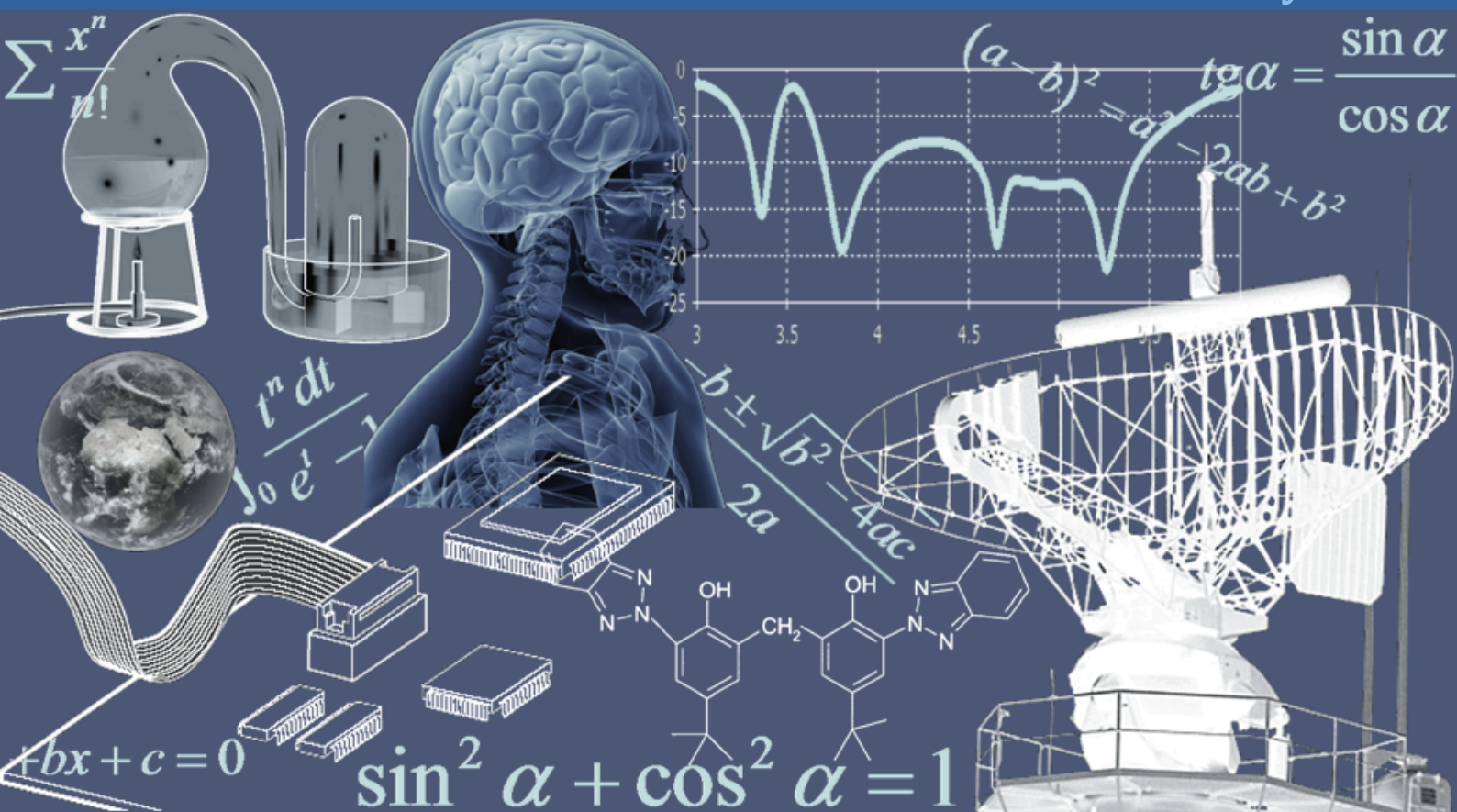


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 10 N. 2 February 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Table of Contents

Genetic Diversity Analysis of Cowpea by RAPD Markers	459-465
Diversity of Edible Fishes at Rhound Stream District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan	466-472
Overview of Challenges of Agricultural Production and Food Security in Nigeria	473-479
Stabilité d'un tube déformable par la méthode des perturbations	480-488
Association entre l'indice de masse corporelle, l'activité physique et la sédentarité chez les adolescents algériens	489-497
Evaluation in vitro de l'activité antiplasmodiale d'extraits de plantes issues de la pharmacopée traditionnelle du Niger: <i>Sebastiania chamaelea</i> (L.) Müll. Arg., <i>Euphorbia hirta</i> L., <i>Cassia occidentalis</i> L. et <i>Cassia nigricans</i> (Vahl) Greene	498-505
Léiomyome vaginal : à propos d'un cas	506-508
Effects of some Advanced Oxidation Processes and Chlorine on disappearance of Methylene Blue	509-515
Effect of Irrigation Water Management Practices and Rice Cultivars on Methane (CH ₄) Emission and Rice Productivity	516-534
Widening and Renovation of Hill Road Pavement from Doddabetta to Kattabettu in the Nilgiri district	535-540
Le développement d'un pricer des options et modèle Black and Scholes	541-550
Calcul d'une Value At Risk cas d'un portefeuille diversifié	551-567
IMPACTS DES GUERRES SUR L'ENVIRONNEMENT FAUNIQUE DOMESTIQUE DANS LE LITTORAL DU PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA : CAS DE L'AIRE DE SANTE DE CIBUMBIRO	568-575
Impact of the nutritional supply of Dockounou with millet, soybean, cassava, sorghum flours in Wistar rat growth	576-583
Women Empowerment in Rural Local Government of Bangladesh	584-593
Approche hybride de classification combinant la méthode orientée objet et un système expert pour l'extraction d'une carte d'occupation de sol sur image très haute résolution spatiale de la ville de Rabat (Maroc)	594-603
Caractérisation physico-chimique des graines de blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>) sous traitement herbicide par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique	604-620
ANALYSE DE LA REPRESENTATIVITE DE LA FEMME DANS LE MILIEU PROFESSIONNEL DES ECOLES CONVENTIONNEES ADVENTISTES DU 7eme JOUR DU NORD-KIVU I	621-631
School Feeding Program in Ghana: Factors Affecting Academic Performance among Public Primary School Pupils in Garu-Tempene District	632-640
IMPACT DU PROCESSUS DE NEGOCIATION SUR L'OFFRE DE LIQUIDITE	641-648
Recovery of Metrics by using Reverse Engineering	649-655
Une économie stimulée par la frontière: l'exemple de Guidimouni dans le sud-est du Niger	656-665
Caractéristiques physico-chimiques des bières de plantain produites à partir de rebuts de plantain de différentes variétés de Côte d'Ivoire (Orishele, French 2 et Corne 1)	666-677
Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (<i>Phaseolus vulgaris</i>) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R.D. Congo	678-686
Study of crystalluria in goitrous patients	687-693
Elimination du fer par procédés d'oxydation et d'adsorption sur charbon de pin d'alep	694-700
Hepatoprotective Properties of methanolic extract of <i>Canscora decussata</i> (Schult) against paracetamol induced liver toxicity in rabbits	701-706
The impact of Public Procurement Act 663 on the procurement of essential water treatment chemicals at Ghana Water Company Limited	707-715
Youth friendliness of sexual and reproductive health service delivery and service utilization in the Kwadaso Sub-Metro of the Ashanti Region, Ghana	716-725
FINANCE ISLAMIQUE : EVALUATION DEPUIS 1970 A NOS JOURS	726-737

La crise financière internationale : retour sur l'histoire d'un phénomène planétaire	738-744
The Feasibility of Movement to a Customs Union (CU) in the Southern African Development Community (SADC)	745-751
QUELQUES ASCPECTS SÉISMIQUES PRECEDANT L'ERUPTION DU NYAMULAGIRA 6 NOVEMBRE 2011, REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO	752-766

Genetic Diversity Analysis of Cowpea by RAPD Markers

Md. Touhiduzzaman Khan¹, Md. Obayedul Hoque Reza², Md. Anisuzzaman Khan³, Md. Shahidul Haque¹, Md. Shahidul Islam¹, and Md. Badiuzzaman Khan³

¹Department of Biotechnology,
Bangladesh Agricultural University,
Mymensingh-2202, Bangladesh

²Department of Plant Pathology,
Bangladesh Agricultural University,
Mymensingh-2202, Bangladesh

³Department of Environmental Science,
Bangladesh Agricultural University,
Mymensingh-2202, Bangladesh

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: Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) assay was conducted for molecular genetic analysis of six cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp germplasms) i.e. BARI Cowpea, BARI Felon-1, Ranirhat, Ruma, BF06001 and BF060011, to observed genetic variability and relatedness among them. Out of 15 decamer random primers, three were used to amplify genomic DNA and the primers yielded a total of 20 RAPD markers of which 11 were considered as polymorphic. The maximum number of bands (9) (25%) produced by the primer S1184, whereas the least number of bands (5) (15%) was generated by the primer OPA10. The average scorable and polymorphic bands produced by the three primers were 6.67, and 3.67, respectively. The percentage of polymorphic loci was 55. The UPGMA dendrogram based on Nei's (1972) genetic distance between different pairs were correlated with their sources of origin. The dendrogram indicated segregation of six germplasms of cowpea into two main clusters; the main clusters are further divided into sub clusters. In sub cluster I, BARI Cowpwa-1, Ranirhat and Ruma formed sub sub-cluster I; BARI Felon-1 formed alone sub sub-cluster II. Again, sub sub-cluster I; Ruma formed alone cluster and BARI Cowpea-1 and Ranirhat formed sub sub-cluster III.

KEYWORDS: Genetic diversity, *Vigna unguiculata*, polymorphism, RAPD, marker.

1 INTRODUCTION

Cowpea [*Vigna unguiculata* (L). Walp] is a tropical grain legume widely distributed in sub-Saharan Africa, Asia, Central and South America as well as parts of southern Europe and the United States (Singh and Emechebe, 1997). Due to its high protein content (20-25%), cowpea plays a major role in human nutrition (Singh and Emechebe, 1997). It tolerates low fertility soil due to its high rate of nitrogen fixation (Eloward and Hall, 1987). The study of genetic diversity is important in a crop breeding program for the selection of suitably diverse parents to obtain heterotic hybrids as well as for germplasm characterization and conservation. Various morphological, biochemical and molecular markers are used for the characterization of germplasms. Molecular marker-based characterization is a useful complement to morphological and physiological characterization of cultivars, because they are plentiful, independent of tissue or environmental effects and allow cultivar identification in the early stages of plant development (Miller and Tanksley, 1990).

Assessment of genetic diversity in cowpea genotypes would facilitate development of cultivars for specific production constraints by providing an index of parental lines to be used in breeding programmes. Keeping up the above points in mind, a research was conducted with the following objectives:

1. To reveal nuclear DNA level variation within each of the cowpea germplasms.
2. To determine the variation between the individuals among different germplasms.
3. To discriminate the different germplasms based on different levels of nuclear DNA variations.

2 MATERIALS AND METHODS

Six germplasms of Cowpea viz. BARI Cowpea-1, BARI Felon-1, Ranirhat, Ruma, BF06001 and BF060011 were used in the study. The varieties were different in their parent and also in breeding strategies. Seeds were collected from the BARI (Bangladesh Agricultural Research Institute).

Young and actively growing fresh leaf tissues were collected from a total of 18 individuals (three individuals per variety) for the isolation of genomic DNA. Total genomic DNA was isolated from cowpea leaves following Phenol: Chloroform: Isoamyl alcohol purification and ethanol precipitation method.

2.1 EXTRACTION OF GENOMIC DNA

The reagents and methods were used for the isolation of total genomic DNA. In brief, approximately 0.2-0.3 gm of leaf tissues were cut into small pieces, homogenized and digested in extraction buffer [50 mM Tris-HCl, pH 8.0, 25 mM EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid), 300 mM NaCl and 1% SDS (Sodium Dodecyl Sulphate) overnight at 35°C. DNA was purified by successive extraction with Phenol: Chloroform: Isoamylalcohol (25 : 24 : 1, v/v/v). DNA was precipitated first using 0.6 volume of isopropanol, pelleted by centrifugation, then re-suspended in TE buffer (10mM Tris-HCl, 1 mM EDTA, pH 8.0). DNA was re-precipitated by adding two volumes of absolute ethanol in the presence of 0.3 M sodium acetate, and pelleted by centrifugation. The pellets were then washed with 70% ethanol, air-dried and re-suspended in an appropriate volume of TE buffer. Finally, the DNA samples were stored at -20°C. DNA quality was checked by electrophoresis in a minigel and quantified using a spectrophotometer.

2.2 PRIMER SELECTION

Initially, fifteen primers of random sequence were screened on a sub-sample of two randomly chosen individuals from two different varieties to evaluate their suitability for amplifying cowpea RAPDs that could be scored accurately. Primers were evaluated based on intensity of bands, consistency within individual, presence of smearing, and potential for population discrimination. A final subset of three primers out of five exhibiting good quality banding patterns were selected for analysis of the whole sample set of the six germplasms of cowpea.

2.3 PCR AMPLIFICATION AND AGAROSE GEL ELECTROPHORESIS

The amplification conditions were based on Williams *et al.* (1990) with some modification. PCR reactions were performed on each DNA sample in a 10 µl reaction mix containing the following reagents: (For 20 reaction)

- 10x Ampli *Taq* polymerase buffer = 20 µl
- dNTPs = 20 µl
- Primers = 40 µl
- MgCl₂ = 12 µl
- Template DNA = 20 µl
- Ampli *Taq* DNA polymerase = 4 µl
- ddH₂O = 84 µl

During the experiment, PCR buffer, dNTPs, primer and DNA samples solutions were thawed from frozen stocks, mixed by vortexing and kept on ice. DNA template were pipetted first into PCR tubes compatible with the thermocycler used. A pre-mix was then prepared in the course of the following order: reaction buffer, dNTPs, DNA template and sterile distilled water. *Taq* polymerase enzyme was then added to the pre-mix. The pre-mix was then mixed up well and aliquoted into the tubes

that already contain primer. The tubes were then sealed and placed in a thermocycler and the cycling was started immediately.

DNA amplification was performed in an oil-free thermal cycler (Master Cycler Gradient, Eppendorf). The reaction mix was preheated at 94°C for 3 minutes followed 40 cycles of 1 min denaturation at 94°C, 1 min annealing at 36°C and elongation or extension at 72°C for 2 minutes. After the last cycle, a final step of 7 minutes at 72°C was added to allow complete extension of all amplified fragments. After completion of cycling program, reactions were held at 4°C.

The amplified product from each sample was separated electrophoretically on 1.4% agarose gel contain ethidium bromide in 1X TBE buffer at 120 V for 1¹/₂ hrs. A molecular weight marker DNA (20bp ladder) was eletrophoresed alongside the RAPD reactions. DNA bands were observed on UV-transilluminator and photographed by a Gel Documentation System.

2.4 DATA ANALYSIS

RAPD markers were scored visually of their presence (1) or absence (0), separately for each germplasm of cowpea and each primer. For more accuracy, two independent persons performed band scoring. Bands not identified by the two readers were considered as non-scorable. The scores obtained using all primers in the RAPD analysis were then pooled for constructing a single data matrix. This was used for estimating polymorphic loci, Nei's (1973) gene diversity, population differentiation (G_{ST}), gene flow (N_m), gene distance (D) and constructing a UPGMA (Unweighted Pair Group Method of Arithmetic Mean) dendrogram among populations using POPGENE (version 1.31) (Yeh *et al.*, 1999) computer program.

Estimation of gene frequencies of RAPD loci was based on the assumption of a two allele system. Of the two alleles, only one is capable of amplification of a RAPD band by primer annealing at an unknown genomic position (locus). The other is the 'null' allele incapable of amplification, mainly because of loss of the primer annealing site by mutation. The two allele assumption is in most cases acceptable, because codominant loci showing band shifts are few (Elo *et al.*, 1997; Welsh and McClelland, 1990). In this system only a null homozygote is detectable as negative for the RAPD-band of interest. Under the assumption of Hardy-Weinberg equilibrium, the null allele frequency (q) may be $(N/n)^{1/2}$, where N and n are the number of band negative individuals observed and the sample size, respectively. The frequency of the two allele (P) is 1-q. The assumption of the two allele system enables us to calculate the Nei's genetic distance (Nei's, 1972) from the RAPD pattern.

The similarity index values (SI) between the RAPD profile of any two individuals on the same gel were calculated from RAPD markers according to the following formula:

$$\text{Similarity Index (SI)} = 2N_{AB} / (N_A + N_B)$$

Where, N_{AB} is the number of RAPD bands shared by individual A and B and N_A and N_B , are the numbers of fragment scored for each individual respectively (Lynch, 1990). Within germplasm similarity [S_i] was calculated as the average of SI across all possible comparisons between individuals within a germplasm. Between germplasm similarity (S_{ij}) was calculated as the average similarity between randomly paired individuals from germplasm I and j (Lynch, 1991).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Six Cowpea germplasms were analyzed and a total of 20 bands were scored. The selected three primers produced comparatively higher number of high intensity bands with minimal smearing. These three primers produced a total of 20 RAPD markers of which 11(55%) were considered as polymorphic (Table 1).

The banding patterns of different germplasms using primers S1184, OPA10 and OPP13 were showed in figure. 1

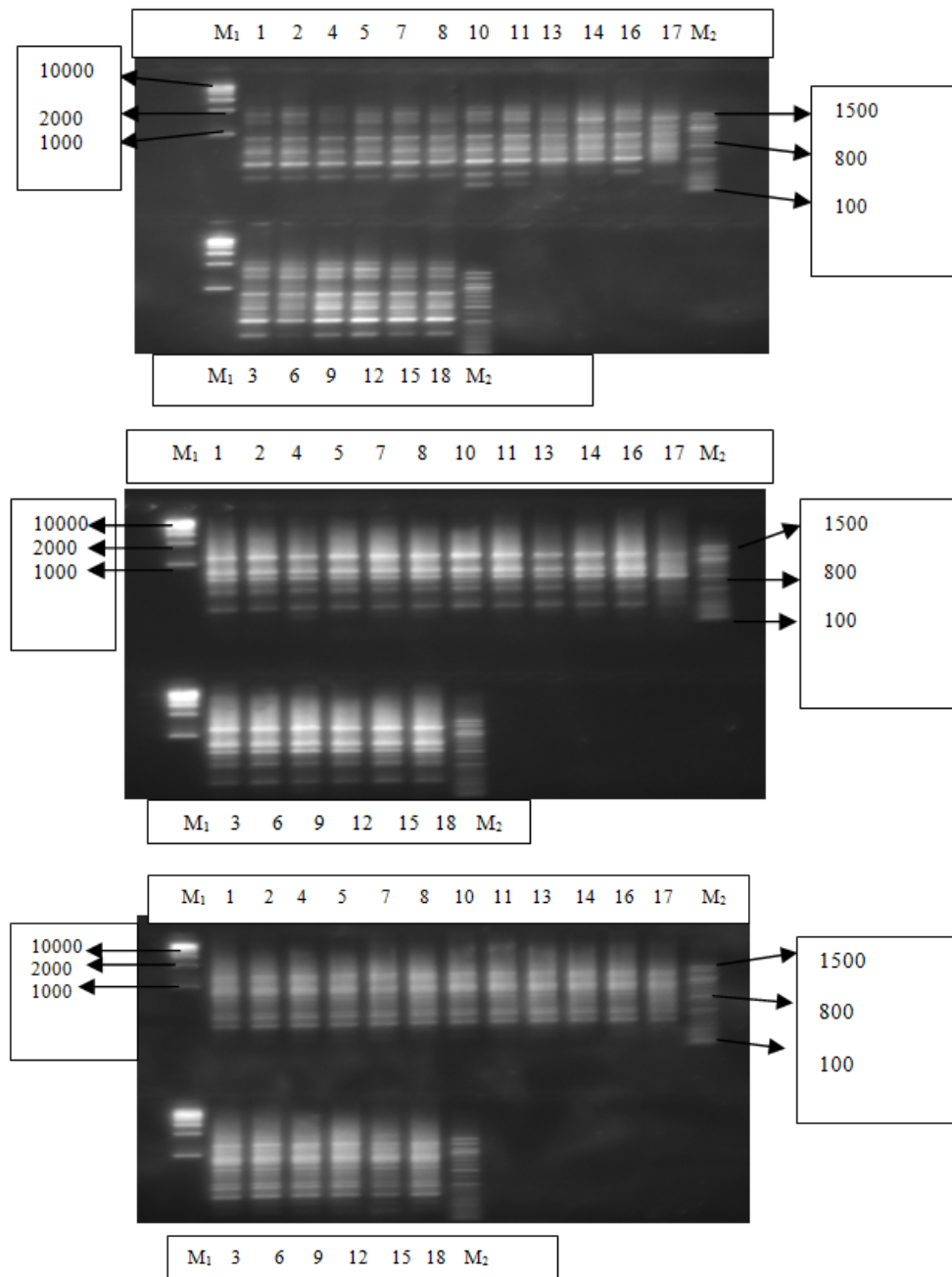


Fig. 1. RAPD profile of six different germplasm of cowpea using S1184, OPA10 and OPP13 primer Lane 1-3: BARI Cowpea-1; 4-6: BARI Felon-1; 7-9: Ranirhat; 10-12: Ruma; 13-15: BF06001; 16-18: BF060011. M₁: 1kb DNA ladder, M₂: 20bp DNA ladder

The maximum number of bands (9) produced by the primer S1184, whereas the least number (5) generated by primer OPA10. On the other hand, the primer S1184 amplified higher percentage of polymorphic bands (25%), while the primer OPA10 generated the least (15%) polymorphic bands. The average scorable and polymorphic bands produced by the three primers were 6.67, and 3.67, respectively. Weak bands result from low homology between the primer and the pairing site on the DNA strand (Thormann *et al.*, 1994).

Table 1. RAPD primers with corresponding bands scored together with polymorphic bands observed in six cowpea germplasms

Primer codes	Sequences (5'-3')	G+C (%)	Total number of bands scored	Number of polymorphic bands
S1184	GACGGCTATC	60	9	5
OPA10	GTGATCGCAG	60	5	3
OPP13	GGAGTGCCTC	70	6	3
Total			20	11
Average			6.67	3.67

3.1 INTRA AND INTER-GERMPLASM SIMILARITY INDICES

The intra-germplasm similarity indices (S_i) were found higher (ranged from 76.90-100% with an average of 93.53%) than the inter germplasm similarity indices (S_{ij}) (ranging from 87.22-99.26% with an average of 93.30%). For the population of cowpea, intra-germplasm similarity indices were found higher in BARI Cowpea-1 and Ranirhat germplasm than the other four cowpea germplasms. On the other hand, individuals BF060011 germplasm showed the lowest similarity indices.

Inter-germplasm means of the pair-wise similarity indices (S_{ij}) ranged from 87.22 to 99.26%. The highest similarity index of 99.26% was found between BARI Cowpea-1 Vs Ranirhat, while Ruma Vs BF060011 showed the least inter-germplasm similarity index (87.22%) (Table 7B). Band sharing based intra-germplasm similarity indices were higher than inter-germplasm similarity indices. Among the three primers, OPP13 showed highest intra-germplasm (95.52%) and inter-germplasm similarity indices (96.16%), while S1184 generated lowest intra-germplasm similarity indices (89.83%) and inter-germplasm similarity indices (88.51%).

3.2 POLYMORPHIC LOCI AND GENE DIVERSITY

The highest proportion polymorphic loci (45%) were also found in the germplasm BF060011, whereas no polymorphism found for BARI Cowpea-1 (Table 2). However, the highest and the lowest Nei's gene diversity values were found in BF060011 and BARI Cowpea-1.

Table 2. Number and proportion of polymorphic bands, gene diversity obtained in different six cowpea germplasms

Germplasm	No. of polymorphic loci	Proportion of polymorphic loci (%)	Gene Diversity
BARI Cowpea-1	0	0.00	0.000
BARI Felon-1	2	10.00	0.0488
Ranirhat	1	5.00	0.0150
Ruma	2	10.00	0.0394
BF06001	4	20.00	0.0788
BF060011	9	45.00	0.2102

3.3 GENE FLOW

The pair-wise gene flow (N_m) values were presented in Table 3. The highest gene flow (N_m) value was found in Ruma Vs BF060011 germplasms pair which was 0.1681 while the lowest gene flow value (0.0001) was observed in BARI Cowpea-1 Vs Ranirhat germplasms pair (Table 3).

Table 3. Gene flow value (Nm) in different varieties pair (below diagonal)

Germplasm	BARI Cowpea-1	BARI Felon-1	Ranirhat	Ruma	BF06001	BF060011
BARI Felon-1	0.0293					
Ranirhat	0.0001	0.0300				
Ruma	0.0066	0.0378	0.0035			
BF06001	0.0915	0.0736	0.0841	0.0936		
BF060011	0.1612	0.1190	0.1541	0.1681	0.1116	

3.4 NEI'S (1972) GENETIC IDENTITY AND GENETIC DISTANCE

The highest Nei's (1972) genetic distance (0.1996) was observed in Ruma Vs BF060011 germplasms pair whereas, the lowest genetic distance (0.0017) was estimated in BARI Cowpea-1 Vs Ranirhat germplasms pair (Table 4). Furthermore, high level of genetic distance was found in BARI Cowpea-1 Vs BF060011 (0.1886); Ranirhat Vs BF060011 (0.1830); BARI Felon-1 Vs BF060011 (0.1515) germplasms pair and low level of genetic distance was observed in Ranirhat Vs Ruma (0.0091); BARI Cowpea-1 Vs Ruma (0.0107) germplasms pair.

Table 4. Summary of Nei's genetic distance values between six cowpea germplasms

Germplasm	BARI Cowpea-1	BARI Felon-1	Ranirhat	Ruma	BF06001	BF060011
BARI Cowpea-1						
BARI Felon-1	0.0345					
Ranirhat	0.0017	0.0367				
Ruma	0.0107	0.0471	0.0091			
BF06001	0.1001	0.0874	0.0942	0.1064		
BF060011	0.1886	0.1515	0.1830	0.1996	0.1475	

3.5 DENDROGRAM

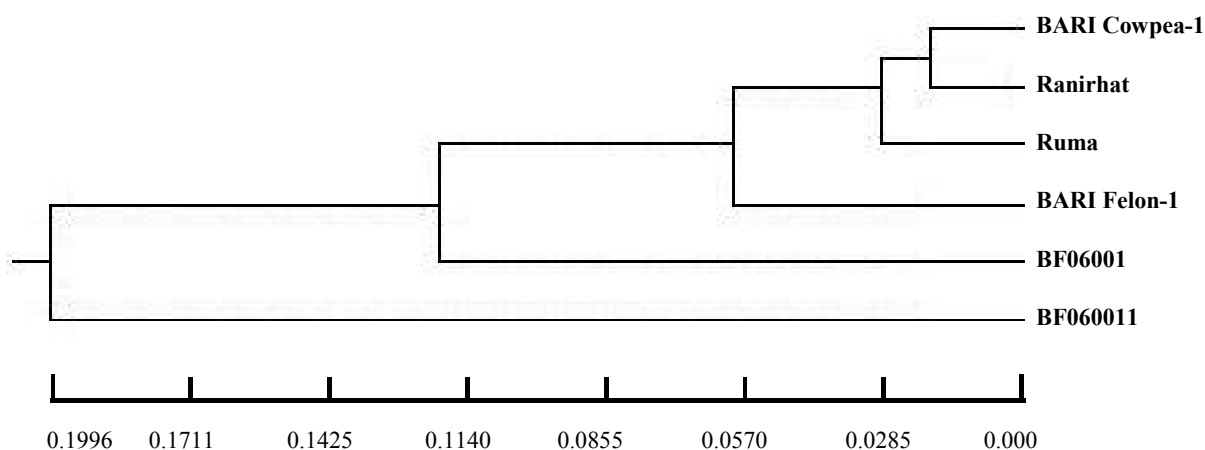


Fig. 2. UPGMA dendrogram based on Nei's genetic distance, summarizing the data on differentiation between six cowpea germplasms according to RAPD analysis

A dendrogram based on Nei's (1972) genetic distance using UPGMA, indicates segregation of six germplasms of cowpea into two main clusters: BARI Cowpea-1, BARI Felon-1, Ranirhat, Ruma, BF06001 grouped in cluster I while BF060011 in cluster II (Fig. 2). In cluster I, BARI Cowpea-1, BARI Felon-1, Ranirhat and Ruma formed sub cluster I; BF06001 formed alone sub cluster II. In sub cluster I, BARI Cowpwa-1, Ranirhat and Ruma formed sub sub-cluster I; BARI Felon-1 formed alone sub sub-cluster II. Again, sub sub-cluster I; Ruma formed alone cluster and BARI Cowpea-1 and Ranirhat formed sub sub-cluster III.

The results indicate that the low or high level of genetic distance exists between germplasms with their same or different origins. Ruma Vs BF060011 germplasms pair showed highest genetic distance (0.1996), as they released from different source. On the other hand, BARI Cowpea-1 Vs Ranirhat germplasms pair showed lowest genetic distance (0.0017) as they were released from same source.

In this study, the RAPD technique was found to discriminate six cowpea germplasms. Germplasms showing higher intra-population similarity and lower proportion of polymorphic loci are likely to have less heterozygosity as compared to those showing less intra-germplasm similarity and higher proportion of polymorphic loci. In other words, germplasms having higher similarity are more homogenous groups. According to the results, BF060011 showed more genetically diversified comparative to the other germplasms.

The present study showed that out of 20 RAPD markers, 11 scorable bands (55%) were considered as polymorphic. This proportion of polymorphism is higher compared to some previous RAPD analysis in cowpea e.g. 46.5% of cowpea landraces were polymorphic in Pandey *et al.* (2004), 26.27% of cowpea landraces in Zannou *et al.* (2008) and lower polymorphic from 64.5% of cowpea landraces in Sharawy and Fiky, (2003). This difference can be attributed to the primers used and the genotypes evaluated.

Genetic variation refers to the differences in the heredity constitutions of the individuals of a species and it is important in maintaining the developmental stability and biological potential of plant species. This study indicates the highest genetic variation between Ruma Vs BF060011 and lowest genetic variation between BARI Cowpea-1 Vs Ranirhat that can be used for breeding programmes that aim to improve cowpea varieties. The results also revealed that the genetic base among these cowpea varieties is rather narrow.

REFERENCES

- [1] Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist*. **106**: 283-292.
- [2] Singh, B.B., and Emechebe, A.M. 1997. Advances in research on cowpea, Striga and Alectra. Pages 215–224 in *Advances in cowpea research*. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), edited by B.B. Singh, D.R. Mohan Raj, K.E. Dashiell, and L.E.N. Jackai. IITA, Ibadan, Nigeria.
- [3] Eloward, H.O.A., and Hall, A.E. 1987. Influence of early and late nitrogen fertilization on yield and nitrogen fixation of cowpea under well-watered and dry field conditions. *Field Crops Res.* **15**: 229-244.
- [4] Miller, J.C., and Tanksley, S.P. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationship and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theor. Appl. Genet.* **80**: 437-448.
- [5] Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski J. A., and Tingey, S. V. 1990. DNA polymorphism amplified arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* **18**: 6531-6535.
- [6] Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc. Natl. Acad. Scie. U.S.A.* **70**: 3321-3323.
- [7] Yeh, F. C., Yang, R. C., Boyle, T. B. J., Ye, Z. H., and Mao, J. X. 1999. POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis. *Molecular Biol. Biotechnol.* Centre, University of Alberta, Canada.
- [8] Elo, K., Ivanoff, S., Vuorinen, J. A., and Piironen, J. 1997. Inheritance of RAPD markers and detection of inter-specific hybridization with brown trout and Atlantic salmon. *Aquaculture.* **152**: 55-65.
- [9] Lynch, M. 1991. Analysis of population genetic structure by DNA fingerprinting. In: *DNA fingerprinting approaches and applications*. Burke, T., Dolf, G., Jeffreys, A. J., and Wolf, R. (Eds.). Basel, Switzerland. **pp.** 113-126.
- [10] Thormann, C. E., Ferreira, M. E., Camargo, L. E. A., Tivang, J. G., and Osborn, T. C. 1994. Comparison of RFLP and RAPD markers for estimating genetic relationships within and among cruciferous species. *Theor. Appl. Genet.* **88**: 973-980.
- [11] Pandey, R.N., Dhanasekar, P., and Souframanien, J. 2004. RAPD-based DNA fingerprinting and analysis of genetic diversity in radiation-induced mutants of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Indian J. Genet. Plant Breed.* **64**: 97-101.
- [12] Zannou, A., Kossou, D. K., Ahanchede, A., Zoundjihékpon, J., Agbicodo, E. Struik, P.C., and Sanni., A. 2008. Genetic variability of cultivated cowpea in Benin assessed by random amplified polymorphic DNA. *African J. Biotechnol.* **7**: 4407-4414.
- [13] Sharawy, W. M., and Fiky, Z. A. 2003. Characterization of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) genotypes based on yield traits and RAPD–PCR analysis. *Arab J. Biotech.* **6**: 67-78.

Diversity of Edible Fishes at Rhound Stream District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan

Sana Ullah¹, Zaigham Hasan², Fawad Aziz¹, Imrana Amir¹, and Ibrar Muhammad¹

¹Fisheries and Aquaculture Lab, Department of Animal Sciences, Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

²Fisheries Lab, Department of Zoology, University of Peshawar Khyber Pakhtunkhwa, 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 present study was conducted from April through September 2013 to find out the edible fishes of Rhound Stream at District Dir Lower Khyber Pakhtunkhwa. Different types of nets and of various mesh sizes, and hooks were used for collecting fishes. During the study period, ten edible fish species were identified. Taxonomically, the collection was embodied to three orders, Cypriniformes, Channiformes and Mastacembeliformes and three families. The most abundant family was Cyprinidae represented by 7 genera and 8 species while Mastacembelidae and Channidae each were represented by only one species. The collected fish species were *Schizopyge esocinus*, *Raconma labieta*, *Cyprinion watsoni*, *Cyprinus carpio*, *Crossocheilus diplocheilus*, *Garra gotyla*, *Puntius ticto*, *Puntius sophore*, *Channa punctatus*, and *Mastacembelus armatus*. Our study revealed that Rhound stream is having rich edible fish fauna. If proper stocking is carried out, it can harbor more fish quantity and species, and may become the back bone area's economy.

KEYWORDS: River Panjkora, Rhound Stream, Check list, River Barandu, River Swat, Conservation.

1 INTRODUCTION

Aquatic water bodies covering 70% world's surface are one of the greatest hopes of humans for future food supplies [1]. Sea foods have always been a matter of interest for humans on account of having essential amino acids, protein, fatty acids, vitamins, carbohydrates and minerals [2]. Of all the sea foods, fish is more consumed commonly. Use as a stapled food item and key factor of water bodies around the world makes fish as the most important aquatic organism. As fishes are major part of human diet so research about fish fauna have been carried out throughout the world.

Fisheries sector is also providing employment and playing a predominant role in boosting up the economy of many countries [3]. Moreover it plays a major role in second trophic level of aquatic systems [4]. The fish fauna of any water body is an important feature of fishery perspective. The distribution of fish species vary due to different geographical and geological surroundings [5]. A lot of work has been carried out in various aquatic systems throughout Pakistan for evaluating the fish fauna. Although updated information is available regarding Ichthyofauna of most of the water bodies in Pakistan. Therefore the present study was conducted to know about the edible fish fauna of Rhound stream at District Dir Lower Khyber Pakhtunkhwa Pakistan.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 STUDY AREA

District Dir Lower is situated with Longitudes and Latitudes of 34°, 37' to 35°, 07' North and 71°, 31' to 72°, 14' East respectively with approximate 2700 feet (820 meter) above mean sea level [6]. District Dir Lower experience an annual rain fall of 1468.8mm and 253.7mm during December and March respectively [7]. District Dir is bounded by District Chitral to the

Northern Side, by Bajaur and Afghanistan to the Western side, by District Malakand to the Southern side and by District Swat to Eastern side [8]. River Panjkora originates from Kohistan, District Dir (Upper) and flow southward dividing District Dir Upper and Lower into two halves. River Panjkora joins River Swat at Bosaq pull, Sharbatti (behind Totakan, District Malakand) [9]. The name Panjkora is because of the main five tributaries that fall in the River at four different places at District Dir Upper (Gwaldai Stream at Sheringal, Barawal Stream at Chukiatan, Usherai Dara Stream and Nurhund Stream at Darora and Dobando Stream at Akhagram) while two tributaries fall into the River at two different places in District Dir Lower (Konhaye Stream at Koto and Round Stream at Thrai by pass) [10]. Figure 1 is showing study area.

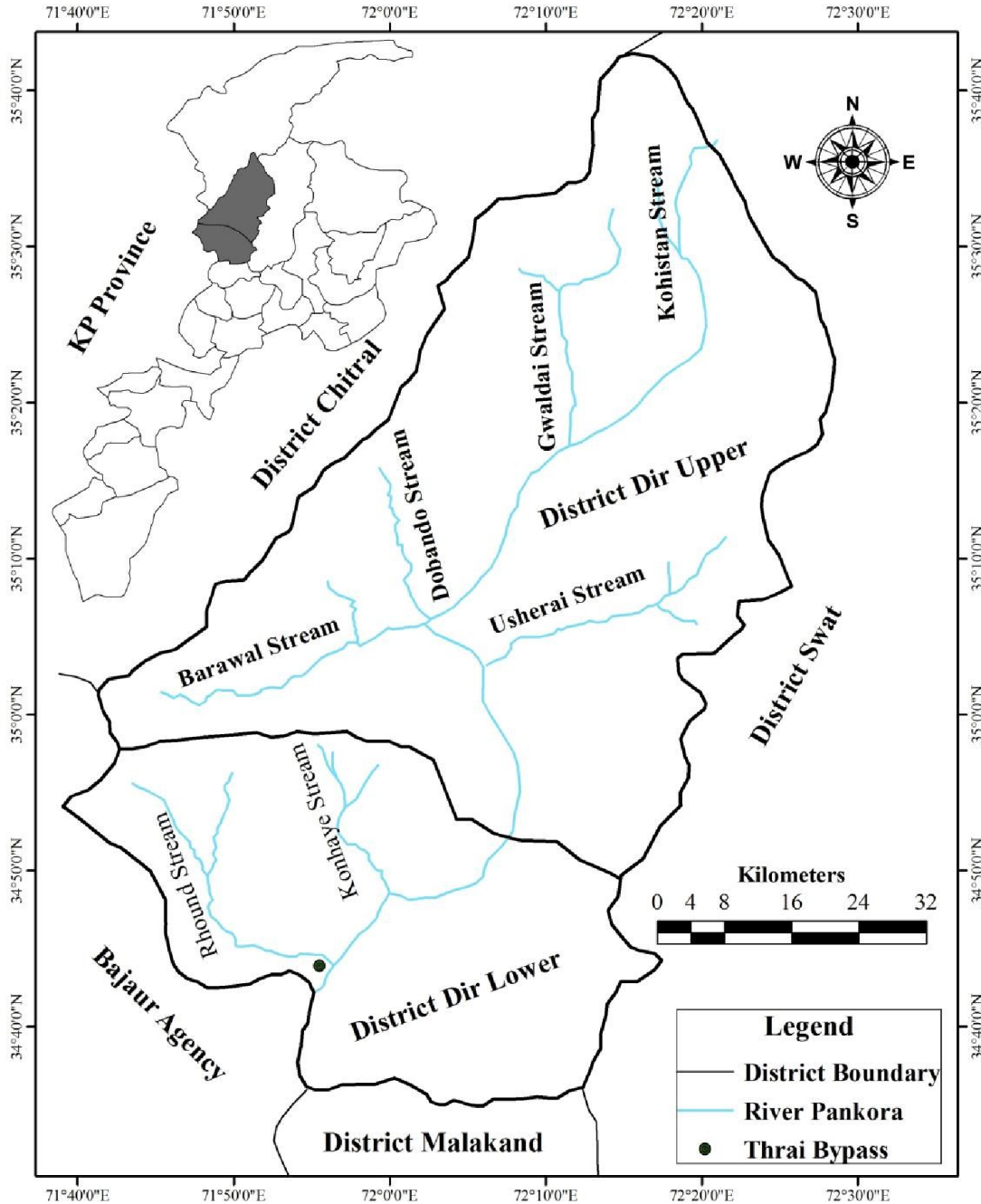


Fig. 1. Map showing study area

2.2 SAMPLING AND IDENTIFICATION

The fish collection was done twice a month, on every 15th and 30th of the month with the help of hand nets, cast nets, Patti nets and simple hooks. The samples were fixed in 10 percent buffered commercial grade formalin directly or after

intraperitoneal injection of 10 percent formalin (in case of specimens larger than 15 cm) and were then transferred into 70 percent alcohol. All possible efforts were made in order to collect maximum number of species. Identification was made after consulting several standard keys and literature such as Fishes of the Punjab [11], Freshwater fishes of the Indian Region [12], Inland fishes of India and adjacent countries [13] and Pakistan ki Taza Pani ke Machliyan [14].

