abris et une zone d'expérimentation en plein air. La température et l'humidité relative mensuelles moyennes dans le bâtiment d'élevage ont été respectivement de $26,7 \pm 1,4$ °C et de $82,6 \pm 1,4$ %. La photopériode a été 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité.

2.2 ENCEINTES D'ÉLEVAGE

Les escargots ont été élevés dans des bacs en matière plastique de longueur 0,66 m, de largeur 0,6 m et de hauteur 0,2 m soit une surface de base d'environ $0,4 \text{ m}^2$ et un volume de $0,08 \text{ m}^3$. Ces enceintes sont dotées de couvercle de type moustiquaire constituant un dispositif anti-fuite. Leur fond est recouvert de terreau à une hauteur de 4 cm d'épaisseur.

2.3 ANIMAUX

Les animaux utilisés dans ce travail sont des Mollusques, Gastéropodes, Pulmonés. Ils appartiennent à l'ordre des Stylommatophores, à la super famille des Achatinaceae, à la famille des Achatinidae, au genre *Limicolaria* et à l'espèce *Limicolaria flammea* (Müller, 1714).

3 MÉTHODES

300 jeunes *L. flammea* âgés de deux semaines, avec un poids vif moyen de $0,07 \pm 0,002$ g et une longueur moyenne de coquille de $7,5 \pm 0,03$ mm ont été répartis dans 15 enceintes d'élevage à la densité de 100 escargots / m²; soit 20 individus / bac. Ces escargots sélectionnés pour l'étude sont nés de reproducteurs issus de la ferme achatinique de l'Université. Ils ont été choisis selon des critères essentiellement morphologiques: poids vif et longueur moyenne de coquille sensiblement égaux, coquille bien formée, individus exempts de traumatisme; c'est-à-dire sans blessure, ni cassure de la coquille. Ils ont été élevés dans des bacs en matière plastique, de forme parallélépipédique à base rectangulaire ayant une surface de 2096 cm² pour un volume de 35600 cm³. Ces bacs sont perforés à la base et sur les côtés pour faciliter le drainage de l'eau d'arrosage et la circulation de l'air. Ils sont dotés de couvercles de type moustiquaire constituant un dispositif antifuite. Leur fond est recouvert d'une litière de 4 cm d'épaisseur de sable fin stérilisé par chauffage.

Ces juvéniles ont été soumis à cinq régimes alimentaires dont deux à base de fourrages verts (R₁ et R₂) et trois concentrés sous forme de farine (R₃, R₄ et R₅):

-R₁ est constitué par un mélange de 50% de feuilles de *Lactuca sativa* (Asteraceae) et de 50% de feuilles de *Palisota hirsuta* (Commelinaceae);

-R₂ est constitué par un mélange de 50% de feuilles de *Carica papaya* (Caricaceae) et de 50% de feuilles de *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae).

Ces végétaux ont été choisis à l'issue des expériences d'inventaire et de préférence alimentaires au cours desquelles ces plantes ont été parmi les mieux consommées par les escargots.

Quant à R₃, R₄ et R₅, nous avons fait varier les teneurs en calcium d'un régime à l'autre. Les différents constituants dont les proportions sont présentées dans le Tableau I ont permis de fabriquer ces trois régimes alimentaires à raison d'une teneur théorique en calcium de 6,82% pour R₃, 12,02% pour R₄ et 16,01% pour R₅.

Il s'agit de faire une étude comparée des effets de deux régimes alimentaires à base de végétaux frais (R₁ et R₂) et de trois régimes alimentaires concentrés sous forme de farine (R₃, R₄ et R₅) de teneurs en calcium différentes sur les performances de croissance de l'escargot *L. flammea*. L'expérience est répétée trois fois pour chaque composition alimentaire.

Chaque type d'aliment est pesé et servi à un groupe de trois bacs d'escargots. L'aliment à base de végétaux frais est servi à raison de 20 g (soit 10 g par plante). Il en est de même pour chaque aliment concentré de farine. Ces aliments sont servis tous les cinq jours. Ils sont pesés au début de chaque expérience et au bout des cinq jours, les refus sont retirés des bacs, également pesés après séchage à l'étuve (80 °C). Pour chaque régime alimentaire, un témoin de 100 g est aussi séché à l'étuve à 80 °C afin d'estimer les ingestions alimentaires en poids sec.

Tous les 15 jours, 40 escargots sont prélevés au hasard dans chaque bac, pesés et la longueur de la coquille mesurée. Les mortalités sont notées.

Du fait de la fragilité des juvéniles, une bonne hygiène est indispensable pour leur survie. Il faut donc entretenir les enceintes d'élevage en les débarrassant des déchets constitués par les restes d'aliment, les crottes et les escargots morts. Ces derniers sont aussitôt remplacés par d'autres escargots de taille, de poids et d'âge similaires pour respecter les densités de départ. Aussi, la litière doit-elle être périodiquement remplacée. Les animaux ont ainsi été suivis jusqu'aux premières pontes. Cette étude a duré 12 mois (de Mai 2007 à Avril 2008).

3.1 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Au terme de cette expérience, l'ingestion alimentaire, la croissance pondérale, la croissance coquillière et le taux de mortalité cumulée ont été calculés selon les formules utilisées par [12] et [13]:

$$\text{Ingestion alimentaire (IA): } IA \text{ (g / j / g de poids vif)} = Q / P_m$$

avec Q: quantité moyenne d'aliment quotidiennement consommé; P_m: poids moyen de l'escargot (g), sachant que: $Q \text{ (g / j)} = (q_i - q_f) / t$ avec q_i: quantité initiale de végétaux (g); q_f: quantité finale de végétaux (g); t: durée de la consommation en nombre de jour.

$$\text{Croissance pondérale (CP): } CP \text{ (g / j)} = (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1)$$

$$\text{Croissance coquillière (CC): } CC \text{ (mm / j)} = (L_2 - L_1) / (T_2 - T_1)$$

Taux de mortalité cumulée (TMC): $TMC (\%) = Nm \times 100 / Ei$

Avec P_1 (g) = poids moyen initial; P_2 (g) = poids moyen final; T_1 (j) = temps initial; T_2 (j) = temps final; L_1 (mm) = longueur initiale de coquille; L_2 (mm) = longueur finale de coquille; Nm = nombre total d'escargots morts; Ei = effectif initial des escargots.

3.2 ANALYSES STATISTIQUES

Le traitement statistique des données a été réalisé à l'aide de logiciels STATISTICA version 6.0, et Microsoft Excel 2003. Les valeurs moyennes des différentes variables de croissance et de reproduction ont été comparées au moyen d'une analyse de variance (ANOVA) à un facteur suivie du test de comparaison multiple de STUDENT-NEWMANN-KEULS au seuil de 5%. Avant l'utilisation de l'ANOVA, la normalité de la distribution des données a été vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk. L'homogénéité des variances a été testée à l'aide du test de Brown et Forsythe.

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne plus ou moins écart type. Les corrélations entre les différents variables de croissance ont également été calculées.

4 RÉSULTATS

Les escargots soumis aux différents régimes alimentaires avaient initialement un poids vif moyen de $0,07 \pm 0,08$ g, une longueur moyenne de coquille de $7,5 \pm 0,12$ mm et âgés de deux semaines. Après 12 mois d'expérimentation, ils ont acquis un poids vif moyen de $3,25 \pm 0,02$ g; $3,17 \pm 0,02$ g; $4,54 \pm 0,03$ g; $5,27 \pm 0,01$ g et $6,88 \pm 0,04$ g avec un gain de poids vif respectif de $3,18 \pm 0,02$ g; $3,10 \pm 0,02$ g; $4,47 \pm 0,03$ g; $5,20 \pm 0,01$ g; $6,81 \pm 0,04$ g respectivement pour les régimes R_1 , R_2 , R_3 , R_4 et R_5 (Tableau II). Les longueurs de coquille induites par ces régimes sont respectivement de $38 \pm 0,21$ mm; $37,5 \pm 1,32$ mm; $39,7 \pm 0,8$ mm; $41 \pm 0,1$ mm et $42 \pm 0,004$ mm avec un gain respectif de $30,50 \pm 0,21$ mm; $30 \pm 1,32$ mm; $32,20 \pm 0,8$ mm; $33,50 \pm 0,1$ mm et $34,50 \pm 0,95$ mm.

Les gains de poids vif et de longueurs de coquille sont meilleurs avec les régimes concentrés: dans l'ordre, R_5 ($6,81$ g; $34,50$ mm), R_4 ($5,20$ g; $33,50$ mm), R_3 ($4,47$ g; $32,20$ mm), R_2 ($3,10$ g; 30 mm) et R_1 ($3,18$ g; $30,50$ mm). Les croissances pondérales journalières moyennes sont de $0,006 \pm 0,001$ g / j; $0,007 \pm 0,002$ g / j; $0,01 \pm 0,002$ g / j; $0,012 \pm 0,003$ g / j et $0,02 \pm 0,003$ g / j respectivement pour les régimes R_1 , R_2 , R_3 , R_4 et R_5 , tandis que les croissances coquillières journalières moyennes sont de $0,01 \pm 0,002$ mm / j; $0,01 \pm 0,001$ mm / j; $0,01 \pm 0,003$ mm / j; $0,08 \pm 0,004$ mm / j et $0,02 \pm 0,004$ mm / j pour les mêmes régimes.

L'ingestion alimentaire est de l'ordre de $0,08 \pm 0,03$ g / j / g de poids vif (R_1); $0,05 \pm 0,02$ g / j / g de poids vif (R_2); $0,11 \pm 0,01$ g / j / g de poids vif (R_3); $0,12 \pm 0,04$ g / j / g de poids vif (R_4) et $0,13 \pm 0,03$ g / j / g de poids vif (R_5). Les taux de mortalité cumulée varient selon les régimes alimentaires: $57 \pm 1,32\%$ (R_1); $60 \pm 1,02\%$ (R_2); $22 \pm 1,06\%$ (R_3); $16 \pm 1,01\%$ (R_4) et $12 \pm 0,32\%$ (R_5). La mortalité est plus élevée chez les animaux nourris avec les régimes à base de végétaux que chez ceux soumis à un régime d'aliments concentrés.

L'évolution du poids vif (Figure 1) et de la longueur de coquille (Figure 2) en fonction du temps, pour les différents régimes alimentaires, présentent dans l'ensemble, une allure croissante. L'on remarque un gain de poids entre 15 et 60 jours qui devient faible au-delà de cette période. Les courbes des régimes R_1 et R_2 sont distinctes de celles des régimes R_3 , R_4 et R_5 et présentent des valeurs de croissance relativement inférieures. La croissance induite par les aliments concentrés est nettement supérieure à celle induite par les aliments à base de fourrages verts.