3 RESULTS AND DISCUSSION

During the study period ten edible fish species were identified. Taxonomically, the collection was embodied to three orders, Cypriniformes, Channiformes and Mastacembeliformes and three families. The most abundant family was Cyprinidae of order Cypriniformes represented by 7 genera and 8 species. On the other hand Mastacembelidae of order Mastacembeliformes and Channidae of Channiformes each were represented by only one fish species. The checklist of the identified fish species is given in Table 1. The diagnostic characters and morphometric measurements for these species are given in Table 2 and Table 3 respectively [15]. Fig. 2 to Fig. 11 are showing pictures of the recorded ten fish species.

Table 1: Checklist of Fish fauna of Konhaye Stream District Dir (Lower) with Local names

S. No	Order	Family	Genus and Species	Local names
1	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Schizopyge esocinus</i>	Ranth/ Aasala
2			<i>Racoma labiata</i>	Kanesatt
3			<i>Cyprinion watsoni</i>	Sabzug
4			<i>Cyprinus carpio+</i>	China kub
5			<i>Crossocheilus diplocheilus</i>	Butten
6			<i>Garra gotyla</i>	Kanesatt
7			<i>Puntius ticto</i>	Paplait
8			<i>Puntius sophore</i>	Paplait
9	Channiformes	Channidae	<i>Channa punctatus</i>	Asle Katarre
10	Mastacembeliformes	Mastacembelidae	<i>Mastacembelus armatus</i>	Bam/ Marmahay

(+) = Exotic species

Ullah and Hasan [16] reported thirteen edible species from river Panjkora including *Schizothorax esocinus*, *Schizothorax plagiostomus*, *Racoma labiata*, *Cyprinion watsoni*, *Cyprinus carpio*, *Tor putitora*, *Channa punctatus*, *Channa gachua*, *Tor macrolepis*, *Crossocheilus diplocheilus*, *Gara gotyla*, *Ctenopheringodon idella* and *Mastacembelus armatus*. *Puntius ticto* and *Puntius sophore* were missing from their study while *Tor putitora*, *Schizothorax plagiostomus*, *Ctenopheringodon idella*, *Channa gachua* and *Tor macrolepis* were missing ones in present study.

Muhammad et al. [4] reported eleven fish species, among them eight were edible fish species, including *Orius plagiostomus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Carassius auratus*, *Crossocheilus diplocheilus*, *Gara gotyla*, *Schizothorax esocinus* (now known as *Schizopyge esocinus*), *Channa punctatus* and *Racoma labiata* from river Panjkora at District Dir Upper. In comparison to their study *Orius plagiostomus*, *Oncorhynchus mykiss* and *Carassius auratus* were missing from the present study while *Cyprinion watsoni*, *Cyprinus carpio*, *Puntius ticto*, *Puntius sophore* and *Mastacembelus armatus* were absent from their study.

Table 2. Diagnostic Characters of Ichthyofauna of Konhaye stream

S.No	Species	D	P	V	A	C	L.L
1	<i>Schizopyge esocinus</i>	4/8	20	10	3/5	19	95-98
2	<i>Racoma labiata</i>	4/8	20	11	3/5	19	110
3	<i>Cyprinion watsoni</i>	3/9-10	15	8	2/7	19	33-36
4	<i>Cyprinus carpio</i>	3/17	15	9	3/5	19	36-38
5	<i>Crossocheilus diplocheilus</i>	3/8	15	9	2/5	19	38
6	<i>Garra gotyla</i>	2/8	15	8	2/5	19	30
7	<i>Puntius ticto</i>	3/8-9	15	1/8	3/5	19	23-26
8	<i>Puntius sophore</i>	3/8-9	17	1/8	3/5	19	23-26
9	<i>Channa punctatus</i>	29-32	17	6	21-23	12	37-40
10	<i>Mastacembelus armatus</i>	32-39	23	-	3/75-8	-	-

D=Dorsal fins, P=Pelvic fins, V=Ventral fins, A=Anal fins, C=Caudal fins, L.L=Lateral Line Scales

Hasan et al. [17] worked on River Swat and reported fifty fish species consisting of sixteen edible fish species viz. *Carassius auratus*, *Channa gachua*, *Channa punctatus*, *Crossocheilus diplocheilus*, *Clupisoma garua*, *Clupisoma naziri*, *Cyprinus carpio*, *Eutropiichthys vacha*, *Labeo diplostomus*, *Mastacembelus armatus*, *Mystus bleekeri*, *Oncorhynchus mykiss*, *Racoma labiata*, *Salmo trutta fario*, *Schizothorax plagiostomus* and *Tor macrolepis* after their survey from 2004 and 2010. While comparing these two studies, the species of our study were present in their study as well.

Ullah et al. [18] reported eleven species from Konhaye stream from the same district and tributary of the same river Panjkora. Their collection were including *Schizopyge esocinus*, *Racoma labiata*, *Cyprinion watsoni*, *Cyprinus carpio*, *Crossocheilus diplocheilus*, *Garra gotyla*, *Puntius ticto*, *Puntius sophore*, *Channa Punctatus*, *Channa gachua* and *Mastacembelus armatus*. All the edible fishes of the both the tributaries are similar due to the same prevailed climate and environment. The present study was missing *Channa gachua* which is quite established in Konhaye stream.



Fig. 2. *Schizopyge esocinus*



Fig. 3. *Racoma labiata*

Hasan et al. [19] collected a total of sixteen fish species of the three streams (Salarzai stream, Mamund stream and Nawagai stream) of Bajaur Agency. Their collection was consisting of *Puntius ticto*, *Puntius conchoniensis*, *Barilius modestus*, *Barilius pakistanicus*, *Barilius vagra*, *Crossocheilus diplocheilus*, *Salmophasia punjabensis*, *Carassius auratus*, *Schizothorax plagiostomus*, *Channa gachua*, *Channa punctatus*, *Mastacembelus armatus*, and *Glyptothorax punjabensis*. They recorded eight edible fishes. While comparing these two works, our study was having more edible fish species as compare to their study.



Fig. 4. *Cyprinion watsoni*



Fig. 5. *Cyprinus carpio*



Fig. 6. *Crossocheilus diplocheilus*



Fig. 7. *Garra gotyla*



Fig. 8. *Puntius ticto*



Fig. 9. *Puntius sophore*



Fig. 10. *Channa punctatus*



Fig. 11. *Mastacembelus armatus*

During the present study one exotic edible fish species namely *Cyprinus carpio* (common carp) was also collected while the rest nine fish species were indigenous. If compared with the adjoin streams and rivers, Rhound stream and Konhaye stream both are within the same district and both are having approximately the same edible fish fauna. All the ten species recorded in the present study are present in Konhaye stream, River Panjkora and River Swat. Relatively Rhound stream is more diverse than three different streams including Salarzai stream, Mamund stream and Nawagai stream of Bajaur Agency while less diverse than river Panjkora, river Barandu of district Buner and river Swat.

Table 3: Morphometric measurements (cm) of the recorded fish species

S. No	Fish Species	T.L	F.L	S.L	H.L	E.D	P.O.L	B.D
1	<i>Racoma labiata</i>	14	13.2	12	3.6	0.5	6.6	2.6
2	<i>Channa punctatus</i>	16.5	13.5	5	3	0.6	15.1	3
3	<i>Cyprinion watsoni</i>	13.7	11	12.8	2.5	0.8	1.5	4
4	<i>Cyprinus carpio</i>	16	13	12	3	0.6	1.9	4.3
5	<i>Mastacembelus armatus</i>	23.5	21	3.9	2.4	0.2	22.6	2
6	<i>Crossocheilus diplocheilus</i>	12	11	8.5	1.5	0.5	11	2.2
7	<i>Garra gotyla</i>	13.9	12.4	12.5	2.6	0.4	12.7	3
8	<i>Puntius ticto</i>	10.7	8.6	11.4	2.0	0.4	4.7	1.9
9	<i>Puntius sophore</i>	13.1	10.9	12.1	2.2	0.7	5.9	2.2
10	<i>Schizopyge esocinus</i>	23.6	22.8	19.5	4	0.8	0.3	4

T.L = Total Length, F.L= Fork Length, S.L = Standard Length, H.L = Head Length, E.D = Eye Diameter, P.O.L = Post Orbital Length and B.D = Body Depth

4 CONCLUSION

Concerning the edible ichthyodiversity ten fish species viz. *Schizopyge esocinus*, *Racoma labiata*, *Cyprinion watsoni*,

Cyprinus carpio, *Crossocheilus diplocheilus*, *Garra gotyla*, *Puntius ticto*, *Puntius sophore*, *Channa Punctatus* and *Mastacembelus armatus* were recorded from Rhound stream. Our study showed that the stream can harbor more fish species and can be used for conserving endangered species as well. The current status of edible fish fauna can be improved by monitoring fish fauna regularly. Water quality of the stream should be assessed regularly. Stocking of new fish should be carried out. Regular fishing as well as fishing of non-marketable size fish should be avoided. Conditions favoring fish fauna and its distribution should be prevailed.

ACKNOWLEDGMENT

We are thankful to Muhammad Ikram, Zia Ur Rahman and Atta Ullah for their kind efforts during fish collection.

DISCLOSURE

None of the authors have any conflict of interest.

REFERENCES

- [1] P. Raja, S. Veerasingam, G. Suresh, G. Marichamy and R. Venkatachalapathy, "Heavy metals concentration in Four Commercially Valuable Marine Edible Fish Species from Parangipettai Coast, South East Coast of India," *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 1, no. 1, pp. 10-14, 2009.
- [2] S. Ullah, and T. Ahmad, "Nutritional and Medical Importance of Fish: A Mini Review," *Reviews of Progress*, vol. 2, no. 2, pp. 1-5, 2014.
- [3] C.M. Nagabhushan and B.B. Hosetti, "Diversity of Ichthyo-Fauna in Relation to Physico-Chemical characters of Tungabhadra Reservoir, Hospet," *Wetlands, biodiversity and climate change*. pp: 1-9, 2010.
- [4] I. Muhammad, Z. Hasan, S. Ullah, W. Ullah and H. Khan, "A preliminary survey of fish fauna of river Panjkora at District Upper Dir, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan," *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 362368, 2014.
- [5] H.M. Shaikh, S.M. Kamble and A.B. Renge, "The study of Ichthyofauna diversity in Upper Dudha Project water reservoir near Somthana in Jalna District (MS) India," *Journal of Fisheries and Aquaculture*, vol. 2, no. 1, pp. 8-10, 2011.
- [6] S. Ullah, M.W. Javed, I. Muhammad and W. Ullah, "Physico-Chemical Analysis of Tube Wells' Water at District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan," *Pukhtunkhwa Journal of Life Sciences*, vol. 2, no. 1, 28-37, 2014.
- [7] S. Ullah, M.W. Javed, S.B. Rasheed, Q. Jamal, F. Aziz and S. Ullah, "Assessment of groundwater quality of district Dir Lower Pakistan," *International Journal of Biosciences*, vol. 4, no. 8, pp. 248-255, 2014.

- [8] S. Ullah, N. Ullah and T. Ahmad, "Assessment of Dug Wells' Water for Drinking and Irrigation Purposes at District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan," *American Journal of Life Science Researches*, vol. 2, no. 4, pp. 466-473, 2014.
- [9] S. Ullah, N. Ullah, K. Rahman, T.M. Khan, M.A. Jadoon and T. Ahmad, "Study on Physicochemical Characterization of Konhaye Stream District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan," *World Journal of Fish and Marine Sciences*, vol. 6, no. 5, pp. 461-470, 2014.
- [10] S. Ullah, "GIS Integrated Approach for Assessing Drinking Water Quality," *VDM Publishing Heinrich-Böcking-Str. 6-8 D - 66121 Saarbrücken Germany*. pp. 24-25, 2014.
- [11] M.R. Mirza and I.A. Sandhu, "Fishes of the Punjab," *Polymer Publications Lahore*, 2007.
- [12] K.C. Jayaram, "Freshwater Fishes of the Indian Region," *Narendra Publishing House, Delhi, India*, 1999.
- [13] P.K. Talwar and A.G.K. Jhingran, "Inland fishes of India and adjacent countries," *Oxford and IBH publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi*, 1991.
- [14] M.R. Mirza, "Pakistan Ki Taza Pani Ki machliyan," *Polymer Publications Lahore*, 1990.
- [15] S. Ullah, Z. Hasan, S. Ahmad, M. Rauf and B. Khan, "ichthyofaunal diversity of rhound stream at district Lower Dir, Khyber Pakhtunkhwa Pakistan," *International Journal of Biosciences*, vol. 4, no. 8, pp. 241-247, 2014.
- [16] S. Ullah and Z. Hasan, "The Edible Fishes of River Panjkora at District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa," *PUTAJ (Sciences)*. Accepted for Vol. 20, 2013.
- [17] Z. Hasan, I. Ahmed, M. Yousuf, L. Rehman and J. Khan, "Fish Biodiversity of River Swat," *Pakistan Journal of Zoology*, vol. 45, pp. 283-289, 2013.
- [18] S. Ullah, Z. Hasan and Maryam, "The Edible Ichthyofauna of Konhaye Stream District Dir Lower, Khyber Pakhtunkhwa," *Pakhtunkhwa Journal of Life Sciences*. Accepted for coming issue, 2014.
- [19] Z. Hasan, W. Khan, M.A. Khan, L. Rehman, J. Khan and S. Ullah, "Comparative Abundance of Fish Fauna of Different Streams of Bajaur Agency, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan," *Biologia (Paksitan)*, vol. 60, no. 1, pp. 159-163, 2014.

Overview of Challenges of Agricultural Production and Food Security in Nigeria

P.G. Kughur, P.I. Omale, and G.M. Iornenge

Agricultural Extension and Communication Department,
University of Agriculture, Makurdi Benue State, Nigeria

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

ABSTRACT: The issue of serious food and nutrition problem is now commonly associated with less developed countries. Food is understood as involving interconnected domains with questions of agriculture, socio-political, market and distribution, employment, ecological, roles of women and just to mention a few. It is surprising that most of the problems which international institutions like the World Bank, Food and Agriculture Organization, Economic Commission for Africa, Organization for Economic Cooperation and Development, International Fund for Agricultural Development and governments of developed countries have to deal with supporting the developing countries in the last two decades have revolved around the inability of agricultural sector to provide adequate food and nutrition for their populations. Nigeria government has only been paying lip service to the issue of food security as it is evident in weak policy making in the area of agriculture. For Nigeria to achieve food security, different challenges like political, social, ecological/climate change, institutional weakness, the role of women in food production among others must be taken seriously. It is recommended that all the stakeholders in agriculture: policy makers, scientists, extension workers and farmers be brought together to discuss the challenges confronting food production/security and forage the way forward. Government should consider implementing the views of the stakeholders one after another and continuity of projects and programmes initiated by donor agencies.

KEYWORDS: Overview, challenges, agricultural production, food security, Nigeria.

1 INTRODUCTION

The Food Summit in 1996 defined food security as being achieved at the community level when all people at all times have access to nutritious, safe, personally acceptable and culturally appropriate foods, produced in ways that are environmentally sound and socially just [1]. There are two key components to food security; the production or availability of nutritionally adequate and safe food and the access or capacity to acquire nutritionally safe and adequate food [2].

The dominant theme at the World Food Conference in 1974, food security was brought to global attention as the ability of a country to produce enough food to feed its population [3]. Since then, the concept of food security has expanded beyond simply the strict biological requirements of sustenance for survival. Food security does include consuming at a level adequate for physical and material health, but also the right to cultural preferences, an appropriate manner in which the food is obtained and sustainable cultivation methods [4]. Food security is presently understood as involving agriculture, society, environment, employment, income, marketing, health and public policy [5].

The two main challenges of food availability and capacity to acquire nutritionally safe and adequate food could be categorized into: political challenges, social challenges, ecological/environmental degradation challenges, weak institutional policies or challenges just to mention but a few. Reasons for hunger in developing countries of the world to include high rate of population growth beyond productive capacities, high rate of income inequality, land degradation and soil erosion as well as host of institutional and economic factors limiting developing societies from achieving food security. Income inequality is one source of food insecurity common to both developed and developing countries of the world [6].

In most developing countries, land and water based occupations consisting of crops husbandry; animal husbandry, fisheries and forestry are the major sources of employment and income in rural areas [7]. In this context, agriculture assumes

a more significant role in development of national and global food nutrition security system than just being the source of food. Therefore, in predominantly agricultural countries, importing food would have the additional consequence of enhancing rural unemployment, when this is done to compensate the inadequate national attention to agricultural development. Thus, food security has to be viewed in the context of food production, job creation and income generation. An additional issue of overriding importance, if we are to ensure that today's progress is not at the expense of tomorrow's prospects, is that of conservation of the ecological base for sustained agricultural production. Because of the dominance of agriculture in the economies of Less Developed Countries (LDCs), much reliance is placed on the sector to provide resources for the development of other sectors. In this context, food production as a major part of agricultural activity is looked upon to supply some essential needs of the economy. These contributions can be broadly classified into groups: the role in feeding the population and the role in mobilizing resources for developing the rest of the economy [8].

Undoubtedly, Nigeria is presently one of the countries in Africa known to be experiencing food problems. On attaining independence from British colonial rule in 1960, Nigeria occupied a pre-eminent position in Africa, at first mainly through her sheer size, accounting for about 20 percent of the total population on the continent. Nigeria also had resources, which if well developed and managed could accelerate her economic growth and development [8]. In the immediate post-independence period, Nigeria featured prominently among the world's leading producers and exporters of many agricultural products from which substantial amounts of foreign exchange were earned and utilized for executing key development projects. With the exception of a few processed food products and items that cannot be commercially produced locally, the country was self-sufficient in the supplies of basic food items [8].

Nigeria witnessed the first sign of food problem during the civil war of 1967-70 when agriculture was neglected. The effects of the civil war on food situation were compounded by occurrence of the Sahelian drought which adversely affected agricultural output in the northern parts of the country from about the outbreak of the civil war. The beginning of the serious food problem was 1974/75, the period in which windfall gains in crude oil export earnings were monitored to expand government spending and personal income. At the same time, there was yet no clear strategy for effective utilization of part of the available resources for the transformation of agricultural sector. The consequence was a terrible resource waste and by 1985 the terminal date of the fourth national development plan, food production growth was significantly lagged behind population and income growth. Food import bill had also become an unbearable burden on the economy [8].

The last 15 years have witnessed arm conflict and civil strife which remains the major sources of food insecurity and cause agricultural output losses estimated very high. The economic losses and disruption to food supply and access caused by war and civil strife is very disastrous, especially in low-income country like Nigeria where there are no effective social safety nets. Destruction of crops and livestock results at best reduced food security and at worst, in famine and death [9].

1.1 FOOD PRODUCTION AND NUTRITION

Human bodies require a constant supply of energy and raw materials to maintain vital functions and build cellular structures and tissues worn out in the day to day processes of living. The Food and Agriculture Organization (FAO) estimates that the average minimum daily caloric intake over the world is about 2,500 calories per day. People who receive less than 90% of the minimum intake on a long-term basis are considered to be malnourished. While not starve to death, they tend not to have enough energy for an active productive life [10]. Lack of energy and nutrients also tends to make more susceptible to infectious diseases. People who receive less than 80% of their minimum daily caloric requirements are considered seriously undernourished. Children who are seriously undernourished are likely to suffer from permanently stunted growth, mental retardation, and other social and development disorders. Infectious diseases that are only inconveniences for well fed individuals but threats to those who are poorly nourished, for instance, diarrhea.

1.2 POLITICAL CHALLENGES

After many years of political independence, Nigeria has experienced an atmosphere of political uncertainty. These uncertainties and outright disruptions of national life can be attributed to many years of military rule and lack of political direction. Continuous changes of military administration have undermined the ability of many governments to establish realistic agendas and follow them for reasonable periods. There is no question that only sustained political stability is likely to ensure proper economic planning and thus attract the business community: both domestic and foreign. Careful economic planning has not been a strong point of many governments. The country depends entirely on crude oil, there is a tendency to leap into every ambitious development programme, especially when there is an increase in revenue. The establishment of much ill-conceived state owned enterprises have become the hallmark of governments. As soon as world prices of crude oil

begin to fall our country enter into acute liquidity crises, the governments become extremely unstable. Another point that makes a negative impact in food security is the withdrawal of subsidies on agricultural inputs [11].

Suffice to mention that Nigeria is a country where agriculture accounts for higher percentage of foreign exchange earnings and employments, the amount of resources allocated or appropriated it by governments hardly reflects this. It is very clear from its budget allocations and policies on fertilizer, that agriculture has not been top on its priority list. Also government's attitude of turning blind eyes to escalating food imports into the country did not show any serious measure to promote food security. Just few years ago, analysts have cried against the escalating food imports into Nigeria running to over 200 billion US Dollars annually. Also looking at the federal capital appropriation to agriculture, the figures have shown that percentages in comparison to the capital budget have not been encouraging [12].

Within the agricultural sector itself policies are also inappropriate often favouring the large-scale farmers who operate using most of the time foreign capital. The majority of agricultural producers are small-scale farmers and often than not agricultural policies have ignored them. Neglecting the small-scale farmers in any agricultural policy formulation, this means the strategies that define the local circumstances will often meet passive resistance, as they will be top-down policy approach [13].

1.3 MARKETING AND DISTRIBUTION CHALLENGES

Improving the distribution system requires the development of adequate infrastructure such as markets, roads, transport and storage; establishment of market intelligence information and provision of incentives to both producers and traders. The income of households will be improved depending on government's policies regarding employment and transfers. These three components necessary for improving food security are interlinked in that improved marketing system which in turn will contribute to the rising incomes of majority of population. In view of this close relationship of the three components, the importance of marketing system in food policy is great as it can promote dependable supplies of low cost food both for rural and urban population [14]. The major problem inhibiting the development of adequate marketing system includes government policies regarding food, trade, pricing and storage. Besides, the handling of part of direct human value, such as gain, efficient to every component of the business with particular stress on the preparation of value added products from each of the components. Recent advances in bio-processing, microbiological enrichment of cellulosic materials and chemical engineering have opened up new opportunities in business utilization [14].

1.4 THE EMPLOYMENT CHALLENGES

The farm sector plays a dominant role in providing employment. In order to attract and retain youth in agricultural occupations, farm technologies should be both intellectually satisfying and economically rewarding. Agricultural system that can generate downstream employment in the secondary and tertiary sectors will be necessary to create more skilled jobs for rural men and women. An integrated approach to on-farm and off-farm employment and blending traditional and frontier technologies is urgently needed unless this is done otherwise graduate of agriculture from tertiary institutions will continue to move to other disciplines [11].

1.5 THE SOCIAL CHALLENGES

With political independence, Nigerian government began to introduce its own strain of insecurity, state-owned enterprises filled with bureaucratic inefficiencies and heavy doses of corruption among politicians (civilian and military) who amassed wealth and freedom from punishment at the expense of the poor and indeed of our nation. Ironically, these same people are the one who use their political position to formulate laws which prevent progress in many areas. The economic and political structure of Nigeria ignores the fact that food and agricultural production takes place in the rural areas while policies are oriented in the favour of urban constituency. As a result, the bulk of foreign exchange earnings from the cash crops produced by the rural folks are used in the urban sectors and especially in the non-productive sectors of the economy [11].

Land tenure systems with associated customs and traditions have played a dominant role in Nigeria agriculture. Most subsistence farmers operate within the system of communal tenure where individual farmers use portion of land available to them. The land continues to belong to the community [11]. However, in many instances such community land end up the property of landowner who exercise form of feudal tenure whereby the subsistence farmers are given the right to use portions of the land so long as some dues are paid either in the form of labour, providing food or some other forms. It is obvious that in such situation there is little protection of rights of subsistence farmers and for the most part they live under

the shadow of uncertainty. Also this biasness in policy within agriculture sector resulted in the failure of Green Revolution to meet the needs of the small farmers [11].

1.6 THE ECOLOGICAL CHALLENGES

Although the problems we face today to promote sustainable nutrition security are staggering, we will have to be prepared to face the challenges of the future, particularly in relation to probable change in climate. These include changes in precipitation and temperature, induced by increasing concentration of carbondioxide (CO₂) and other industrial gases in the atmosphere. Also with damage to the ozone layer, the incidence of ultra-violet (UV) radiation will continue to increase. We do not know the potential impact of the higher levels of UV radiation on yield of crops. These changes will have more visible impact in the near future. Whatever the magnitude of the change may be, it will be prudent to make the scientific investment necessary to face difference climate scenarios [7].

Ecological security implies the conservation and sustainable management of the basic life support systems of land, water, flora/fauna and atmosphere. It involves concurrent and integrated attention to all components of the biosphere and geosphere. Ecological security is the foundation on which enduring edifices of food and livelihood security can be built. Studies on climate change have assumed great significance within the last 15 years since Villack meeting Austria in 1985 [14]. The scientists attending the conference announced that as a “result of increasing concentration of greenhouse gases it is now believed that in the first half of this century a rise in global mean temperature could occur which will be greater than any in man’s history”. The rise in temperature they predicted is now been observed globally, while there is a consensus on the nature of global climate change, the nature of climate in the country is not well understood. In Nigeria, climate is already excreting control over development programmes; the future of Nigeria will have to be planned carefully bearing in mind the sensitivity of the country to climate change [14].

1.7 FACTORS AFFECTING WOMEN’S ROLE IN FOOD PRODUCTION

Given women’s crucial role and contributions to food security, any efforts to reduce food insecurity worldwide must take into consideration constraints affecting women’s ability to carry out these roles and make their contributions, with a view to removing the constraints and enhancing women’s capacities [15]. Various in-depth studies carried out so far in the field of agriculture indicate that in spite of key role of women in crop production, animal husbandry, forestry and post-harvest technologies, services and public policies for rural areas have often tended to neglect the productive role of women. Consequently, the development of technologies specifically tailored to women-specific occupations and the involvement of women in technology development and transfer have received inadequate attention from both scientific and administrative department of governments. The same is true for training, women farmers play a predominant role in food security; they often lack access to agricultural services. For instance, lack of land ownership restrict women farmers access to credit as land is often used as collateral, membership in cooperative organization, training and extension services have been predominantly directed towards men, many agricultural development policies and programmes are yet to address adequately the needs of small-scale farmers particularly women [15].

1.8 INSTITUTIONAL WEAKNESS/CHALLENGES

Institutional weaknesses with unfavourable effects on food security are present in many areas of Nigeria; manpower development, research and extension, local institutional proliferation, etc. Several factors have hampered the development of local institutions and the active participation of people in the activities that affect their lives. Projects designed to increase incomes and improve living standards of the rural people are often designed and implemented without involving them at planning stage and decision about what to do, how to do it and who should do it. Lack of adequate resources to invest in rural infrastructure and agricultural credit is largely as a result of failure to develop an appropriate institutional policy that brings about the gradual evolution of rural financial markets. Development strategies have more often intended to depend excessively on cheap capital provided by both multilateral and bilateral donors to build infrastructure. In so doing, mobilization of domestic financial institutions that would provide financial intermediation for mobilizing rural saving and distributing credit for local development undertakings have hardly received the attention it deserves [16].

Nigeria is face with a double tragedy of either feeding its population or paying its debts. By the way of inherited production and consumption structures, the country has been conditioned to emphasize the production of raw materials. What is worse as the population pressures have increased; imported foodstuffs have joined the list of essential import items of the country even though their prices continue to increase and money to buy them harder to obtain [16]. The central challenge of scientific research is how it can help to mobilize and build in home grown human capacities so as to make

common sensible personal, family and national development decisions on a sustained basis; such a policy standpoint requires that there be a vigorous and continuing interaction between the research community, the policy makers, the implementers of policies and the users of research result. This interactive relationship is absent in Nigeria; we need to deliberately bring these four groups of actors for the economic well being of the country together in a common future. Nigeria agriculture is now at crossroad, not sure of which path to follow in preparation for the even more problematic and severely competitive future [17].

1.9 DATA CHALLENGES/THE ROLE OF DATA

In order to measure the attainment of the expected objectives and outcomes of several programme and project, data are required. The data collected, when analyzed, provides information for programme management and stakeholder in ascertaining the level of objectives achieved. The information can guide both current decision-making and future planning. It can assist in rendering accountability to programmes implemented. It can equally provide lessons of experience and awareness of the positive and negative factors affecting programme implementation sustainability [18].

However, the lack of data and other information in Nigeria is evident in many areas. Even though this has been a feature of developing economy for many years, the problem has tended to increase because only very few positive steps have been taken to solve this situation. It is not exaggeration to claim that the actual situation from year to year is not known. The little available information is also not comprehensive, and a good proportion of this is obtained not from regular recording of information but from exercises carried out by adhoc committees or through private research, conferences and workshops. Consequently, the reliability of the information can hardly be guaranteed. The information most affected includes basic food production data, food trade data, food consumption data, population data and the actual impact of government policies [8].

2 THE IMPORTANCE OF WATER IN FOOD SECURITY

Human food requirement consists of four principal sources; water, agricultural crops, livestock and fisheries. Essentially, the demand for food depends on population and dietary habits/per capita daily calorie intake of the people under consideration. On the other hand, the food requirement of the nation is dependent on an additional factor; food import and export. Consequently, there are basically three ways to produce these food requirements: through rain fed agriculture, irrigated and food import. In all cases water is the most important determinant to increased food Production and rural development [19].

The water resources of Nigeria are estimated to be 250,000 million cubic metres (MCM) comprising 190,000 MCM of surface water with the balance in the form of ground water. This notwithstanding, water is still a limiting factor to agriculture in many countries but most especially in the semi-arid and dry sub-humid zones above latitude 11^o north [19]. Water is vital and necessary for food production as such it has played a vital role in the prevention of famines and widespread starvation and in the rising standard of living of millions of farmers. Nevertheless, the performance of many irrigation and drainage system is significant below potential due to variety of shortcomings. These include initial design, use of inappropriate technology, distribution system layouts that did not adequately reflect existing conditions, unsupportive governance environment and poor management system [19].

2.1 INAPPROPRIATENESS OF LOCATION AND SCALE OF FOOD RESERVE STATIONS/SILOS

The fact that government decides to bear the responsibility of managing food reserve stocks have come to be determined more by political forces rather than economic or operational consideration. Stocks are usually constituted either in the neighbourhood of cities or inaccessible area based on the interest to political leaders. Although it seems reasonable to established reserve stocks near cities to cope with emergency needs of the unemployed urban poor, the problem is that in cases of severe crop failures in the rural areas, the stocks are hardly transferred in time to the affected areas [16]. The ambitious large-scale silos and warehouse that have been established by government have also brought about additional problems. In some cases the public parastatals that are responsible for the procurement of grains lack the financial resources to procure a corresponding volume of food and as a result the large silos or warehouse are often kept more than half empty.

Food reserves are now exclusively constituted with grains while other staple food such as root tubers, meat and dairy products are left out. Cereals grains are durable commodities and are more appropriate for long term storage without special conditions. In Nigeria, tuber crops constitute a larger share to the per calorie intake. Thus, in view of the importance of these food commodities and production potentials in Nigeria, they cannot rationally be excluded in any national food security

policy. Their perishability cannot prevent Nigerians from looking at ways of preserving them, more particularly as traditional processing methods are known to exist [16].

2.2 GOVERNMENT ASSISTED PROGRAMMES FOR FOOD SECURITY

The Federal Government of Nigeria (FGN) in collaboration with States and Local Governments as well as external agencies such as World Bank, International Fund for Agricultural Development (IFAD) and African Development Bank (ADB) always initiate several programmes and projects in order to assist farmers by providing an enabling environment for effective productivity [18]. The Agricultural Development Bank (ADB), for example, commenced as enclave project: Agricultural Development Project (ADP) in Nigeria in 1975. It started in a few states but late 1980s went nation-wide including the Federal Capital Territory (FCT). Each ADP has a number of frontline staff disseminating information on agricultural technologies to farmers. The ADP system progressed from the state-wide project to the multi-ADPs (MSADPs 1, II and III). The ADPs have implemented a number of specific sub-sector focused projects such as the Cassava Multiplication Programme (CMP) sponsored by IFAD, which later progressed to the Roots and Tubers Expansion programme (RTEP). There is also the National Fadama Development Programme (NFDP) of which is been implemented in stages. The National Agricultural Technology Support Project (NASTP) was also implemented in the late 1990s. The National Special Programme for Food Security (NSPFS) among others. The major problem concerning sponsorship of these projects and programmes by the donor agencies in Nigeria is that immediately the donor agencies withdraw their assistance the project will collapse [18].

2.3 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Recent approaches to agricultural production and food security have failed to achieve the absolute number of food insecure or to ensure environmental sustainability. But the view on how to improve global security vary greatly, the global inequality in people's ability to acquire food remain one of the biggest obstacle to achieving food security for all. The important consideration for food is whether the food production, distribution, accessibility and affordability would remain higher than population growth rate. Furthermore, food security cannot be achieved without significant improvement to people's availability and the ability to acquire food. Food production is an important area of food production security but not the only part, approaches to achieving food security should focused on both technical aspects of food production and aspects that shapes the local farming practices and access to food. For us to achieve food security, different challenges/factors like political, social, ecological/climate change, institutional weakness, the role of data in food security, government programmes and the role of women in food production among others must be taken seriously. It is recommended that government should have the political commitment to implement policies that will ensure food security, interaction between the research community, policy makers, implementers of policies and the users of research result on continue basis and government should consider implementing the views of the stakeholders one after another and there should be continuity in projects and programmes initiated by donor agencies.

REFERENCES

- [1] Fairhoiom, J. (1998). Urban Agriculture and Food Security initiatives in Canada: A survey of Canadian Non-Governmental Organizations. *City Feeding People Series*. pp. 25
- [2] Rabinowicz, J. (2002). Urban Food Security and the Potential for Urban Agriculture. Retrieved From <http://www.Urbanfood.Mtl.org/organisation.html> on 23/8/2011
- [3] Allen, P. (1993). *Food for the Future*. Wiley and Sons Publishers, New York. pp. 23, 24
- [4] Robertson, R. E. (1990). The Right to Food: Canada's Broken Covenant, Canadian Human Rights Yearbook 6, pp.8,9
- [5] Pottier, J. (1999). Anthropology of Food. The Social Dynamics of Food Security. Cambridge policy press.
- [6] Allen, P. (1999). Rewarding the food Security Net: Mediating Entitlement and Entrepreneurship. *Agriculture and Human Values* (16)1 117-129
- [7] Sinha, S. X., Rao, N.H and Swaminathan, M. S. (1988). Food Security in the Changing Global Climate. In: M.S. Swaminathan (ed), Proceeding of International Conference for the Changing Atmosphere: implication for Global Security. Toronto, Canada. 27-30, June. pp 1-5
- [8] Ojo, M. O. (1991). Food policy and Economic Development in Nigeria. Page Publishers Services Ltd. Lagos, Nigeria. pp 2-19
- [9] FAO, (2000a). Annual Report on State of Food and Agriculture. Paris, September. pp. 15
- [10] Shinkafi, M. A. (1999). Relationship between Environment, Food production and Nutrition: The Nigerian Dry Lands Situation. Paper presented at the National Training and Workshop on the place of Environment Health and

- Sanitation in the 21st Century and Strategies for Combating Desertification. Central Hotel, Kano, Nigeria, 1st -3rd November, pp. 4-7
- [11] Ayensu, S.E. (1998). Beyond the Crises in Africa Agriculture: Balancing Conservation and Development. In: HANS D'ORVILLE (ed), Proceedings of an International Conference on Challenges of Agricultural Production and Food Security in Africa at Ota, Ogun State, Nigeria 27-30 July. pp.185- 195
- [12] Daily Trust Newspaper, (2004). The Insecurity of Food Security. *Media Trust, Nigeria Limited*. Wuse Zone 6 Abuja, Nigeria. Tuesday, 4th May. pp.5
- [13] Swaminathan, M.S. (1989). Agricultural production and Food Security in Africa, In: HANS d'ORVILLE (ed), proceedings of a International Conference on Challenges of Agricultural production and Food Security in Africa by African Leadership Forum in Ota, Ogun State, Nigeria. 27-30 July, pp 29-43.
- [14] FAO, (2000b). Gender and Food Security: Factors Affecting Women's Role in Food Security. Retrieved on 25/8/2011 from <http://www.fao.org/DOCREP/x/198e/x03htm>
- [15] National Farmers Association of Zimbabwe, (1989). The Practice of Agriculture, Farmers Viewpoint. In: HANS d'ORVILLE (ed), Proceeding of an International Conference on Challenges of Agricultural Production and Food Security in Africa at Ota, Ogun State, Nigeria. 27-30 July, pp. 131-137
- [16] ECA, (1998). The Economic Commission for Africa. Challenges of Agricultural Production in Africa. In: HANS D'ORVILLE (ed), Proceedings of an International Conference on Challenges of Agricultural Production and Food Security in Africa at Ota, Ogun State, Nigeria 27-30 July. pp. 65-99
- [17] Odhiambo, R. T. (1989). The Practice of Agriculture in Africa: Problems and Prospects. In: HANS d'ORVILLE (ed), Proceedings of a International Conference on Challenges of Agricultural Production and Food Security in African at Ota, Ogun State, Nigeria. 27-30 July, pp 114-116
- [18] Salisu, A. I. (2004). The Role of Data in Food Security in Nigeria. paper Presented at the 1st National Security on Satellite Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) In Sustainable National Development. Meridian Hotel, Abuja, Nigeria. 15 June. pp 1-4
- [19] NINCID, (1999). Report of Nigerian National Committee of International Commission on Irrigation and Drainage. pp. 12-17

Stabilité d'un tube déformable par la méthode des perturbations

[Stability of a deformable tube by the perturbation method]

Edouard Diouf

Laboratoire de Mathématiques et Applications,
Université de Ziguinchor, BP 523 Ziguinchor, Sénégal

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

ABSTRACT: We consider a nonlinear hyperelastic tube subjected to a deformation radial. We study then the phenomena of asymptotic stability of the tube. We use techniques for obtaining approximations to periodic time solutions of nonlinear second-order differential equations subject to a harmonic forcing term, and to limit cycles of autonomous equations. These approximations take the form of an expansion in integer powers of a small parameter, having coefficients that are functions of time.

KEYWORDS: Hyperelastic, Compressibility, Nonlinear differential equations, Perturbation methods, stability.

RESUME: Dans cette étude, le comportement d'un tube creux hyperélastique, compressible et soumis à des déformations radiales est analysé. Le but est l'étude du problème de la stabilité asymptotique du comportement d'un tube régi par d'une équation différentielle non linéaire. Cette approche est réalisée par la méthode de la linéarisation obtenue par dérivation au sens Gâteaux. Des possibilités d'instabilité ont été mises en évidence. Ces différents comportements dépendent uniquement de la loi constitutive du matériau aux travers des coefficients qui dépendent eux-mêmes des dérivées du potentiel par rapport aux invariants.

MOTS-CLEFS: Hyperélasticité, Compressibilité, Equations différentielles non linéaires, Méthodes des perturbations, Stabilité.

1 INTRODUCTION

Pour étudier la stabilité / instabilité d'un problème mécanique ou physique, il est souvent nécessaire, dans la description mathématique, de résoudre des systèmes d'équations généralement non linéaires afin d'en rechercher les solutions périodiques ou stationnaires. Les premiers travaux sur la stabilité ne retenaient des équations différentielles ordinaires que leur approximation linéaire du premier ordre. Il a fallu attendre quelques années pour que A.M. Lyapunov et H. Poincaré justifient et étendent les propriétés locales déduites du modèle linéarisé.

Lyapunov donne d'intéressants résultats sur la stabilité des équations non linéaires : si l'origine est asymptotiquement stable pour le système linéarisé, alors il est localement asymptotiquement stable pour le système non linéaire.

Poincaré a quant à lui fait des études qualitatives sur la notion de stabilité.

Ces différentes théories seront améliorées par Chataev et Lefschetz [1] notamment par un théorème d'instabilité et une condition nécessaire et suffisante de stabilité.

D'autres travaux ont abouti à une théorie générale sur la stabilité (orbitale) des systèmes hamiltoniens [2]. Il existe différentes notions de stabilité suivant le type ou la symétrie des équations considérées.

Pour la symétrie, il s'agit par exemple d'un changement de variables pouvant porter sur les variables dépendantes (ou indépendantes) et qui laisse l'équation inchangée.

Grillakis, Shatah et Strauss traitent d'ailleurs de groupes de symétrie assez généraux dans leur théorie sur la stabilité [2].