Les escargots nourris au régime R_5 présentent les meilleures performances de croissances pondérale et coquillière, tandis que les plus faibles valeurs de croissance pondérale sont fournies par le régime R_2 et les plus faibles valeurs de croissance coquillière, par le régime R_1 .

Par ailleurs, le phénomène de ponte influence l'allure des courbes pour tous les régimes alimentaires (Figures 1 et 2). Cela se traduit par un ralentissement de la croissance pondérale et de la croissance coquillière durant les semaines qui suivent immédiatement la première ponte. Les escargots croissent jusqu'à la première ponte où la décharge des œufs diminue les vitesses de croissances pondérale et coquillière. Après cette période, l'on remarque un gain de poids et de taille jusqu'à une autre ponte où le phénomène se reproduit.

La comparaison des poids vifs moyens par l'analyse de variance, suivi du test de Student-Newmann-Keuls montre qu'il y a une différence significative ($P < 0,05$) entre les régimes végétaux (R_1 , R_2) et l'ensemble des régimes concentrés (R_3 , R_4 et R_5). Il

en est de même pour les longueurs moyennes de coquille. Pour les croissances coquillières, l'on note une différence significative ($P < 0,05$) entre les régimes R_1 , R_2 , R_3 et les régimes R_4 et R_5 . Quant à l'ingestion alimentaire, il y a une différence significative ($P < 0,05$) entre les régimes R_1 et R_2 , mais pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les trois régimes concentrés de farine.

La mortalité des animaux nourris aux régimes de fourrage vert R_1 et R_2 est statistiquement différente de celle des escargots soumis aux régimes concentrés de farine R_3 , R_4 et R_5 ($P < 0,05$). Il y a une nette démarcation entre les valeurs de ces différents paramètres obtenues avec les régimes concentrés de farine et celles obtenues avec les aliments à base de végétaux. Les meilleures performances de croissance sont obtenues avec les régimes concentrés, particulièrement avec R_5 et R_4 .

Le Tableau III indique que les croissances pondérale et coquillière ($r = 0,96$) ainsi que le poids vif et la longueur de coquille ($r = 0,90$) sont fortement corrélés. L'ingestion alimentaire est fortement corrélée avec le poids vif ($r = 0,87$) et la longueur de coquille ($r = 0,82$).

4.1 VALEUR NUTRITIONNELLE DES REGIMES ALIMENTAIRES

Le Tableau IV présente les caractéristiques biochimiques des différents régimes alimentaires. On constate une différence entre les nutriments constitutifs des formules théoriques calculées lors de la fabrication des aliments et ceux réellement dosés des régimes concentrés. Les teneurs théoriques en calcium des régimes R_3 , R_4 et R_5 sont 6,82%, 12,02% et 16,01%; alors que celles obtenues après dosage sont 5,52%; 11,77% et 15,80% respectivement. Les différences de teneurs observées entre valeurs théoriques et valeurs après dosage s'expliquent par le fait que les valeurs théoriques sont calculées sur la base des teneurs moyennes de chaque nutriment existant dans les tables alimentaires. Il faut noter que les régimes à base de végétaux frais (R_1 et R_2) sont riches en eau, contrairement aux régimes concentrés de farine (R_3 , R_4 et R_5). Par contre, les régimes concentrés ont une forte teneur en matière minérale (R_5 : 45%; R_4 : 36,36%; R_3 : 21,21%). On remarque une proportion élevée de calcium au niveau des régimes concentrés (15,08%; 11,77% et 5,52% respectivement pour R_5 , R_4 et R_3); ce qui n'est pas le cas pour les régimes de fourrage vert 1,22% (R_2) et 0,28% (R_1).

Concernant la matière organique, les régimes R_3 , R_4 et R_5 contiennent plus de 19% de protéines, plus de 2% de sucres totaux et plus de 2,30% de lipides contrairement aux régimes de végétaux où ces teneurs sont respectivement inférieures à 7% (protéines), à 2% (sucres totaux), à 2,30% (matières grasses). Au plan énergétique, les régimes R_3 , R_4 et R_5 fournissent plus de 2,30 cal / g alors que les régimes R_1 et R_2 fournissent moins de 2 cal / g.

5 DISCUSSION

Bien que certains fourrages verts aient été les mieux consommés, il faut noter que les performances de croissance induites par ces plantes demeurent relativement faibles. Ainsi, les croissances pondérale et coquillière induites par les régimes à base de fourrages verts (R_1 et R_2) sont largement inférieures à celles induites par les régimes concentrés de farine (R_3 , R_4 et R_5). Des observations similaires ont été faites par [1], [14] et [15], chez les escargots géants *A. achatina*, *A. fulica*, *A. marginata* et *A. ventricosa*. Ces résultats semblent liés à la relative pauvreté des régimes végétaux en nutriments (matière organique et matière minérale, en l'occurrence le calcium) indispensables à une croissance harmonieuse des escargots, contrairement aux régimes concentrés qui sont riches en ces éléments. Les aliments composés apportent aussi bien les protéines, les minéraux, les vitamines que l'énergie dont les animaux ont besoin. Leur apport calcique est relativement important. Ces aliments sont mieux consommés par les escargots. Ils améliorent la croissance et réduisent la mortalité.