Il existe d'autres approches de la stabilité comme par exemple la technique de la perturbation. Il s'agit de la linéarisation des équations au voisinage d'un point d'équilibre [3].

Certaines méthodes visant à stabiliser les systèmes non linéaires sont basées sur l'utilisation de la linéarisation statique ou dynamique. Elles peuvent conduire à des résultats satisfaisants du point de vue pratique : existence de solutions périodiques d'une certaine base de systèmes d'équations différentielles non linéaires et construction de telles solutions [4,5]. Le problème général de la théorie des perturbations peut être décrit comme suit:

nous avons un système (système d'équations différentielles ou équations aux dérivées partielles) S_0 , sur lequel nous avons déterminé des informations (solutions analytiques, propriétés qualitatives des solutions).

Nous considérons alors «à proximité» de S_0 un autre système S_ε dont les informations qui en sortiront seront comparées à celles obtenues de S_0 [6].

La question posée est alors de savoir si les informations tirées de S_ε sont assez « proches » ou assez « éloignées » de S_0 .

Si certaines perturbations créent des solutions nouvelles, loin de toute solution de l'équation de départ, il y a instabilité, sinon nous parlerons de stabilité [7].

Dans ce papier, nous présentons les aspects cinématiques et dynamiques d'un tube creux composé de matériau hyperélastique compressible.

Ensuite, on étudie les conditions d'instabilité dans le comportement du tube ; une solution simple est recherchée, puis une technique de perturbation est employée pour mettre en évidence d'éventuelles instabilités.

2 MÉTHODE

2.1 CINÉMATIQUE

L'étude cinématique d'un milieu continu nécessite de définir l'état actuel par rapport à une configuration choisie comme référence et qui peut être la configuration initiale ou une autre faisant intervenir d'autres phénomènes d'élasticité comme la prise en compte des contraintes résiduelles[8]. Dans la cadre des transformations finies, il est approprié de décrire la cinématique d'un milieu continu en configuration Lagrangienne [9].

On considère un secteur circulaire de tube creux composé d'un matériau hyperélastique compressible (figure1).

On appellera configuration 0, l'état de référence ou état de contraintes nulles à déformations nulles ; configuration 1, l'état engendré précontraint dû à la présence des contraintes résiduelles, sans aucun chargement extérieur ; et configuration 2, l'état qui traduit la configuration déformée.

Le système de coordonnées choisi est celui de la configuration cylindrique. Un point matériel M^R est repéré par ses coordonnées (R, Θ, Z) dans la configuration 0, devient le point matériel M^P de coordonnées (ρ, ϕ, ζ) dans la configuration 1, pour enfin se transformer en un point matériel M^T de coordonnées (r, θ, z) dans la configuration 2.

Par la suite, on prendra les notations "i" et "e" pour exprimer respectivement la limite interne et externe du tube [10].

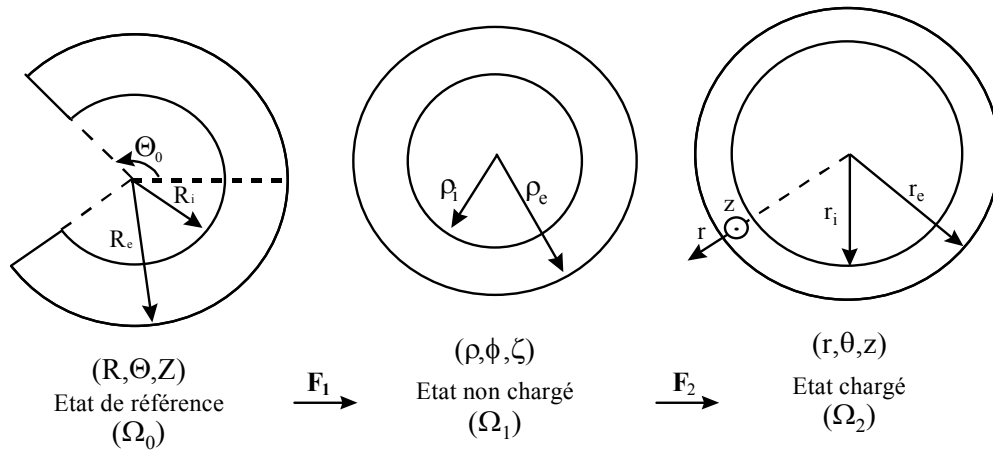


Figure 1: Représentation de la section du tube à l'état de référence (configuration 0), à l'état non chargé (configuration 1) et l'état chargé (configuration 2).

A partir des hypothèses précédemment énoncées, on peut décrire la cinématique du modèle. Pour cela, on note \mathbf{F}_1 le gradient de la transformation qui définit le passage de la configuration 0 à la configuration 1.

D'autre part, la configuration 2, qui traduit l'état chargé, est définie à partir d'un deuxième gradient de transformation \mathbf{F}_2 .

Le tenseur gradient de la transformation totale (configuration 0 à configuration 2) est donné par $\mathbf{F} = \mathbf{F}_2 \mathbf{F}_1$.

La déformation radiale du tube est décrite par ;

$$r = r(R,t), \quad \theta = \alpha \cdot \Theta, \quad z = \lambda \cdot Z, \tag{2.1}$$

où $\alpha = \frac{\pi}{\Theta_0}$, Θ_0 est l'angle caractérisant l'ouverture du tube.

Nous notons par λ le coefficient d'élongation axiale pour la seconde transformation, par R_i et r_i respectivement les rayons internes du tube dans la configuration de référence et la configuration déformée (R_e et r_e représentent les rayons externes).

De l'équation (2.1), on déduit le gradient de la transformation \mathbf{F} , qui dans le système de coordonnées cylindriques s'écrit :

$$\mathbf{F} = \mathbf{diag} \left[\frac{\partial r(R,t)}{\partial R}, \alpha \frac{r(R,t)}{R}, \lambda \right]. \tag{2.2}$$

Notons par $\mathbf{C} = \mathbf{F}^T \mathbf{F}$ et $\mathbf{B} = \mathbf{F} \mathbf{F}^T$ les tenseurs de déformations droit et gauche de Cauchy-Green,

(\mathbf{F}^T est le transposé de \mathbf{F}). A noter que d'après (2.1), $\mathbf{B} = \mathbf{C}$.

Les invariants élémentaires de déformations de \mathbf{B} s'écrivent :

$$I_1 = \text{tr}(\mathbf{B}), I_2 = \text{tr}(\mathbf{B}^*), I_3 = J^2 = \det(\mathbf{B}), I_4 = t_0 \cdot \mathbf{C} \cdot t_0, \tag{2.3}$$

Où $\mathbf{B}^* = \det(\mathbf{B}) \cdot \mathbf{B}^{-1}$, $J, t_0^T = [t_R, t_\theta, t_z]$ sont respectivement l'adjoint de \mathbf{B} , la variation de volume local et la direction d'isotropie transverse qui caractérise un renforcement fibreux du matériau.

2.2 ETUDE DU COMPORTEMENT MÉCANIQUE

Tenant compte d'une part des hypothèses d'anisotropie, d'hyperélasticité et de compressibilité et de l'autre des hypothèses définies du point de vue cinématique, le comportement mécanique du tube peut être décrit par un potentiel thermodynamique [11].

En négligeant le caractère visqueux du milieu, la densité d'énergie de déformation par unité de volume W , dans la configuration initiale s'écrit

$$W = W(I_1, I_2, I_3, I_4), \tag{2.4}$$

Pour obtenir une relation qui décrit le comportement mécanique, hyperélastique non linéaire, on introduit le tenseur des contraintes de Piola-Kirchoff [9].

$$\mathbf{S} = 2 \frac{\partial W}{\partial \mathbf{C}}, \tag{2.5}$$

et le tenseur des contraintes de Cauchy $\boldsymbol{\sigma}$

$$\mathbf{J} \boldsymbol{\sigma} = \mathbf{F} \mathbf{S} = 2 \left((I_2 W_2 + I_3 W_3) \mathbf{I}_d + W_1 \mathbf{B} - I_3 W_2 \mathbf{B}^{-1} + I_4 W_4 \mathbf{t} \otimes \mathbf{t} \right), \tag{2.6}$$

où $W_i = \frac{\partial W}{\partial I_i}$, ($i = 1, 2, 3, 4$) et \mathbf{t} la direction d'isotropie transverse dans la configuration déformée, définie par

$$\sqrt{I_4} \cdot \mathbf{t} = \mathbf{F} \mathbf{t}_0. \tag{2.7}$$

Dans de nombreux problèmes, le modèle incompressible conduit à une bonne description de la réponse mécanique du matériau. Cependant, tous les matériaux « réels » sont compressibles à divers degrés [12], et l'hypothèse $J = 1$ peut conduire, pour certains problèmes aux limites à des résultats considérablement faussés [13]. Le modèle compressible que nous considérons dans cette étude, est celui d'Ogden renforcé [14]. La densité d'énergie de déformation est alors définie par :

$$W = \frac{\mu}{2} \left[(I_1 - 3) + a_1 (I_2 - 3) + a_2 (I_3 - 1) + a_3 \log \sqrt{I_3} + a_4 (I_4 - 1)^2 \right], \tag{2.8}$$

où a_k , ($k = 1, 2, 3$) et μ sont des constantes matérielles et a_4 une constante qui caractérise le renforcement fibreux.

D'après (2.6) la relation de comportement s'écrit

$$\boldsymbol{\square} = \frac{\mu}{J} \left[\left(a_1 I_2 + a_2 I_3 + \frac{a_3}{2} \right) \mathbf{I}_d + \mathbf{B} - a_1 I_3 \mathbf{B}^{-1} + 2 a_4 I_4 (I_4 - 1) \mathbf{t} \otimes \mathbf{t} \right], \tag{2.9}$$

Compte tenu de (2.1), (2.2), (2.3) et (2.7), les quatre premiers invariants élémentaires de déformation s'expriment alors par

$$\begin{aligned} I_1 &= \left(\frac{\partial \mathbf{r}(R, t)}{\partial R} \right)^2 + \alpha^2 \left(\frac{r(R, t)}{R} \right)^2 + \lambda^2, \\ I_2 &= (\alpha \lambda)^2 \left(\frac{r(R, t)}{R} \right)^2 + \lambda^2 \left(\frac{\partial \mathbf{r}(R, t)}{\partial R} \right)^2 + \alpha^2 \left(\frac{r(R, t)}{R} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}(R, t)}{\partial R} \right)^2, \\ I_3 &= J^2 = (\alpha \lambda)^2 \cdot \left(\frac{r(R, t)}{R} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}(R, t)}{\partial R} \right)^2, \\ I_4 &= t_R^2 \left(\frac{\partial \mathbf{r}(R, t)}{\partial R} \right)^2 + \alpha^2 t_\theta^2 \left(\frac{r(R, t)}{R} \right)^2 + \lambda^2 t_z^2. \end{aligned} \tag{2.10}$$

3 PROBLÈME AUX LIMITES ET STABILITÉ

Dans cette section, nous étudions les phénomènes d'instabilité dans le comportement du tube, une solution triviale de l'équation du mouvement, puis une technique de perturbation pour mettre en évidence d'éventuelles instabilités.

Nous supposons que le vecteur unitaire matérialisant la direction d'isotropie transverse est de la forme $t_0^T = [0, t_\theta, t_z]$

Le problème dynamique aux limites est obtenu à partir de l'équation du mouvement qui se réduit, d'après (2.1), à une seule équation :

$$\frac{1}{\frac{\partial r(R, t)}{\partial R}} \cdot \frac{\partial \sigma_{RR}}{\partial R} + \frac{\sigma_{RR} - \sigma_{\theta\theta}}{r(R, t)} = \rho \cdot \frac{\partial^2 r(R, t)}{\partial t^2}, \quad (3.1)$$

où ρ est la masse volumique du tube dans la configuration courante, et qui, en fonction de la masse volumique dans la configuration initiale ρ_0 s'exprime par

$$\rho = \rho_0 / J. \quad (3.2)$$

3.1 SOLUTION TRIVIALE

Pour que R soit solution triviale de (3.1), il faut et il suffit que

$$(\alpha^2 - 1)(W_1 + \lambda^2 W_2) + \alpha^2 t_\theta^2 W_4 = 0. \quad (3.3)$$

Compte tenu de (2.8), la relation (3.3) est équivalente à

$$2a_4 \alpha^2 t_\theta^2 (\alpha^2 t_\theta^2 + \lambda^2 t_z^2 - 1) + (\alpha^2 - 1)(a_1 \lambda^2 + 1) = 0. \quad (3.4)$$

3.2 LINEARISATION PRES DE LA SOLUTION TRIVIALE

Qu'advient-il si nous perturbons légèrement la solution triviale?

Pour trouver l'évolution des fluctuations autour de cette solution, nous appliquons la technique standard de la linéarisation autour de cette solution triviale.

Ainsi, nous obtenons une nouvelle forme de cinématique [5]

$$r = \varphi_0 + \bar{\Psi}(R, t, \varepsilon), \quad \theta = \alpha \Theta, \quad z = \lambda Z, \quad (3.5)$$

où ε est un paramètre indiquant l'amplitude de la perturbation et de norme très petite devant 1 :

$$|\varepsilon| \ll 1,$$

$\varphi_0 = R$ la solution triviale,

$\bar{\Psi}(R, t, \varepsilon)$ une fonction à déterminer.

Dans la base cylindrique $(\bar{e}_r, \bar{e}_\theta, \bar{e}_z)$, nous avons $r = \varphi_0 \bar{e}_r + \Psi \bar{e}_r$.

où nous posons $\bar{\Psi}(R, t, \varepsilon) = \varepsilon \cdot \Psi(R, t, \varepsilon)$ [4].

Dans cette nouvelle configuration, Le tenseur gradient s'écrit alors

$$\mathbf{F} = \nabla(\varphi_0 + \Psi) = \mathbf{F}_0 + \varepsilon \cdot \mathbf{\Phi}, \quad (3.6)$$

où $\mathbf{F}_0 = \nabla \varphi_0 = \text{diag}(1, \alpha, 1)$, $\mathbf{\Phi} = \nabla \Psi$.

Le premier tenseur de Piola – Kirchhoff, développé à l'aide d'une dérivation au sens de Gâteaux donne

$$\pi = \pi_0 + 2.\varepsilon \left\{ \begin{aligned} & W_1^0 \Phi + W_2^0 \left[\Phi.(tr(C_0)I_d - C_0) + F_0(2(F_0 : \Phi)I_d - \Phi^T F_0 - F_0^T \Phi) \right] + \\ & W_3^0 \left((\det(F_0))^2 F_0^{-T} \Phi F_0^{-T} \right) + W_4^0 \Phi(t \otimes t) + \\ & \left[\frac{\partial W_1}{\partial F}(F_0) : \Phi \right] \Phi + \left[\frac{\partial W_2}{\partial F}(F_0) : \Phi \right] F_0(tr(C_0)I_d - C_0) + \left[\frac{\partial W_3}{\partial F}(F_0) : \Phi \right] (\det(F_0))^2 F_0^{-T} \\ & \left[\frac{\partial W_4}{\partial F}(F_0) : \Phi \right] F_0(t \otimes t) + O(\varepsilon^2) \end{aligned} \right\}. \quad (3.7)$$

Avec $W_k^0 = W_k(F_0)$ et $\pi_0 = \pi(F_0)$ le tenseur associé à F_0 .

Le problème linéarisé est alors équivalent à

$$\left\{ \begin{aligned} & \text{Trouver } \Psi \in H^2(\Omega) \text{ solution de} \\ & \Phi = \nabla \Psi, \\ & \frac{1}{\partial r(R,t)/\partial R} \frac{\partial \sigma_{rr}(R,t)}{\partial R} + \frac{\sigma_{rr}(R,t) - \sigma_{\theta\theta}(R,t)}{r(R,t)} - \frac{\rho_0}{J} \frac{\partial^2 r(R,t)}{\partial t^2} = 0 \\ & r = \varphi_0 + \varepsilon.\Psi \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Où Ω est le domaine tri dimensionnel limité par deux cylindres de rayons respectifs r_i et r_e ,

$H^2(\Omega)$ (espace de Sobolev) est l'espace « naturel » des fonctions permettant de résoudre les formulations variationnelles des équations aux dérivées partielles.

En mécanique et en physique, les espaces de Sobolev s'interprètent comme des espaces de fonctions d'énergie finie.

3.3 RÉOLUTION ET STABILITÉ

Pour la résolution du problème (3.8), nous choisissons la forme de Ψ de la façon suivante [4]

$$\Psi(R,t) = U(R) + V(R) \cos(\omega.t),$$

où $U(R)$ et $V(R)$ sont des fonctions inconnues à déterminer.

En l'absence des forces de volume, l'équation du mouvement est de la forme

$$\begin{aligned} & 2.a_4.\alpha^2.t_\theta^2.(\alpha^2.t_\theta^2 + \lambda^2.t_z^2 - 1) + (\alpha^2 - 1)(a_1.\lambda^2 + 1) + \\ & \varepsilon.G_1(R,t) + \varepsilon^2.G_2(R,t) + \varepsilon^3.G_3(R,t) + \varepsilon^4.G_4(R,t) = 0, \end{aligned} \quad (3.9)$$

$$\text{où } G_k = \varepsilon^k G_k \left(R, U(R), \frac{\partial U(R)}{\partial R}, \frac{\partial^2 U(R)}{\partial R^2}, V(R), \frac{\partial V(R)}{\partial R}, \frac{\partial^2 V(R)}{\partial R^2}, \cos(\omega.t) \right), k = 1,2,3,4.$$

L'idée de base est une généralisation du développement de Taylor. On cherche la solution d'un problème avec perturbation comme un développement en puissance de la perturbation.

Compte tenu de (3.4), l'équation (3.9) se réduit à

$$\begin{aligned} & 2.a_4.\alpha^2.t_\theta^2.(\alpha^2.t_\theta^2 + \lambda^2.t_z^2 - 1) + (\alpha^2 - 1)(a_1.\lambda^2 + 1) + \\ & \varepsilon.G_1(R,t) + \varepsilon^2.G_2(R,t) + \varepsilon^3.G_3(R,t) + \varepsilon^4.G_4(R,t) = 0, \end{aligned} \quad (3.10)$$

Avec l'hypothèse que ε est assez petit, nous négligerons tous les termes quadratiques en ε (i.e. $\varepsilon^n \cong 0, n \geq 2$).

L'équation (3.10) devient une équation découplée

$$\beta_0 R^5 \frac{\partial^2 U(R)}{\partial R^2} + \beta_1 R^4 \frac{\partial^2 U(R)}{\partial R^2} + \beta_2 R^3 U(R) + \left(\beta_0 R^5 \frac{\partial^2 V(R)}{\partial R^2} + \beta_1 R^4 \frac{\partial^2 V(R)}{\partial R^2} + (\beta_2 + \beta_3 R^2) R^3 V(R) \right) \cos(\omega t) = 0 \quad (3.11)$$

Ce qui donne après simplification les deux équations suivantes

$$\begin{aligned} \beta_0 R^2 \frac{\partial^2 U(R)}{\partial R^2} + \beta_1 R \frac{\partial^2 U(R)}{\partial R^2} + \beta_2 U(R) &= 0 \\ \beta_0 R^2 \frac{\partial^2 V(R)}{\partial R^2} + \beta_1 R \frac{\partial^2 V(R)}{\partial R^2} + (\beta_2 + \beta_3 R^2) V(R) &= 0, \end{aligned} \quad (3.12)$$

où les β_i ; ($i = 0,1,2,3$) sont des constantes définies par

$$\begin{aligned} \beta_0 &= 1 - a_2 a_3 + a_1 (\alpha^2 + \lambda^2), \\ \beta_1 &= 3 - a_2 a_3 + (a_1 - 2) \alpha^2 + a_1 \lambda^2 (3 - 2\alpha^2) + 4a_4 \alpha^2 t_\theta^2 (1 - \alpha^2 t_\theta^2 - \lambda^2 t_z^2), \\ \beta_2 &= 1 + a_2 a_3 - (a_1 + 2) \alpha^2 + a_1 \lambda^2 (1 - 2\alpha^2) + 4a_4 \alpha^2 t_\theta^2 (1 - 2\alpha^2 t_\theta^2 - \lambda^2 t_z^2), \\ \beta_3 &= \rho_0 \omega^2 / \mu. \end{aligned} \quad (3.13)$$

La première équation de (3.12) est une équation du type équation d'Euler dont la solution est

$$U(R) = A_0 R^{r_1} + A_1 R^{r_2}, \quad (3.14)$$

où A_0 et A_1 sont des constantes d'intégrations, r_1 et r_2 les solutions de l'équation caractéristique

$$r^2 + \left(\frac{\beta_1}{\beta_0} - 1 \right) r + \frac{\beta_2}{\beta_0} = 0, \quad (3.15)$$

C'est-à-dire

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{\beta_0 - \beta_1}{2\beta_0} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\beta_1 - \beta_0}{\beta_0} \right)^2 - 4 \frac{\beta_2}{\beta_0} \right]^{1/2}, \\ r_2 &= \frac{\beta_0 - \beta_1}{2\beta_0} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\beta_1 - \beta_0}{\beta_0} \right)^2 - 4 \frac{\beta_2}{\beta_0} \right]^{1/2}. \end{aligned} \quad (3.16)$$

La seconde équation de (3.12) est une équation de Bessel généralisée dont la solution est

$$V(R) = R^{\left(\frac{\beta_0 - \beta_1}{2\beta_0} \right)} \cdot Z_\nu \left(\left(\frac{\beta_2}{\beta_0} \right)^{1/2} R \right),$$

avec

$$Z_\nu(z) = B_0 J_\nu(z) + B_1 J_{-\nu}(z),$$

B_0 et B_1 des constantes d'intégrations, $J_\nu(z)$ la fonction de Bessel de première espèce d'ordre ν ,

$$J_\nu(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^\nu \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m}{m! \Gamma(\nu + 1 + m)} \left(\frac{z}{2}\right)^{2m} ; \nu = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\beta_0 - \beta_1}{\beta_0}\right)^2 - 4 \frac{\beta_3}{\beta_0} \right]^{1/2}.$$

Le problème (3.8) a donc pour solution

$$r = R + \varepsilon \cdot \Psi(R, t), \tag{3.17}$$

Avec

$$\Psi(R, t) = U(R) + V(R) \cdot \cos(\omega t).$$

Dans le cas où ν n'est pas un entier (c'est qui est le cas dans cette étude), les fonctions $J_\nu(z)$ et $J_{-\nu}(z)$ sont linéairement indépendantes et forment une base de l'espace des fonctions.

En effet, la fonction $\Gamma(u)$ ne prend des valeurs infinies que pour des valeurs entières de u . Ainsi lorsqu'on fait tendre z vers 0, J_ν tend vers 0 à cause du terme $(z/2)^\nu$, alors que $J_{-\nu}$ tend vers l'infini à cause du terme $(z/2)^{-\nu}$.

De plus les Z_ν convergent car les J_ν convergent. Il en ressort l'existence d'une constante positive majorant Z_ν

$$|Z_\nu| \leq L.$$

Ce qui conduit à :

$$|V(R_1) - V(R_2)| \leq L |R_1 - R_2| \sum_{k=1}^{n_0} R_1^{\bar{r}-k} R_2^{k-1}, \forall R_1, R_2 \in [R_i, R_e] \tag{3.18}$$

où $n_0 = 1 + E\left(\left|\frac{\beta_0 - \beta_1}{2\beta_0}\right|\right)$ et $E(u)$ la partie entière de u .

De la même manière, nous pouvons aussi majorer $U(R)$, et par suite la fonction $r(R, t)$ définie en (3.17)

$$|r(R_1, t) - r(R_2, t)| \leq L_0 |R_1 - R_2|, \forall R_1, R_2 \in [R_i, R_e] \tag{3.19}$$

Avec

$$L_0 = 1 + \varepsilon \cdot \text{Sup}[L_1, L_2]$$

où

$$L_1 = \left| A_0 \sum_{k=1}^{\bar{r}_1} R_1^{\bar{r}_1 - k} + A_1 \sum_{k=1}^{\bar{r}_2} R_1^{\bar{r}_2 - k} + L \sum_{k=1}^{n_0} R_1^{n_0 - k} R_2^{k-1} \right|,$$

$$L_2 = \left| A_0 \sum_{k=1}^{\bar{r}_1} R_2^{\bar{r}_1 - k} + A_1 \sum_{k=1}^{\bar{r}_2} R_2^{\bar{r}_2 - k} + L \sum_{k=1}^{n_0} R_1^{n_0 - k} R_2^{k-1} \right|,$$

$$\bar{r}_1 = 1 + E(|r_1|), \bar{r}_2 = 1 + E(|r_2|).$$

L'inégalité (3.19) montre que la fonction $r(R, t)$ est L_0 - contractante.

Cette inégalité démontre aussi une propriété de stabilité liée aux perturbations [15]. Cette propriété repose essentiellement sur le caractère lipchitzien de $r(R, t)$.

La sensibilité est mesurée par la constante de stabilité L_0 qui dépend à la fois ε, n_0, r_1 et r_2 et des conditions initiales et/ou aux limites (constantes d'intégrations).

Plus elle est grande, plus la solution (3.17) s'éloigne de $\varphi_0 = R$, il apparaît alors des phénomènes d'instabilité à L_0 .

Ce résultat appliqué au théorème de Cauchy-Lipchitz [16], montre que le problème étudié est bien posé au sens de Hadamard, et que la solution dépend continûment de n_0, r_1 et r_2 .

D'autre part, nous savons du théorème sur la dépendance continue de la solution par rapport aux valeurs initiales [17] que si l'on se donne un intervalle de temps fini déterminé, pour un écart suffisamment petit des valeurs initiales, la solution s'écartera peu au cours d'un court temps donné. Pour l'étude de la stabilité, cet égard est quantifié par la constante L_0 .

Dans cette étude, l'analyse des solutions se ramène à celle des solutions maximales [16]. Il en ressort que la solution générale (3.17) ne pouvait être exprimée en utilisant les fonctions élémentaires.

4 CONCLUSION

A la lumière de cette étude, nous avons montré la possibilité offerte par cette méthode pour l'étude de la stabilité d'un tube creux au travers une équation différentielle non linéaire présentant une solution évidente. Il ressort de cette étude que l'analyse de la stabilité dépend de la loi constitutive du matériau aux travers des coefficients $\mathcal{E}, n_0, r_1, r_2$ en plus des constantes d'intégrations. Les résultats obtenus sont importants dans le sens où ils suggèrent qu'il est possible de retrouver un résultat de stabilité en étudiant le caractère lipchitzien des fonctions. Ce qui est d'ailleurs conforme au théorème de Cauchy – Lipchitz.

Cette approche est généralisable à toute loi constitutive de même nature.

REFERENCES

- [1] Hahn, W., *Theory and Application of Liapunov's Direct Method*. N.J : Prentice-Hall inc, 1963.
- [2] Grillakis, M, Shatah, J et Strauss, *Stability theory of solitary waves in the presence of symmetry.*, W. 1987, I.J. Funct. Anal, pp. 160 - 197.
- [3] Biot Ma., *Linear thermodynamics and the mechanics of solids*. Proc. Third U.S : American Society of Mechanical Engineers, 1958. National Congress, Applied Mechanics. pp. 1-18.
- [4] Diouf E., *Exact solution of a problem of dynamic deformation and nonlinear stability of a problem with a Blatz-Ko material*. 2012, International Journal of Scientific & Engineering Research, pp. ISSN 2229 - 5518.
- [5] Jouve, F et Dry, D L., *Modélisation de l'oeil en élasticité non linéaire*. Paris : Masson, 1993.
- [6] Giampaolo, Cicogna et Giuseppe, Gaeta. *Symmetry and perturbation theory in nonlinear dynamics*. Italy : Springer-Verlag Physics Editorial , 1999.
- [7] Olivier Druet, *La notion de stabilité pour les équations aux dérivées partielles elliptiques* 2010, Sociedade Brasileira de Matematica, Vol. 19, pp. 1-100.
- [8] Chuong C.J., Fung Y.C., *Residual Stress in arteries*. 1986, Journal of Biomechanical Engineering, pp. 189-192.
- [9] Green AA.E., Zerna W., *Theoretical Elasticity*. London:Oxford : University Press, 1968.
- [10] Zidi M., Cheref M., Oddou C., *Finite elasticity modelling of vascular prostheses mechanics*. 3, 1999, Eur. Phys. J. Appl. Phys, Vol. 7, pp. 271-275.
- [11] Spencer, A.J.M., *Continuum theory of a Mechanical of Fibre-Reinforced Composites*. Springer, 1984.
- [12] Lemaître J., Chabiche J.L., *Mécanique des milieux solide*. Paris : Dunod, 1985.
- [13] M.F., Beatty, *Topics in finite elasticity: hyperelasticity of rubber, elastomers and biological tissues- with examples*. 1987, Appl. Mech. Rev, pp. 1699-1734.
- [14] M., Zidi, *Combined torsion, circular and axial shearing of a compressible hyperelastic and prestressed tube*. 2000, ASME J. Appl. Mech., pp. 33-40.
- [15] Kato, Tosio, *Perturbation theory for linear operators*. Berlin : reprint of the 1980 edition, 1995.
- [16] Rouche, N et Mawhlin, J., *Equations différentielles ordinaires*. Paris, Tome II : Masson et Cie, 1973.
- [17] L.Pontriaguine, *Equations différentielles ordinaires*. Editions MIR.1975 Moscou.

Association entre l'indice de masse corporelle, l'activité physique et la sédentarité chez les adolescents algériens

[The Association between Body Mass Index, and Physical Activity and sedentary of Algerian adolescents]

N. FEDALA¹⁻², L. MEKIMENE¹, A.E.M. HADDAM³, and N.S. FEDALA⁴

¹Département de technologie alimentaire et nutrition humaine, École nationale supérieure agronomique, Alger, Algérie

²Ecole Préparatoire en Sciences de la Nature et de la Vie, Alger, Algérie

³Hôpital Bologhine, service d'endocrinologie, Alger, Algérie

⁴CHU Bab El Oued, service d'endocrinologie, Alger, Algérie

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: Several studies have shown a positive relation between the body mass index (BMI) and the physical activity. The aim of this study is to investigate the relation between BMI and PA of Algerian adolescents. Three hundred and fifty Algerian adolescents (165 boys and 185 girls) between 10 and 19 years old participated to this study. The adolescents completed PA and lifestyle questionnaires. They were 185 girls (52.9%) and 165 boys (47.1%) with 13.17 ± 1.51 years old average age. The average weight was 48.42 ± 11.51 (range 25 to 92 kg), and the average size was 1.59 ± 0.11 m (range 1.20 to 1.90 cm). The Body Mass Index (BMI) was $19.03 \text{ kg/m}^2 \pm 3.77$ (range 12.17–38.19). Obesity was more common in boys (2.42%) than girls (0.54%). The most of adolescents 85.10% (82.4% boys and 87.6% girls) go to school on foot. 29.1% of adolescents (31.5% boys and 27% girls) spend 1-2 hours per day on watching the television during the week and 28.3% (29.1% of boys and 28.1% of girls) spend on more than 5 hours a day during the weekend. The absence of a national database on the nutritional status of children needs the establishment of a monitoring program of their nutritional status to avoid any future complications in the adult age.

KEYWORDS: Prevalence; adolescent; Overweight; Obesity; Physical activity.

RESUME: Plusieurs études ont montré une relation positive entre l'indice de masse corporelle (IMC) et l'activité physique (AP). Le but de cette étude est d'explorer la relation entre l'AP et l'IMC chez les adolescents algériens. Trois cent cinquante adolescents algériens (165 garçons et 185 filles) âgés en moyenne de 13,17 ans (10–19 ans) ont participé à cette étude. Les adolescents ont rempli un questionnaire d'AP et de style de vie. La population a comporté 185 filles (52,9 %) et 165 garçons (47,1 %) dont l'âge moyen était de $13,17 \pm 1,51$ an. Le poids moyen était de $48,42 \pm 11,51$ kg (extrêmes : 25 et 92 kg), la taille moyenne était $1,59 \pm 0,11$ m (extrêmes 1,20 et 1,90 m). L'IMC moyen était de $19,03 \pm 3,77 \text{ kg/m}^2$ (extrêmes : 12,17 et 38,19). L'obésité touche davantage les garçons que les filles (2,42 % vs 0,54 %). La majorité des adolescents 85,10 % (82,4 % des garçons et 87,6 % des filles) se rendent à l'école à pied. 29,1 % des adolescents (31,5% des garçons et 27 % des filles) passent 1 à 2 heures devant un écran télévisé en moyenne par jour pendant la semaine des cours et 28,3% (29,1% des garçons et 28,1 % des filles) passent plus de 5heures en moyenne par jour pendant le week-end. En l'absence de données nationales, nous insistons sur l'intérêt de la mise en place de programme de surveillance de l'état nutritionnel en milieu scolaire afin d'éviter l'apparition de complications à l'âge adulte.

MOT-CLEFS: Prévalence; adolescent; surpoids; obésité; activité physique.

1 INTRODUCTION

Plus de la moitié de la population adulte mondiale sera en surpoids ou obèse en 2030[1]. L'obésité et le surpoids au cours de l'adolescence constituent un problème préoccupant de santé publique [2] ; il a été démontré qu'ils se poursuivent de l'enfance et de l'adolescence jusqu'à l'âge adulte et sont responsables de nombreuses maladies qui compromettent le pronostic fonctionnel et vital des sujets affectés [3], [4]. En effet, il existe une association entre l'excès de poids en bas âge et de nombreuses complications, et cet excès de poids est aussi lié à un risque accru de morbidité et de décès prématuré à l'âge adulte [5]. Ces conséquences sur la santé physique s'ajoutent aux répercussions psychologiques et sociales en rapport avec la modification de l'image du corps engendrée chez l'enfant par l'obésité [6,7]. Compte tenu de sa progression rapide dans le monde, l'obésité infantile est de nos jours un phénomène de santé de plus en plus inquiétant. Elle représente l'une des conséquences de la transition nutritionnelle et du mode de vie sédentaire ayant émergé dans de nombreux pays et en particulier en milieu urbain [8]. Le mot «sédentarité» tire son origine du verbe latin sedere (être assis). Mais la sédentarité représente un comportement plus général ; aujourd'hui, elle est définie par l'inactivité physique [9]. En 2002, l'OMS considérait que 60 à 85 % de la population mondiale avait un mode de vie sédentaire, dont deux tiers des enfants, et y attribuait deux millions de morts par an [10]. C'est donc un des problèmes de Santé Publique les plus sérieux de notre époque et, même s'il ne retient pas encore suffisamment l'attention, certains parlent «d'épidémie d'inactivité physique» [10].

L'activité physique régulière et modérée a des effets bénéfiques sur la longévité en diminuant la mortalité globale et en particulier la mortalité cardiovasculaire. Les données épidémiologiques initiales présentées dans les années 80 sur les anciens étudiants d'Harvard [11] ont été amplement confirmées par plusieurs études réalisées dans de larges et diverses populations d'hommes et de femmes d'âge variable [12], [13]. Il est bien admis que l'activité physique (AP) a un rôle protecteur contre l'obésité. Cependant, l'association d'un régime hypocalorique adapté est nécessaire [14]. En outre l'activité physique a un effet bénéfique sur la répartition des graisses en particulier viscérales et augmente la masse musculaire. L'apport d'exercices de type musculation est intéressant. Le bénéfice individuel d'une activité physique régulière est encore largement sous-estimé pour la santé, alors que des études ont montré que cette pratique permet de diminuer la mortalité de 10 % à sept ans, notamment la mortalité cardio-vasculaire [15]. Chez 6213 hommes suivis pendant six ans, Myers et al. ont mis en évidence une relation entre capacité physique et mortalité globale, Avec moins 20 % de mortalité pour chaque unité de métabolisme énergétique (MET) supplémentaire développée [16]. Les épidémiologistes s'inquiètent de la véritable pandémie d'obésité qui se dessine dans l'ensemble du monde occidental, notamment chez les jeunes. En France, la prévalence de 6 % en 1980 est estimée à 19 % pour 2020 [17]. Le risque de décès d'origine cardiovasculaire est proportionnel à l'indice de masse corporelle (IMC), il est multiplié par deux pour un IMC supérieure à 30 [18]. La diminution pondérale à la reprise d'une activité physique régulière et modérée est de l'ordre de 6 à 10 % sur 12 mois. La perte de poids est d'autant plus importante que l'activité physique est associée à des efforts diététiques. Comme pour les dyslipidémies, la plupart des études s'accordent sur le caractère suffisant d'une intensité modérée [9].

Les évolutions observées dans les pays en voie de développement montrent clairement un parallélisme entre le développement économique, le recul de la pauvreté, l'urbanisation et l'augmentation de la prévalence de l'obésité [19]. En Algérie, nous ne disposons pas de données nationales. Des études transversales effectuées dans quelques régions ont cependant confirmé ces constatations, démontrant ainsi une nette augmentation de la fréquence du surpoids et de l'obésité chez les enfants Algériens. Le but de cette étude est d'évaluer l'état nutritionnel de l'adolescent Algérien en milieu scolaire et d'estimer la prévalence de l'obésité, et du surpoids par l'IMC.

2 MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une enquête descriptive transversale réalisée de janvier 2014 à juin 2014. À partir d'une liste des établissements scolaires de la ville d'Alger obtenue auprès du ministère de l'Éducation nationale. Trois cent cinquante adolescents algériens (165 garçons et 185 filles), âgés en moyenne de 13,17 ans, (10 à 19 ans) ont accepté de participer à cette étude. Tous ces sujets étaient sains. L'évaluation nutritionnelle est menée dans dix écoles, où tous les intéressés sont informés des objectifs et du déroulement de l'enquête. Les paramètres étudiés sont: Le poids et la taille. L'IMC ou indice de Quetelet ou le BMI est calculé par la formule mathématique suivante : $IMC (kg/m^2) = \text{poids (en kg)} / \text{taille}^2 \text{ (en m)}$. L'IMC est reconnu comme étant un critère international d'évaluation de la corpulence. D'après les seuils retenus par l'OMS, le surpoids est défini comme un IMC égal ou supérieur à 25 kg/m^2 et l'obésité comme un IMC égal ou supérieur à 30 [20].

Pour définir l'activité physique quotidienne habituelle des enfants, un questionnaire leur a été soumis. Ce questionnaire nous a fourni des informations sur le moyen principal de transport utilisé pour se rendre à école (marche, voiture, bus, metro), la durée moyenne par jour en trajet pour aller et revenir du collège (moins de 10 minutes, entre 10 et moins de 20 minutes, entre 20 et moins de 30 minutes, 30 minutes ou plus), la sédentarité (télévision) en semaine et pendant le week-

end. Pour les besoins du traitement statistique des données, l'activité sédentaire, quantifiée en heures par jour, a été regroupées en 7 gammes (Je ne regarde jamais, moins de 1 heure, entre 1 et 2 heures, entre 2 et 3 heures, entre 3 et 4 heures, entre 4 et 5 heures, et plus de 5 heures). L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS version 20.0. Les variables quantitatives ont été décrites par les moyennes et les écarts-types, et les variables qualitatives ont été décrites par les fréquences et les pourcentages en fonction du sexe et de l'âge. L'existence d'une éventuelle corrélation a été précisée par le test de Pearson. Une valeur de $p < 0,05$ était exigée afin d'affirmer le caractère significatif des résultats.

3 RESULTATS

3.1 ÂGE, ET CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES

Au total, 350 adolescents (165 garçons et 185 filles) ont été sélectionnés. Leur moyenne d'âge était de 13, $17 \pm 1,51$ an. Le poids moyen était de $48,42 \pm 11,51$ kg (extrêmes : 25 et 92 kg), la taille moyenne était $1,59 \pm 0,11$ m (extrêmes 1,20 et 1,90 m). À l'exception de l'âge, il n'y avait pas de différences inter-sexes significatives (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques anthropométriques moyennes de l'ensemble des adolescents et des deux sexes

	Ensemble (n = 350) Moyenne \pm ET	Fille (n = 185) Moyenne \pm ET	Garçon (n =165) Moyenne \pm ET
Âge (année)	13, $17 \pm 1,51^a$	13,18 \pm 1,57	13,15 \pm 1,45
Taille (m)	1,59 \pm 0,11	1,58 \pm 0,09	1,59 \pm 0,13
Poids (kg)	48,42 \pm 11,51	46,84 \pm 9,78	50,18 \pm 12,99
IMC (kg /m ²)	19,03 \pm 3,77	18,53 \pm 3,16	19,58 \pm 4,30

ET : écart-type ; IMC : indice de masse corporelle. ^a Différences inter-sexes $p < 0,01$

3.2 PREVALENCE DE L'OBESITE ET DU SURPOIDS

Les caractéristiques de l'ensemble des adolescents obèses et en surpoids et des deux sexes sont résumées dans le Tableau 2. La moyenne d'âge est de $13,4 \pm 1,18$ an. La moyenne de l'IMC est de $28,51 \pm 3,56$. La figure 1 présente la prévalence de l'obésité et du surpoids en fonction du sexe, les garçons sont plus touchés par l'obésité que les filles (2,42 % contre 0,54 % ; $p < 0,05$). Parallèlement, Les garçons sont plus en surpoids (6,66 % contre 2,16 % ; $p < 0,05$).

Tableau 2. Caractéristiques anthropométriques de l'ensemble des adolescents obèses et en surpoids et des deux sexes

	Ensemble Moyenne \pm ET	Fille Moyenne \pm ET	Garçon Moyenne \pm ET
Âge (année)	13,4 \pm 1,18	12,4 \pm 0,56	13,73 \pm 1,16
Taille (m)	1,53 \pm 0,18	1,61 \pm 0,09	1,51 \pm 0,20
Poids (kg)	67,47 \pm 14,15 ^a	70,68 \pm 9,40	66,40 \pm 15,54
IMC (kg /m ²)	28,51 \pm 3,56	26,99 \pm 2,94	29,02 \pm 3,69

ET : écart-type ; IMC : indice de masse corporelle. ^a Différences inter-sexes $p < 0,01$

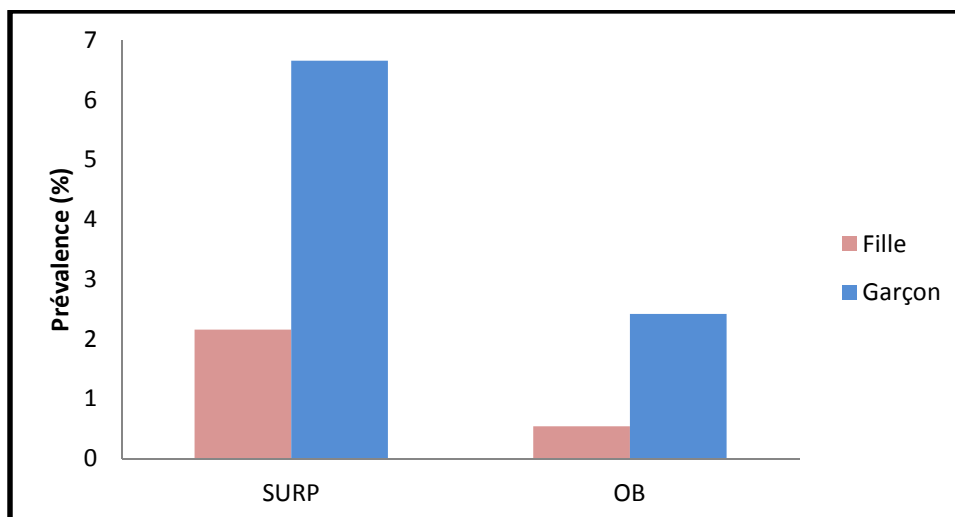


Fig.1. SURP : surpoids; OB : obésité

3.3 ACTIVITE PHYSIQUE ET SEDENTARITE

D'après les données recueillies par le questionnaire, 85,10 % des adolescents (82,4 % des garçons et 87,6 % des filles) se rendent à l'école à pied et 35,40% (36,4% des garçons et 34,6 % des filles) mettent plus de 30 minutes pour y arriver. Par ailleurs; 29,1 % des adolescents (31,5% des garçons et 27 % des filles) passent 1 à 2 heures devant un écran télévisé en moyenne par jour pendant la semaine des cours et 28,3% (29,1% des garçons et 28,1 % des filles) passent plus de 5heures en moyenne par jour pendant le week-end (Tableau 3).

Tableau 3. Activité physique et sédentarité de l'ensemble des adolescents et des deux sexes

Paramètres		Total		Filles		Garçons	
		Effectifs	Pourcentage (%)	Effectifs	Pourcentage (%)	Effectifs	Pourcentage (%)
Transport utilisé pour se rendre à l'école	Marche	298	85,10	162	87,6	136	82,4
	Voiture	41	11,70	15	8,1	26	15,8
	Bus	7	2,00	5	2,7	2	1,2
	Metro	1	0,30	1	0,5	0	0
	Train	3	0,90	2	1,1	1	0,6
Durée moyenne par jour en trajet pour aller et revenir du collège	Moins de 10 min	75	21,40	36	19,5	39	23,6
	10-20 min	84	24,00	53	28,6	32	19,4
	20-30 min	66	18,90	32	17,3	34	20,6
	30 min ou plus	124	35,40	64	34,6	60	36,4
Télévision en semaine	Je ne regarde jamais	13	3,7	5	2,7	8	4,8
	Moins de 1 h/j	33	9,4	21	11,4	12	7,3
	1-2 h/j	102	29,1	50	27	52	31,5
	2-3 h/j	72	20,6	37	20	35	21,2
	3-4 h/j	50	14,3	28	15,1	22	13,3
	4-5 h/j	27	7,7	19	10,3	8	4,8
	5 h/j ou plus	53	15,1	25	13,5	28	17
Télévision en week-end	Je ne regarde jamais	9	2,6	5	2,7	4	2,4
	Moins de 1h/j	13	3,7	8	4,3	8	4,8
	1-2 h/j	49	14,0	26	14,1	27	16,4
	2-3 h/j	58	16,6	28	15,1	30	18,2
	3-4 h/j	64	18,3	28	15,1	36	21,8
	4-5 h/j	50	14,3	38	20,5	12	7,3
	5 h/j ou plus	99	28,3	52	28,1	48	29,1

3.4 CORRELATIONS ENTRE L'ÂGE, L'IMC, L'ACTIVITE PHYSIQUE ET LA SEDENTARITE DES ADOLESCENTS

L'âge était positivement corrélé à l'IMC chez les filles ($p < 0,01$) et les garçons ($p < 0,01$). Toutefois, il n'existe pas de corrélation significative pour les autres paramètres (Tableau 4).

Tableau 4 : Corrélations entre l'âge, l'IMC, l'AP et la sédentarité.

	IMC (kg/m ²) garçons (n = 165)	IMC (kg/m ²) filles (n = 185)
Âge (ans)	0,233 ^a S	0,224 ^a S
Transport utilisé pour se rendre à l'école	0,070 NS	-0,059 NS
Durée moyenne par jour en trajet pour aller et revenir du collège	-0,096 NS	-0,010 NS
Sédentarité en semaine	-0,004 NS	-0,067 NS
Sédentarité en week-end	0,036 NS	-0,066 NS

IMC : indice de masse corporelle ; NS : corrélation non significative. S : corrélation significative ^a $p < 0,01$.

4 DISCUSSION

Nous avons évalué l'état nutritionnel de l'adolescent Algérien en milieu scolaire et estimer la prévalence de l'obésité, et du surpoids par l'IMC. Les méthodes et protocoles utilisés pour estimer le surpoids et l'obésité des enfants varient généralement d'un pays à l'autre, limitant de ce fait la comparaison des résultats. En particulier, les définitions du surpoids, de l'obésité et de la maigreur varient souvent.

En Algérie la prévalence de l'obésité a connu une progression pour atteindre 9,5 % en 2006 [21,22]. Dans notre étude, la prévalence de l'obésité était plus importante chez les garçons (2,42 %) que chez les filles (0,54 %). Parallèlement, les garçons sont plus en surpoids (6,66 % contre 2,16 %, cette différence est observée dans la littérature des pays en voie de développement [23].

Au Maroc, la prévalence du surpoids et de l'obésité était respectivement de 12,9 % ; 3,7% chez les filles et de 9,1 % ; 2,3% chez les garçons [24]. En Tunisie la prévalence de l'obésité a augmenté de 3,3 % à 5,8 % entre 1999 et 2007[25], [26]. À l'Est algérien, dans la ville de Tébessa une prévalence du surpoids incluant l'obésité de 23,10 % (24 % chez les filles vs 23,80 chez les garçons) a été révélée. Les auteurs se sont basés sur les références de l'International Obesity Task Force (IOTF). Le surpoids seul touche 18,64 % des enfants (18,88 % des filles et 18,39 % chez les garçons). L'obésité concerne 5,26 % des enfants (5,11 % chez les filles et 5,41 % chez les garçons) [27]. Toutefois, ces données sont difficilement comparables du fait de l'hétérogénéité des références utilisées pour la classification du surpoids et de l'obésité.

La prévalence du surpoids est plus importante en phase pubertaire, La différence entre garçons et filles peut être expliquée par les particularités de la croissance liées au genre et l'évolution différente de la répartition de la masse grasse selon le sexe [28]. Dans les pays industrialisés, cette différence entre les sexes est plus prononcée de façon variable, chez le garçon que chez la fille, ce qui a été rapporté par plusieurs études [29], [30]. Aux États-Unis, une prévalence de 16,9 % d'obésité infantile est rapportée, en France elle est voisine de 15 % (2002) [31]. Cette prévalence en France a été multipliée par quatre à cinq depuis les années 1960. L'environnement, particulièrement l'alimentation et le niveau d'activité physique pourrait expliquer cette augmentation

Un mode de vie caractérisé par le manque d'activité physique et une inactivité excessive peut entraîner l'obésité chez l'enfant [32], [33].

L'évaluation du profil anthropométrique s'est basée uniquement sur l'IMC, qui malgré sa large utilisation présente des limites. Il devrait être associé à d'autres indices tels que l'épaisseur du pli cutané, la mesure du tour de taille pour une évaluation optimale. L'absence d'informations sur la tension artérielle dont la prise en compte est essentielle pour l'analyse de facteurs pouvant influencer l'IMC n'a pas été prise en compte dans cette étude. La population concerné le secteur d'enseignement public de la ville d'Alger, les écoles privées caractérisées par des classes sociales économiquement plus aisées n'ont pas été inclus compte tenu des contraintes administratives.

Outre l'évaluation précise du surpoids et de l'obésité à partir de données mesurées du poids et de la taille, l'étude a permis également d'estimer le niveau d'AP et de sédentarité de ces adolescents.

Il est bien admis que l'AP a un rôle protecteur contre l'obésité. La surveillance de l'état nutritionnel des enfants constitue une démarche essentielle : elle doit porter au minimum sur la mesure du poids et de la taille pour calculer l'indice de masse corporelle (IMC).

Cette étude montre que la majorité des adolescents algériens (85,10 %) rejoint les bancs de l'école à pied. De plus, cette étude montre que l'IMC est corrélée positivement à l'âge dans les deux sexes.

Le temps passé à regarder la télévision a été retenu comme marqueur du comportement sédentaire (Je ne regarde jamais, moins de 1 heure, entre 1 et 2 heures, entre 2 et 3 heures, entre 3 et 4 heures, entre 4 et 5 heures, et plus de 5 heures). La sédentarité dans la population étudiée était plus accentuée pendant le week-end (28,3%) qu'en semaine (15,1%). À notre avis, ces différences peuvent s'expliquer simplement par le temps libre pendant le week-end.

Dans tous les cas, ces résultats sont inquiétants dans la mesure où l'on sait que le temps passé devant un écran dépasse les 5h en moyenne par jour d'où la prédisposition à un développement de surpoids et d'obésité. À ce titre, dans beaucoup de pays, les enfants et les adolescents sont actuellement encouragés à pratiquer une activité physique modérée.

En Algérie, l'activité physique n'est pas obligatoire dans les écoles primaires et la télévision est très diffusée, ces deux facteurs de risque semblent être la clé de l'obésité infantile [34]. Trost et al. [35] ont montré que les enfants obèses comparés aux enfants normopondéraux présentaient une diminution significative du nombre de séances d'activité physique et de leur durée. Cette étude évaluait également la sédentarité par l'intermédiaire du temps passé devant la télévision. Elle concluait en une diminution de 10 % du risque de survenue d'une obésité par heure d'activité physique quotidienne et en

une augmentation de 12 % par heure passée devant la télévision. En effet, comme le soulignait C. Ebbeling et al. [36], les enfants consomment des aliments très riches en regardant la télévision et sont exposés à des publicités les encourageant à manger de tels produits. Le temps moyen consacré à la télévision 1,6 heures par jour est inférieur à celui publié en Algérie en 2006 (2,2 heures [37] et en France 1,8 heures) en 2000 [38].

En raison de leurs effets sur la santé, l'activité physique et la sédentarité devraient continuer à faire l'objet d'actions de santé publique, voire de recommandations révisées pour en escompter un effet bénéfique sur l'état de santé de la population [39].

Enfin, des actions d'intervention sont nécessaires comme l'éducation nutritionnelle. L'hygiène de vie est essentielle dans la prise en charge de l'obésité infantile. L'idéal à atteindre est d'adopter une alimentation moins calorique, moins salée et de type méditerranéen [40] qui entraîne une réduction de la mortalité totale et cardiovasculaire.

5 CONCLUSION

L'AP occupe une place importante chez l'adolescent Algérien. Toutefois, il ne faut pas oublier l'importance des facteurs environnementaux tels que la sédentarité qui joue un rôle dans l'apparition du surpoids et de l'obésité chez l'enfant. Il paraît important d'informer les adolescents sur les effets néfastes d'une exposition prolongée devant un écran. Nos résultats mettent l'accent sur l'émergence d'un problème méconnu et très peu étudié, parmi la population scolarisée en Algérie. Le surpoids, l'obésité et la maigreur coexistent mais n'excluent pas les problèmes de carences alimentaires. Le pays est en pleine transition épidémiologique d'où l'intérêt de la mise en place de programme d'éducation nutritionnelle et physique dans les écoles.

DECLARATION D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

REMERCIEMENTS

Nos vifs remerciements vont au Dr FEDALA F.N. de santé scolaire, qui a contribué à la réalisation de ce travail. A tout le personnel du secteur de l'éducation qui nous a facilité la tâche et à tous les enfants pour leur participation.

REFERENCES

- [1] T.Kelly, W. Yang, CS. Chen, K. Reynolds, J. He, "Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030," *Int J Obes*, vol.32, pp.1431–2147, 2008.
- [2] S. Lazzer, M. Meyer, H. Derumeaux, Y. Boirie, M. Vermorel, "Analyse longitudinale des variations de la composition corporelle et du métabolisme de base d'adolescents obèses pris en charge en institution ou à domicile," *Arch Pediatr*, vol.12, no.9, pp.1349-57, 2005.
- [3] C. Boreham, PJ. Robson, AM. Gallagher, GW. Cran, JM. Savage, LJ. Murray, "Tracking of physical activity, fitness, body composition and diet from adolescence to young adulthood: The YoungHeart Project, Northern Ireland," *Int J Behav Nutr Phys Activ*, vol.1, no.1, p.14, 2004.
- [4] S. Guo, W. Wu, WC. Chumlea, AF. Roche, "Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence," *Am J Clin Nutr*, vol.76, no.3, pp.653-8, 2002.
- [5] P. Tounian, "Conséquences à l'âge adulte de l'obésité de l'enfant. *Arch Pediatr*, vol.14, no.6, pp.718–20, 2007.
- [6] SS. Guo, W. Wu, WC. Chumlea, AF. Roche, "Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence," *Am J Clin Nutr*, vol.76, no.3, pp.653–8, 2002.
- [7] SA. French, M. Story, CL. Perry, "Self-esteem and obesity in children and adolescents: a literature review". *Obes Res*, vol.3, no.5, pp.479–90, 1995.
- [8] N. Gupta, K. Goel, P. Shah, A. Misra, "Childhood obesity in developing countries: epidemiology, determinants, and prevention". *Endocr Rev*, vol.33, no.1, pp.48–70, 2012.
- [9] M. Fischbach, et al. "Précis de réadaptation cardiaque. France: Frison-Roche, 2010.
- [10] Organisation mondiale de la santé (OMS). Réduire les risques et promouvoir une vie saine. Rapport sur la santé dans le monde 2002.
- [11] RS. Paffenberger, RT. Hyde, Wing AL, CC. Hsieh, "Physical activity, all cause of mortality, and longevity of college alumni". *N. Engl. J. Med*, vol.314, pp.605–13, 1986.

- [12] LB.Andersen, "Physical activity and physical fitness as protection against premature disease or death". Scand. J. Med. Sci. Sports, vol.5,pp.318–28,1995.
- [13] Department of Health and Human Services, Physical activity and health: a report of the Surgeon General". Atlanta (GA): National Center for Chronic Diseases Prevention and Health Promotion, 1996.
- [14] RJ. Shephard, GJ.Balady, "Exercise as cardiovascular therapy". Circulation, vol.99,pp.963–72,1999.
- [15] AA. Hakim, et al. "Effects of walking on mortality among nonsmoking retired man". N Engl Med,vol.338,no.2,pp.94–9,1998.
- [16] J. Myers, M. Prakash, V. Froelicher, D. Do, "Partington S, Atwood JE. Exercice capacity and mortality among men referred for exercise testing". N Engl J Med, vol.346,pp.793–801,2002.
- [17] Résultats de l'enquête ObEpi 2003 : l'obésité et le surpoids en France.
- [18] J. Steven, J. Cai, ER. Pamuk, DF. Willianson, MJ. Thun, JL. Wood. "The effect of age on the association between body-mass index and mortality". N Engl J Med,vol.338,no.1,pp.1–7,1998.
- [19] M-A. Charles, "Obésité : que nous dit l'épidémiologie. Cahiers de nutrition et de diététique, vol.46,no.4,pp.167-172,2011.
- [20] K.E. Kramoh, Y.N.K. N'goran , E. Aké-Traboulsi, et al. "Prévalence de l'obésité en milieu scolaire en Côte d'Ivoire". Annales de Cardiologie et d'Angéiologie,vol.61,no.3,pp.145-149,2012.
- [21] Mekhancha-Dahel CC, Mekhancha DE, Bahchachi N, Benatallah L, Nezzal L. "Surpoids, obésité : signes de la transition nutritionnelle chez des enfants et des adolescents scolarisés au Khroub, Algérie. Rev Epidemiol Sante Publique,vol.53,pp.569–76,2005.
- [22] H. Oulamara, AN. Agli, ML.Frelut, "Changes in the prevalence of overweight, obesity and thinness in Algerian children between 2001 and 2006". Int J PediatrObes,vol.4,no.4,pp.411–3,2009.
- [23] CC. Mekhancha-Dahel, DE. Mekhancha, N. Bahchachi, L. Benatallah, L. Nezzal, "Surpoids, obésité : signes de la transition nutritionnelle chez des enfants et des adolescents scolarisés au Khroub, Algérie". Rev Epidemiol Sante Publique,vol.53,pp.569–76,2005.
- [24] M. Sebbani, I. Elbouchti, L. Adarmouch, M.Amine, "Prévalence de l'obésité et du surpoids chez les écoliers de primaire à Marrakech, Maroc". Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique, vol. 61,no.6,pp. 545–549,2013.
- [25] H. Oulamara, AN. Agli, ML.Frelut, "Changes in the prevalence of over-weight, obesity and thinness in Algerian children between 2001 and 2006". Int J Pediatr Obes,vol.4,no.4,pp.411–3,2009.
- [26] K. Kouda , H. Nakamura , N. Nishio , Y. Fujita , H. Takeuchi , M.Iki, "Trends in body mass index, blood pressure, and serum lipids in Japanese children: Iwata population-based annual screening (1993–2008) ". J Epidemiol,vol.20,no.3,pp.212–8,2010.
- [27] K. Smolina , FL. Wright , M. Rayner , MJ.Goldacre, "Determinants of the decline in mortality from acute myocardial infarction in England between 2002 and 2010: linked national database study". BMJ, 344:d8059,2012.
- [28] H. Oulamara, AN. Agli, ML.Frelut, "Changes in the prevalence of overweight, obesity and thinness in Algerian children between 2001 and 2006". Int J PediatrObes,vol.4,no.4,pp.411–3,2009.
- [29] R. Gaha, H. Ghannem, I. Harrabi, A. Ben Abdelazi, F. Lazreg, A.Hadj Fredj, "Etude de la surcharge pondérale et de l'obésité dans une population d'enfants et d'adolescents scolarisés en milieu urbain à Sousse en Tunisie", Arch Pediatr, vol.9, no.6,pp.566–71,2002.
- [30] S. Boukthir, L. Essaddam, S. MazighMrad, L. Ben Hassine, S. Gannouni, F. Nessib, et al., "Prevalence and risk factors of overweight and obesity in elementary schoolchildren in the metropolitan region of Tunis, Tunisia". Tunis Med,vol.89,no.1,pp.50–4,2011.
- [31] CL. Ogden , MD. Carroll , BK. Kit , KM. Flegal, "Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents", 1999–2010. JAMA, vol.307, no.5,pp.483–90,2012.
- [32] C. Meigen , A. Keller , R. Gausche , et al., "Secular trends in body mass index in German children and adolescents: a cross-sectional data analysis via CrescNet between 1999 and 2006". Metabolism ,vol.57,no.7,pp.934–9,2008.
- [33] A. Sjöberg , L.Lissner , K. Albertsson-Wikland , S.Marild, "Recent anthropometric trends among Swedish school children: evidence for decreasing prevalence of overweight in girls". Acta Paediatr ,vol.97,no.1,pp. 118–23,2008.
- [34] S. Taleba, A. Agli. "Obésité de l'enfant : rôle des facteurs socioéconomiques, obésité parentale, comportement alimentaire et activité physique, chez des enfants scolarisés dans une ville de l'Est algérien. Cahiers de nutrition et de diététique, vol.44, p.198–206,2009.
- [35] Trost SG, Kerr LM, Ward DS, Pate RR. "Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. Int J Obes Relat Metab Disord". 2001,pp.25:822–9.
- [36] Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. "Childhood obesity: Public health crisis, common sense cure". Lancet ,vol.360, pp.473–82,2002.

- [37] Oulamara H, Agli AN, Frelut ML. "Alimentation, activité physique et surpoids chez des enfants de l'Est algérien". *Cah Nutr Diet*, vol.41,pp.46—54,2006.
- [38] Volatier JL. "Enquête INCA, individuelle et nationale sur les consommations alimentaires". Paris: Édition Tec &Doc; 2000.
- [39] Castetbon K., Vernay M., Deschamps V., Salanave B., Malon A., Hercberg S. "Situation nutritionnelle en France selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme national nutrition santé (PNNS) – étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006) : prévalences de l'obésité, de l'hypertension artérielle et des dyslipidémies".
- [40] M. Baudet, C. Daugareil, J. Ferrieres, "Prévention des maladies cardiovasculaires et règles hygiéno-diététiques". *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*, vol. 61,pp. 93–98,2012.

Evaluation *in vitro* de l'activité antiplasmodiale d'extraits de plantes issues de la pharmacopée traditionnelle du Niger: *Sebastiania chamaelea* (L.) Müll. Arg., *Euphorbia hirta* L., *Cassia occidentalis* L. et *Cassia nigricans* (Vahl) Greene

[*In vitro* antiplasmodial activity of extracts of plants from traditional pharmacopea of Niger: *Sebastiania chamaelea* (L.) Müll. Arg., *Euphorbia hirta* L., *Cassia occidentalis* L. and *Cassia nigricans* (Vahl) Greene]

R. Sadou Nassirou¹, M.-L. Ibrahim², I. Moussa¹, B. Mahamadou², A. T. Ilagouma¹, A. Abdoulaye¹, O. Ouwe Missi Oukem-Boyer², and K. Ikhiri¹

¹Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni (FAST/UAM), BP 10662 Niamey, Niger

²Centre de Recherche Médicale et Sanitaire (CERMES), BP 10887 – 634 Bd de la Nation, YN034 Niamey, Niger

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: Until now, malaria remains a major public health problem in the intertropical zone. The situation is aggravated by the developing resistance of *Plasmodium falciparum* strains against currently used drugs even artemisinin. Antimalarial new drugs are urgently needed. In this study, we have compared the antiplasmodial activity of defatted ethanolic extracts of four medicinal plants from the traditional pharmacopoeia of Niger to the one of *Artemisia annua*. We used the Mark III Test of World Health Organization, over the W2 chloroquine-resistant strain of the parasite. Antiplasmodial activity was discussed over the light of phytochemical profile of the plants, determined by standard methods of chemical screening. *Cassia nigricans*, *Sebastiania chamaelea* and *Euphorbia hirta* exhibited good antiplasmodial activity, with respectively IC₅₀ of 2,8 µg/ml, 3,3µg/ml and 3,7µg/ml. Their traditional use against malaria is then justified; however, *Cassia occidentalis* exhibited moderate activity with IC₅₀ of 10,4µg/ml.

KEYWORDS: Antimalarial plants, traditional medicine of Niger, *P.falciparum*, *Artemisia annua*

RESUME: Le paludisme est un problème majeur de santé publique dans la zone intertropicale. Les souches de *Plasmodium falciparum* deviennent aussi de plus en plus résistantes aux molécules couramment utilisées et même contre l'artémisinine. Il devient urgent de trouver de nouvelles molécules antipaludiques. Nous avons évalué puis comparé l'activité antiplasmodiale des extraits éthanoliques dégraissés de quatre plantes issues de la médecine traditionnelle du Niger à celle d'*Artemisia annua* sur la souche de *Plasmodium falciparum* chloroquinorésistante W2. La méthode utilisée est celle de l'OMS/2001 ou test de Mark III. L'activité antiplasmodiale a été discutée à la lumière du profil phytochimique des différentes plantes, déterminé par les méthodes standards de screening chimique. *Cassia nigricans*, *Sebastiania chamaelea* et *Euphorbia hirta* présentent une bonne activité antiplasmodiale. Leurs IC₅₀ respectives sont de 2,8µg/ml, 3,3µg/ml et 3,7µg/ml. Cela justifie leur utilisation contre le paludisme en pharmacopée traditionnelle du Niger. Par contre, *Cassia occidentalis* présente une activité modérée avec une IC₅₀ de 10,4µg/ml.

MOTS-CLEFS: Plantes antipaludiques, médecine traditionnelle du Niger, *P. falciparum*, *Artemisia annua*.

1 INTRODUCTION

En 2012, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a répertorié 207 millions de cas de paludisme à travers le monde, avec environ 627 000 décès, dont 90% en Afrique, la quasi-totalité étant des enfants de moins de cinq ans [1]. Au Niger, le paludisme constitue un problème majeur de santé publique qui entrave son développement socio-économique. En 2013, 3 364 450 cas de paludisme ont été enregistrés, dont plus de 3 000 décès [2].

L'une des méthodes essentielles de lutte contre le paludisme de l'OMS est la prise en charge médicale. Elle permet une guérison rapide, prévient l'évolution vers les formes graves, les infections placentaires, l'anémie maternelle et réduit la morbi-mortalité palustre.

Toutefois, le nombre limité de molécules antipaludiques et surtout l'émergence de la résistance des souches de *Plasmodium falciparum* à la plupart des antipaludiques couramment utilisés constituent un problème qui entrave la lutte contre le paludisme.

La médecine traditionnelle utilisée depuis des millénaires par les populations se révèle d'une grande utilité pour soigner de nombreuses maladies [3]. A l'heure actuelle, les antipaludiques les plus efficaces que sont la quinine et l'artémisinine proviennent de plantes : *Cinchona sp.* et *Artemisia annua*, issues respectivement de la pharmacopée traditionnelle péruvienne et chinoise et utilisées depuis des siècles pour traiter le paludisme [4]. Par ailleurs, des travaux exécutés dans le laboratoire de Recherche en Chimie des Substances Naturelles de la Faculté des Sciences et Technique de l'Université Abdou Moumouni ont montré que plusieurs plantes issues de la pharmacopée traditionnelle du Niger contiennent des principes actifs anti-plasmodiques dont l'activité a été prouvée *in vitro* et *in vivo* [5], [6].

Il est capital d'orienter la recherche vers la valorisation des remèdes traditionnels afin de trouver de nouvelles molécules antipaludiques.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les parties aériennes de *Sebastiania chamaelea*, *Euphorbia hirta* et *Cassia occidentalis* ont été récoltées dans le jardin botanique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, entre les mois d'Août et de Novembre 2011. Les parties aériennes de *Cassia nigricans* ont été récoltées dans la vallée du fleuve Niger à proximité de Niamey.

Les parties aériennes d'*Artemisia annua* ont été récoltées dans la localité de Kollo à une trentaine de kilomètres au Sud de Niamey. Après identification systématique au Département de Biologie et dépôt d'un échantillon à l'herbier de la Faculté, le matériel végétal restant a été séché à l'air libre à l'abri du soleil, puis réduit en poudre.

2.2 SCREENING PHYTOCHIMIQUE

Les grandes familles de métabolites secondaires ont été recherchées dans les plantes suivant les méthodes classiques de caractérisation. Les tanins et polyphénols ont été identifiés par le test au FeCl₃ et le réactif de Stiasny ; les flavonoïdes par la réaction à la cyanidine ; les saponosides par le test de mousse ; les quinones par le test de Borntträger ; les triterpènes et stéroïdes par le test de Liebermann-Burchard et enfin les alcaloïdes par les tests de Mayer et Dragendorf [7], [8].

2.3 PRÉPARATION DES EXTRAITS DE PLANTES

50g de poudre de la plante ont été extraits avec 500 ml d'éthanol à 95° durant 24 heures sous agitation. L'opération a été répétée deux fois sur le résidu d'extraction dans 300 ml d'éthanol à 95°. Les filtrats ont été regroupés et évaporés à sec sous vide. L'extrait éthanolique brut sec ainsi obtenu a ensuite été dégraissé deux fois avec un volume suffisant d'hexane et séché à l'air libre. Après pesée et calcul de rendement, les extraits ont été conservés à -20°C jusqu'à utilisation.

2.4 TEST D'ACTIVITÉ ANTIPLASMODIALE

La méthode utilisée est celle modifiée du semi-microtest optique décrit par Rieckman *et al.*, en 1978 [9] et adoptée par l'OMS pour la surveillance de l'émergence de la résistance du parasite aux antipaludiques (Mark III Test) [10].

La souche de référence W2 est maintenue en culture continue par la méthode de Trager et Jensen (1976) [11]. Les hématies parasitées sont mises en culture dans un milieu RPMI 1640 contenant 25 mM de tampon Hepes, 4 mM de L-Glutamine, 25 µg/mL de gentamycine et enrichi à 10% de sérum humain AB+ décomplémenté ; elles sont placées dans l'incubateur à CO₂ à 37°C et 80% de taux d'humidité. Le milieu est changé toutes les 24h, l'hématocrite est maintenu à 5% et la parasitémie ajustée à 2% à l'aide d'hématies non parasitées. La culture est synchronisée par une solution de sorbitol à 5% car ce test s'effectue uniquement sur des jeunes trophozoïtes.

Les solutions mères d'extraits sont préparées à la concentration de 2mg/ml dans du milieu RPMI contenant 5% de DMSO. A partir des solutions-mères d'extrait, une dilution en cascade est réalisée (de 200 µg/ml à 0.39µg/ml) puis par puits dans une microplaque de 96 puits à fond plat, avec du milieu RPMI et une suspension globulaire parasitée à 5% d'hématocrite, 2% de parasitémie et synchronisée. Chaque drogue est testée en duplicata. Dans les puits témoins de croissance parasitaire, les 50 µL de drogue sont remplacés par 50 µL de milieu de culture et dans les puits blancs (témoins négatifs ne contenant pas de parasites) par 50 µL du solvant RPMI-DMSO 5%. Les microplaques sont couvertes et placées dans l'incubateur à CO₂ à 37°C pendant 72 heures. Des frottis ont été réalisés toutes les 24 heures à partir de chaque puits et les parasitémies déterminées au microscope optique afin d'évaluer le pourcentage d'inhibition de la croissance parasitaire = $[1 - \text{Parasitémie moyenne du duplicata de chaque dilution} / \text{Parasitémie moyenne du duplicata des puits témoins}] * 100$ [12].

Enfin, la concentration inhibitrice 50% (IC₅₀) est calculée à partir de l'équation de la courbe obtenue en représentant les pourcentages d'inhibition de croissance parasitaire en fonction des concentrations d'extraits par une régression logarithmique.

3 RÉSULTATS

3.1 SCREENING PHYTOCHIMIQUE ET EXTRACTION

Les plantes étudiées contiennent des tanins, des flavonoïdes, des triterpènes, des stéroïdes, et des quinones. Seuls *Euphorbia hirta*, *Cassia occidentalis* et *Cassia nigricans* contiennent des alcaloïdes. Le tableau 1 indique les métabolites secondaires retrouvés dans les plantes étudiées.

Tableau 1 : Métabolites secondaires retrouvés dans les plantes étudiées

Espèce	Tanin	Saponosides	Flavonoïdes	Quinones	Triterpènes et stéroïdes	Alcaloïdes	
						Mayer	Dragendorf
<i>Artemisia annua</i>	+++	+	++	++	++++	-	-
<i>Cassia occidentalis</i>	+	+/-	+++	++	+++	+	+
<i>Cassia nigricans</i>	++	-	+++	++++	++	+	+
<i>Euphorbia hirta</i>	+++	+/-	++	+/-	+++	++	++
<i>Sebastiania chamaelea</i>	++++	-	++	+	+++	-	-

+ à +++: présence à abondance; +/- : Traces; - : absence

Les rendements d'extraction obtenus ont été les suivants :

Artemisia annua: 20%; *Cassia nigricans*: 24.6%; *Sebastiania chamaelea*: 24.8%; *Euphorbia hirta*: 9.6%; *Cassia occidentalis*: 9.2%

3.2 ACTIVITÉ ANTIPLASMODIALE

L'activité anti plasmodiale des différents extraits. Les Cl₅₀ des extraits des différentes plantes à 24h, 48h et 72h est résumée dans le **tableau 2**.

Tableau 2 : Activité antiplasmodiale des extraits de plantes étudiées

IC ₅₀ (µg/ml)	24 heures	48 heures	72 heures
<i>Artemisia annua</i>	0,74	0,32	7,34
<i>Sebastiania chamaelea</i>	3,3	14,8	99,7
<i>Euphorbia hirta</i>	3,7	93,8	351,4
<i>Cassia nigricans</i>	2,8	90,4	52,5
<i>Cassia occidentalis</i>	10,4	1,0	17,0

La variation de l'inhibition de la croissance parasitaire en fonction des concentrations des différents extraits à 24h, 48h et 72h, ayant permis la détermination des IC₅₀, est représentée par les courbes des figures 1, 2, 3, 4 et 5.

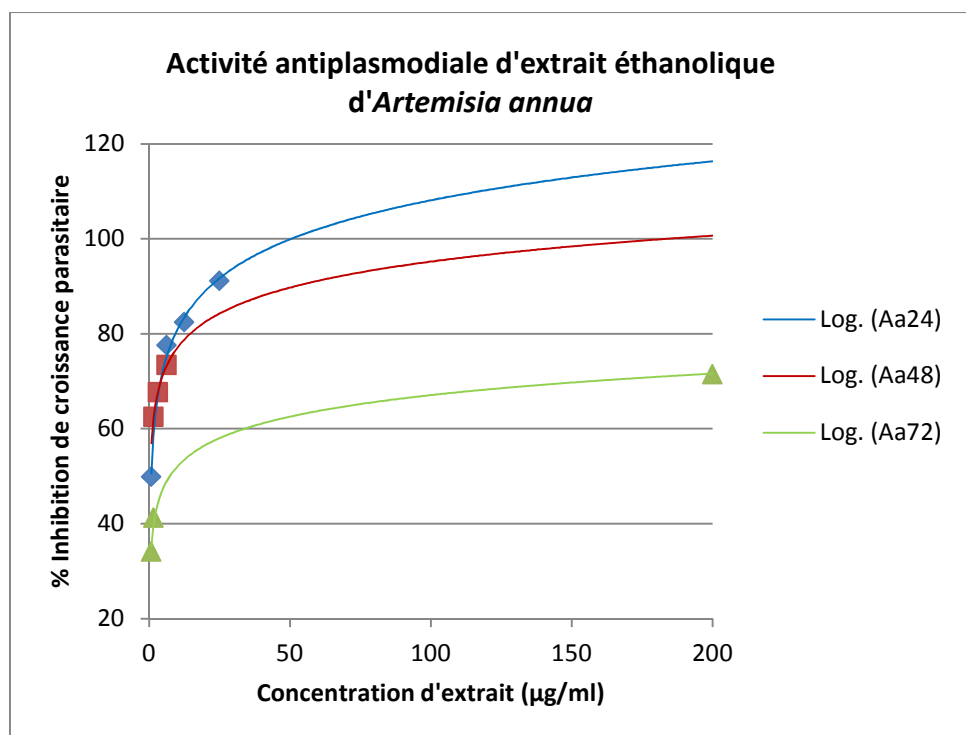


Figure 1: Activité antiplasmodiale d'extrait d'*Artemisia annua*

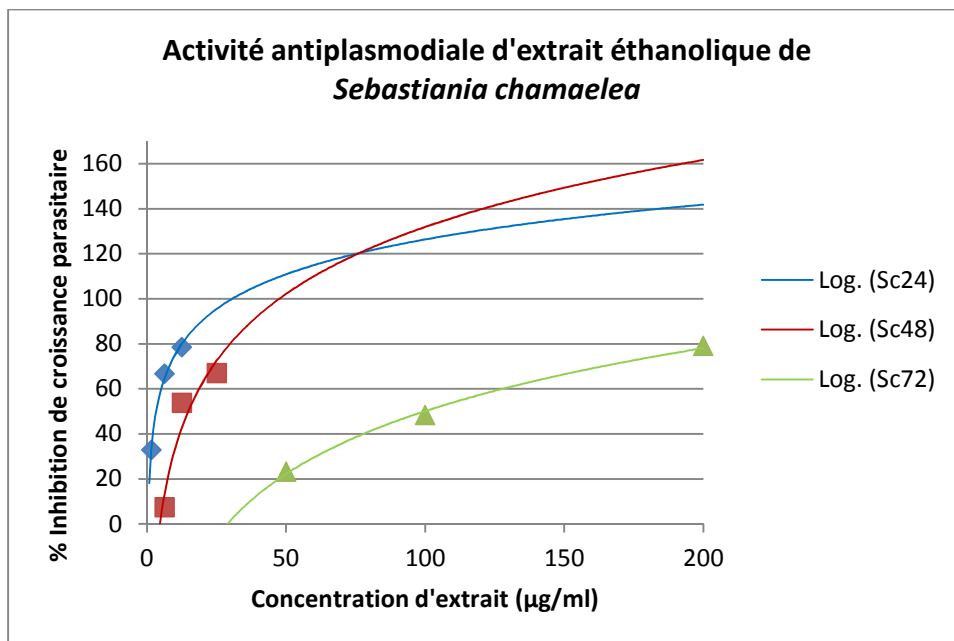


Figure 2: Activité antiplasmodiale d'extrait de *Sebastiania chamaelea*

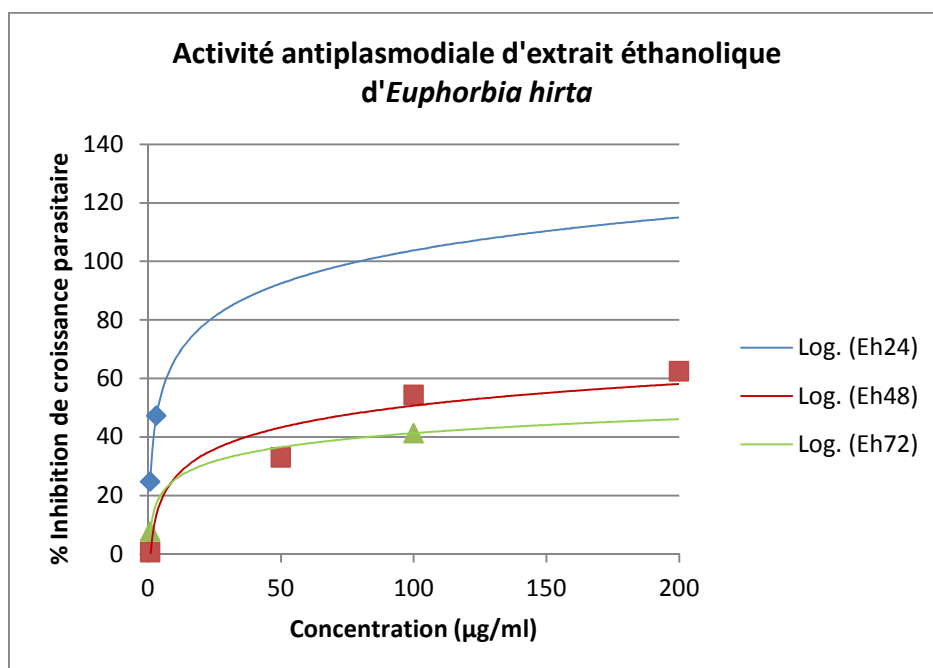


Figure 3: Activité antiplasmodiale d'extrait de *Euphorbia hirta*

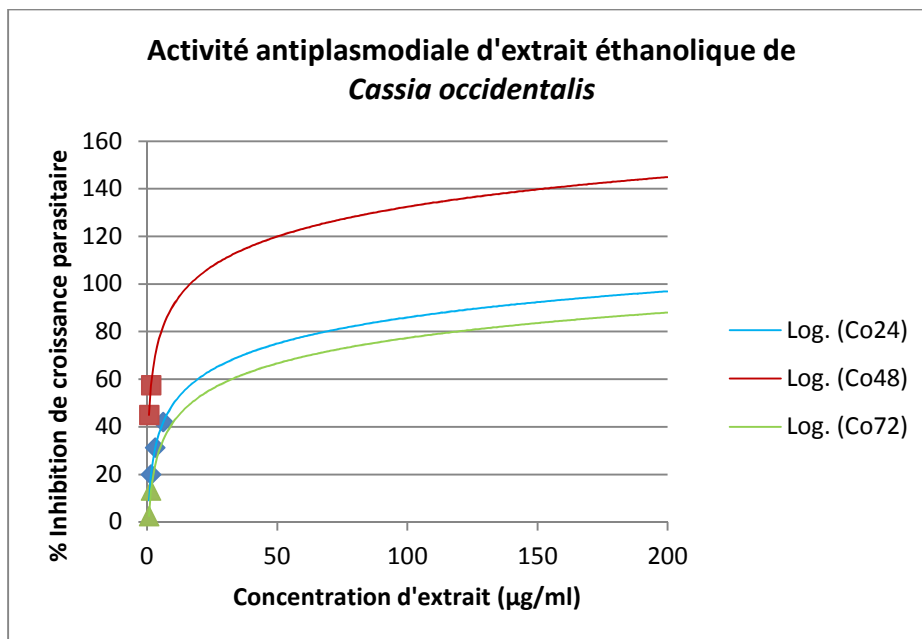


Figure 4: Activité antiplasmodiale d'extrait de *Cassia occidentalis*

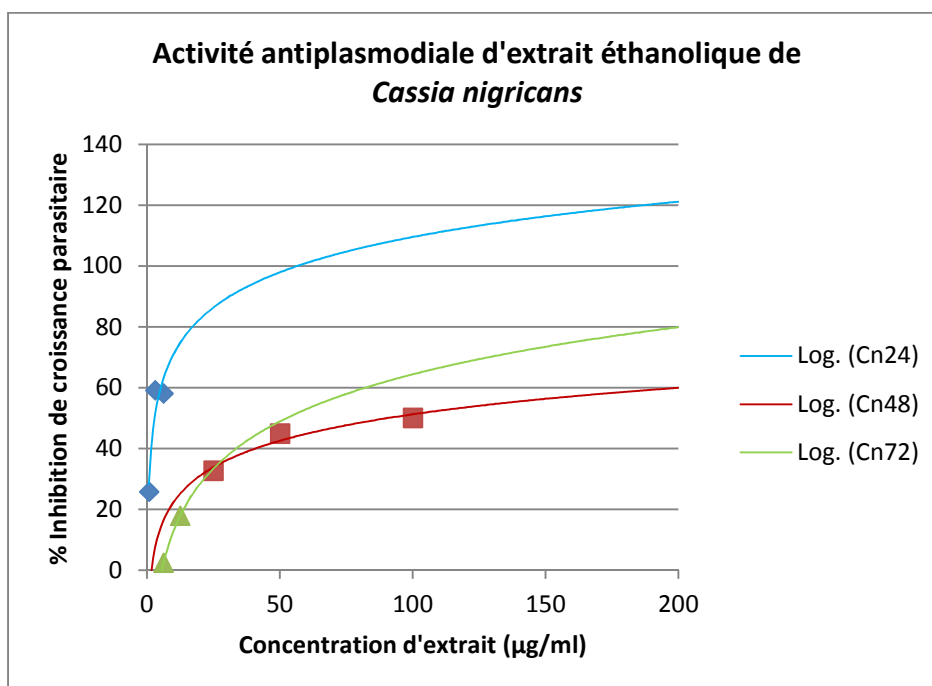


Figure 5: Activité antiplasmodiale d'extrait de *Cassia nigricans*

4 DISCUSSION

L'extrait de la plante de référence, *Artemisia annua*, cultivée et récoltée au Niger, s'est révélé être le plus actif, mais également le plus riche en triterpènes et stéroïdes. Cela se justifie car les principes actifs responsables de l'activité antiplasmodiale de la plante font partie de cette catégorie de métabolites [13], [14]. D'autre part, cet extrait a montré une meilleure activité antiplasmodiale ($IC_{50} = 0.74\mu\text{g/ml}$) que celle trouvée pour la même espèce par Ramazani *et al.* en 2009 [15], ($IC_{50} = 15.2\mu\text{g/ml}$ sur la souche résistante K1) et Benoît-Vical *et al.*, en 2008 [16] ($IC_{50} = 1.5\pm 1\mu\text{g/ml}$ sur souche résistante

FcM29). Cependant le type d'extraction (extrait éthanolique brut), la souche de *Plasmodium* utilisée et les méthodes d'analyse (méthode LDH et isotopique respectivement) sont différents. Les quatre plantes étudiées ici *Sebastiania chamaelea*, *Euphorbia hirta*, *Cassia nigricans* et *Cassia occidentalis*, qui ont fait l'objet d'études similaires sont dans le même cas de figure.