Pour croître, l'escargot a besoin d'une énorme quantité de sels minéraux, ce qui fait dire à [16] que sa croissance dépend de sa nourriture. Le fait que ce mollusque ait besoin de calcium pour la confection et la croissance de sa coquille n'est plus à démontrer, mais ce qui reste à être élucidé est la quantité et la rythmicité de ce besoin en fonction de l'âge de l'individu. De nombreux travaux ont abordé l'importance du calcium dans la croissance et la reproduction de l'escargot. Ainsi, [17] et [18] ont-ils démontré que l'escargot *Helix aspersa* est capable de capter le calcium lithique par la partie du pied en contact avec le sol. [19] a confirmé le rôle prépondérant de ce minéral dans la croissance, la fécondité et la production d'œufs chez les Gastéropodes Pulmonés terrestres. Selon [20], les escargots préfèrent vivre sur une terre franche à pH neutre, non argileuse et renfermant du calcaire. Cependant, l'apport en calcium doit couvrir les besoins particulièrement importants des escargots durant leur croissance. La plupart des études réalisées ayant concerné les escargots des pays tempérés, nous pensons que, du fait de leur taille relativement grande, les escargots africains ont besoin davantage de calcium pendant leur croissance par rapport à ceux des pays européens.

L'utilisation des fourrages verts pour l'alimentation de *L. flammea* donne des résultats de croissance faible comme l'ont démontré [21], [1], [14] et [15] chez *A. achatina*, *A. fulica* et *A. ventricosa*. Pour ces auteurs, l'utilisation d'aliments végétaux comme les fourrages verts, les fruits et les tubercules de certains végétaux donnent des performances de croissance relativement faibles et moyennes. Or la modernisation de l'achatiniculture ne s'accommode pas à une alimentation à base de végétaux qui donne de faibles rendements de croissance à cause de leur faible teneur en calcium. Par ailleurs, l'utilisation d'aliments concentrés de farine améliore les performances de croissance de *L. flammea*. En Côte d'Ivoire, les premiers essais d'aliments d'escargots avaient utilisé de la farine de poisson comme source de protéines. Ces compositions d'aliments étaient non seulement onéreuses, mais aussi, peu digestes par l'organisme de l'escargot et donnaient de faibles performances de croissance et de reproduction [1]. Nos résultats montrent que les régimes R₄ et R₅ présentent le meilleur profil d'un aliment de croissance pour cet escargot par rapport à une alimentation à base de végétaux. Il faut noter que les aliments concentrés utilisés dans nos expériences ont été confectionnés avec du soja comme source de protéines, en remplacement de la farine de poisson traditionnellement utilisée. Cette formulation nous a permis d'obtenir des résultats nettement remarquables. Ainsi, nous avons observé qu'un taux de 12,02 % de calcium induit une croissance pondérale de 0,012 g / j et une croissance coquillière de 0,08 mm / j chez *L. flammea*, tandis que [14] et [15] ont observé une croissance pondérale de 0,27 g / j et une croissance coquillière de 0,16 mm / j chez *A. ventricosa*. Un taux de 16,01% de calcium induit une croissance pondérale de 0,017 g / j et une croissance coquillière de 0,024 mm / j chez *L. flammea* contre respectivement 0,24 g / j et 0,13 mm / j chez *A. ventricosa*.

Par ailleurs, lorsqu'il sort de l'œuf, le nouveau-né *L. flammea* est tout petit. Sa coquille est très fragile et presque transparente; ce qui explique les taux de mortalité néonatale importants en milieu d'élevage, surtout lorsque la teneur en calcium des aliments proposés aux escargots est faible. Tout au long de sa vie, il va consolider et agrandir sa coquille d'abord, grâce au calcium contenu dans le mucus et ensuite, grâce au calcium qu'il va tirer de sa nourriture et du sol. Nous avons constaté que les escargots nourris aux régimes concentrés avaient des coquilles qui durcissent dès les premières semaines de traitement, à la différence de ceux nourris aux régimes végétaux qui conservent des coquilles très fragiles pendant les deux premiers mois. Nous savons qu'une coquille d'escargot contient environ de 89 à 99% de carbonate de calcium [2], [19].

La teneur de l'aliment en calcium exerce une influence notable sur le taux de mortalité des animaux. En effet, au cours de nos expériences, les régimes concentrés de farine ont présenté une mortalité relativement faible par rapport aux régimes à base de végétaux. Un taux de calcium alimentaire de 12,02% induit une mortalité de 16% chez *L. flammea*, alors que [1] a observé 20% chez *A. achatina*, 52% chez *A. fulica* et 37% chez *A. ventricosa*. Avec 16,01% de calcium alimentaire, l'on observe une mortalité de 12% chez *L. flammea* contre 17% chez *A. achatina*, 43,33% chez *A. fulica* et 27% chez *A. ventricosa*. Cette situation a fait dire à [22] qu'à des taux de 12,02% et de 16,01% de calcium alimentaire, la croissance est meilleure et les mortalités faibles chez *A. achatina*, *A. fulica* et *A. ventricosa*. Ces faibles performances de croissance et les mortalités induites par les fourrages verts pourraient s'expliquer par le fait que l'aliment végétal, bien que renfermant des nutriments capables de satisfaire les besoins physiologiques de l'escargot, est caractérisé par une relative pauvreté en calcium, contrairement aux régimes concentrés de farine qui sont équilibrés en qualité et en quantité de nutriments constitutifs. Il y a une nette amélioration des performances de croissance avec les aliments concentrés de farine.