D'après l'échelle proposée par Wilcox *et al.*, 2011 [17], après 24 heures d'incubation, les extraits éthanoliques dégraissés de *Cassia nigricans* ($IC_{50} = 2.8\mu\text{g/ml}$), *Sebastiania chamaelea* ($IC_{50} = 3.3\mu\text{g/ml}$) et *Euphorbia hirta* ($IC_{50} = 3.7\mu\text{g/ml}$) ont révélé une bonne activité antiplasmodiale ($2\mu\text{g/ml} < IC_{50} < 5\mu\text{g/ml}$), et une activité modérée pour *Cassia occidentalis* ($IC_{50} = 10.4\mu\text{g/ml}$).

Cassia nigricans, la seconde plante la plus active, est riche en quinones. Il a été montré que l'émodine, le principe actif de cette plante, fait partie de cette catégorie [18], [19]. Par contre Obodozie *et al.*, 2004 [18], obtiennent une $IC_{50} > 125\mu\text{g/ml}$ sur K1 avec l'extrait méthanolique de la plante entière de *Cassia nigricans*. Ainsi, l'extrait éthanolique dégraissé semble concentrer plus d'éléments actifs contre le parasite.

Sebastiania chamaelea, est l'espèce la plus riche en tanins et polyphénols. Garcia-Alvarez *et al.*, 2013 [20] ont montré que les éléments actifs de cette plante contre *Plasmodium* sont les acide ellagique et acide gallique. De plus ces auteurs ont obtenu une : $IC_{50} = 34.5 \pm 6\mu\text{g/ml}$ (FcM29) pour l'extrait méthanolique de *Sebastiania chamaelea* et une $IC_{50} = 6.6 \pm 1.3\mu\text{g/ml}$ (FcM29)/ $12\mu\text{g/ml}$ (W2) pour l'extrait aqueux de la plante entière. Indépendamment de la méthode utilisée, l'extrait éthanolique dégraissé semble avoir une meilleure activité.

Euphorbia hirta est également riche en tanins et polyphénols, en triterpènes, en stéroïdes et contient également des alcaloïdes. Les polyphénols (acide ellagique), les flavonoïdes (quercétine), terpènes et stéroïdes seraient responsables de l'activité antiplasmodiale de la plante [21], [22], [23], [24], [25].

Tona *et al.*, 2004 [25] trouvent une IC_{50} similaire ($2.4 \pm 0.2\mu\text{g/ml}$) à la nôtre ($3.7\mu\text{g/ml}$), avec l'extrait éthanolique de la plante entière.

Enfin, *Cassia occidentalis* qui a montré l'activité la plus faible des quatre plantes ($IC_{50} = 10.4\mu\text{g/ml}$) est également moins riche en polyphénols, quinones, triterpènes et stéroïdes. Tona *et al.*, 2004 [25] par contre, ont obtenu pour l'extrait éthanolique des feuilles de *Cassia occidentalis* une $IC_{50} = 2.8 \pm 0.5\mu\text{g/ml}$; l'activité serait due selon eux à la présence de certaines molécules du groupe des quinones, des flavonoïdes, des triterpènes et des stéroïdes [21], [23], [26].

Il est apparu dans la plupart des cas lors des expérimentations que l' IC_{50} des extraits augmente avec le temps de contact des parasites avec la drogue. Ce phénomène pourrait s'expliquer par le développement de mécanismes biochimiques d'adaptation du parasite aux drogues testées [27].

Dans le même temps, nous avons constaté que plus le temps de contact parasite-drogue augmente, moins il y a de formes jeunes du parasite. Cela pourrait s'expliquer de deux manières. Premièrement, il s'agirait de l'action directe de nos drogues, qui agiraient aux stades de multiplication et de ré-invasion du cycle érythrocytaire du parasite [27].

D'un autre côté, la quantité de nutriments disponibles s'amenuisant, certaines plasmodies auraient tendance à évoluer plus vite vers les formes matures (schizontes, gamétocytes) pour survivre.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les extraits de plantes testés ont présenté une activité antiplasmodiale inférieure à celle de la référence *Artemisia annua*. Trois d'entre eux ont montré une bonne activité antiplasmodiale en concordance avec leur profil phytochimique: *Cassia nigricans*, *Sebastiania chamaelea*, *Euphorbia hirta*, ce qui justifie l'utilisation traditionnelle de ces plantes. Par contre, *Cassia occidentalis* présente une activité modérée. Ces différents résultats faciliteraient la poursuite du travail de recherche d'un principe actif à partir des familles chimiques ayant présenté une bonne activité antiplasmodiale. Ainsi, de futurs chefs de file antipaludiques pourraient être dégagés et de futurs médicaments développés.

REFERENCES

- [1] Organisation Mondiale de la Santé, 2013. 10 Faits sur le paludisme. <http://www.who.int/features/factfiles/malaria/fr/>
- [2] OCHA Niger : Bulletin Humanitaire Mensuel Numéro 38, Novembre 2013, Niger. Accessed May 3, 2014. <http://www.unocha.org/niger/niger-bulletin-humanitaire-mensuel-num%C3%A9ro-38-novembre-2013-0>.

- [3] Sofowora Abayomi, 1996 : Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. *Karthala Paris, France, 2ème éd., 384p.*
- [4] Wright, C.W., 2005. Traditional antimalarials and the development of novel antimalarial drugs. *Journal of Ethnopharmacology 100: 67–71.*
- [5] Abdoulaye A., Moussa I., Ousmane A., Ikhiri K., 2009. Rapport d'Activité de Recherche sur les Plantes Antipaludiques du Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles, *Département de Chimie/FAST/UAM Niger.*
- [6] Benoit-Vical, F., Grellier, P., Abdoulaye, A., Moussa, I., Ousmane, A., Berry, A., Ikhiri, K., Poupat, C., 2006. *In vitro* and *in vivo* antiplasmodial activity of *Momordica balsamina* alone or in a traditional mixture. *Chemotherapy 52: 288–292.*
- [7] Bruneton J. 1999. Pharmacognosie: Phytochimie, plantes médicinales. Technique & documentation-Lavoisier 1120 p.
- [8] Evans WC. 2002. Pharmacognosy. *Saunders Elsevier 585p.*
- [9] Rieckmann, K.H., Sax, L.J., Campbell, G.H., Mrema, J.E., 1978. Drug sensitivity of *Plasmodium falciparum*. An *in vitro* microtechnique. *The Lancet 1: 22-23.*
- [10] WHO 2001. *In vitro* Micro-test (Mark III) for the assesment of the response of Plasmodium falciparum to chloroquine, mefloquine, quinine, amodiaquine, sulfadoxine/pyrimethamine and artemisinin *CTD/MAL/97.20 Rev. 2, 21p.*
- [11] Trager W., Jensen J.B., 1976. Human malaria parasites in continuous culture. *Science 193: 673-675.*
- [12] Fidock DA., Rosenthal PJ, Croft SL., Brun R., Nwaka S., 2004. Antimalarial drug discovery: efficacy models for compound screening *Antimalarial efficacy screening: in vitro and in vivo protocols, supplemental file. Nature Reviews Drug Discovery 3: 509-520.*
- [13] Camacho Corona, M.del R., Croft, S.L., and Phillipson, J.D., 2000. Natural products as sources of antiprotozoal drugs. *Curr. Opin. Anti-Infect. Invest. Drugs, 2, 47–62.*
- [14] Wright, C.W. 2002. Antiprotozoal natural products. In *Pharmacognosy*, 15th ed., Evans, W.C., Ed. Harcourt, London, pp. 407–413.
- [15] Ramazani A., Sardari S., Zakeri S., Vaziri B., 2009. *In vitro* antiplasmodial and phytochemical study of five Artemisia species from Iran and *in vivo* activity of two species. *Parasitol Res 107:593–599.*
- [16] Benoit-Vical,F.,Soh,P.N.,Salery,M.,Harguem,L.,Poupat,C.,Nongonierma,R.,2008. Evaluation of Senegalese plants used in malaria treatment: focus on *Chrozophora senegalensis*. *Journal of Ethnopharmacology 116: 43–48.*
- [17] Willcox M, Benoit-Vical F, Fowler D, et al. 2011. Do ethnobotanical and laboratory data predict clinical safety and efficacy of anti-malarial plants? *Malaria J (Suppl 1):S7.*
- [18] Obodozie OO, Okpako LC, Tarfa FD, Orisadipe AT, Okogun JI, Inyang US, Ajaiyeoba EO, Wright CW (2004). Antiplasmodial principles from *Cassia nigricans*. *Pharmaceut. Biol., 42(8): 626-628.*
- [19] Ayo RG., 2010. Phytochemical constituents and bioactivities of the extracts of *Cassia nigricans* Vahl: A review. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(14), pp. 1339-1348.
- [20] Garcia-Alvarez MC, Moussa I, Njomnang Soh P, Nongonierma R, Abdoulaye A, Nicolau-Travers ML, Fabre A, Wdzieczak-Bakala J, Ahond A, Poupat C, Ikhiri K, Benoit-Vical F. 2013. Both plants *Sebastiania chamaelea* from Niger and *Chrozophora senegalensis* from Senegal used in African traditional medicine in malaria treatment share a same active principle. *Journal of Ethnopharmacology*149: 676–684.
- [21] Cimanga, K., 1997. The biologically active constituents of two African medicinal plants: *Cryptolepis sanguinolenta* (Lindl.) Schlechter (Periplocaceae) and *Morinda morindoides* (Baker) Milne-Redhead (Rubiaceae). *PhD Thesis. University of Antwerp, Belgium. pp. 255–370.*
- [22] Banzouzi, J.T., Prado, R., Mena, H., Valentin, A., Roumetan, C., Mallie M., Pelissier, Y., Blache, Y., 2002. *In vitro* antiplasmodial activity of extracts of *Alchornea cordifolia* and identification of an active constituent: ellagic acid. *Journal of Ethnopharmacology 81, 399–401.*
- [23] Phillipson, J.D., Wright, C.W., 1991. Antiprotozoal agents from plant sources. *Planta Medica 57, S53–S59.*
- [24] Kraft, C., Jennett-Siems, K., Siems, K., Jakupovic, J., Mavi, S., Bienzle,U., Eich, E., 2003. *In vitro* antiplasmodial evaluation of medicinal plants from Zimbabwe. *Phytotherapy Research 17, 123–128.*
- [25] Tona, L., Cimanga, R.K., Mesia, K., Musuamba, C.T., De Bruyne, T., Apers, S., Hernans, N., Van Miert, S., Pieters, L., Totté, J., Vlietinck, A.J., 2004. *In vitro* antiplasmodial activity of extracts and fractions from seven medicinal plants used in the Democratic Republic of Congo. *Journal of Ethnopharmacology 93: 27–32.*
- [26] Christensen, S.B., Kharazmi, A., 2001. Antimalarial natural products.Isolation, characterisation and biological properties. In: Tringali, C. (Ed.), *Bioactive Compounds from Natural Sources*. Taylor & Francis, London and New York, pp. 379–432.
- [27] Benoit, F., Valentin, A., Pelissier, Y., Diafouka, F., Marion, C., Kone-Bamba, D., Kone, M., Mallie, M., Yapo, A., Bastide, J.M., 1996. *In vitro* antimalarial activity of vegetal extracts used in West African traditional medicine. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 54: 67–71.*

Léiomyome vaginal : à propos d'un cas

[Vaginal leiomyoma: report of a case]

J. Drissi, A. Zazi, J. Kouach, D-R. Moussaoui, and M. Dehayni

Service de Gynécologie-Obstétrique. Hôpital militaire d'Instruction Mohammed V, Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: Introduction: If the uterine leiomyoma is a common and well known disease entity, ectopic location, is rare. The treatment is surgical enucleation and the diagnosis is histological. The objective of this work is to describe a rare location of myoma.

Observation: We report the case of a patient of 50 years postmenopausal, who consulted for a vaginal nodule. MRI has to say vaginal tumor origin. The patient therefore underwent surgical resection of a nodule 1cm white and firm. Histological study has allowed us to retain the vaginal leiomyoma diagnosis.

Discussion and conclusion: The leiomyoma is a benign mesenchymal tumor whose extra-uterine seat is rare. In her vaginal location, it is usually asymptomatic, discovered incidentally during a clinical examination. Vaginal myoma is usually a nodule on average 3cm, firm and painless, affecting middle-aged women. Radiological explorations show the origin of the vaginal origin of the lesion. Surgical resection is required because of sarcomatous degeneration have been described. The diagnosis is based on histological examination of the tumor.

KEYWORDS: leiomyoma, vagina, extra-uterine, surgical resection, histological examination.

RESUME: Introduction : Si le léiomyome utérin est une entité pathologique fréquente et bien connue, une localisation extra-utérine, notamment vaginale, est rarement évoquée devant la découverte d'un nodule de la paroi vaginale. Le traitement est chirurgical par énucléation et le diagnostic est histologique retenu en post-opératoire. L'objectif de ce travail est de décrire une localisation rare de myome.

Observation : Nous rapportons le cas d'une patiente de 50 ans, ménopausée, adressée par son généraliste pour découverte fortuite d'un nodule vaginal. L'IRM a permis d'affirmer l'origine vaginale de la tumeur. La patiente a donc bénéficié d'une exérèse chirurgicale d'un nodule de 1cm blanchâtre et ferme. L'étude histologique a donc permis de retenir le diagnostic léiomyome vaginal.

Discussion et conclusion : Le léiomyome est une tumeur bénigne mésenchymateuse dont le siège extra-utérin est rare. Dans sa localisation vaginale, elle est habituellement asymptomatique, de découverte fortuite lors d'un examen clinique. Le myome vaginal se présente sous forme d'un nodule, en moyenne de 3cm, ferme et indolore, chez les femmes d'âge moyen. L'imagerie permet d'affirmer l'origine vaginale de la lésion. L'exérèse chirurgicale est de mise car des dégénérescences sarcomateuses ont été décrites. Le diagnostic repose sur l'étude histologique de la tumeur.

MOT-CLEFS: léiomyome, vagin, extra-utérin, exérèse chirurgicale, examen histologique.

1 INTRODUCTION

Si le léiomyome utérin, tumeur bénigne mésenchymateuse, est une entité pathologique fréquente et bien connue, les localisations extra-utérines, notamment vaginales, sont rares [1]. Ce n'est souvent qu'en post-opératoire, après étude histologique du nodule, que le diagnostic est retenu. Par ailleurs, les tumeurs vaginales solides sont rarement primitifs et se développent habituellement aux dépens des organes de voisinage : col utérin, vessie, rectum ou vulve. L'objectif de ce travail est donc de décrire une localisation rare de cette tumeur bénigne.

2 OBSERVATION

Nous rapportons le cas d'une patiente de 50 ans, quatrième geste, primipare, mère d'un enfant accouché par voie basse, ménopausée depuis deux ans, et qui présente depuis 3 ans un nodule du vagin, n'ayant pas augmenté de volume, découvert fortuitement par son généraliste. L'examen clinique trouve : au spéculum, une petite voussure de la paroi vaginale antérieure latéralisée à gauche, proche du cul de sac, sans signes inflammatoires en regard, au Toucher vaginal cette voussure correspond à un petit nodule de 1cm, ferme, indolore, mobile par rapport au plan profond. Devant cette lésion une échographie endovaginale puis endorectale ont été demandées mais n'ont pas individualisées d'anomalies. Un complément d'IRM a donc été réalisé objectivant un nodule sous-muqueux de la paroi vaginale gauche antérieure de 6mm en hyposignale T1 et hypersignale T2 avec faible rehaussement après injection de Gadolinium.



Figure 1 : IRM pelvienne en coupe sagittale, pondération T2, montrant un petit nodule de la paroi vaginale

La patiente a donc bénéficié d'une exérèse chirurgicale du nodule sous rachianesthésie.

Macroscopiquement la tumeur paraît blanchâtre et ferme.



Figure 2 : aspect macroscopique du nodule vaginal.

L'étude histologique a permis de retenir le diagnostic de léiomyome vaginale, entité pathologique rare en extra-utérin.

3 DISCUSSION

Les sites extra-utérins des léiomyomes sont rares, ils se localisent au niveau de l'ovaire, ligament large, ligament rond, et exceptionnellement au niveau de la vulve et vagin [2-3-4]. Depuis le premier cas décrit par Denis de Leyde en 1733, environ 300 cas de fibromes vaginaux ont été rapportés dans le monde [1-4-5].

Les myomes vaginaux se rencontrent surtout chez les femmes d'âge moyen : 30-50ans [6]. Ils siègent habituellement sur la paroi vaginale antérieure, mesurent en moyenne 3cm, et sont asymptomatiques. Seuls les formes volumineuses peuvent se révéler par des une dyspareunie, dystocie, ou un syndrome obstructif urinaire [7].

L'imagerie, échographie et IRM, permet d'affirmer l'origine vaginale de la lésion, en écartant les tumeurs de voisinage étendues au vagin, et permet de rechercher les critères de bénignité : lésion homogène de contours réguliers. A l'instar des myomes utérins, les léiomyomes vaginaux peuvent être d'intensité de signal variable à l'IRM en fonction des modifications cytologiques qu'ils peuvent subir [1-2-5]

L'exérèse chirurgicale du nodule est le traitement de choix [1-8]. Seul l'examen anatomopathologique permet de retenir le diagnostic qui est rarement évoqué en pré-opératoire. Bien que la lésion soit bénigne, des récurrences locales suite à une exérèse incomplète et des changements sarcomateux ont été rapportées. [1-9]

4 CONCLUSION

Le léiomyome est une tumeur bénigne mésoenchymateuse dont le siège extra-utérin est rare. Dans sa localisation vaginale, elle est habituellement asymptomatique, de découverte fortuite lors d'un examen clinique. Le myome vaginal se présente sous forme d'un nodule ferme et indolore. L'imagerie permet d'affirmer l'origine vaginale de la lésion. L'exérèse chirurgicale est de mise car des dégénérescences sarcomateuses ont été décrites. Le diagnostic repose sur l'étude histologique de la tumeur.

REFERENCES

- [1]. S.Agarwal, R.Yaddav, K. Sangwan, P.Dahya. Vaginal Leiomyoma: A rare cause of Menometrorrhagia. The Internet Journal of Radiology. 2007. Vol.9, N.1.
- [2]. A. Roue, C. Laboisie, N. Winer, E. Darnis, R. Bouquin, P. Lopes. Léiomyome pelvien extra-utérins: diagnostic et prise en charge. Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction. 37 (2007) 403-408.
- [3]. E. Hissane, H.Fasla, S. Mahdaoui, M. Noun, S.Hermas, N.Samouh. Léiomyome de la vulve : à propos d'un cas et revue de la littérature. Imagerie de la Femme (2011) 21, 179-183.
- [4]. Young SB, Rose PG, Reuter KL. Vaginal fibromyomata: Two cases with preoperative assessment, resection and reconstruction. Obstet Gynecol 1991; 78: 972-4.
- [5]. Shimada K, Ohashi I, Shibuya H, Tanabe F, Akashi T. MR imaging of an Atypical Vaginal Leiomyoma. AJR 2002; 178: 752-4.
- [6]. Elsays KM, Narra VR, Dillman JR, et al. Vaginal Masses: Magnetic Resonance Imaging Features with Pathologic Correlation. Acta Radiol 2007; 8: 921-33.
- [8]. Sherer DM, Cheung W, Gorelick C, Lee Y, Serur E, Zinn HL, et al. Sonographic and Magnetic Resonance Imaging findings of an isolated Vaginal Leiomyoma. J Ultrasound Med 2007; 26: 1453-6.
- [9]. Tobon H, Murphy AL, Solasar H. Primary leiomyosarcoma of the vagina: Light & electron microscopic observations. Cancer 1973; 32: 450-7.
- [10]. Young SB, Rose PG, Reuter KL. Vaginal fibromyomata: two cases with preoperative assessment, resection and reconstruction. Obstet Gynecol 1991; 78: 972-4.

Effects of some Advanced Oxidation Processes and Chlorine on disappearance of Methylene Blue

Adil Jaafar and Abdelghani Boussaoud

Département de Chimie,
Université Cadi Ayyad, Faculté Poly-disciplinaire, Equipe Environnement et Santé,
BP 4162, 46000 Safi, 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: Disappearance of Methylene Blue (MB) in distilled water has been investigated when it was treated by sunlight and /or chlorine and $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ system at different pH values. It is found that the above elements and systems have actions on MB disappearance with different efficiency. The disappearance efficiency by using each system was compared in terms of percentage and kinetics disappearance. By exposing Methylene Blue (MB) aqueous solutions to solar rays, kinetic disappearance increased slowly with increased pH. This fact, which became faster, is inverted by regarding pH when free chlorine is added to the same aqueous solutions of MB. However, when free chlorine is coupled with sunlight, a remarkable enhancement, at higher pH, of the disappearance activity compared to obtained results with isolated elements. On the other hand, the system $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ was also tested to remove MB in terms of kinetic curves at different pH. Important and faster removal levels were obtained at acidic pH.

KEYWORDS: Methylene blue, disappearance, chlorination, sunlight, Fenton's reagent, Advanced Oxidation Process.

1 INTRODUCTION

Methylene blue (MB) which is a heterocyclic aromatic chemical compound is widely used in different fields such as chemical and biology. Generally, this product may be release to the environment through various waste streams. If released into water, Methylene blue may be expected to adsorb to suspended solids and sediment.

To treat water, oxidizing systems were commonly used such as chlorination, and in the last time, advanced oxidation processes (AOPs) that showed significant importance in environmental restoration by generating highly reactive oxidizing species able to attack and degrade organic substances.

Using free chlorine (HClO or ClO^-) as a disinfectant is its potential to react via HClO or ClO^- species with organic charge present water to form a number of disinfection by-products (DBPs) which have been linked to cancer, mutagenicity and teratogenicity [1], [2], [3]. It must recall that content of each species (HClO or ClO^-) depend on pH of medium.

On the other hand, among the different approaches for pollutants removal from water and/or minimizing the formation of DBPs, advanced oxidation processes (AOPs): UV/HClO or ClO^- , UV/ClO_2 , $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$, UV/O_3 , TiO_2/UV , Fenton and Fenton-like processes are recognized as mainly efficient for organic molecules degradation [4], [5], [6], [7], [8].

In this work, actions of chlorination and some Advanced Oxidation Processes on Methylene blue aqueous solutions have been tested by being interested in its disappearance under sunlight and/or free chlorine, and Fenton's reagent. The kinetics of its disappearance was established but the detailed description of the main steps of the process was not treated. Initial rate of each experience were summarized in tables.

2 MATERIALS AND METHODS

Methylene blue (MB), sodium hydroxide (98% of purity), sulphuric acid (98% of purity) and ferrous sulfate heptahydrate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) were purchased from Loba Chemie. H_2O_2 (30%) was from Aldrich. Source of free chlorine was from concentrated bleach (12 degrees). Concentration of free chlorine in this stock solution was measured out by iodometry titration. pH of medium was adjusted with sodium hydroxide for basic and by sulphuric acid for acidic medium and it was measured with combined electrode connected to Calimatic (model Knick) pH-meter. Concentrations of methylene blue were followed by visible spectrophotometric techniques using curve of calibration which showed good linearity between concentration and optical density at $\lambda_{\text{max}} = 668 \text{ nm}$. The spectrophotometer was ThermoSpectronic Biomate3 and cells were plastic model and have 1cm as optical length.

Chemical structure of MB is shown in Figure 1.

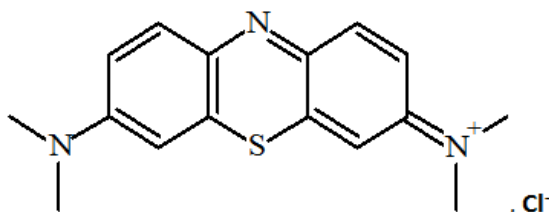


Fig. 1. Molecular structure of MB

The disappearance efficiency of Methylene Blue was calculated as follows (Eq. (1)):

$$\text{Disappearance efficiency (\%)} = (1 - [\text{MB}]_t / [\text{MB}]_0) \times 100 \quad (1)$$

Where $[\text{MB}]_0$ is the initial concentration of Methylene Blue, and $[\text{MB}]_t$ is the concentration of Methylene Blue at reaction time t .

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 EFFECT OF SUNLIGHT

Four solutions of MB at different pH were prepared in Pyrex graduated flasks and exposed to solar rays. Disappearance of MB in each solution was followed by using curve of calibration. Established kinetics curves (Figure 2), showed important disappearance after 140 min at basic pH.

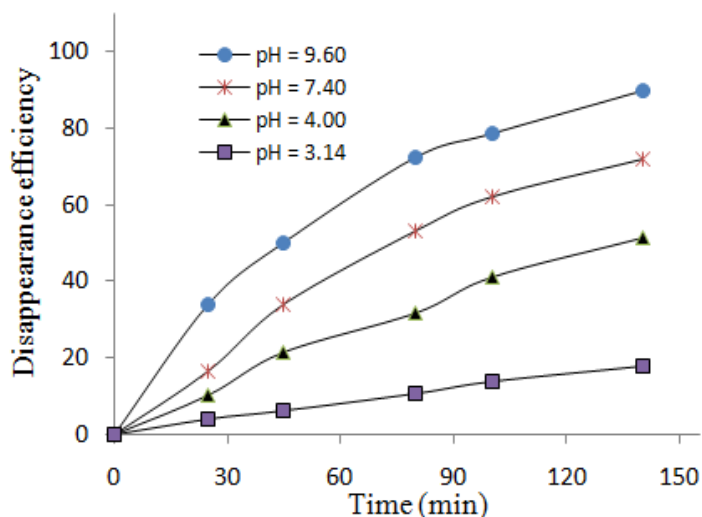


Fig. 2. Effect of sunlight on the disappearance of Methylene blue. Reaction conditions: $[\text{dye}]_0 = 5 \mu\text{M}$ and temperature = 30°C

Initial reaction rate (Table1) and consequently the percentage of disappearance by molecule photolysis process depended on pH of treated solution. This was probably due the solar photons are captured by dye, resulting in the breaking of chemical bonds between the various constituent atoms of Methylene Blue.

Table 1. Initial rate Measured of MB disappearance under sunlight, at different pH values

pH	Initial rate (r_0)($\mu\text{M}/\text{min}^{-1}$)
3.14	0.0127
4.00	0.0309
7.40	0.0479
9.60	0.0958

3.2 EFFECT OF FREE CHLORINE

For appreciating the effect of free chlorine on MB, same concentration of Methylene Blue (MB) which was mixed with progressive concentrations of diluted chlorine in five flasks (from 42 μM to 212 μM).

After 10 min of contact time, and at pH = 2.56, residual concentrations of MB were measured and presented in Figure 3. The graph showed that MB concentrations decreased with increasing ratio [free chlorine]/[MB].

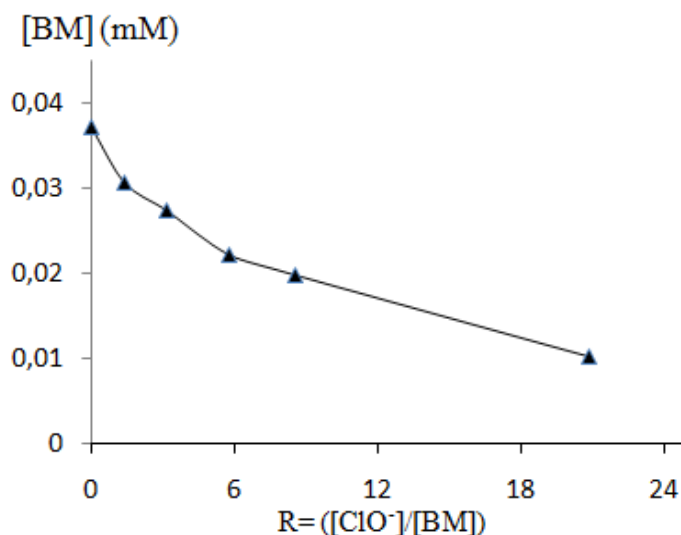


Fig. 3. Effect of [free chlorine]/[MB] ratio on the disappearance of Methylene blue. Reaction conditions: Contact time= 10 min, [dye]₀= 0,037 mM, pH= 2,56 and temperature= 25°C

On the other hand, one of the last experiment was also conducted at different pH values for appreciate its effect on kinetic. The results were reported on the graph (Figure 4) which showed that the rates of chlorination reactions that occurred at basic pH were slowed.

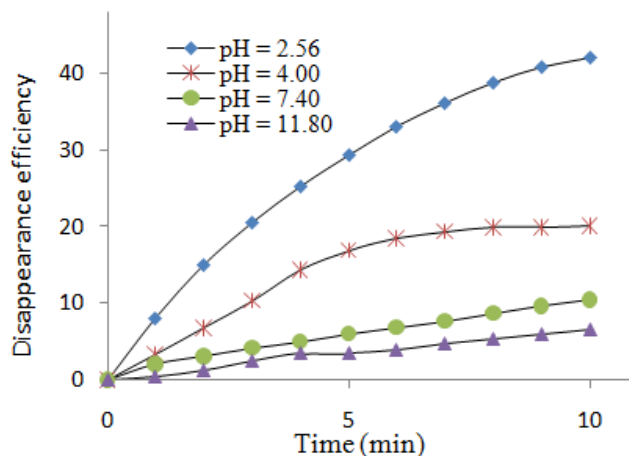


Fig. 4. Effect of free chlorine on the disappearance of Methylene blue. Reaction conditions: $[ClO^-]_0 = 53 \mu M$, $[dye]_0 = 5 \mu M$, and temperature = 25°C

In contrast, at acidic pH, important speed was observed and about 40% of MB was disappeared after 10 min of contact at pH=2,56. Table 2 resumes the obtained initial reaction rate in each attempt.

Table 2. Initial rate Measured of MB disappearance with free chlorine, at different pH values

pH	Initial rate (r_0)($\mu M/min^{-1}$)
2.56	0,035
4.00	0,116
7.40	0,093
11.80	0,023

3.3 EFFECT OF FREE CHLORINE/SUNLIGHT SYSTEM

For attempts to observe effect of pH medium on the system free chlorine/solar rays on Methylene Blue (MB) disappearance, flasks contained a mixture of MB and diluted chlorine and then exposed to sunlight. The Figure 5, which assembled kinetics of MB disappearance, showed that the phenomenon became faster at higher pH values.

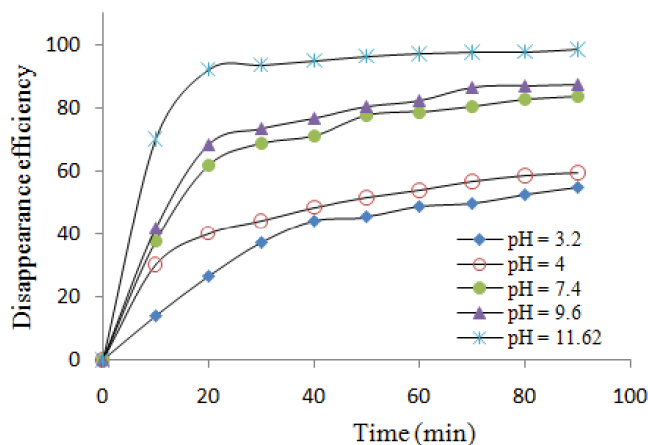


Fig. 5. Effect of free chlorine/sunlight system on the disappearance of Methylene Blue. Reaction conditions: $[ClO^-]_0 = 53 \mu M$, $[dye]_0 = 5 \mu M$, and temperature = 30°C

The initial reaction rates are assembled in the Table 3.

Table 3. Initial rate Measured of MB disappearance with free chlorine/sunlight system, at different pH values

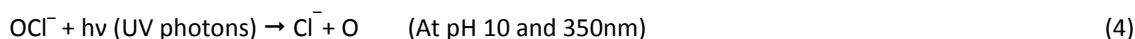
pH	Initial rate (r_0)($\mu\text{M}/\text{min}^{-1}$)
3.20	0.629
4.00	1.815
7.40	1.826
9.60	1.850
11.62	4.561

In addition and as reported by researchers [9], [10], [11], [12], UV light can decompose hypochlorous acid and hypochlorite anions which absorb energy in the 292 to 380 nm region.

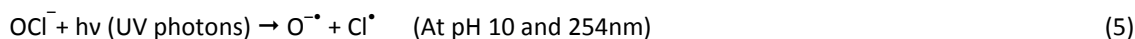
The reactions occurring in the UV photolysis of aqueous species of free chlorine can generate hydroxyl radicals (OH^\bullet) and chlorine radicals (Cl^\bullet) as follows (Eqs. (2), (3)):



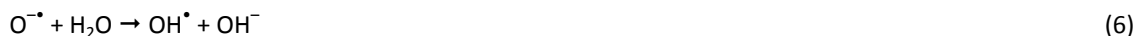
At higher pH such as pH 10 all of the chlorine is present as OCl^- which can be decomposed into chloride ions (Cl^-) and oxygen atoms (O) by UV radiation of 350 nm (Eq. (4)):



However, when OCl^- is irradiated at 254nm, the primary photoprocess is as follows (Eq. (5)):



At this wavelength, OH^\bullet radicals can be generated by the reaction (Eq. (6)):



As a result, the observed enhancement by using free chlorine/sunlight can be due to the association of the above facts and also to the generated radicals which oxidise efficiently organic matter.

3.4 EFFECT OF FENTON'S REAGENT

The choice of Fenton's reagent is important, in order to generate enough radicals to oxidize Methylene Blue (MB). No reaction was observed with MB additional to solutions contained only Fe^{2+} ions or H_2O_2 . Therefore, Disappearance of MB became possible when a mixture of solutions of H_2O_2 and Fe^{2+} ions was added to solution of MB at acidic pH (Fenton reaction). As showed in Figure 6 and as reported in Table 4, weak reaction of MB disappearance was occurred when pH medium was basic comparing the same fact when medium became highly acidic.

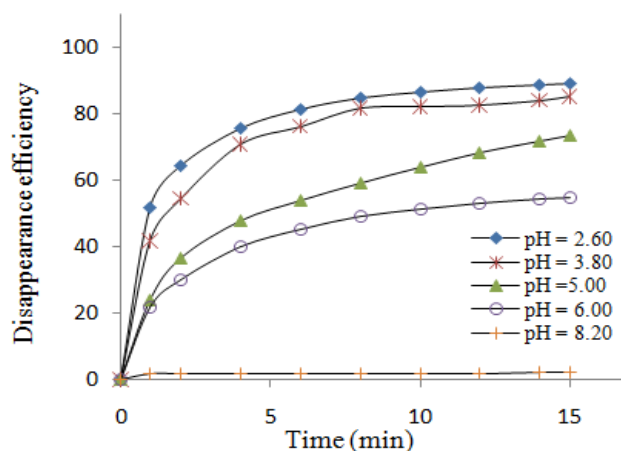
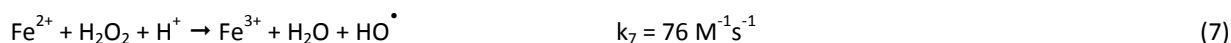


Fig. 6. Effect of Fenton's reagent on the disappearance of Methylene Blue. Reaction conditions: $[\text{dye}]_0 = 25 \mu\text{M}$, $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 0,4 \text{ mM}$, $[\text{Fe}^{2+}]_0 = 0,14 \text{ mM}$ and temperature = 25°C

Table 4. Initial rate Measured of MB disappearance with the Fenton's reagent system, at different pH value

pH	Initial rate (r_0)($\mu\text{M}/\text{min}^{-1}$)
2.60	11.321
3.80	9.832
5.00	4.957
6.00	5.150
8.20	0.442

According to researchers papers [13], [14], MB can be destroyed, as in other AOPs, by initiated hydroxyls radicals (OH^\bullet) which have a high reactive potential. Fenton reaction, one more time, takes place at very low pH for keeping the iron in solution, until the H_2O_2 is fully consumed. At high acidic medium, the following reactions resume the steps of initiation of hydroxyl radicals and regeneration Fe^{2+} ions (Eqs. (7)-(8)) [15], [16]:



4 CONCLUSION

This work can be a first step to extend major advanced oxidation processes to aim to degrade dyes such as Methylene Blue (MB). The obtained results showed that classic oxidant like sunlight, free chlorine, free chlorine/sunlight and $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ systems can remove the dye at different initial pH in acceptable time. Kinetics curves showed that disappearance percentage of MB under sunlight increased with increasing pH values. By contrast, disappearance of MB became faster at acidic pH when only free chlorine was added to the aqueous solution of MB. However in case to apply the system sunlight/free chlorine to MB aqueous solutions, important level of MB disappearance was achieved in only 20 min at basic pH. The system containing H_2O_2 and Fe^{2+} ions was also tested to remove MB in terms of kinetic curves at different pH values. Important reaction initial rate and consequently high removal level were obtained at acidic pH within a reduce time comparing to the preceded reactions.

ACKNOWLEDGMENT

Authors thank M. Redouane BOULGUID for his help to translate this paper.

REFERENCES

- [1] M. Al Iskandarani, A. Boussaoud, G. Duc, Y. Ait-Ichou, M. Petit-Ramel, "Influence des ions bromures et iodures sur la chloration chimique de l'uracile," *Water Research*, vol. 31, n. 2, pp. 229-236, 1997.
- [2] K. Gopal, S. S.Tripathy, J. L. Bersillon, S. P. Dubey, "Chlorination byproducts, their toxicodynamics and removal from drinking water," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 140, n. 1-2, pp. 1-6, 2007.
- [3] C.Y. Yang, H.F. Chiu, M.F. Cheng, S.S. Tsai, "Chlorination of Drinking Water and Cancer Mortality in Taiwan," *Environmental Research*, vol. 78, n. 1, pp. 1-6, 1998.
- [4] M.I. Badaway, M.Y. Ghaly, T.A. Gad-Allah, "Advanced oxidation process for the removal of organophosphorus pesticides from wastewater," *Desalination*, vol. 194, n. 1-3, pp. 166-175, 2006.
- [5] E.R. Bandala, C. Arancibia, S. Orozco, C. Estrada, "Solar photoreactors comparison based on oxalic acid photocatalytic degradation," *Solar Energy*, vol. 77, n. 5, pp. 509-512, 2004.
- [6] E.R. Bandala, Z. Domínguez, F. Rivas, S. Gelover, "Degradation of atrazine using solar driven Fenton-like advanced oxidation technologies," *Journal of Environmental Science and Health Part B*, vol. 42, n. 2, pp. 21-26, 2007b.
- [7] K. Basbusinski, K. Flipek, "Use of Fenton's reagent for removal of pesticides from industrial wastewaters," *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 10, n. 4, pp. 207-212, 2001.
- [8] B. Bayarri, O. Gonzalez, M.I. Maldonado, J. Gimenez, S. Esplugas, "Comparative study of 2,4-dichlorophenol degradation with different advanced oxidation processes," *Journal of solar Energy Engineering*, vol. 129, n.1, pp. 60-67, 2007.
- [9] L.C. Adam, I. Fabian, K. Suzuki, G. Gordon, "Hypochlorous Acid Decomposition in the pH 5-8 Region", *Inorganic Chemistry*, vol. 31, n. 31, pp. 3534-3541, 1992.

- [10] L.H. Nowell, J. Hoigne, "Photolysis of aqueous chlorine at sunlight and ultravioletwavelengths: II. hydroxyl radical production," *Water Research*, vol. 26, n. 5 , pp. 599–605, 1992b.
- [11] B.G. Oliver, J.H. Carey, "Photochemical production of chlorinated organics in aqueoussolutions containing chlorine," *Environmental Science & Technolgy*, vol. 11, n. 9 , pp. 893–895, 1977.
- [12] G.V. Buxton, M.S. Subhani, "Radiation chemistry and photochemistry of oxychlorine ions: II.Photodecomposition of aqueous solutions of hypochlorite ions," *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1*,"Vol. 68, n. 3 , pp. 958–969, 1972a.
- [13] F. J. Potter, J. A. Roth, "Oxidation of Chlorinated Phenols using Fenton's reagent," *HazardousWaste and Hazardous Materials*, vol. 10, n. 2, pp. 151-170, 1993.
- [14] N. R. Mohanty, I. W. Wei, "Oxidation of 2,4-DNT using Fenton's Reagent: ReactionMechanisms and their Practical Applications," *Hazardous Waste and Hazardous Materials*, vol. 10, n. 2,pp. 171-183, 1993.
- [15] R. Chen, JJ. Pignatello, "Role of quinone intermediates as electron shuttles in Fenton and photoassistedFenton oxidations of aromatic compounds," *Environmental Science & Technolgy*, vol. 31, n. 8, pp. 2399-406, 1997.
- [16] N. Kang, DS. Lee, J. Yoon, "Kinetic modeling of Fenton oxidation of phenol and monochlorophenols,"*Chemosphere*. 47, n. 9 , pp. 915-24, 2002.

Effect of Irrigation Water Management Practices and Rice Cultivars on Methane (CH₄) Emission and Rice Productivity

Md. Anisuzzaman Khan¹, Md. Obayedul Hoque Reza², Md. Touhiduzzaman Khan³, and Muhammad Aslam Ali¹

¹Department of Environmental Science,
Bangladesh Agricultural University,
Mymensingh-2202, Bangladesh

²Department of Plant Pathology,
Bangladesh Agricultural University,
Mymensingh-2202, Bangladesh

³Department of Biotechnology,
Bangladesh Agricultural University
Mymensingh-2202, Bangladesh

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

ABSTRACT: An experiment was conducted to investigate the effect of irrigation water management practices and rice cultivars (BRRI Dhan -28 and BINA Dhan -8) on methane (CH₄) emission and rice productivity during Boro season (January to May 2011) at the experimental field of Department of Environmental Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh. Two different rice varieties such as BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8 were selected for the study. Different water management practices such as Continuous flooding (CF) at 5 cm standing water, CF at 5cm standing water for first 3 weeks, CF at 5cm standing water for first 6 weeks, CF at 5cm standing water for first 9 weeks, alternate wetting and drying (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying) and water saturated condition (no standing water) were followed in the different plot in this experiment. It was observed that alternate wetting and drying (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying) treatment gave highest yield 5.76 t/ha and 6.713 t/ha respectively in BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8. However the lowest seasonal methane emission 13.349 g CH₄/m²/season (26.37% less than CF at 5 cm standing water) and 13.808 g CH₄/m²/season (28.08% less than CF at 5 cm standing water) were found under the alternate wetting and drying in BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8 respectively. So alternate wetting and drying (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying) irrigation water management practice should be followed for reducing CH₄ emission and sustaining rice productivity during the Boro season in Bangladesh climatic condition.

KEYWORDS: Irrigation, methane emission, rice cultivars, productivity, climate.

1 INTRODUCTION

Rice (*Oryza sativa* L.) is the most important staple food in Asia, providing an average of 32% of the total calorie uptake (Maclean *et al.*, 2002). About 75% of the global rice volume produced in the irrigated lowlands (Maclean *et al.*, 2002). Profitable rice farming ensures political stability for the country and provides a sense of food security to the people (Bhuiyan *et al.*, 2002). Rice has been growing over 25 million hectares of land under irrigated and rainfed condition which cover about 84% of total cropped area in Bangladesh (BBS, 2008). Bangladesh is a small country with a large population and each year, nearly 1.47 million people are added to its current population of about 162.2 million and at present population growth is 1.29% (BBS, 2009). The pressure on Bangladesh land resources to produce more rice will aggravate in the coming years due to increasing population and demand for food. Rice demand would increase by 25% to keep pace with population growth

(Maclean *et al.*, 2002). Boro, T. Aman and Aus rice cover of 11386, 12474 and 2270 acres with production of 17762, 9662 and 1507 MT respectively (BBS, 2008). Aman rice covers the largest area of 9.82 million hectares with production of 12.84 million tons. The yield of rice in Bangladesh is 2.21 ton per hectare (AIS, 2008). High fertilizer responsiveness is an essential criterion for a high yielding rice varieties and nitrogen is one of the major nutrient elements for crop production that can contribute a lot for higher yield of rice. Future technologies will rely on the adoption of high-yielding cultivars, efficient water management, and increased use of different fertilizers. Some production practices may promote methane (CH₄) emissions while others may infer a net decrease of the CH₄ source strength.

CH₄ is an important greenhouse gas (with a 23-fold higher global warming potential than Carbon dioxide over a 100 year time horizon, IPCC, 2001), which has been reported to account for 95% of total CO₂ equivalent emissions from paddy fields (Naser *et al.*, 2005). Recent studies have reported global annual CH₄ emissions from paddy fields to be 53 Tg CH₄ (Cao *et al.*, 1998), 25-54 Tg CH₄ and 33-49 Tg CH₄ (Neue and Sass, 1998) and 29-61 Tg CH₄ (IPCC, 2002). It has been estimated that global rice production must also double by the year 2020 in order to meet the growing demands (Hossain, 1997) and this may increase CH₄ fluxes by up to 50% (Bouwman, 1991).

Lowland soil having continuous water source which is suitable for rice production. However, it is concurrently acting as a source of CH₄ emission, which is of great environmental concern due to increasing global warming effects. Generally methane is produced from the decomposition of organic matter under anaerobic condition. When oxygen is absent, a portion of methane produced in submerged paddy soils gradually emits methane. Water management with shallow water regime and drainage is, therefore suggested to be an important mitigation action for methane from rice paddies by enhancement of oxidation and reduction of methane formation as well as its total emission. The production of methane is influenced by varies underlying variables including temperature, soil pH, soil redox potential and amount of easily degradable carbon forming substrates for anaerobic microorganism (Neue, 1993). Redox potential is one of the important factor to know the methane emission from rice field whether it occurred or not. Therefore, changes in water management may help to save water resources without a compromise in yield and productivity, as well as to reduce methane fluxes (Huang *et al.*, 2000).

The most promising strategy to reduce methane emission from rice fields in boro season are to control irrigation water supply and selection of rice cultivars. Research regarding the effect of rice cultivars on methane emission becomes important nowadays because of significantly different results (Neue *et al.*, 1994; Wang *et al.* 1997; Wang *et al.* 1999). Different ability of rice cultivars in emitting methane gas were mostly related to the growth performance, i. e. number of plant tillers, plant above and belowground biomass (Aulakh *et al.* 2001). Setyanto *et al.*, (2000) reported that differences in plant growth duration among rice cultivation affected the total seasonal methane emission from flooded soil. Combination of various factors such as the supply of organic matter, size of the root space, and oxidation rate in the rhizosphere have also been identified to affect the methane flux from various rice cultivars (Watanabe and Kimura 1995).

However there is no research findings on irrigation water management and rice cultivars on methane emission and rice productivity in Bangladesh. Therefore, the experiment was undertaken with the following objectives:

- 1) To quantify CH₄ fluxes under different irrigation water management practices.
- 2) To determine the optimum irrigation water amendments for different rice cultivars and
- 3) To identify feasible mitigation strategies for sustainable irrigated rice farming in Bangladesh.

2 MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in the experimental field of the Environmental Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh to find out the effect of irrigation water management practices and rice cultivars on methane (CH₄) emission and rice productivity. The details of different materials used and methodologies followed during the experimental period are described in this chapter under the following headings:

2.1 EXPERIMENTAL PERIOD

The experiment was carried out during Boro season (14 January 2010 to 18 May 2011).

2.2 DESCRIPTION OF THE EXPERIMENTAL SITE

2.2.1 LOCATION

The experimental site was located 24.75° N Latitude and 90.50° E Longitude at an elevation of 18m above the sea level, 6 Km to the south of Mymensingh town and 115 Km to the north of Dhaka under the Old Brahmaputra Floodplain (Agro-Ecological Zone-9) (UNDP and FAO, 1988).

2.2.2 SOIL

The soil of the experimental field belongs to the sonatola soil series of non-calcareous dark grey Floodplain soil under the Old Brahmaputra Alluvial Tract which is more or less neutral in reaction with 1.80% organic matter content and pH value 6.4. The experimental field was a medium high land and well drained condition. The morphological and physio-chemical properties of the soil of the site have been given in Appendix-1.

2.2.3 CLIMATE

The experimental area was under subtropical climate characterized by moderately high temperature and heavy rainfall during the Kharif season (April-September) and scanty rainfall with moderately low temperature during Rabi season (October- March). Monthly meteorological data recorded in weather yard, Department of Irrigation and Water management, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh during the study period from December to May, 2010 have been presented in Appendix-2.

2.3 RICE VARIETY

BINA dhan-8 and BRRI dhan-28 was used as the test crop. These variety developed by BINA (Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture) and BRRI (Bangladesh Rice Research Institute) respectively and both are recommended as high yielding cultivar during Boro season. Field duration of BRRI dhan-28 and BINA dhan 8 are 110-120 and 130-135 days respectively.

2.4 EXPERIMENTAL DESIGN, LAYOUT AND TREATMENTS

The experimental was laid out in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The experimental field was divided into six blocks. There are 6 treatments in each block. Thus the total numbers of unit plots were 36. The area of each plot was 40 square meter (10m×4 m). The treatment combinations were randomly distributed to unit plots. The experimental treatments were:

T₁: Continuous flooding (CF) at 5 cm standing water.

T₂: CF at 5 cm standing water for first 3 weeks period, then 2.5 cm water level

T₃: CF at 5 cm standing water for first 6 weeks period, then 2.5 cm water level

T₄: CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level

T₅: Alternate wetting and drying (AWD) (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying)

T₆: Water saturated condition (no standing water)

From ripening stage to harvesting irrigation water was removed from all treatments.

2.5 RAISING OF SEEDLINGS

Seeds of BINA dhan-8 were collected from Genetics division of Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture (BINA), Mymensingh. Seeds of BRRI dhan-28 were collected from Agronomy division of Bangladesh Agricultural University (BAU), Mymensingh. Seeds were soaked in water in bucket for 24 hours and then taken out of water and kept thickly in gunny bags. The seeds started sprouting after 48 hours of stepping and sprouting completed after 72 hours. Sprouted seeds were sown in the well prepared wet nursery. Proper care was taken to raise the seedlings in the seedbed.

2.6 LAND PREPARATION

The experimental field was opened with a tractor drawn disc harrow on 5 December 2010 and subsequently ploughed and cross plough three times followed by laddering to obtain the desirable tilth. The land was clean by removing weeds, stubbles and crop residues.

2.7 APPLICATION OF FERTILIZER

Fertilizers and soil amendments were applied at the following doses: prilled urea 150 kg ha⁻¹, gooti urea 40 kg ha⁻¹, respectively in all plots. At the time of final land preparation nitrogenous fertilizer in form of urea (prilled or gooti) was applied as basal dose and rest of urea in two equal splits at 30 and 60 Days After Transplanting (DAT). But all other fertilizers (T.S.P. 110 kg ha⁻¹, M.O.P. 70 kg ha⁻¹, gypsum 45 kg ha⁻¹), were applied as per respective doses in two equal splits at the land preparation time and 30 DAT.

2.8 TRANSPLANTING

Nursery beds were made wet by application of water both in the morning and evening on the day before uprooting the seedlings. Seedlings were uprooted carefully early in the morning on 14 January 2011 and transplanting in row in the main field at the three seedlings per hill with 25cm×25 cm row and hill spacing.

2.9 INTERCULTURAL OPERATIONS

The following intercultural operations were done for maintaining the normal growth and development of the crop.

2.9.1 FLOODING AND DRAINAGE

The experiment was carried out at Boro season (December-May) 2010. So irrigation was given to experimental treatment. Excess water was drained out from the plots before harvest to enhance maturity of the crop.

2.9.2 BUND REPAIRING

The bund around individual plot was repaired as and when necessary to prevent water movement between the plots.

2.9.3 GAP FILLING

Seedlings in some of the hills died off and were replaced by gap filling on 05 February 2011 with the seedlings from the same source.

2.9.4 WEEDING

The plot was weeded three times at 14, 29 and 50 days after planting.

2.10 SAMPLING, HARVESTING, THRESHING, CLEANING AND PROCESSING

Ten hills were selected at random from each unit plot excluding boarder rows to record the data on crop parameters. The rice was harvested plot wise on 18 May 2011. The harvested crop of each plot was separately bundled, tagged and brought to the threshing floor. The grains were threshed, cleaned, sun dried and weighed to record the grain yield. The grain yield was adjusted to 14% moisture content. Straw was sun dried and weighed to record the straw yield. Grains yields were finally expressed as ton ha⁻¹ and straw yield also expressed in as ton ha⁻¹.

2.11 COLLECTION OF DATA AT HARVEST

Ten plants were randomly selected from each plot prior to harvesting for collection of data on plant characters. Data were collected on the following parameters:

2.11.1 PLANT HEIGHT

The plant height at harvesting was measured from ground level to the tip of the upper most tillers.

2.11.2 TOTAL NUMBER OF TILLERS HILL⁻¹

Tillers with at least one visible leaf were counted.

2.11.3 NUMBER OF PANICLE HILL⁻¹

Panicle numbers were counted from a hill.

2.11.4 GRAINS PANICLE⁻¹

Presence of food material in the spikelet was considered as grain and total number of grains present on each panicle was counted.

2.11.5 PERCENTAGE OF RIPENED GRAINS

Ripened grains were calculated by 100 grain considering mature grain and immature grain.

2.11.6 WEIGHT OF 1000- GRAINS

One thousand clean and dried grains from the seed stock of each plot were counted separately and weighted by an electric balance and finally moisture content was determined by a moisture meter and they were adjusted to 14% moisture content.

2.11.7 GRAIN YIELD

The grain was threshed from the plant, cleaned, dried and then weighed carefully. Dry weight of grains of each plot was converted into grain yield in ton ha⁻¹.

2.11.8 STRAW YIELD

Straw obtained from harvested area of each plot was sun dried and weighed. Dry weighed of straw yield of each plot was converted to straw yield ton ha⁻¹.

2.11.9 HARVEST INDEX

Harvest index in the percent expression of the ratio between grain yield and biological yield assessed on absolute moisture basis and can be calculated by the following formula:

$$\text{Harvest Index (\%)} = \frac{\text{Grain Yield}}{\text{Biological Yield}} \times 100$$

2.12 MEASUREMENTS OF SOIL REDOX POTENTIAL (EH) AND SOIL PH

Soil redox potential (Eh) and pH were measured in every week by Eh meter (Model NU HACH, USA) and pH meter (Model NU HACH, USA) respectively during the rice cultivation.

2.13 ANALYTICAL TECHNIQUES

Gas samples were collected by using the closed-chamber method (Ali *et al.*, 2008) during the rice cultivation. The dimensions of close chamber were 62×62 ×112 cm. Two chambers were installed in each experimental plot. Gas sample was collected at different growth stages (Transplanting, Active tillering, Flowering, Heading and ripening stage) to get the average CH₄ emissions during the cropping season. Gas sample was collected in 50 ml gas-tight syringes at 0 and 30 minutes intervals after chamber placement over the rice planted plot. The samples were analyzed for CH₄ by using gas chromatograph

(Varian star 3400, USA) equipped with an FID (flame ionization detector). The analysis column used a stainless steel column packed with Porapak NQ (Q 80-100 mesh). The temperatures of column, injector and detector were adjusted at 100°C, 200°C, and 200°C respectively.

CALCULATION OF CH₄ FLUX:

Flux ($F = mg$ or $\mu g\ m^{-2}\ hr^{-1}$) was calculated

$$F = \rho \cdot V/A \times \Delta c/\Delta t \times 273/T$$

Where,

ρ = gas density (CH₄ = 0.714)

V = volume of the chamber (m³)

A = area of the chamber (m)

$\Delta c/\Delta t$ = average increase of gas concentration in the chamber

T = 273 + mean temperature of the chamber (°C)

2.14 STATISTICAL ANALYSIS

Data on the plant characteristics and CH₄ emission were analyzed using the analysis of variance (ANOVA) technique with the help of computer package programme MSTATC and mean differences were adjusted by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

3 RESULTS AND DISCUSSION

The results of the study regarding the effect of different irrigation water management and rice cultivars on the rice productivity and total CH₄ emission of Boro season rice cultivar BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8 have been presented and discussed in this chapter.

3.1 EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER MANAGEMENT ON METHANE EMISSION DURING BORO SEASON RICE CULTIVAR BRRI DHAN-28 AND BINA DHAN-8

3.1.1 EFFECT OF IRRIGATION WATER MANAGEMENT ON SOIL pH AND METHANE EMISSION DURING BRRI DHAN-28 AND BINA DHAN-8 CULTIVATION

In general soil pH was increased with the application of irrigation water, then at the harvesting stage soil pH decreased to some extent. The methane emission rate was significantly increased with the increased of pH in all treatment. At heading stage the pH was highest (Fig. 1 and 2) and the methane emissions were very high. The highest soil pH levels were observed in heading stage for both cultivar (BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8), the alkaline materials for favorable methanogens bacteria. Methane emission was significantly influenced by the soil pH. Slightly alkalinity is generally recognized to promote the formation of CH₄. The optimum pH for the production of several species of methanogens ranges from 6.4-7.8.

Wang *et al.* (1993) observed that the methane production rate in paddy soil peaked at pH between 6.9-7.1. A pH of below 5.75 or above 8.75 completely suppressed methane production.

3.1.2 EFFECT OF IRRIGATION WATER MANAGEMENT ON SOIL Eh AND METHANE EMISSION DURING BRRI DHAN-28 AND BINA DHAN-8 CULTIVATION

A negative relation was observed between the soil Eh and methane emissions rate. At the heading stage the soil Eh was very low and the methane production rate was very high in all treatment. The ripening stage the methane production decreased due to soil Eh increased (Fig. 3 and 4). Methane emission was very low at the time of transplanting. Then it increased significantly with the plant growth and the development of the soil reduction condition. The highest methane production was observed in Heading Stage due to the decreasing of soil Eh.

Sarwar and Khanif, (2005) observed that maintaining the redox potential value kept the soil oxidized to rice and low reduced condition could be implemented without effect on yield under low water input.

3.1.3 TOTAL CH₄ EMISSION

The different irrigation water management significantly influenced on total methane emission. The highest total methane emission 18.130 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BRRRI Dhan -28 and 19.201 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BINA Dhan-8 both were observed in the treatment of continuous flooded water (at 5 cm standing) and the organic matter status decreased with the increase of methane emission in both BRRRI Dhan -28 and BINA Dhan-8 (Table: 7 and 8). The lowest total methane emission 13.349 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BRRRI Dhan -28 and 13.808 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BINA Dhan-8 both were observed in the treatment the of alternate wetting and drying (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying)(Table: 2 and 4 and Figure: 5 and 6). The total methane emission is decreased by

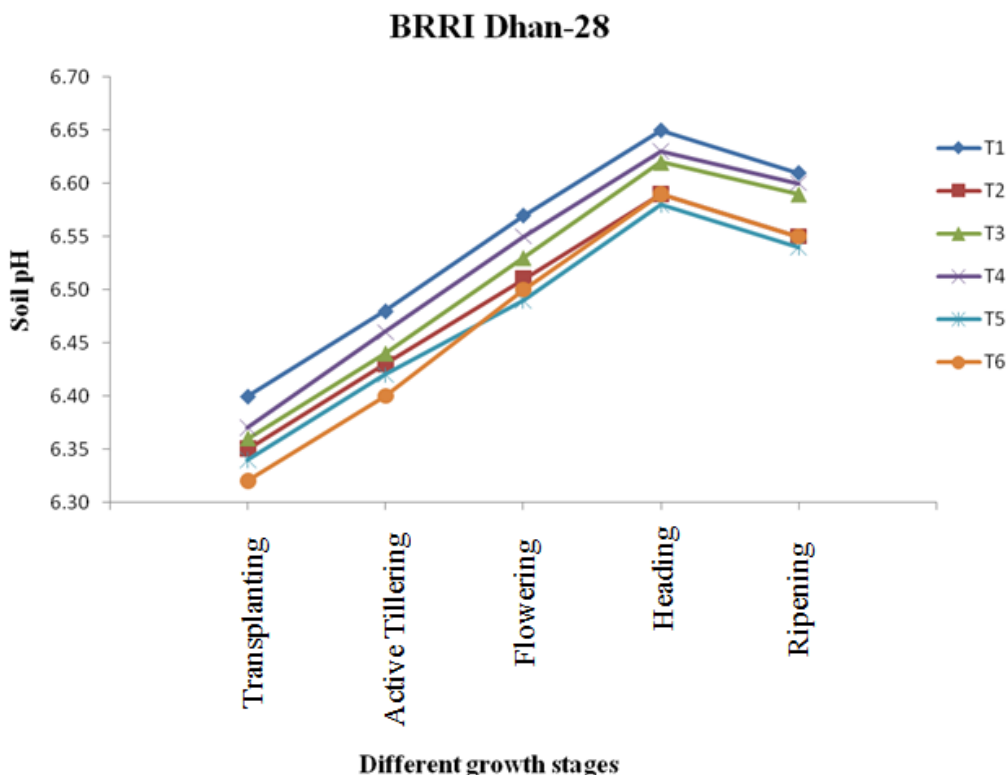


Fig. 1: Changes in Soil pH with plant growth stages under different irrigation water management practices

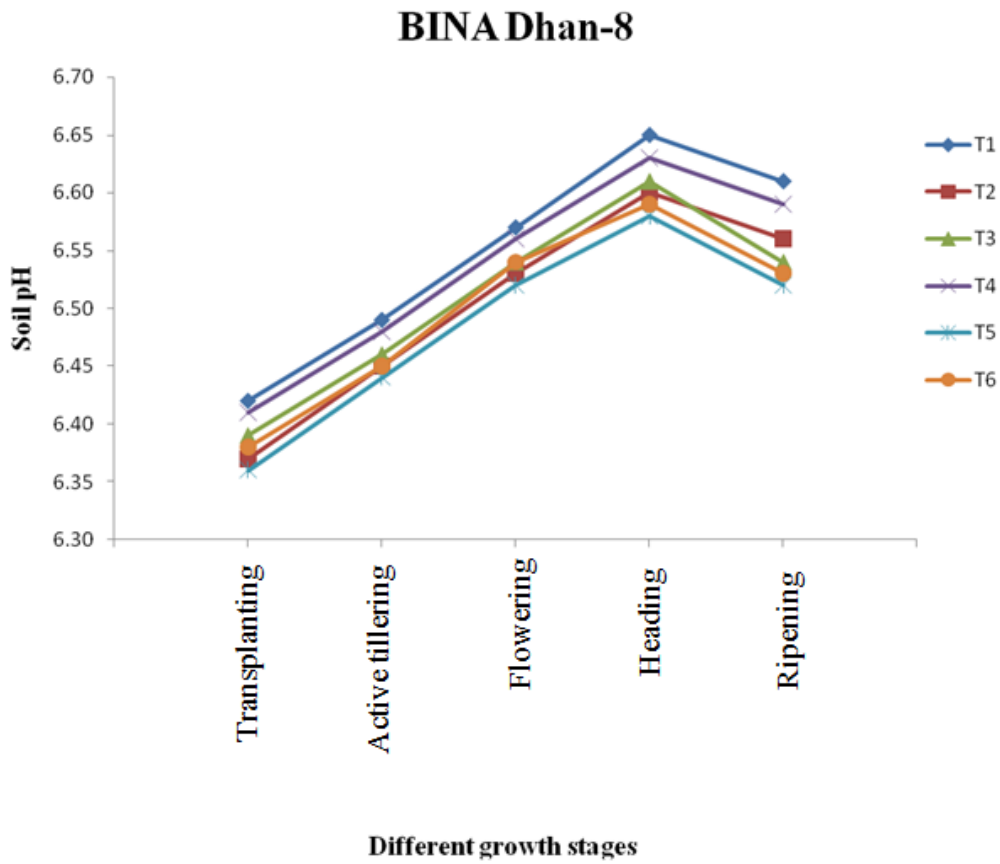


Fig. 2: Changes in Soil pH with plant growth stages under different irrigation water management practices

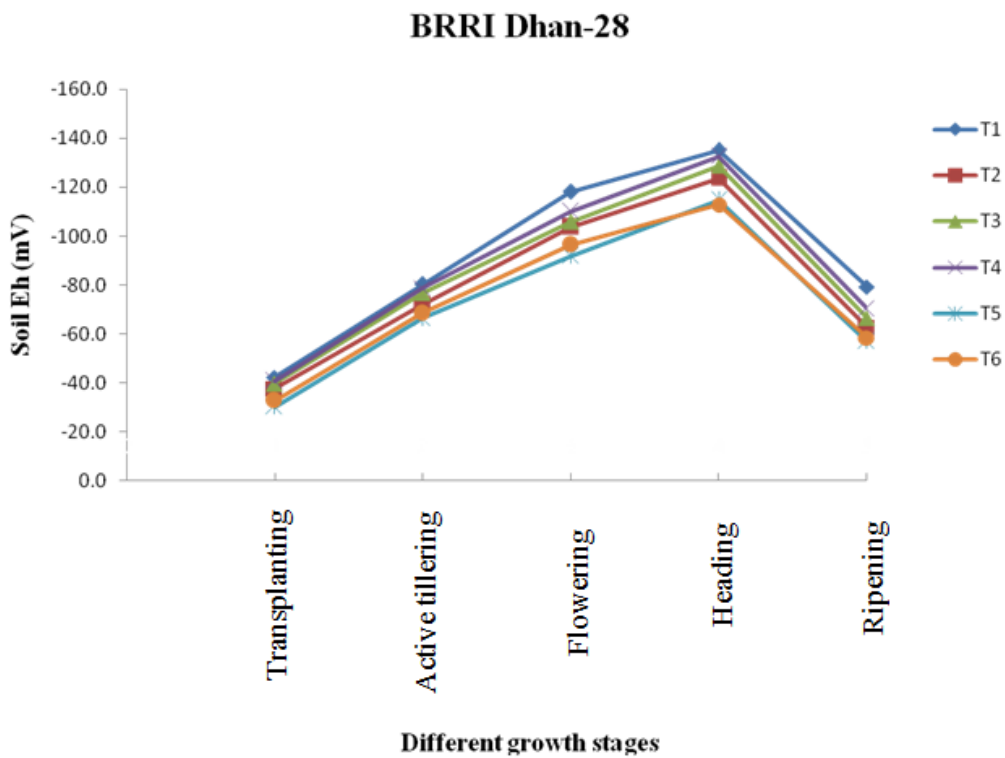


Fig. 3: Changes in Soil Eh with plant growth stages under different irrigation water management practices

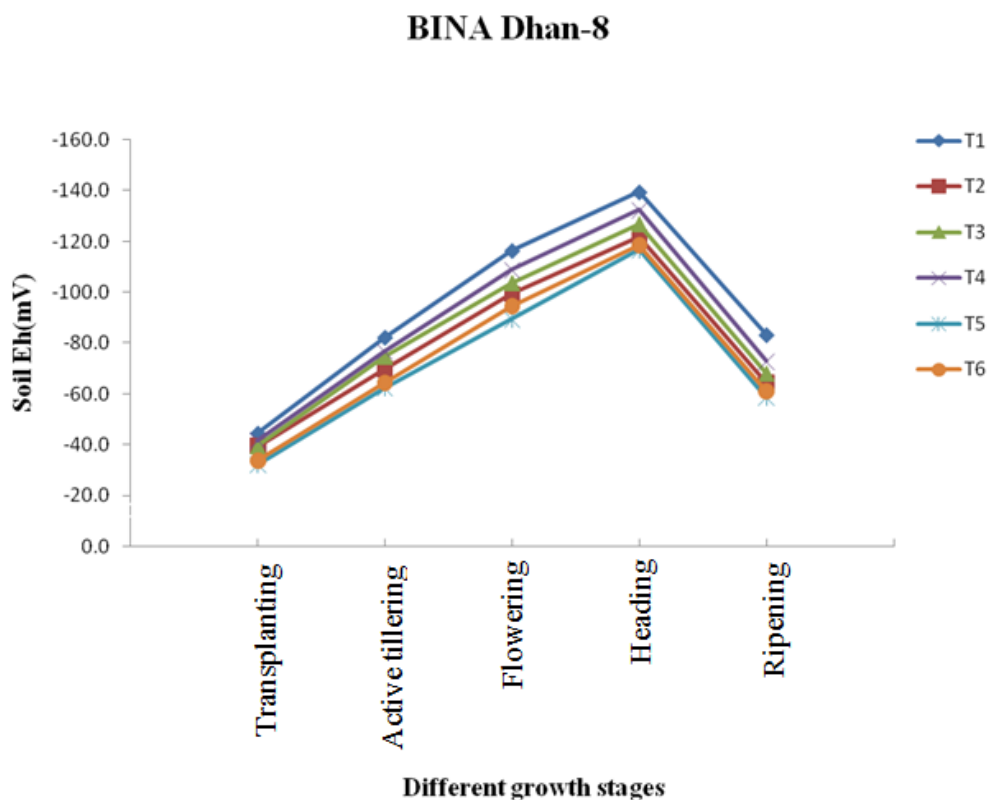


Fig. 4: Changes in Soil Eh with plant growth stages under different irrigation water management practices

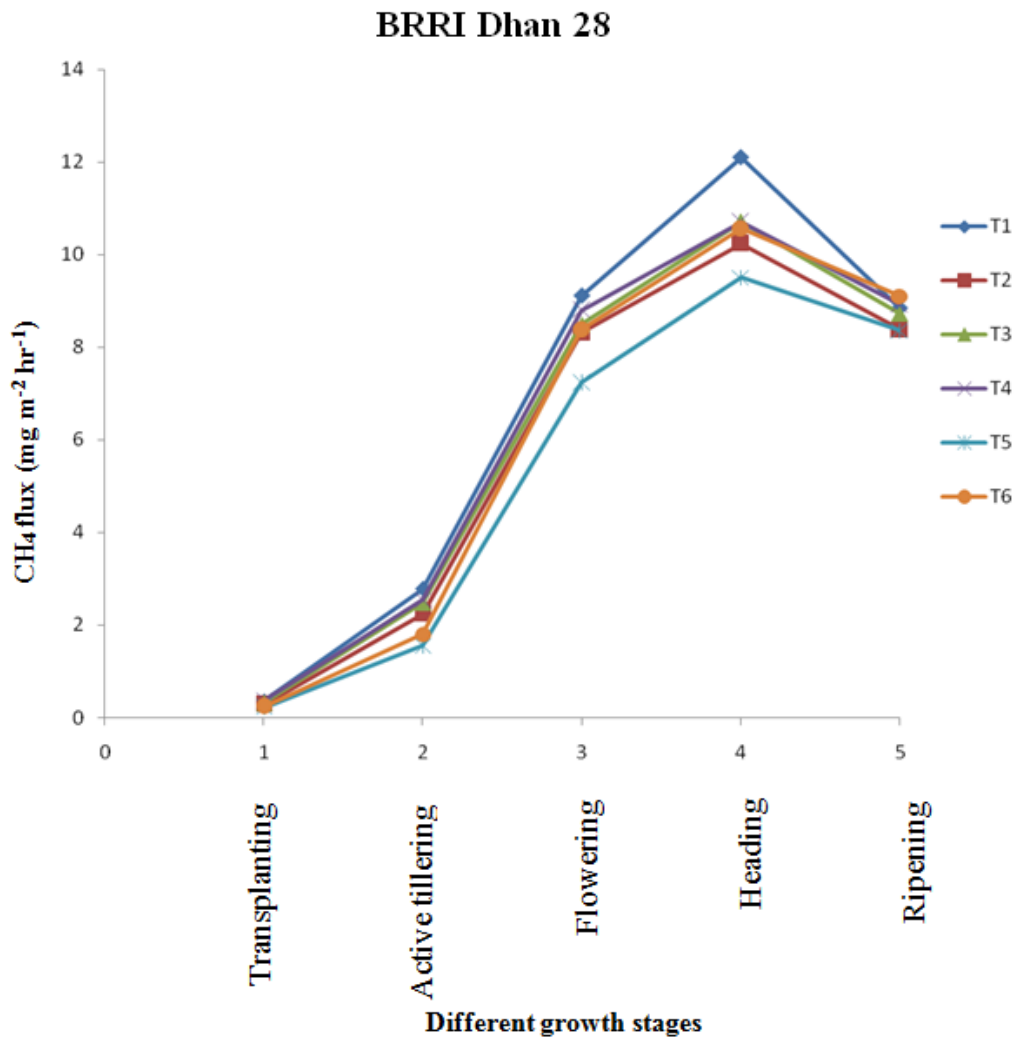


Figure 5: Trends of CH₄ emission rate with plant growth stages under different irrigation water management practices

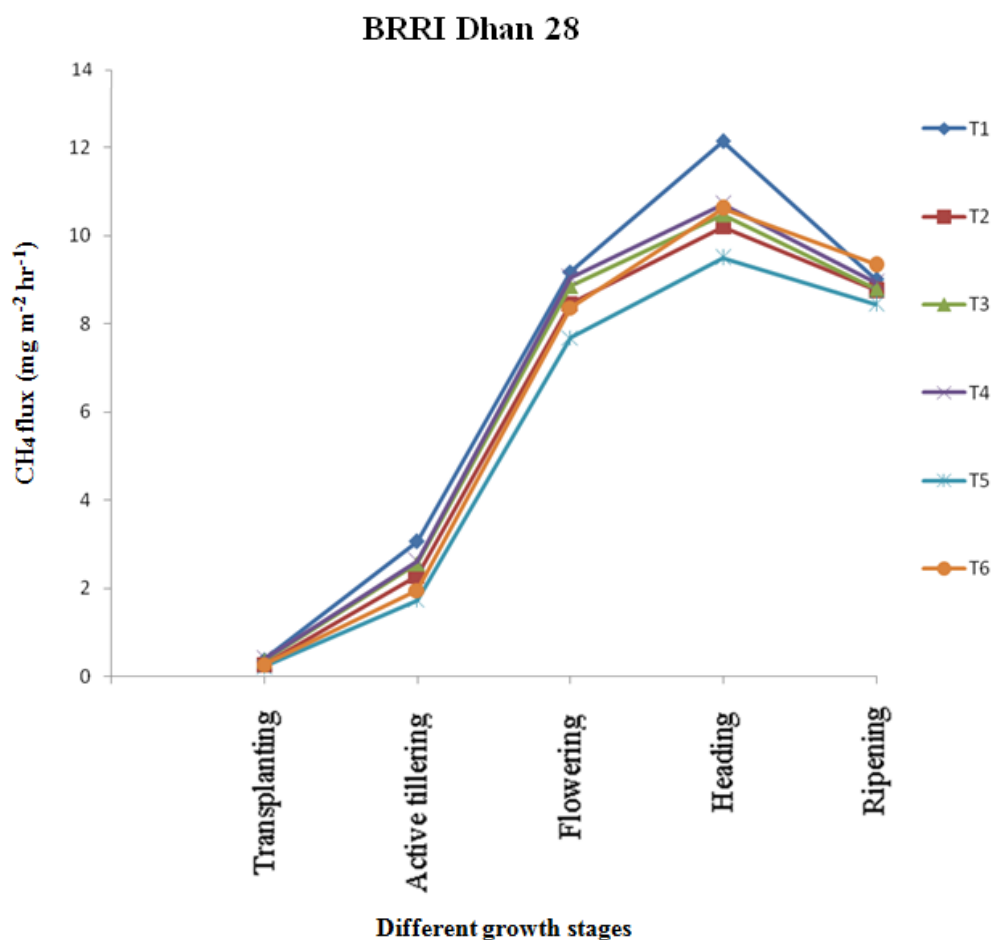


Figure 6: Trends of CH₄ emission rate with plant growth stages under different irrigation water management practices

16.02%, 12.36%, 10.34%, 17.53% and 26.37% under CF at 5 cm standing water for first 3 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 6 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level, water saturated condition and alternate wetting and drying. respectively in BRRRI Dhan -28 and 19.39%, 16.26%, 10.73%, 18.13% and 28.08% under CF at 5 cm standing water for first 3 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 6 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level and water saturated condition and alternate wetting and drying respectively in BINA Dhan-8.

Khosa *et al.*, (2011) also found similar result. They observed that the methane flux was reduced to half (1.02 and 0.47 mg m⁻² hr⁻¹, respectively in 2005 and 2006) when rice fields were irrigated 2-3 days after infiltration of flood water into the soil.

Adhya *et al.*, (2000) also observed that intermittent irrigation reduced emissions by 15% as compared to continuous flooding in the dry season.