Comme nos résultats le montrent, le calcium est un élément important dans la vie de l'escargot. Une augmentation progressive de la teneur en calcium de l'aliment engendre une amélioration des performances biologiques de *L. flammea*. Elle réduit les mortalités dues aux chutes et bris de coquille en milieu d'élevage.

Vue leurs valeurs nutritionnelles, ces régimes concentrés mettent à la disposition des escargots, plus de matière organique, plus de matière minérale avec une teneur relativement élevée en calcium et fournissent plus d'énergie, contrairement aux régimes à base de végétaux frais. En effet, le calcium ne peut être le seul responsable de l'amélioration de la croissance de *L. flammea*. Il est indispensable de relever l'action synergique de l'ensemble des éléments minéraux, des protéines et lipides. Les taux élevés de calcium favorisent la formation d'une coquille lourde et très résistante. En fait, la plupart des mortalités en milieu d'élevage hors-sol seraient dues aux cassures de coquille, suite aux chutes, aux manipulations et aux parasitoses. Cependant, il faut être prudent, car l'augmentation considérable du taux de calcium dans l'aliment de l'escargot pourrait avoir des limites. Ce type d'alimentation pourrait contribuer à produire une coquille énorme et solide plutôt que de produire de la chair. Ainsi, [23] a pu observer que chez *A. achatina*, à partir de 12,02% de calcium alimentaire, l'animal a tendance à produire beaucoup plus de coquille que de chair. Pour l'homme, l'escargot n'est prisé que pour sa chair. Il est donc impérieux de déterminer les quantités adéquates de calcium à incorporer à l'aliment de l'escargot pour réduire les mortalités par bris de coquille en milieu d'élevage; mais surtout, pour permettre à l'escargot de produire de la chair et de la coquille dans des proportions acceptables.

Par ailleurs, il est préférable de nourrir les escargots avec des aliments concentrés de farine, plutôt qu'avec des végétaux. Cela est plus efficace et plus hygiénique, car cet aliment ne pourrit pas et les excréments des escargots sont secs et moins nombreux. En outre, les aliments concentrés (R_4 et R_5) qui ont fourni de meilleures performances de croissance et de reproduction au cours de nos travaux ont été confectionnés à partir d'une source de protéines végétales: le soja. En effet, le soja utilisé comme substitut à la farine de poisson, a l'avantage d'être disponible sur les marchés à tout moment et relativement à moindre coût par rapport à la farine de poisson traditionnellement utilisée. L'escargot étant végétarien, ces régimes alimentaires à base de protéines végétales ont été consommés en grande quantité et digérés par l'organisme des animaux; ce qui a contribué à leurs meilleures performances sur la croissance.

Tableau I: Composition centésimale (g / 100 g) des trois régimes concentrés de farine

Constituants	REGIMES ALIMENTAIRES		
	R_3 (6,82% de calcium)	R_4 (12,02% de calcium)	R_5 (16,01% de calcium)
Maïs	10	10	10
Tourteau de coton	16	16	16
Soja (graines entières)	-	16	16
Farine de poisson	16	-	-
Blé tendre remoulage bis	43	15	15
Phosphate bicalcique	-	4	4
Vitamines	-	0,5	0,5
Carbonate de calcium	-	28,70	38
Chlorure de sodium	-	0,40	0,40
Calphosel escargot	15	-	-
Oligo-éléments	-	0,10	0,10
Agar-agar	-	9,30	-
- Total	100	100	100

Tableau II: Valeurs moyennes ($\pm$ écart type) des paramètres de croissance et de mortalité cumulée chez *Limicola flammea* (Müller, 1774) soumis à cinq régimes alimentaires de teneurs en calcium différentes, pendant 12 mois

	Régimes alimentaires				
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Ingestion alimentaire (g / j / g de poids vif)	$0,08^b \pm 0,03$	$0,05^b \pm 0,02$	$0,11^a \pm 0,01$	$0,12^a \pm 0,04$	$0,13^a \pm 0,03$
Longueur moyenne de coquille (mm)	$38^b \pm 0,21$	$37,5^b \pm 1,32$	$39,7^{ab} \pm 0,8$	$41^a \pm 0,1$	$42^a \pm 0,95$
Gain de taille (mm)	$30,50^b \pm 0,21$	$30^b \pm 1,32$	$32,20^{ab} \pm 0,8$	$33,50^a \pm 0,1$	$34,50^a \pm 0,95$
Croissance coquillière journalière (mm / j)	$0,01^b \pm 0,002$	$0,01^b \pm 0,001$	$0,01^b \pm 0,003$	$0,08^a \pm 0,004$	$0,02^b \pm 0,004$
Poids vif moyen (g)	$3,25^d \pm 0,02$	$3,17^d \pm 0,02$	$4,54^c \pm 0,03$	$5,27^b \pm 0,01$	$6,88^a \pm 0,04$
Gain de poids (g)	$3,18^b \pm 0,02$	$3,10^b \pm 0,02$	$4,47^{ab} \pm 0,03$	$5,20^a \pm 0,01$	$6,81^a \pm 0,04$
Croissance pondérale journalière (g / j)	$0,006^b \pm 0,002$	$0,007^b \pm 0,001$	$0,01^b \pm 0,002$	$0,012^b \pm 0,003$	$0,02^a \pm 0,003$
Mortalité cumulée (%)	$57^a \pm 1,32$	$60^a \pm 1,02$	$22^b \pm 1,06$	$16^b \pm 1,01$	$12^b \pm 0,32$