3.2 EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER MANAGEMENT ON THE YIELD AND YIELD ATTRIBUTES OF BORO SEASON RICE CULTIVAR BRRRI DHAN-28 AND BINA DHAN-8

3.2.1 PLANT HEIGHT

Plant height was the significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 the highest plant height (86.13 cm) was found in the alternate wetting and drying which was statistically similar to the treatment of CF at 5 cm standing water for first 9 weeks then 2.5 cm water level period (86.00 cm) and the lowest plant height (80.03 cm) was found in the treatment of water saturated condition (no standing water). In BINA Dhan-8 the highest plant height (93.27cm) was found in the alternate wetting and drying which was statistically similar to the treatment of CF at 5 cm

standing water (93.00 cm) and the lowest plant height (87.37 cm) was found in the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.2 NUMBER OF TILLERS HILL⁻¹

The Number of tiller hill⁻¹ was significantly affected by the different irrigation water management practices. In BRRI Dhan -28 the highest Number of tiller hill⁻¹ (14.23) was found with the treatment of alternate wetting and drying while lowest Number of tiller hill⁻¹ (11.13) was found with the treatment of water saturated condition (no standing water) which was statistically similar to the treatment of CF at 5 cm standing water for first 3 weeks period and then 2.5 cm water level (11.67). In BINA Dhan-8 the highest Number of tiller hill⁻¹ (15.10) was found with the treatment of alternate wetting and drying while lowest Number of tiller hill⁻¹ (11.37) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.3 LEAF AREA INDEX (LAI)

Different irrigation water management practices significantly influenced LAI. In BRRI Dhan -28 the highest LAI (1.94) was found in alternate wetting and drying and the lowest LAI (1.76) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan-8 the highest LAI (2.14) was found in alternate wetting and drying and the lowest LAI (1.92) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.4 NO. OF PANICLES HILL⁻¹

No. of panicle hill⁻¹ was significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRI Dhan -28 the highest No. of panicle hill⁻¹(11.93) was found in alternate wetting and drying and the lowest No. of panicle hill⁻¹(10.30) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 the highest No. of panicle hill⁻¹(12.97) was found in alternate wetting and drying which was statistically similar to the treatment of CF at 5 cm standing water (12.70)and the lowest No. of panicle hill⁻¹(10.30) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.5 NO. OF GRAINS PANICLE⁻¹

No. of grains panicle⁻¹ was significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRI Dhan -28 the highest No. of grains panicle⁻¹ (131.40) was found in alternate wetting and drying and the lowest No. of grains panicle⁻¹ (122.07) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest No. of grains panicle⁻¹ (121.80) was found in alternate wetting and drying and the lowest No. of grains panicle⁻¹ (115.17) was found with the treatment of water saturated condition which was statistically similar to the treatment of CF at 5 cm standing water and then 2.5 cm water level(115.63)(Table: 1 and 3).

3.2.6 NO. OF GRAINS HILL⁻¹

No. of grains hill⁻¹ was significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRI Dhan -28 the highest No. of grains hill⁻¹ (1568.03) was found in alternate wetting and drying and the lowest No. of grains hill⁻¹ (1257.31) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest No. of grains hill⁻¹ (1579.337) was found in alternate wetting and drying and the lowest No. of grains hill⁻¹ (1186.33) was found with the treatment of water saturated condition(Table: 1 and 3).

3.2.7 PERCENTAGE OF RIPENED GRAINS

Percentage of ripened grain was significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRI Dhan -28 the highest (89.27) Percentage of ripened grain was found in alternate wetting and drying and the lowest (84.43) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest the highest (88.733) Percentage of ripened grain was found in alternate wetting and drying and the lowest (86.067) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.8 1000 GRAINS WEIGHT

1000 grains weight was significantly influenced by the different irrigation water management practices in BRRI Dhan -28. Highest 1000 grains weight (22.97g) was found in alternate wetting and drying and the lowest (22.33g) was found with the

treatment of water saturated condition which is statistically similar to the treatment of CF at 5 cm standing water and then 2.5 cm water level (22.47g). But In BINA Dhan -8 did not found significance in 1000 grains weight (Table: 1 and 3).

3.2.9 GRAINS WEIGHT HILL⁻¹

Grain weight hill⁻¹ was significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 highest 1000 Grain weight hill⁻¹ (36.01g) was found in alternate wetting and drying and the lowest (28.07g) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest 1000 Grain weight hill⁻¹ (41.957g) was found in alternate wetting and drying and the lowest (31.397g) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.10 STRAW WEIGHT HILL⁻¹

Straw weight hill⁻¹ significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 highest Straw weight hill⁻¹ (35.77g) was found in alternate wetting and drying which is the statistically similar with the treatment CF at 5 cm standing water (35.03g) and 5 cm standing water for first 9 weeks then 2.5 cm water level period (34.86g) and lowest (28.07g) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest Straw weight hill⁻¹ (41.467g) was found in alternate wetting and drying the lowest (33.733g) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 1 and 3).

3.2.11 GRAIN YIELD HA⁻¹

Grain yield ha⁻¹ significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 highest Grain yield ha⁻¹ (5.76 t/ha) found in alternate wetting and drying and lowest (4.493 t/ha) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest Grain yield ha⁻¹ (6.713 t/ha) found in alternate wetting and drying and lowest (5.02 t/ha) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 2 and 4).

Sarwar and Khanif (2005) also shows that use of water regimes can potentially lower methane emission without sacrificing grain yield.

3.2.12 STRAW YIELD HA⁻¹

Straw yield ha⁻¹ significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 highest straw yield ha⁻¹ (5.727 t/ha) found in alternate wetting and drying which is the statistically similar with the CF at 5 cm standing water (5.603 t/ha) and CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level (5.577 t/ha) and lowest straw yield ha⁻¹ (4.903 t/ha) found in water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest straw yield ha⁻¹ (6.637 t/ha) found in alternate wetting and drying and lowest straw yield ha⁻¹ (5.397 t/ha) found in water saturated condition (Table: 2 and 4).

Sarwar and Khanif (2005) also shows that use of water regimes can potentially lower methane emission without sacrificing straw yield.

3.2.13 HARVEST INDEX (HI)

Grain harvest index significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 highest Grain yield ha⁻¹ (50.17) found in alternate wetting and drying and lowest (47.81) was found with the treatment of water saturated condition. In BINA Dhan -8 highest Grain yield ha⁻¹ (50.287) found in alternate wetting and drying which is the statistically similar with the CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level (50.05) and lowest (48.193) was found with the treatment of water saturated condition (Table: 2 and 4).

3.2.14 SEASONAL CH₄ EMISSION

Seasonal CH₄ emission significantly influenced by the different irrigation water management practices. In BRRRI Dhan -28 highest Seasonal CH₄ emission (18.130 g CH₄ m² Season⁻¹) found with the treatment of CF at 5 cm water level and the lowest Seasonal CH₄ emission (13.349 g CH₄ m² Season⁻¹) was found with the treatment of alternate wetting and drying. In BINA Dhan -8 highest Seasonal CH₄ emission (19.201g CH₄ m² Season⁻¹) found with the treatment of CF at 5 cm water level and the lowest Seasonal CH₄ emission (13.808 g CH₄ m² Season⁻¹) was found with the treatment of alternate wetting and drying (Table: 2 and 4).

Wang *et al.*, also observed that practice of alternate wetting and drying reduced methane emission rates by 23%, as compared to continuous flooding.

3.2.15 CORRELATION OF YIELD COMPONENT AND SOIL PARAMETER WITH METHANE EMISSION

Methane emission were negatively correlate with No. of tillers/hill, LAI, No. of panicle/hill, grain yield HI and soil Eh and positively correlate with the plant height, straw yield, organic carbon and soil pH both BRR I Dhan -28 and BINA Dhan-8 (Table:5 and 6)

Table 1. Effect of irrigation water management practices on rice growth and yield components of BRR I Dhan -28

Treatment	Plant height (cm)	No. of tillers / hill	LAI	No. of panicles /hill	No. of grains /panicle	No. of grains /hill	Ripened grain %	1000 grains wt.(g)	Grains wt. g/hill	Straw wt. g/hill
T1	85.63b	13.00b	1.92ab	11.63ab	130.07b	1513.10b	87.57b	22.77b	34.45 b	35.03a
T2	83.67d	11.67c	1.90ab	10.47d	125.40e	1312.52e	86.10d	22.47c	29.49 e	31.03c
T3	84.63c	12.63b	1.87b	10.93c	126.53d	1383.43d	86.73c	22.70b	31.40 d	32.86b
T4	86.00a	13.10b	1.89ab	11.40b	128.10c	1460.37c	87.07bc	22.77b	33.25 c	34.86a
T5	86.13a	14.23a	1.94a	11.93a	131.40a	1568.03a	89.27a	22.97a	36.01a	35.773a
T6	80.03e	11.13c	1.76c	10.30d	122.07f	1257.31f	84.43e	22.33c	28.07 f	30.633c
LSD	.3098	.622	.05753	.402	.3986	51.46	.6302	.1908	.1819	1.142
Level of Significance	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

* = Significant at 5% level of probability

Table 2. Effect of irrigation water management practices on yield and total CH₄ emissions of BRR I Dhan-28

Treatment	Grain yield t/ha	Straw yield t/ha	HI %	g CH ₄ /m ² /season
T1	5.510b	5.603a	49.577b	18.130a
T2	4.720d	4.963c	48.743c	15.224cd
T3	5.027c	5.257b	48.873c	15.890bc
T4	5.317b	5.577a	48.800c	16.220b
T5	5.760a	5.727a	50.170a	13.349e
T6	4.493e	4.903c	47.810d	14.952d
LSD	.1993	.1819	.4493	.3647
Level of Significance	**	**	**	**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

* = Significant at 5% level of probability

Table 3. Effect of irrigation water management practices on rice growth and yield components of BINA Dhan -8

Treatment	Plant height (cm)	No. of tillers / hill	LAI	No. of panicles /hill	No. of grains /panicle	No. of grains /hill	Ripened grain %	1000 grains wt.(g)	Grains wt. g/hill	Straw wt. g/hill
T1	93.00a	14.30b	2.02ab	12.70a	118.57c	1505.777b	88.067b	26.567	40.003b	40.567b
T2	89.57d	12.97c	1.96 ab	11.50d	115.63e	1329.793d	86.767d	26.567	35.330d	35.600e
T3	91.53c	13.83b	1.98 ab	12.03c	116.87d	1406.303c	87.267c	26.533	37.313c	37.733d
T4	92.67b	14.23b	2.07 ab	12.33b	120.03b	1480.397b	88.267b	26.533	39.277b	39.233c
T5	93.27a	15.10 ^a	2.14 a	12.97 ^a	121.80a	1579.337a	88.733 ^a	26.567	41.957 ^a	41.467 ^a
T6	87.37e	11.73d	1.92b	10.30e	115.17e	1186.330e	86.067e	26.467	31.397e	33.733f
LSD	0.365	0.5458	0.1819	0.2877	0.8725	37.25	0.2636		1.040	0.1617
Level of Significance	**	**	**	**	**	**	**	NS	**	**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

*= Significant at 5% level of probability

Table 4. Effect of irrigation water management practices on yield and total CH₄ emissions of BINA Dhan-8

Treatment	Grain yield t/ha	Straw yield t/ha	HI %	g CH ₄ /m ² /season
T1	6.400b	6.493 b	49.640b	19.201a
T2	5.650d	5.697 d	49.793b	15.478 d
T3	5.970c	6.037 c	49.717b	16.079 c
T4	6.283b	6.277 b	50.050ab	17.147b
T5	6.713a	6.637 a	50.287a	13.808e
T6	5.020e	5.397 e	48.193c	15.720d
LSD	0.1627	0.1286	0.3944	0.7209
Level of Significance	**	**	**	**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

*= Significant at 5% level of probability

Table 5. Correlation of BRRI Dhan 28 growth, yield and soil parameter with CH₄ emission

	Seasonal CH ₄ flux	Plant height	No. of tillers/hill	LAI	No. of panicles/hill	Grain yield t/ha	Straw yield t/ha	HI%	OC	pH	Eh
Seasonal CH ₄ flux	1										
Plant height	0.065	1									
No. of tillers/hill	-0.212	0.848**	1								
LAI	-0.089	0.911**	0.744**	1							
No. of panicle/hill	-0.027	0.820**	0.931**	0.710**	1						
Grain yield t/ha	-0.063	0.861**	0.945**	0.775**	0.991**	1					
Straw wt. t/ha	0.032	0.841**	0.912**	0.688**	0.979**	0.977**	1				
HI%	-0.219	0.802**	0.878**	0.859**	0.872**	0.901**	0.790**	1			
OC	0.707**	0.675**	0.375	0.619*	0.641	0.755**	0.523*	0.413	1		
pH	0.581*	0.598**	0.331	0.429	0.479*	0.488*	0.558*	0.297	-	1	
										0.838**	
Eh	-0.782**	-0.570*	-0.185	-0.504*	-0.297	-0.314	-0.337	-	-	-	1
											0.263
											0.918**
											0.736**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Where as figures bearing dissimilar letter (s) differ

significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

* = Significant at 5% level of probability

Table 6. Correlation of BINA Dhan -8 growth, yield and soil parameter with CH₄ emission

	Seasonal CH ₄ flux	Plant height	No. of tillers/hill	LAI	No. of panicles/hill	Grain yield t/ha	Straw yield t/ha	HI %	OC	pH	Eh
Seasonal CH ₄ flux	1										
Plant height	0.116	1									
No. of tillers/hill	-0.078	0.948**	1								
LAI	-0.301	0.809**	0.846**	1							
No. of panicle/hill	-0.028	0.964**	0.978**	0.787**	1						
Grain yield t/ha	-0.031	0.965**	0.981**	0.842**	0.992**	1					
Straw wt. t/ha	0.028	0.956**	0.958**	0.816**	0.972**	0.983**	1				
HI %	-0.140	0.815**	0.857**	0.728**	0.861**	0.852**	0.745**	1			
OC	0.651**	0.705**	0.563*	0.210	0.649**	0.588*	0.615**	0.442	1		
pH	0.120*	0.348	0.356	0.157	0.426	0.397	0.370	0.434	-0.364	1	
Eh	-0.753**	-0.563*	-0.241	-0.513*	-0.273	-0.328	-0.342	-0.229	-0.878**	-0.812**	1

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly. Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

* = Significant at 5% level of probability

Table 7. Soil properties at Harvesting stage of BRRI Dhan-28

Treatment	% OM	pH	T-N %	P (ppm)	K (meq/100g)	S (ppm)
T1	1.56b	6.67a	0.113a	4.23a	0.073	9.31d
T2	1.67a	6.53bc	0.127abc	3.85c	0.070	10.13b
T3	1.61b	6.57abc	0.123bc	3.91bc	0.073	9.56c
T4	1.61b	6.63ab	0.117 bc	3.95b	0.073	9.55c
T5	1.68a	6.53bc	0.133ab	3.52d	0.070	11.33a
T6	1.73a	6.47c	0.143a	3.41e	0.073	11.26a
LSD	0.05753	0.09965	0.01819	0.05753	0.1819	-
Level of Significance	**	**	*	**	NS	**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

* = Significant at 5% level of probability

Table 8: Soil properties at Harvesting stage of BINA Dhan-8

Treatment	% OM	pH	T- N %	P (ppm)	K (meq/100g)	S (ppm)
T1	1.543d	6.633ab	0.110a	4.207 ^a	0.070	9.270d
T2	1.670b	6.667 a	0.123a	3.827c	0.073	10.100b
T3	1.587cd	6.567 ab	0.120a	3.887b	0.073	9.527c
T4	1.593c	6.633 ab	0.113a	3.940b	0.073	9.530c
T5	1.663 b	6.600 ab	0.130a	3.520d	0.073	11.313a
T6	1.713a	6.500 b	0.140a	3.390e	0.070	11.240a
LSD	0.5212	0.1286	0.057	0.05753	-	0.1286
Level of Significance	**	*	*	**	NS	**

In a column, Figure having similar letter (s) or without letters do not differ significantly Whereas figures bearing dissimilar letter (s) differ significantly as per DMRT.

** = Significant at 1% level of probability

* = Significant at 5% level of probability

4 SUMMARY AND CONCLUSION

An experiment was conducted during the period of January to May 2011 at the field laboratory of Department of Environmental Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh to evaluate the effect of irrigation water management practices and rice cultivars on methane (CH₄) emission and rice productivity.

Two different varieties such as BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8 and 6 different treatment such as Continuous flooding (CF) at 5 cm standing water, CF at 5cm standing water for first 3 weeks, then 2.5 cm water level, CF at 5cm standing water for first 6 weeks, then 2.5 cm water level, CF at 5cm standing water for first 9 weeks, then 2.5 cm water level, alternate wetting and drying(irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying) and water saturated condition (no standing water) were applied in the different plot in this experiment. Total CH₄ emission significantly influenced with the different irrigation water management practices. The highest total methane emission 18.130 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BRRI Dhan -28 and 19.201 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BINA Dhan-8 both were observed in the treatment of continuous flooding at 5 cm standing water and the lowest total methane emission 13.349 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BRRI Dhan -28 and 13.808 g CH₄ ha⁻¹ season⁻¹ in BINA Dhan-8 both were observed in the treatment the of alternate wetting and drying(irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying). The total methane emission is decreased by 16.02%, 12.36%, 10.34%, 17.53% and 26.37% under CF at 5 cm standing water for first 3 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 6 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level, water saturated condition and alternate wetting and drying. respectively in BRRI Dhan -28 and 19.39%, 16.26%, 10.73%, 18.13% and 28.08% under CF at 5 cm standing water for first 3 weeks period, then 2.5 cm water level, CF at 5 cm standing water for first 6 weeks period, then 2.5 cm water level,

CF at 5 cm standing water for first 9 weeks period, then 2.5 cm water level and water saturated condition and alternate wetting and drying respectively in BINA Dhan-8.

Different type of irrigation water management significantly effect on plant parameter (eg. Plant height, No. of tillers hill-1, LAI, No. of panicle hill-1, No. of grain panicle-1, Ripened grain %, 1000 grain weight, Grain weight hill-1, Straw weight hill-1, Grain yield ha-1, Straw yield ha-1 and HI%). In Both BRRI Dhan-28 and BINA Dhan-8, alternate wetting and drying (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying) treatment give highest yield 5.76 t/ha and 6.713 t/ha respectively and lowest seasonal methane emission 13.349 g CH₄/m²/season (26.37% less than CF at 5 cm standing water) and 13.808 g CH₄/m²/season (28.08% less than CF at 5 cm standing water) respectively.

It was observed that BINA Dhan-8 gave more yield than BRRI Dhan-28 but it also emits more CH₄ gas. Again BRRI Dhan-28 can be harvested early than BINA Dhan-8. So it can avoid natural calamities in the period of Boro season. Therefore on the basis of yield one can select BINA Dhan-8 and otherwise on the basis of CH₄ emission and natural disturbance one can select BRRI Dhan-28. In both varieties similar effect was that both gave their best result in alternate wetting and drying.

Therefore alternate wetting and drying (irrigated at 5cm depth, 3 day in a week and 4 days drying) should be practiced for sustainable rice production and minimizing CH₄ emission from irrigated rice field.

REFERENCES

- [1] Maclean, J. L., D.C. Dawe, B. Hardy and G. P. Hettel, 2002. Rice Almanac. 3rd Edition., International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, pp:253
- [2] Bhuiyan, N. I., Paul, D. N. R., and Jabber, M. A. 2002. Feeding the extra million by 2025 challenges for rice research and extension in Bangladesh. A key note paper. National workshop on rice research and extension 2002, January 29-31, Bangladesh Rice Research Institute, Gazipur.
- [3] BBS (Bangladesh Bureau of Statistics). 2008. The yearbook of Agriculture Statistics. Bangladesh Bureau of Statistics, Ministry of planning Govt. people's Repub. of Bangladesh. Dhaka pp 123-127
- [4] BBS (Bangladesh Bureau of Statistics). 2009. The yearbook of Agriculture Statistics. Bangladesh Bureau of Statistics, Ministry of planning Govt. people's Repub. of Bangladesh. Dhaka pp 23-25
- [5] AIS (Agricultural Information Service, 2008). krishi diary; Agricultural Information Service. Khamarbari, Farmgate, Dhaka. pp. 10-25.
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2002: Special Report on Emission Scenario. A special report of Working Group III of IPCC (eds Nakicenovic *et al.*). Cambridge University Press, Cambridge. UK.
- [7] Naser, H.M., Nagata, O. and Hatano, R. 2005. Greenhouse gas fluxes and Global Warming Potential in crop fields on soil dressed peatland in Hokkaido, Japan. *Phyton.*, 45(4):285-293
- [8] Cao, M., Gregson, K. and Marshall, S. 1998. Global methane emission from wetland and its sensitivity to climate change. *Atmos. Environ.*, 32:3293-3299.
- [9] Neue, H.U. and Sass, R.L. 1998. The budget of methane from rice fields. *IGActivities Newsletter.*, 12:3-11.
- [10] Hossain, M. 1997. Rice supply and demand in Asia: A socio-economic and biophysical analysis. In *Systems Approaches for Sustainable Development* (eds Teng, P. S. *et al.*), Kluwer, Dordrecht. pp. 263-279.
- [11] Bouwman, A.F., 1991. Agronomic aspects of wetland rice cultivation and associated methane emission, *Biogeochem.*, 15:65-88.
- [12] Neue, H. U., 1993. Methane emission from rice field. *J. Bioscience*, 43: 466-173
- [13] Huang, S. N., C. W. Lin and R. M. Lion, 2000. Effect of continuous flooding and intermittent irrigation on methane emission of paddy soils in Taiwan. *Soil and environ*, 3: 217-226
- [14] Neue, H. U., R. S. Latin, R. Wassmann, J. B. aduna, C. R. Alberto, and M. F. Andales. 1994. Methane emission from rice soils of the Philippines. In *CH₄ and N₂O*. National Institute of Agro-Environmental Science, Taskuba, Japan. p. 53-63.
- [15] Wang, B., H. U. Neue, and H. P. Samonte. 1997. Effect of cultivar differences (IR 72, IR 65598 and Dular) on methane emission. *Agric. Ecosystem Environ.* 62: 31-40.
- [16] Wang, B., Y. Xu, Z. Wang, Z. Li, Y. Guo, K. Shao, and Z. Chen. 1999. methane emission from rice fields as affected by organic amendment, water regime, crop establishment and rice cultivar. *Environ. Monit. Assess.* 57: 213-228.
- [17] Aulakh M. S., Wassmann R., Bueno C. and Rennenberg H. 2001. Impact of root exudates of different cultivars and plant development stages of rice (*Oryza sativa* L.) on methane production in a paddy soil; *Plant-and-Soil*. 2001; 230(1): 77-86
- [18] Aulakh M. S., Wassmann R., Bueno C., Kreuzwieser J. and Rennenberg H. 2001. International Rice Research Institute, Soil and Water Sciences Division, Makati City, Philippines; *Plant-Biology.*; 3(2): 139-148

- [19] Setyanto P., Makarim A. K., Fagi A. M., Wassmann R., and Buendia L. V. 2000. Crop management affecting methane emissions from irrigated and rainfed rice in central Java; Central Research Institute for Food Crops, Bogor, Indonesia; *Nutrient-Cycling-in-Agroecosystems.*; 58(1/3): 85-93
- [20] Watanabe, A., and Kimura, M. 1995: estimation of the increase in CH₄ emission from paddy soils by rice straw application. *Plant soil.*, 173:225-231
- [21] UNDP & FAO. 1988. Land Resources Appraisal of Bangladesh for Agricultural Development. Report 2, Agroecological Regions of Bangladesh. UN Dev. Prog. Food and Agric. Org.:212-221
- [22] Ali, M. A., Oh J.H. and Kim, P.J. 2008. Evaluation of silicate iron slag amendment on reducing methane emission from flood water rice farming. *Agric Ecosyst Environ.*, 128:21–26
- [23] Wang, Z. P., Delune, R. D., Masscheleyn, P. H. and Patrick, W. H. 1993. Soil redox and pH effects on methane production in flooded rice soil. *Soil Sci. Soc Am J.*, 57: 382-385
- [24] Sarwar M. J. and Khanif Y. M. 2005; Low water rice production and its effect on redox potential and soil pH; Department of Land Management, faculty of Agriculture, University Putra Malaysia; *Journal of Agronomy* 4(2): 142-146, 2005
- [25] Khosa M. K., Sidhu B. S. and Benbi D. K. 2011. Department of Soils, Punjab Agricultural University, Ludhiana - 141 004, India. Methane emission from rice Fields in relation to management of irrigation water. *J. Environ. Biol.* 32 169-172 ISSN: 0254-8704 CODEN: JEBIDP
- [26] Adhya T. K., Bharati K., Mohanty S. R., Ramakrishnan B., Rao V. R. 2000. Sethunathan N. and Wassmann R., Methane emission from rice fields at Cuttack, India; *Nutrient-Cycling-in-Agroecosystems.* 2000; 58(1/3): 95-105

Widening and Renovation of Hill Road Pavement from Doddabetta to Kattabettu in the Nilgiri district

P. Gowtham, K. Mahendran, R. Vignesh, R. Priya, V. Mathevan, and Dr. D. Vijayalakshmi

Department of Civil Engineering,
SNS College of Engineering,
Coimbatore, Tamilnadu, 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: A Hill road is one which passes through a terrain with a cross slope of twenty five percent or more. A hilly or Mountainous area is characterized by a highly broken relief with widely differing elevations, steep slopes, deep gorges and a great number of water courses. Owing to complex topography, the route has to be ineffectively increased. Flexible pavements are especially affected by moving vehicles, as a result of moving vehicles the pavement starts deteriorate. The existing road has been badly damaged due to heavy intensity of rain and by the due course of time. The main objectives of this project involve widening of the existing road up to the desirable limit and to renovate the pavement where the roads have been heavily damaged. The results indicate that the Benkelman beam method was used for the calculation of the deflection behavior against dynamic vehicle loading for flexible pavements.

KEYWORDS: Elevation, Intensity, Modeling, Pavement, Benkelman beam method, Deteriorate, Flexible.

1 INTRODUCTION

The Nilgiri hills are divided from the Karnataka plateau to the north by the Moyar River and from the Anaimalai Hills and Palni Hills to the south by the Palghat Gap. The Nilgiri District of Tamil Nadu lies within these mountains. Its latitudinal and longitudinal dimensions are 130 km (Latitude: 11° 08' to 11° 37' N) by 185 km (Longitude: 76° 27' E to 77° 4' E). Central location is: 11°22'30"N 76°45'30"E. It has an area of 2,479 square kilometers (957 sq mi).[1]

It is situated between 8°5 North and 13° 35' North and between 76° 15' East and 80° 20' East, the Nilgiri road network is a 29 kms stretch from Dodabetta to Kattabettu. Doddabetta is at an elevation of 2200 meters above mean sea level. Agalar which is between Doddabetta and Kattabettu is 6000 feet above the sea at the South East Corner of the Nilgiri Plateau, and at the head of the principal pass from the plains. The 29 kms long road network from Doddabetta to Kattabettu lies partly Nilgiri District of Tamil Nadu, on the eastern slopes of the Western Ghats. The road network passes through fourteen stations namely Doddabetta, Attabettu, Nehruji nagar, Moradacombai, Thuneri, Agalar, Kothumudi, Periyarnagar, Thirukadi, Ajjoor, Pillicombai, Kovilmedu, Kudumunai, and Kattabettu. The road network comes under the classification of Major District Road (MDR). The road is an important road within a district serving areas of production and markets and connecting those with each other. The road is a One-way road and has lower speed and also geometric design specifications than National Highways and State Highways. [2]

Rainfall in this region averages 3,000–4,000 mm (120–160 in) with localized extremes touching 9,000 mm (350 in). The eastern region of the Western Ghats which lie in the rain shadow, receive far less rainfall averaging about 1,000 mm (40 in) bringing the average rainfall figure to 2,500 mm (150 in).[3]

2 OBJECTIVES

The study has been carried out with the following objectives,

- Widening of the existing road up to the desirable limit.
- To renovate the pavement where the roads have been heavily damaged.
- The project also proposed the need of porous pavements where it was highly affected due to the intensity of rain.

3 METHODOLOGY

3.1 BENKELMAN BEAM METHOD

Flexible pavements are especially affected by moving vehicles. As a result of the moving vehicles, the pavement starts to deteriorate. For the determination of the structural capacity of the pavement, non-destructive testing equipments are used. These are mainly Benkelman beam, Dynaflect and falling weight deflectometer (FWD). The Benkelman Beam measures the static deflections and it is operated on the basis of lever arm principle. Measurement is made by placing the tip of the beam between the dual tires and measuring the pavement surface rebound as the truck is moved away. The test is of low cost but it is time consuming and labour intensive in carrying out the test. In Falling Weight Deflectometer Test, the falling weight deflectometer is mounted in a vehicle. The sensors are lowered to the pavement surface and the weight is dropped. The test measures the impact load response of flexible pavement. It has the potential advantages that it is quick to perform and the impact load can be readily changed. Moreover, the impact action of falling weight appears to be more accurately representing the transient loading of traffic.

3.2 TRAFFIC CENSUS

Table 1. Traffic Census for a Period of One week

From	To	Vans, Jeep, etc.,	Light Commercial Vehicles	Buses	Two and three axle vehicles
27/5/14	28/5/14	1172	1008	534	155
28/5/14	29/5/14	1142	977	536	167
29/5/14	30/5/14	1159	968	523	198
30/5/14	31/5/14	1146	984	515	124
31/5/14	01/6/14	1189	972	508	149
01/6/14	02/6/14	1173	983	552	176
02/6/14	03/6/14	1192	956	509	192
Total for the week		8173	6819	3676	1140
Average daily traffic		1168	975	525	166
CVPD		2834			

3.3 GROUP INDEX METHOD

In order to classify the fine grained soils within one group and for judging their suitability as sub grade material, an indexing system has been introduced in HRB classification which is termed as Group Index. Group Index is function of percentage material passing 200 mesh sieve (0.074mm), liquid limit and plasticity index of soil and is given by equation (0.074mm). [10]Liquid limit and plasticity index of soil and is given by equation:

$$GI=0.2a+0.005ac+0.01bd$$

Here,

a=that portion of material passing 0.074mm sieve, greater than 35 And not exceeding 75 %

b=that portion of material passing 0.074mm sieve, greater than 15 And not exceeding 35%

c = that value of liquid limit in excess of 40 and less than 60

d = that value of plasticity index exceeding 10 and not more than 30

3.4 CBR METHOD

The CBR method of pavement design was first used by the California Division of Highways as a result of extensive investigations made on pavement failures during the years 1928 and 1929 (Corps of Engineers, 1958). To predict the behaviour of pavement materials, the CBR was developed in 1929. Tests were performed on typical crushed stone representative of base course materials and the average of these tests designated as a CBR of 100%. Samples of soil from different road conditions were tested and two design curves were produced corresponding to average and light traffic conditions. From these curves the required thickness of Sub-base, base and surfacing were determined. The investigation showed that soils or pavement material having the same CBR required the same thickness of overlying materials in order to prevent traffic deformation. So, once the CBR for the sub grade and those of other layers are known, the thickness of overlying materials to provide a satisfactory pavement can be determined.[9]

3.5 EXISTING PAVEMENT CONDITIONS



Fig. 1. Formation of Ruts at Pillicombai



Fig. 2. Damaged road surface in Periyarnagar



Fig. 3. Damaged road surface in Agalar

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

In this study the soil samples from Doddabetta, Agalar, Kattabettu were collected and it is tested. The test results of plastic limit, liquid limit, plasticity index and optimum moisture content are given in table 2. Soaked CBR test were conducted for the soil samples and the test results are given in table 2. The details of the existing pavement thickness are represented in table 3.

Since the GWT is too long to influence the sub grade moisture, the design moisture may be close to the optimum moisture content. For in-situ dry density of 1.68 gm/c, GWT depth of 10 m, PI of 13 and average annual rainfall of 75 cm, the Equilibrium Moisture Content works out to about 1 %. The optimum moisture content of 12% being higher, the CBR value of 5 may be taken for sub grade strength. The pavement portion that has to be renovated is designed and it is given in table 4. The pavement is designed by using group index method and CBR method. The proposed pavement thickness is shown in table 5, 6, 7 and 8.

In Nilgiri district the amount of rainfall is very high. In order to avoid the water stagnation paver blocks can also be preferred. The main benefit over other materials to create a hard surface are that the individual bricks that go together to make up the block paved surface are able to be lifted up and then replaced. This allows for remedial work to be carried out under the surface of the paving without any visible notice to the surface once the paving bricks have been replaced. This is kind of brick paving is said to be flexible paving. Paver block is shown in figure 4.

Table 2. Soil Testing Details

Station	Soil sample	PRA Classification	LL	PL	PI	MDD	OMC %	CBR at 97% after 4 days soaking
Doddabetta	Silty soil	A.4	26	8	8	1.908	10.4	5
Agalar	Silty soil	A.4	28	12	6	1.992	10.3	5
Kattabettu	Silty gravel	A.2.4	31	17	4	2.011	9.8	6

Table 3. Existing Pavement Thickness

Chainage	Carriageway width (m)	Gravel (mm)	Water Bound Macadam (mm)	Bitumen Surface (mm)
Doddabetta	3.75	155	150	42
Agalar	3.75	155	150	40
Kattabettu	3.75	155	150	38

Table 4. Improvement Portion Design

Chainage	MSA	BBM Deflection	Thickness required as per IRC 18 (mm)	Proposed Thickness (mm)
Doddabetta	8.74	1.547	110	114
Agalar	8.74	1.523	108	114
Kattabettu	8.74	1.506	106	114

Table 5. Pavement Thickness by Group Index Method

Station	Sub – base (mm)	Base (mm)	Surface course (mm)	Proposed thickness (mm)
Doddabetta	70	300	40	410
Agalar	70	300	40	410
Kattabettu	70	300	40	410

Table 6. Pavement Thickness by California Bearing Ratio Method for 5 Years

Station	Bitumen course (mm)	DBM (mm)	Base course (mm)	Sub base (mm)	Proposed thickness (mm)
Doddabetta	40	70	250	300	660
Agalar	40	70	250	300	660
Kattabettu	40	70	250	300	660

Table 7. Pavement Thickness by California Bearing Ratio Method for 10 Years

Station	Bitumen course (mm)	DBM (mm)	Base course (mm)	Sub base (mm)	Proposed thickness (mm)
Doddabetta	40	100	250	300	690
Agalar	40	100	250	300	690
Kattabettu	40	100	250	300	690

Table 8. Pavement Thickness by California Bearing Ratio Method for 15 Years

Station	Bitumen course (mm)	DBM (mm)	Base course (mm)	Sub base (mm)	Proposed thickness (mm)
Doddabetta	40	124	250	300	714
Agalar	40	124	250	300	714
Kattabettu	40	124	250	300	714



Fig. 4. Paver Blocks for the Drainage of Water

5 CONCLUSION

The pavement is designed as a flexible pavement. The CBR method as per IRC 37-2012 is most appropriate method than available methods. The pavement is designed as a flexible method from which each method is designed on the basis of their design thickness from which each method has different cost analysis of a section, from which CBR as per IRC is most appropriate in terms of cost analysis. It is observed that flexible pavements are more economical for lesser volume of traffic. The life of flexible pavement is near about 15 years whose initial cost is low needs a periodic maintenance after a certain period and maintenance costs very high. The life of rigid pavement is much more than the flexible pavement of about 40 years approximately 2.5 times life of flexible pavement whose initial cost is much more than the flexible pavement but maintenance cost is very less.

The pavement thickness designed is found to be optimum for the present conditions of the hill road. As a result, the present road was widened and implemented the concept of Paver Blocks as a remedy for the water stagnation in the road due to Heavy rainfall conditions.

REFERENCES

- [1] EAGAN, J. S. C , The Nilgiri Guide And Directory, "A HANDBOOK OF GENERAL INFORMATION UPON THE NILGIRIS FOR VISITORS AND RESIDENTS".
- [2] Investing in Tamilnadu, Tamil Nadu Industrial Guidance & Export Promotion Bureau, Industries Department (Government of Tamilnadu). "Details of Government Roads in Tamil Nadu", 15 July 2010.
- [3] R.J. Ranjit Daniels. "Biodiversity of the Western Ghats – An Overview". *Wildlife Institute of India*, 19 March 2007.
- [4] Emmanuel O. Ekwulo and Dennis B. Eme, "Fatigue and rutting strain analysis of flexible pavements designed using CBR methods", *African Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 3 , pp. 412-421, 2009.
- [5] Saurabh Jain, Dr. Y. P. Joshi and S. S. Goliya, "Design of Rigid and Flexible Pavements by Various Methods & Their Cost Analysis of Each Method", *Journal of Engineering Research and Applications* , Vol. 3, pp.119-123 , 2013.

Le développement d'un pricer des options et modèle Black and Scholes

[The Development of options pricer and Black and Scholes Model]

Moulay El Mehdi FALLOUL¹ and Moulay Ali FALLOUL²

¹Doctorant en économie et finance appliquée,
Université Hassan II Mohammedia,
Mohammedia, Maroc

¹Docteur en magnétisme et électricité,
Université Hassan II Casablanca,
Casablanca, Maroc

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

ABSTRACT: In the early 70's, Black, Scholes and Merton have made a major breakthrough in option pricing. These contributions and developments are the source of the famous Black-Scholes model which had a great impact on how used by traders, both in terms of option valuation in the development of coverage This work has also been the starting point for the spectacular development of computational finance in the 80's and 90's. En 1997 Merton and Scholes were awarded the Nobel Prize in Economics (Black had died). This formula is widely used in practice to the extent that it defines the implied volatility has become a real unit of measurement. The mathematical model that describes the financial market is both simple and effective. The aim of this paper is to develop options pricer using VBA language and the Black and Scholes model.

KEYWORDS: Black and Scholes model, Geometric Brownian Motion, Ito lemma, heat equation, Green functions.

RESUME: Au début des années 70, Black, Scholes et Merton ont opéré une avancée majeure en matière d'évaluation des options. Ces contributions et leurs développements sont à l'origine du célèbre modèle de Black et Scholes qui a eu un très grand impact sur les méthodes utilisées par les traders, tant en matière d'évaluation d'option que dans la mise au point de couverture. Ces travaux ont aussi été le point de départ du développement spectaculaire de la finance computationnelle dans les années 80 et 90. En 1997, Merton et Scholes ont été récompensés par le prix Nobel d'économie (Black était décédé). Cette formule est très utilisée en pratique à tel point que la volatilité implicite qu'elle définit est devenue une véritable unité de mesure. Le modèle mathématique qui décrit le marché financier est à la fois simple et efficace. L'objectif de ce papier est de développer un pricer des options en utilisant le langage VBA et le modèle Black et Scholes.

MOTS-CLEFS: Modèle Black et Scholes, Mouvement Géométrique Brownien, lemme d'Itô, équation de la chaleur, fonctions de Green.

1 INTRODUCTION

Au début des années 70, Black, Scholes et Merton ont opéré une avancée majeure en matière d'évaluation d'options. Ces contributions et leurs développements sont à l'origine du célèbre modèle de Black et Scholes qui a eu un très grand impact sur les méthodes utilisées par les traders, tant en matière d'évaluation d'option que dans la mise au point de couverture. Ces travaux ont aussi été le point de départ du développement spectaculaire de la finance computationnelle dans les années 80 et 90. En 1997, Merton et Scholes ont été récompensés par le prix Nobel d'économie (Black était décédé). Cette formule est

très utilisée en pratique à tel point que la volatilité implicite qu'elle définit est devenue une véritable unité de mesure. Le modèle mathématique qui décrit le marché financier est à la fois simple et efficace [1].

2 LE PORTEFEUILLE DE COUVERTURE

On peut construire un portefeuille qui aura le même montant comme un call, peu importe si le prix de l'action se déplace vers le haut à la hausse des prix ou à la baisse des prix. La quantité des actions à acheter dépend de combien les changements du prix du call par rapport à un changement dans le cours des actions. Ceci est dénommé le ratio de couverture:

$$\Delta = \frac{\partial c}{\partial S} \quad (1)$$

Le Portefeuille A basé sur ce ratio de couverture est appelé un « portefeuille auto-réplication » ou un « call synthétique ». Soit ce portefeuille représentée par π .