NB: Les valeurs moyennes des lignes indexées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$)

R_1 : 0,28% de Ca; R_2 : 1,22% de Ca; R_3 : 6,82% de Ca; R_4 : 12,02% de Ca et R_5 : 16,01% de Ca

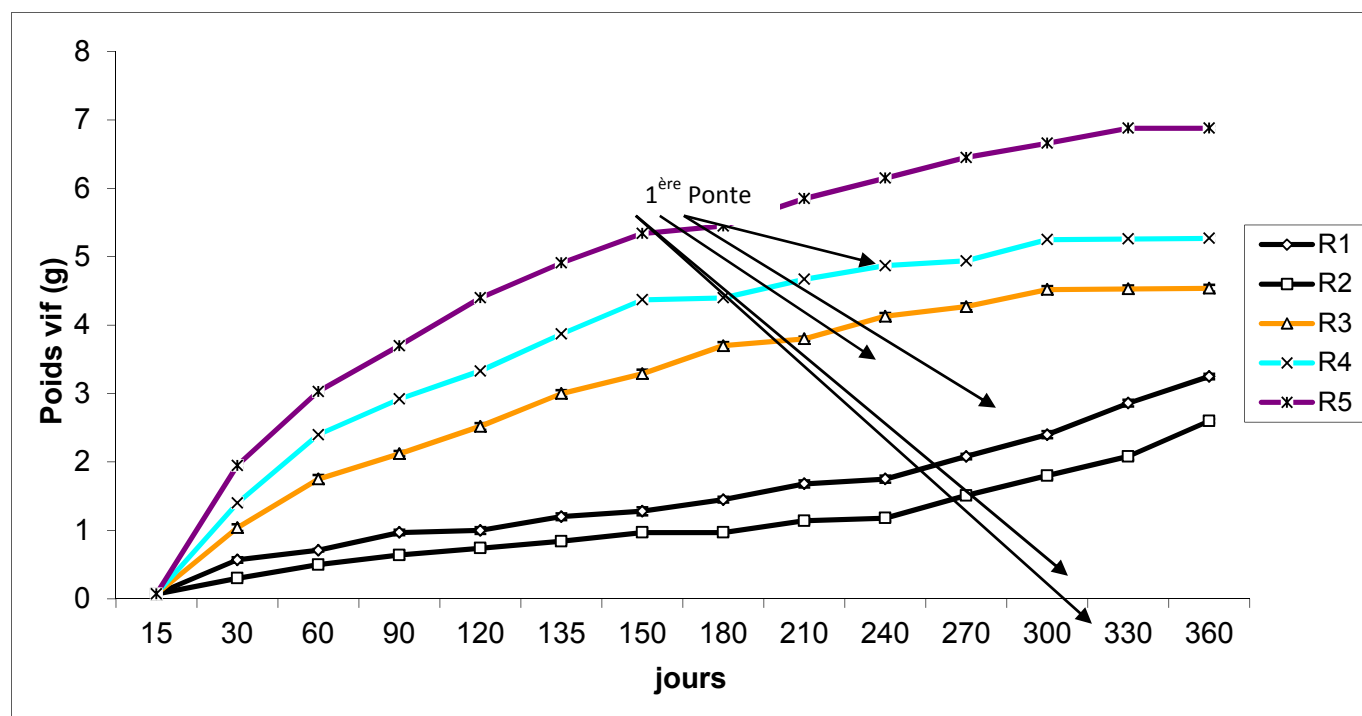


Figure 1: Évolution du poids vif en fonction du temps, chez *Limicolaria flammea* (Müller, 1774) soumis à cinq régimes alimentaires (R_1 à R_5) de teneurs en calcium différentes

R_1 : 0,28% de Ca; R_2 : 1,22% de Ca; R_3 : 6,82% de Ca; R_4 : 12,02% de Ca et R_5 : 16,01% de Ca

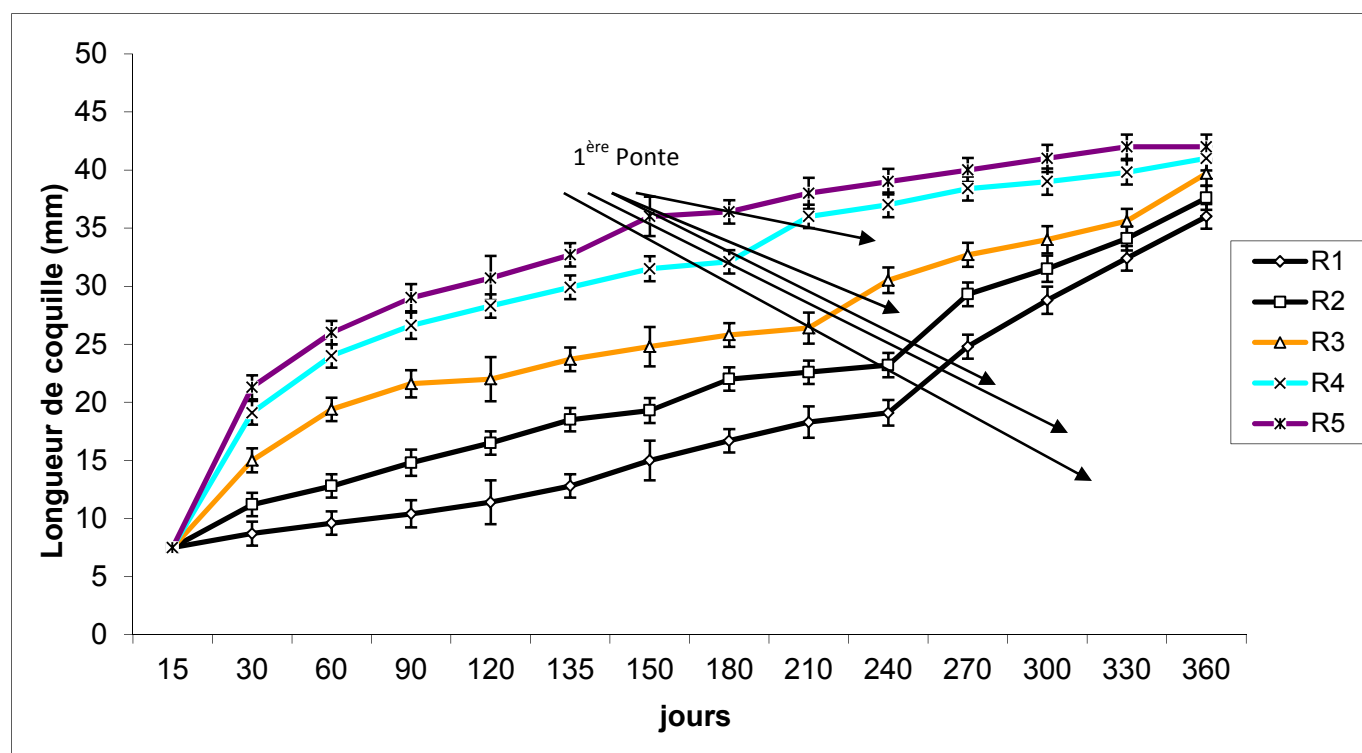


Figure 2: Évolution de la longueur coquillière en fonction du temps, chez *Limicolaria flammea* (Müller, 1774) soumis à cinq régimes alimentaires (R_1 à R_5) de teneurs en calcium différentes

R_1 : 0,28% de Ca; R_2 : 1,22% de Ca; R_3 : 6,82% de Ca; R_4 : 12,02% de Ca et R_5 : 16,01% de Ca

Tableau III: Valeurs du coefficient de corrélation (r) entre les paramètres de croissance pris deux à deux chez *Limicolaria flammea* (Müller, 1774)

	Ingestion alimentaire	Longueur de coquille	Croissance coquillière	Poids vif	Croissance pondérale
Ingestion alimentaire					
Longueur de coquille	0,82				
Croissance coquillière	0,55	0,52			
Poids vif	0,87	0,90	0,81		
Croissance pondérale	0,66	0,77	0,96	0,77	

Tableau IV: Valeur nutritionnelle des différents régimes alimentaires (en % de matière sèche)

	Constituants	(en % de matière sèche)					
	Matière sèche	Protéines	Sucres totaux	Matières grasses	Matières minérales	Calcium	Energie brute (cal / g)
R ₁	15,67	3,62	1,07	1,6	12,17	0,28	1,9
R ₂	31,57	7,42	1,4	2,06	17,32	1,22	1,04
R ₃	78,61	19,89	2,78	2,32	21,21	5,52	3,62
R ₄	81,07	19,86	3,3	2,36	36,36	11,77	2,85
R ₅	83,13	19,85	3,04	2,34	45	15,08	2,38

R₁: 0,28% de Ca; R₂: 1,22% de Ca; R₃: 6,82% de Ca; R₄: 12,02% de Ca et R₅: 16,01% de Ca

6 CONCLUSION

Cette étude montre que la croissance de l'escargot *L. flammea* est notablement influencée par les teneurs en calcium des aliments qu'il consomme. Les régimes concentrés semblent être appropriés à une croissance harmonieuse. Les animaux qui en ont été nourris avaient des coquilles qui durcissent dès les premières semaines de traitement, à la différence de ceux nourris aux régimes végétaux qui conservent des coquilles très fragiles pendant les deux premiers mois. Ils sont mieux consommés, favorisent les gains de taille et de poids chez l'escargot et réduisent leur mortalité, contrairement à une alimentation exclusivement à base de fourrages verts.

RÉFÉRENCES

- [1] A. Otchoumou, Effet de la teneur en calcium d'aliments composés et de la photopériode sur les performances biologiques chez trois espèces d'escargots Achatinidae de Côte d'Ivoire élevées en bâtiment. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles en Biologie et Ecologie Animales, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan-Côte d'Ivoire, 171p, 2005.
- [2] O. Fagbuaro, J. A. Oso, J. B. Edward, R. F. Ogunleye, "Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria," *Journal of Zhejiang University-Science B*, 7(9): 686- 689, 2006.
- [3] K. D. Kouassi, A. Otchoumou, et D. Gnagri, "Le commerce des escargots (*Achatina achatina*), une activité lucrative en Côte d'Ivoire," *Livestock Research for Rural Development*, Volume 20, Article #58, 2008. From <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/koua20058.htm> (Décembre 2008).
- [4] Miprh (Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques): Production et consommation nationales. Direction de la Planification et des Programmes (DPP), Abidjan, Côte d'Ivoire, 4 pages, 2007.
- [5] S. W. Adegba, "A Guide to a successful poultry and snailery business," *Agrocare series*, pp. 22-29, 2000.
- [6] F. A. O. Akinnusi, Comparative Evaluation of fresh fruits, leaves and concentrate feed on the growth and reproductive performance of the African giant snail (*Archachatina marginata*). *Proceedings of the 27th Annual Conference of Nigeria Society for Animal Production (NSAP)*. March 17-21, 2002 Akure, Nigeria, pp 328-330, 2002.

- [7] O. O. Babalola, A.O.Akinsoyinu, "Proximate composition and mineral profile of snail meat from different breeds of land snail in Nigeria," *Pakistan Journal of Nutrition*, 8:1842-1844, 2009.
- [8] J-B. Aman, Effet de la source et de la teneur en calcium du substrat d'élevage sur les performances biologiques d'*Archachatina marginata* (Swainson, 1821). Thèse de Doctorat unique en Biologie et Productions Animales, UFR des Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Abidjan Côte d'Ivoire, 156p, 2013.
- [9] B. Kebolo, M. Mabela, J. Paulus, "Données préliminaires sur la reproduction en captivité de *Limicolaria* sp à Kinshasa," *Annales de la faculté des sciences*, 1: 47-50, 2002.
- [10] [10] Ramakrishnan U., Semba R. D., Iron Deficiency and Anaemia. In: Nutrition and Health in Developing Countries, 2nd ed. (eds R.D. Semba and M.W. Bloem), Humana Press, Totowa, NJ, pp. 479 – 505, 2008.
- [11] A. J. Adeola, A. I. Adeyemo, J. A. Ogunjobi, S. A. Alaye and K. M. Adelakun, "Effect of natural and concentrate diets on proximate composition and sensory properties of Giant Land Snail (*Archachatina marginata*) meat," *Journal of applied science in environmental sanitation*, 5: 185-189, 2010.
- [12] J. Daguzan, "Contribution à l'élevage de l'escargot petit-gris *Helix aspersa* Müller (Mollusque Gastéropode Pulmoné Stylommatophore). Elevage mixte (reproduction en bâtiment contrôlé et engraissement en parc extérieur): activité," *Annales de Zootechnie*, 34: 127-148, 1985.
- [13] A. Otchoumou, H. Dosso and A. Fantodji, "The edible African giant snails: fertility of *Achatina achatina* (Linné 1758) *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) and *Archachatina ventricosa* (Gould 1850) in humid forest; influence of animal density and photoperiod on fertility in breeding," *Bollettino Malacologico*, 39: 179-184, 2003.
- [14] K. D. Kouassi, A. Otchoumou, H. Dosso, "Effet de l'alimentation sur les performances biologiques chez l'escargot géant africain: *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors sol," *Livestock Research for Rural Development*, 19 (5): 16-20, 2007a.
- [15] K. D. Kouassi, Otchoumou A. et H. Dosso, "Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: Influence du substrat d'élevage sur les paramètres de croissance de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors sol," *Tropicultura*, 25 (1): 16-20, 2007b.
- [16] A. S. Sami, C. Augustini, F. J. Schwars, "Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls," *Meat Sciences*, 67: 195-201, 2004.
- [17] H. H. Crowell, "Laboratory study of calcium requirements of brown garden snail, *Helix aspersa* Müller," *Proceedings of the Malacological Society*, London. 40: 491-503, 1973.
- [18] J. Fournie, Importance de la capture du calcium au niveau de la sole pédieuse chez *Helix aspersa*. 7^e congrès de la Société Française de Malacologie et Symposium International sur la Biologie Appliquée à la Conchyliculture et à l'Héliciculture. Rennes, 31 Août–5 Septembre 1987.
- [19] F N Engmann, N. A. Afoakwah, P. O. Darko, W. Sefah, "Proximate and Mineral Composition of Snail (*Achatina achatina*) Meat; Any Nutritional Justification for Acclaimed Health Benefits?" *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3 (4) 8- 15, 2013.
- [20] H. Chevallier, L'élevage des escargots. Production et préparation du petit-gris. Éditions du point vétérinaire, Paris, 128 p, 1985.
- [21] I. E. Ebenso, "Composition and sales of domesticated snails *Archachatina marginata* in rural southern Nigeria," *Tropical Science*, 4: 485-187, 2002.
- [22] A. Otchoumou, K. N'Da, H. Dosso et K. D. Kouassi, "Inventaire des végétaux sauvages consommés par l'escargot géant africain *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850): préférences alimentaires," « *Haliotis*, 33: 13-20, 2004.
- [23] A. Otchoumou, M. Dupont-Nivet, A. Ocho, L. Atchibri, H. Dosso, "Body proportions and chemical composition of wild and reared edible snails of Ivory Coast," *Italian Journal of Food Science* 22(1): 1120-1770, 2010.