Le prix de ce portefeuille couvert est donné par :

$$\pi = c - \Delta \cdot S \quad (2)$$

3 LE MODELE GEOMETRIQUE BROWNIEN

Ce modèle binomial du mouvement des prix de l'action est extrêmement simpliste. On ne trouve jamais des actions dont le prix va augmenter jusqu'à un certain niveau ou vers le bas pour un certain niveau. Cependant à chaque instant dans le temps au cours de laquelle un cours est échangé, le prix peut se déplacer vers le haut ou vers le bas. Ce mouvement dans le cours des actions est analogue au mouvement d'une particule lourde entouré de particules légères. Comme les particules de la lumière se déplacent rapidement, ils fonctionneront au hasard dans les particules lourdes, modifiant légèrement son cours. Le mouvement de chaque particule de lumière est indépendant du mouvement des autres particules légères. De même, la force avec laquelle chaque particule de lumière frappe est indépendante des autres. Les particules lourdes est soumis à des forces indépendantes, au hasard des diverses orientations et ordres de grandeur qui changent son mouvement. Au fil du temps, cependant, les divers impacts sur les particules lourdes forment une distribution normale avec une donnée moyenne et un écart-type. Ce modèle du mouvement de la particule lourde est appelé mouvement géométrique brownien [2].

Il est facile de voir comment ce modèle s'applique au prix des actions. Selon l'hypothèse d'efficience du marché, toutes les informations connues sur une entreprise sont déjà utilisées par le marché en achetant ou en vendant des actions. À tout moment t , le prix de l'action intègre cette information connue. Le changement du prix de l'action change avec l'ajout de nouvelles informations comme le temps passe à $t + 1$. Par définition du "nouveau", il s'ensuit que ces informations ne peuvent être prédites à l'avance. Certaines de ces informations peuvent s'appliquer à tous les stocks en général. Dire qu'une nouvelle enquête de confiance des consommateurs est libérée, montrant une forte recrudescence dans la confiance des consommateurs. Tous les cours d'actions auront tendance à rallier que cette nouvelle information est absorbée par le marché. Certains renseignements peuvent être entreprise spécifique et analogue à un coup de grande intensité reçu par les particules lourdes [3].

Le mouvement des prix de l'action est mieux assimilé en le traitant en pourcentages. Disons que valeur d'un cours diminue de 15 % au temps t . Au temps $t + 1$, le cours s'élève, en valeur, de 15 %. Évidemment, le cours ne reviendra pas au prix d'origine. On suppose que x est le taux de variation du cours de l'action. Cette variation cumulative est décrite par l'équation $(1 - x)(1+x) = (1-x^2)$. Pour une modification de 15 %, nous aurons $1-15.^2 = .9775$, avec un cours ayant un rendement cumulé de -2.25 %. Pour cette raison, le stock est censé avoir un rendement géométrique. L'expression « rendement géométrique » est synonyme de rendement suivant une loi lognormale, comme le prix de l'action aura une distribution lognormale. Ce changement du cours des actions est modélisé comme ayant deux composantes : une composante déterministe, égale à la moyenne de rendement d'un cours dans le passé, μ et une composante aléatoire égale à l'écart d'un cours, σ . le changement des cours des actions peut être décrite par une équation différentielle stochastique [4] :

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dB_t \quad (3)$$

Cette équation est différente des fonctions déterministes. Une fonction suivant un comportement déterministe. Compte tenu d'un intrant donné, produira toujours le même résultat. L'équation différentielle stochastique décrit un « processus ». Il y a incertitude au sujet de ce que sera le résultat.

4 L'EQUATION DIFFERENTIELLE DE BLACK-SCHOLES

La valeur d'un call au temps t , c_t , dépend de deux variables. Tout d'abord, combien le prix du call change par rapport à un changement dans le cours des actions ? C'est le terme delta utilisé en couverture. Deuxièmement, combien de temps dure le call ? Le plus de temps le cours des actions est élevé, le plus précieux le temps est. Ainsi on obtient la valeur d'un call au temps t , basée sur deux variables, au lieu de l'unique caractéristique variable d'équations différentielles ordinaires [5] :

$$c_t = c_t(S_t, t) \quad (4)$$

En utilisant le modèle de prix brownienne, équation (3) et une technique de calcul stochastique appelée lemme d'Ito, il peut être démontré que la variation de valeur du call est donnée par :

$$dc_t = \left(\frac{\partial c}{\partial t} + \mu S \frac{\partial c}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} \right) dt + \sigma S \frac{\partial c}{\partial S} dB_t \quad (5)$$

Rappelons qu'un portefeuille parfaitement couvert peut être construit dans lequel le changement dans le cours de l'action sera parfaitement compensé par une variation du prix du call, en raison de la possession d'actions au prorata de ce ratio de couverture ou en triangle. Un changement de valeur de ce portefeuille est donné par :

$$d\pi = dc - \Delta dS = \left(\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} \right) dt \quad (6)$$

Toutefois, rappelons que ce portefeuille couvert possède le même rendement quel que soit le mouvement des prix de l'action. Un portefeuille couvert, π , et un taux d'intérêt sans risque de r , par hypothèse d'absence d'opportunités d'arbitrage, le rendement du portefeuille sur un changement donné dans le temps, dt , doit être égal au taux sans risque [6] :

$$d\pi = r\pi dt = r \left(c - \frac{\partial c}{\partial S} \cdot S \right) dt \quad (7)$$

On définissant les équations égales entre elles et on simplifiant, on obtient :

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} = rc - rS \frac{\partial c}{\partial S} \quad (8)$$

Ce paramétrage égale à zéro les rendements le Black-Scholes équation aux dérivées partielles:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} + rS \frac{\partial c}{\partial S} - rc &= 0 \\ c(S, T) &= \max(S - K, 0) \end{aligned} \quad (9)$$

Cette équation est une équation aux dérivées partielles linéaire avec les valeurs limites, puisque la valeur du call au moment de l'expiration est égale à la valeur plus grande ; zéro ou le cours des actions S moins le prix d'exercice K.

Pour résoudre cette équation différentielle, des transformations s'imposent. La première transformation est la suivante :

$$c^* = c \cdot e^{r(T-t)}, \quad S^* = S \cdot e^{r(T-t)},$$

$$c = c(S, t) \implies c^* = c^*(S^*, t),$$

$$c = c^* e^{-r(T-t)}, \quad S = S^* e^{-r(T-t)}.$$

Et ensuite on peut calculer

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial t} (c^*(S^*, t) e^{-r(T-t)}) \\ &= \frac{\partial c^*}{\partial t} e^{-r(T-t)} + \frac{\partial c^*}{\partial S^*} \cdot \frac{\partial S^*}{\partial t} e^{-r(T-t)} + r c^* e^{-r(T-t)} \\ &= \frac{\partial c^*}{\partial t} e^{-r(T-t)} - r S^* \frac{\partial c^*}{\partial S^*} + r c^* e^{-r(T-t)}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial S} &= \frac{\partial}{\partial S} (c^*(S^*, t) e^{-r(T-t)}) = \frac{\partial c^*}{\partial S} e^{-r(T-t)} = \frac{\partial c^*}{\partial S^*} \cdot \frac{\partial S^*}{\partial S} e^{-r(T-t)} \\ &= \frac{\partial c^*}{\partial S^*}, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial S^2} = \frac{\partial}{\partial S} \left(\frac{\partial c^*}{\partial S^*} \right) = \frac{\partial^2 c^*}{\partial S^{*2}} \cdot \frac{\partial S^*}{\partial S} = \frac{\partial^2 c^*}{\partial S^{*2}} \cdot e^{r(T-t)}.$$
(10)

Substituant ces valeurs dans l'équation différentielle Black-Scholes d'origine, on obtient:

$$\frac{\partial c^*}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^{*2} \frac{\partial^2 c^*}{\partial S^{*2}} = 0,$$

$$c^*(S^*, T) = \max(S^* - K, 0)$$
(11)

Une autre transformation s'effectue :

$$S^* = K e^{\frac{1}{2} \sigma^2 \tau + x}, \quad \tau = T - t, \quad c^* = K f(x, \tau),$$

$$c^* = c^*(S^*, t) \implies f = f(x, \tau),$$

$$x = \ln \frac{S^*}{K} - \frac{1}{2} \sigma^2 \tau.$$
(12)

Le calcul des dérivés à l'aide de cette transformation et son remplacement par ces dérivés dans les équations précédentes, on peut éventuellement montrer que :

$$\frac{\partial f}{\partial \tau} - \frac{1}{2}\sigma^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = 0$$

$$f(x, 0) = \max(e^x - 1, 0)$$
(13)

Cette série de transformation a montré que l'équation différentielle de Black-Scholes donnant la valeur d'une option d'achat revient exactement comme une équation de la chaleur. Une telle équation servirait en physique pour décrire la température d'une tige de métal. La solution de cette équation de la chaleur est connue. En prenant cette solution connue à l'équation de la chaleur et en utilisant les mêmes transformations en sens inverse, on peut envisager une solution à l'équation différentielle de Black-Scholes. L'équation de la chaleur est résolue à l'aide de la fonction de Green [7] :

$$G(x, \tau; x_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2\tau}}$$
(14)

Cette fonction décrit la probabilité d'un nombre aléatoire normale tombé dans une certaine gamme donnée une condition initiale spécifique. La fonction est utilisée pour développer l'intégral de Green :

$$f(x, \tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x_0, 0)G(x, \tau; x_0)dx_0$$
(15)

La solution à cette intégrale est simplement :

$$f(x, \tau) = B - A$$

Avec :

$$A = - \int_{\frac{x}{\sigma\sqrt{\tau}}}^{-\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}} e^{-\frac{y^2}{2}} \sigma\sqrt{\tau} dy$$

$$= \int_{-\infty}^{\frac{x}{\sigma\sqrt{\tau}}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$$

$$= N\left(\frac{x}{\sigma\sqrt{\tau}}\right).$$

$$B = \int_0^{+\infty} e^{x_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2\tau}} dx_0$$

$$= \int_0^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}} e^{-\frac{x^2 - 2xx_0 - 2\sigma^2\tau x_0 + x_0^2}{2\sigma^2\tau}} dx_0$$

$$= \int_0^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}} e^{-\frac{(x+\sigma^2\tau-x_0)^2 - \sigma^2\tau(2x+\sigma^2\tau)}{2\sigma^2\tau}} dx_0$$

$$= e^{x+\frac{1}{2}\sigma^2\tau} \int_0^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2\tau}} e^{-\frac{(z+\sigma^2\tau-x_0)^2}{2\sigma^2\tau}} dx_0.$$
(16)

Il y a deux parties dans cette solution, chaque partie ayant une distribution normale. En Simplifiant cette réponse à l'équation de la chaleur de Green, nous avons maintenant :

$$f(x, \tau) = e^{x + \frac{1}{2}\sigma^2\tau} N\left(\frac{x + \sigma^2\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}\right) - N\left(\frac{x}{\sigma\sqrt{\tau}}\right) \quad (17)$$

En Transformant ces variables en utilisant les mêmes substitutions nous pouvons enfin parvenir à la solution de l'équation différentielle de Black-Scholes d'origine :

$$\begin{aligned} c(S, t) &= SN(d_1) - Ke^{-r\tau} N(d_2), \quad \tau = T - t, \\ d_1 &= \frac{\ln \frac{S}{K} + \frac{1}{2}\sigma^2\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = \frac{\ln \frac{S}{K} + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}, \\ d_2 &= \frac{\ln \frac{S}{K} - \frac{1}{2}\sigma^2\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = \frac{\ln \frac{S}{K} + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}. \end{aligned} \quad (18)$$

d_2 peut être simplifiée à: $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau}$

Avec $\tau = T - t$ représentant le temps restant jusqu'à l'expiration de l'option, la formule de Black-Scholes montre que la valeur du call à un moment donné t provient de deux sources.

Le premier est le gain (ou perte) représenté par $SN(d_1)$. Ceci est atteint en multipliant le prix actuel de l'action par la variation de la valeur du call par rapport à la variation du prix de l'action. En d'autres termes, étant donné un rendement attendu sur le cours, la variation de valeur du call est en fait basée sur la volatilité des prix du cours, pas le prix moyen de l'action [8].

5 DONNÉES ET RÉSULTATS

Soit un call sur le cours de l'action du groupe électronucléaire français EDF, dont les résultats futurs semblent prometteurs. L'action vaut aujourd'hui 36 euros. Soit un call de strike 40 et de maturité un trimestre. Les taux d'intérêts sans risque pour cette période sont équivalents à 5%. La volatilité implicite est estimée à 50%. Donc, $S = 36$, $K = 40$, $T = 0,25$, $r = 0,05$, $\sigma = 0,5$.

$$call = SN(d_1) - ke^{-rt} N(d_2)$$

$$Put = Ke^{-rt} N(-d_2) - SN(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Tableau 1. Tableaux des données et des résultats du pricer

EVALUATION DES OPTIONS / ACTIONS	
<i>Cours du sous-jacent</i>	36,00
<i>Strike de l'option</i>	40,00
<i>Taux sans risque</i>	5,00%
<i>Nombre de jours avant l'échéance</i>	90
<i>Volatilité implicite du sous-jacent</i>	50,00%
CALL	PUT
2,2324	<i>Premium</i> 5,7423
0,4011	<i>Delta</i> -0,5989
0,0433	<i>Gamma</i> 0,0433
0,0691	<i>Vega</i> 0,0691
-0,0229	<i>Theta (par jour)</i> -0,0175

Tableau 2. Tableaux des résultats du pricer

BLACK & SCHOLES	Pricing d'une option	
<i>Cours du sous-jacent</i>	36,00	S
<i>Prix d'exercice</i>	40,00	X
<i>Volatilité</i>	50,00%	?
<i>Taux sans risque</i>	5,00%	r
<i>Durée jusqu'à échéance (en j)</i>	90	t
PRIX	$S \times N(d1) - (X/e^{rt}) \times N(d2)$	- 12,2377 €
d1	$[\ln(S/X) + (r + 0,5 \sigma^2) \times t] / \sigma \sqrt{t}$	-0,25
d2	$d1 - \sigma \sqrt{t}$	-0,50
N(d1)		0,40
N(d2)		0,31

6 CONCLUSION

Le principal inconvénient présenté par le modèle de Black - Scholes réside dans le fait qu'il repose sur une volatilité constante, c'est pourquoi il a été étendu, pour tenir compte des spécificités de certains marchés financiers, permettant ainsi de prendre en considération de nouveaux types d'options, et aboutissant à l'émergence d'autres modèles, tels que celui de Garman - Kohlhagen, donnant la possibilité d'évaluer les options sur des taux de devises étrangères. Bien que le modèle de Black - Scholes soit unanimement reconnu et utilisé, il convient de souligner qu'il présente des limites importantes, étant donné qu'il s'appuie sur certaines hypothèses pouvant mener à des conclusions inexactes ; le temps ne peut, par exemple, être perçu comme une fonction continue, sous peine de faire apparaître un écart important avec la réalité, plus particulièrement lorsque la bourse se trouve être mouvementée.

REFERENCES

- [1] B. Mandelbrot, "Fractales, hasard et finance", deuxième édition, Flammarion, 1997.
- [2] B. Mandelbrot, "Une approche fractale des marchés", première édition, éditions Odile Jacob, 2005.
- [3] Black, Fischer, "Fact and Fantasy in the Use of Options," Financial Analysts Journal, v. 31, July-August, 1975, p. 36-41, 61-72.
- [4] Black, Fischer and Scholes, Myron, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", Journal of Political Economy, v. 81, issue 3, 1973, p. 637-654.
- [5] Bodie, Zvi, Kane, Alex, and Marcus, Alan J, "Essentials of Investments", 4th ed. Boston: McGraw-Hill, c2001.
- [6] Chriss, Neil A., "Black-Scholes and Beyond, Option Pricing Models", Chicago: Irwin Publishing, 1997.
- [7] Chriss, Neil A., "The Black-Scholes and Beyond Interactive Toolkit", Chicago: Irwin Publishing, 1997.
- [8] Hull, John C. "Options, Futures and Other Derivatives", 5th ed., Saddle River, NJ: Prentice Hall, c2003.

ANNEXE I: CODE DU LANGAGE VBA

```

'Call Black & Scholes
'
Function cbs(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)

d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
d2 = d1 - Volat * Sqr(NbreJours / 365)

nd1 = WorksheetFunction.NormSDist(d1)
nd2 = WorksheetFunction.NormSDist(d2)

cbs = (Cours * nd1) - (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365) * nd2)

End Function
'
'put Black & Scholes
'
Function pbs(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)

d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
d2 = d1 - Volat * Sqr(NbreJours / 365)

nd1 = 1 - WorksheetFunction.NormSDist(d1)
nd2 = 1 - WorksheetFunction.NormSDist(d2)

pbs = (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365) * nd2) - (Cours * nd1)

End Function
'
'delta call
'
Function deltac(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)

d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))

deltac = WorksheetFunction.NormSDist(d1)

End Function
'
'delta put
'
Function deltap(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)

d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))

deltap = -(1 - WorksheetFunction.NormSDist(d1))

End Function
'
'gamma (call & put)
'
Function gamma(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)

```

```
d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
```

```
fd1 = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / Sqr(2 * Application.Pi())
```

```
gamma = fd1 / (Cours * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
```

```
End Function
```

```
'vega (call & put)
```

```
Function vega(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)
```

```
d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
```

```
fd1 = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / Sqr(2 * Application.Pi())
```

```
vega = fd1 * Cours * Sqr(NbreJours / 365) / 100
```

```
End Function
```

```
'theta call
```

```
Function thetac(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)
```

```
d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
```

```
d2 = d1 - Volat * Sqr(NbreJours / 365)
```

```
fd1 = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / Sqr(2 * Application.Pi())
```

```
fd2 = Exp((-d2 ^ 2) / 2) / Sqr(2 * Application.Pi())
```

```
nd1 = WorksheetFunction.NormSDist(d1)
```

```
nd2 = 1 - WorksheetFunction.NormSDist(d2)
```

```
thetac = -(((Cours * Volat) / (2 * Sqr(NbreJours / 365)) * fd1)) - Strike * (Exp(-Taux * NbreJours / 365)) * Taux * nd2 / 365
```

```
End Function
```

```
'theta put
```

```
Function thetap(Cours, Strike, Taux, NbreJours, Volat)
```

```
d1 = ((Application.Ln(Cours / (Strike * Exp(-Taux * NbreJours / 365)))) / (Volat * Sqr(NbreJours / 365))) + (0.5 * Volat * Sqr(NbreJours / 365))
```

```
d2 = d1 - Volat * Sqr(NbreJours / 365)
```

```
fd1 = Exp((-d1 ^ 2) / 2) / Sqr(2 * Application.Pi())
```

```
fd2 = Exp((-d2 ^ 2) / 2) / Sqr(2 * Application.Pi())
```

```
nd1 = 1 - WorksheetFunction.NormSDist(d1)
```

```
nd2 = 1 - WorksheetFunction.NormSDist(d2)
```

```
thetap = -(((Cours * Volat) / (2 * Sqr(NbreJours / 365)) * fd1)) - Strike * (Exp(-Taux * NbreJours / 365)) * Taux * (nd2 - 1) / 365
```

```
End Function
```

Calcul d'une Value At Risk cas d'un portefeuille diversifié

[Calculation of Value At Risk case of a diversified portfolio]

Moulay El Mehdi FALLOUL

Doctorant en économie et finance appliquée,
Université Hassan II Mohammedia,
Mohammedia, 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: Chance of our ignorance, lack of information which prohibits predict what the future brings, and the existence of multiple causes that cross the path of winning anyway, all this creates major undesirable effects of this that financial institutions have fully made the effort to graduate uncertainty or rather determine the predictability that now was mathematical statistics and not deterministic form. Among the methods most used in the context of risk management in finance is the Value at risk. This method allows materializing the risk of losing a position or the entire portfolio. The goal of this paper is to clarify some notions about this approach and to have more ideas and trace while giving tracks to highlight the risks, corrected to overcome weaknesses and to better understand the fluctuations. Thus we would calculate the Value At Risk of a diversified portfolio composed of three assets.

KEYWORDS: Value At Risk, méthode variances-covariances, méthode Monte Carlo, méthode historique, Normal VaR.

RESUME: Le hasard de notre ignorance, le manque d'information qui interdit de prédire ce que l'avenir apporte, et l'existence des causes multiples qui croisent le chemin du gain de toute manière, tout cela engendre de grands effets non souhaitables, de ce fait les institutions financières ont pleinement fait l'effort afin de graduer l'incertitude ou plutôt déterminer la prédictibilité qui désormais fut statistique mathématique et non pas déterministe. Parmi les méthodes les plus utilisées dans le cadre de la gestion des risques en finance est la Value at risk. Cette méthode permet de matérialiser le risque de perte d'une position ou de l'ensemble d'un portefeuille. Le but de ce papier est de clarifier quelques notions sur cette approche et d'en avoir plus d'idées et de traces tout en donnant des pistes permettant de souligner les risques, les corrigées afin de surmonter les faiblesses et de mieux appréhender les fluctuations. Ainsi nous calculons la Value At Risk d'un portefeuille diversifié composé de trois actifs.

MOTS-CLEFS: Value At Risk, Variance covariance method, Monte Carlo method, historical method, Normal VaR.

1 INTRODUCTION

Définir et mesurer les risques n'est pas une tâche simple pour les institutions financières notamment les banques. Pour cela il doit y avoir une mesure du risque pertinente, applicable à toute situation pas justement pour une action ou un swap de taux d'intérêt, mais également aux portefeuilles de ces mêmes instruments ou d'instruments reliés ainsi qu'aux portefeuilles contenant une variété d'instruments différents avec leurs risques sous-jacents. En second lieu, une mesure du risque de marché adéquate doit pouvoir tenir compte de tous les facteurs de risque possibles, par exemple une variation de prix, la convexité, la volatilité, la corrélation, la perte de valeur due au temps, le taux d'actualisation, etc. Troisièmement, la mesure doit considérer ces facteurs de risque de manière cohérente et logique; ces facteurs doivent être réunis en un

dénominateur commun qui mesure le risque de marché de chaque instrument ainsi que le risque agrégé du portefeuille total. La VaR est une mesure qui semble satisfaire à ces critères, sachant bien évidemment qu'elle se base sur l'étude du passé pour prédire les évolutions futures des cours ainsi que dans son calcul l'horizon est toujours fixé et donné mais pour cela il faut plus ou moins affiner les calculs et étudier les facteurs de risques d'une manière détaillée pour que cette méthode en question soit fiable.

La Value-at-Risk (VaR) donne au gestionnaire du risque financier la pire perte prévue dans des conditions de marché moyenne sur un certain intervalle de temps à un niveau de confiance donné. En d'autres termes, la VaR donne au gestionnaire des risques le sens de ce qu'il peut s'attendre à perdre potentiellement dans un intervalle de temps donné, en supposant des conditions de marché « normales » [1].

2 UNE SOLUTION GENERALE AU PROBLEME DE BASE VAR

La solution au problème de la VaR généralisée peut être décrite comme suit. Supposons qu'il y a un portefeuille composé d'actifs 1,2,3, ..., N. Di dollars sont investis dans des actifs i, de sorte que la valeur totale du portefeuille est $D_1 + D_2 + \dots + D_N = \sum_{i=1}^N D_i = \mathbf{D}$ dollars. Supposons que le retour d'une journée sur l'actif i est normalement distribué avec la valeur attendue $E[r_i]$ et la variance σ_i^2 . En outre, la covariance entre les rendements de 1 jour d'actifs i et j est donnée par σ_{ij} . Compte tenu de cette information, trouver la VaR 1 jour à un niveau de 5% de confiance.

Tout d'abord, déterminer le rendement attendu et la variance de l'ensemble du portefeuille. La première étape est de calculer la pondération de chaque actif. La proportion du portefeuille de rendement attendu des actifs attribuable à i est α_i

$= \frac{D_i}{D_1 + D_2 + \dots + D_N}$. Ce sont les facteurs de pondération de l'actif.

Soit $\mathbf{K} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{pmatrix}$ et $\mathbf{U} = \begin{pmatrix} E[r_1] \\ E[r_2] \\ E[r_3] \\ \vdots \\ E[r_N] \end{pmatrix}$

Maintenant, Nous formalisons une combinaison linéaire de variables aléatoires, où les variables aléatoires sont les rendements attendus de 1 jour pour chaque actif, et les coefficients sont les facteurs de pondération de l'actif.

Tirant profit des propriétés des espérances tels que $E[\sum_{i=1}^n \alpha_i X_i] = \sum_{i=1}^n \alpha_i E[X_i]$ et la méthode matricielle pour obtenir cette espérance. On obtient le résultat suivant :

$$E[p_{\text{portefeuille}}] = E[\sum_{i=1}^N \alpha_i r_i] = \mathbf{K}^T \mathbf{U} = (\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \alpha_3 \quad \dots \quad \alpha_N) \begin{pmatrix} E[r_1] \\ E[r_2] \\ E[r_3] \\ \vdots \\ E[r_N] \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^N \alpha_i E[r_i] = \mu_p.$$

Ensuite, nous devons calculer la variance du portefeuille total. En d'autres termes, nous devons calculer la variance de la combinaison linéaire de variables aléatoires. La variance de la combinaison linéaire des variables aléatoires est donnée par

$$\text{Var}\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i X_i\right) = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2 \text{Var}(X_i) + 2 \sum_{i < j} \alpha_i \alpha_j \text{Cov}(X_i, X_j).$$

Nous pouvons modifier les conditions de notre problème:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \text{Var}\left(\sum_{i=1}^N \alpha_i r_i\right) = \sum_{i=1}^N \alpha_i^2 \text{Var}(r_i) + 2 \sum_{i < j} \alpha_i \alpha_j \text{Cov}(r_i, r_j) \\ &= \sum_{i=1}^N \alpha_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i < j} \alpha_i \alpha_j \sigma_{ij} \end{aligned}$$

Pour calculer σ_p^2 , soit $\mathbf{K} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{pmatrix}$ et $\mathbf{\Sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \cdots & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \cdots & \sigma_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdots & \sigma_N^2 \end{pmatrix}$

Puisque $\text{Var}\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i X_i\right) = \mathbf{K}^T \mathbf{\Sigma} \mathbf{K}$, Par conséquent, on obtient

$$\sigma_p^2 = \text{Var}\left(\sum_{i=1}^N \alpha_i r_i\right) = \mathbf{K}^T \mathbf{\Sigma} \mathbf{K} = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \cdots & \alpha_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \cdots & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \cdots & \sigma_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \cdots & \sigma_N^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{pmatrix}.$$

Maintenant que nous avons l'espérance et la variance pour le rendement global du portefeuille, nous pouvons trouver la VaR. Nous supposons que le rendement du portefeuille est normalement distribué avec une moyenne et une variance, qui sont tous deux chiffres que nous avons calculés. Puisque nous voulons calculer la VaR à un niveau de confiance de 5%.

Mathématiquement, nous résolvons r^* tel que : $\int_{-\infty}^{r^*} \frac{1}{\sigma_p \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_p)^2}{2\sigma_p^2}} dx = 0.05 [1].$

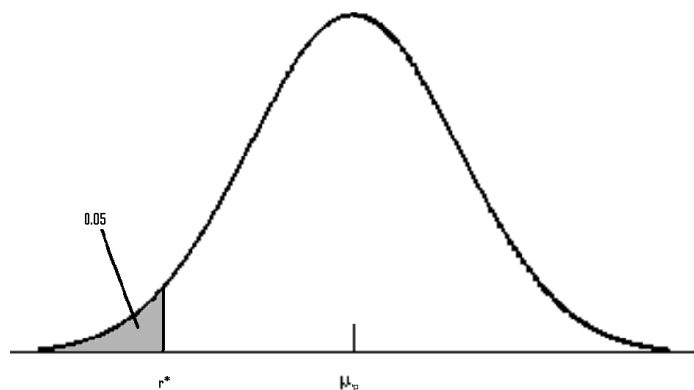


Fig. 1. Courbe de la loi Normale de Gauss

Beaucoup de logiciels mathématiques ont une fonction de NORMINV à résoudre pour r^* . Par conséquent, supposons que nous avons trouvé r^* tel que $\int_{-\infty}^{r^*} \frac{1}{\sigma_p \sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu_p)^2/2\sigma_p^2} dx = 0,05$.

Habituellement, r^* est un petit décimal négatif. $100 r^*$ est un pourcentage, et peut être considérée comme la perte d'une journée pour cent de sorte que, dans des conditions normales de marché, le portefeuille perd plus de $100\% r^*$ seulement 5% du temps. Par conséquent, la valeur d'une journée à risque à un niveau de confiance de 5% est $|r^*|$.

3 LA VALUE AT RISK ET LA CVAR

Dans la littérature, il existe trois méthodes principales pour l'estimation de la VaR, qui sont : la méthode de l'analyse historique, la méthode variances – covariances et la technique de simulation de Monté Carlo.

- La méthode variances-covariances

La méthode variances-covariances a été proposée par JP Morgan en 1994. Cette méthode se base sur l'hypothèse de la normalité de la distribution de la valeur de portefeuille.

Dans ce cas la variable aléatoire $\Delta V(t) = V(t) - V(0)$ est distribuée suivant une loi normale $N(E[\Delta V(t)], \sigma[\Delta V(t)])$, alors la VaR au niveau de probabilité $(1-\alpha)$ se calcule de la manière suivante :

$$P(-\Delta V \leq VaR_\alpha) = 1 - \alpha$$

Il s'ensuit que

$$P\left(\left(\frac{-\Delta V - E(-\Delta V)}{\sigma(\Delta V)}\right) \leq \frac{VaR_\alpha - E(-\Delta V)}{\sigma(\Delta V)}\right) = 1 - \alpha$$

Il en résulte que

$$\frac{VaR_\alpha - E(-\Delta V)}{\sigma(\Delta V)} = Z_\alpha$$

Donc

$$VaR_\alpha = E(-\Delta V) + Z_\alpha \sigma(\Delta V)$$

où Z_α représente le quantile d'ordre α

- La méthode historique

La méthode historique est une méthode très simple qui permet d'estimer la VaR fondée sur la distribution empirique des données historiques de rendements.

La méthode historique ne pose aucune contrainte sur la distribution de rendements, ainsi les cours passés doivent refléter les cours futurs de notre portefeuille.

Pour estimer la VaR, tout d'abord on classe par ordre croissant toutes les observations à considérés puis on identifie le centile qui, en fonction de seuil de confiance choisi correspond à la VaR historique.

Par exemple, si on dispose d'un échantillon de 1000 observations historiques de rendements et un niveau de confiance de 95%, la VaR est donnée par la valeur du rendement qui correspond à la 50ème de données observée.

- La méthode de Monte Carlo

La méthode de simulation Monte Carlo [2] consiste à simuler plusieurs trajectoires ou scénarios possibles d'un actif financier en choisissant le modèle décrivant son évolution d'une manière très fiable.

Elle suppose que ce modèle suit une loi paramétrique connue dont les paramètres sont estimés en se basant sur les données historiques.

La VaR obtenue pour un niveau de confiance donné est le quantile sélectionné correspondant au scénario choisi.

La VaR représente plusieurs avantages tels que la facilité de comparaison et d'interprétation. Cependant, des études comme celles de Szergo [3] ont montré que la VaR ne prend pas en compte le montant des pertes excédant la VaR. Ainsi la VaR n'est pas sous-additive, cela veut dire qu'une diversification n'implique pas un risque réduit.

Pour surmonter les limites de VaR, une nouvelle mesure de risque appelée la VaR conditionnelle (CVaR), définie comme la perte attendue dépassant la VaR peut être adoptée. C'est la valeur moyenne des pertes qui excèdent la VaR.

La CVaR est exprimé comme suit :

$$CVaR_{\alpha}(X) = \frac{1}{1-\alpha} \int_{\alpha}^1 VaR_{\alpha}(X) d\theta$$

2- La VaR de portefeuille d'actions

On sait bien que dans le cas où la variable aléatoire $\Delta V(T) = V(T) - V(0)$ est distribuée suivant la loi normale $N[\Delta V(T), \sigma[\Delta V(T)]]$, la VaR au niveau de probabilité α est donnée par :

$$VaR_{\alpha} = -E(\Delta V(T)) + \tau_{\alpha} \sigma(\Delta V(T))$$

Ainsi, le calcul des deux paramètres de l'équation au dessus, c'est-à-dire $E(\Delta V_i)$, $Var(\Delta V_i)$ et $cov(\Delta V_i, \Delta V_j)$ pour toutes les actions $A_i (i = 1, \dots, n)$ ce qui donne lieu au calcul de $2n + \frac{n(n-1)}{2}$ paramètres au total.

Ceci constitue l'inconvénient de cette équation en terme de charge de calcul.

Pour remédier à ce problème, nous proposons d'employer le modèle de marché qui est plus simple et plus utilisé.

Soient $V_i(t)$ et $V(t)$ respectivement le cours de l'action i et la valeur du portefeuille de n actions investies sur un marché déterminé à l'instant t .

Notons par x_i la proportion investie dans l'action A_i . Il s'ensuit que :

$$V(t) = \sum_{i=1}^n x_i V_i(t)$$

La valeur de portefeuille à l'horizon T est donnée par :

$$V(T) = \sum_{i=1}^n x_i V_i(T) = \sum_{i=1}^n x_i [V_i(0) + \Delta V_i(T)]$$

Or le rendement R_i de l'action $i (i = 1, \dots, n)$:

$$R_i(T) = \frac{V_i(T) - V_i(0)}{V_i(0)} = \frac{\Delta V_i(T)}{V_i(0)}$$

Alors on obtient :

$$V(T) = \sum_{i=1}^n x_i [V_i(0) + R_i(T)V_i(0)]$$

Il en résulte que :

$$V(T) = \sum_{i=1}^n x_i V_i(0) [1 + R_i(T)]$$

Sous l'hypothèse de validité du modèle de marché :

$$\bar{R}_i(T) = r_0 + \beta_i \left(R_m(\bar{T}) - r_0 \right)$$

pour tout $i=1, \dots, n$.

Il s'ensuit que :

$$E[\Delta V(T)] = V(0) \left[r_0 + \lambda (R_m(\bar{T}) - 2r_0) \right]$$

Et

$$Var[\Delta V(T)] = [V(0)]^2 \left\{ (\lambda \sigma_m)^2 + \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_i(0)x_i}{V(0)} \right]^2 \sigma_{\varepsilon i}^2 \right\}$$

Où λ est donné par :

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i x_i V_i(0)}{\sum_{i=1}^n x_i V_i(0)} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i x_i V_i(0)}{V(0)}$$

On sait que sous l'hypothèse de la normalité, la VaR au niveau de probabilité α pour le portefeuille est donnée par :

$$VaR_\alpha = -E[\Delta V(T)] + \tau_\alpha \sigma[\Delta V(T)]$$

Il en résulte que :

$$VaR_\alpha = V(0) \left\{ \left[+r_0 - \lambda (R_m(\bar{T}) - 2r_0) \right] + \tau_\alpha \sqrt{(\lambda \sigma_m)^2 + \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_i(0)x_i}{V(0)} \right]^2 \sigma_{\varepsilon i}^2} \right\}$$

Pour la modélisation de l'évolution des prix futurs des actions, nous utilisons souvent la distribution log-normale.

Par l'utilisation du lemme d'Itô, la solution de l'équation $\frac{dV_t}{V_t} = \mu dt + \sigma dz$ et celle de l'équation $\frac{dV_t}{V_t} = \mu dt + \sigma dz$

s'exprime comme suit :

$$\log \left(\frac{V_m(T)}{V_m(0)} \right) = \left(\mu_m - \frac{1}{2} \sigma_m^2 \right) T + \sigma_m \sqrt{T Z_m}$$

Où Z_m suit la loi normale réduite $N(0,1)$

$$\log \left(\frac{V_i(T)}{V_i(0)} \right) = \left(\mu_i - \frac{1}{2} \sigma_m^2 - \frac{1}{2} \sigma_i^2 \right) T + \sigma_{im} \sqrt{T Z_m} + \sigma_i \sqrt{T Z_i}$$

Avec les $Z_i (i = 1, \dots, n)$ sont des variables aléatoires suivent la loi normale centrée réduite, mutuellement indépendantes et indépendantes de Z_m .

supposons que $V_m(0) = 1$. Comme :

$$E[V_m(T)] = \exp(\mu_m T)$$

Alors on obtient :

$$\log\left(\frac{VS_m(T)}{E(V_m(T))}\right) = -\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{TZ_m}$$

Il s'ensuit que :

$$\log\left(\frac{V_m(T)}{E(V_m(T))}\right) \sim N\left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2}, \sigma_m^2 T\right)$$

Donc pour tout quantile bilatéral $\tau_{\alpha/2}$ de la loi normale réduite, on a :

$$P[-\tau_{\alpha/2} \leq Z_m \leq \tau_{\alpha/2}] = 1 - \alpha$$

Par conséquent:

$$P\left[-\sigma_m^2 \frac{T}{2} - \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}} \leq -\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{TZ_m} \leq -\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}}\right] = 1 - \alpha$$

Ou encoure

$$P\left[-\sigma_m^2 \frac{T}{2} - \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}} \log\left(\frac{V_m(T)}{E(V_m(T))}\right) \leq -\sigma_m^2 \frac{T}{2} - \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}}\right] = 1 - \alpha$$

Il en résulte que :

$$P\left[\begin{array}{l} E[V_m(T)] \exp\left\{-\sigma_m^2 \frac{T}{2} - \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}}\right\} \\ \leq V_m(T) \leq \\ E[V_m(T)] \exp\left\{-\sigma_m^2 \frac{T}{2} - \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}}\right\} \end{array}\right] = 1 - \alpha$$

Ce résultat nous permet de construire un intervalle de confiance pour la variable aléatoire V_m à l'horizon T à un niveau de probabilité $1 - \alpha$ donné :

$$P[V_m(T)_{\min} \leq V_m(T) \leq V_m(T)_{\max}] = 1 - \alpha$$

où

$$\begin{cases} V_m(T)_{\max} = E[V_m(T)] \exp\left\{-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}}\right\} \\ V_m(T)_{\min} = E[V_m(T)] \exp\left\{-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T\tau_{\alpha/2}}\right\} \end{cases}$$

Le rendement aléatoire de marché $\Delta R_m(T)$ est donné comme suit :

$$\Delta R_m(T) = \frac{\Delta V_m(T)}{V_m(0)}$$

Alors

$$\frac{V_m(0)(1 + \Delta R_m(T))}{E(V_m(T))} = \frac{V_m(0) + \Delta V_m(T)}{E(V_m(T))} = \frac{V_m(T)}{E(V_m(T))} \exp\left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{TZ_m}\right).$$

Il en résulte que $\Delta R_m(T) = \left[\frac{E(V_m(T))}{V_m(0)}\right] \exp\left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{TZ_m}\right) - 1$

Donc

$$\frac{E(V_m(T))}{V_m(0)} = E\left[\frac{V_m(0)(1 + \Delta V_m(T))}{V_m(0)}\right] = E\left[\frac{\Delta V_m(T)}{V_m(0)}\right] + 1 = E[\Delta V_m(T)] + 1$$

Or $\frac{\Delta V_t}{V_t} = \frac{V_{t+\Delta t} - V_t}{V_t} = \mu_m \Delta t + \sigma_m \Delta Z_t^m$ où $\Delta Z_t^m \sim N(0, \sqrt{\Delta t})$.

Pour $[t, t + \Delta t] = [0, T]$ on a $E[R_m(T)] = \mu_m T$. Alors on obtient :

$$\Delta R_m(T) = (\mu_m T + 1) \exp\left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{TZ_m}\right) - 1$$

Supposons que les relations d'équilibre de l'équation $df = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) dt + \sigma dz$ sont vérifiées et considérons le

modèle de marché décrit par l'équation $Var(R(x)) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n \sigma_{ij}$ alors on a :

$$V(T) = \sum_{i=1}^n x_i V_i(0) [1 + \alpha_i + \beta_i (\Delta R_m(T) - r_0 T) + \varepsilon_i(T)]$$

Remplaçons $\Delta R_m(T)$ par sa formule, on obtient :

$$V(T) = \sum_{i=1}^n x_i V_i(0) \left[1 + \alpha_i + \beta_i (\mu_m T + 1) \exp\left\{-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{TZ_m}\right\} - \varepsilon_i(T) \right]$$

Posons $Y = \sum_{i=1}^n \frac{x_i V_i(0)}{V(0)} \varepsilon_i(T) = \sum_{i=1}^n X_i \varepsilon_i(T)$ où $X_i = \frac{x_i V_i(0)}{V(0)}$

En remplaçant α_i par $(\mu_i - \beta_i \mu_m) T$, alors on a :

$$V(T) = \left[\sum_{i=1}^n x_i V_i(0) \left(1 + \mu_i T - \beta_i \mu_m T + \beta_i \left[\mu_m + 1 \right] \exp\left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma \sqrt{TZ_m}\right) - 1 - r_0 T \right) \right] + V(0) Y$$

En utilisant les relations d'équilibres de modèle de Merton, il en résulte.

$$V(T) = \left[\sum_{i=1}^n x_i V_i(0) \left(1 + r_0 T - \beta_i \left[\mu_m T + 1 \right] \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T Z_m} \right) - 1 - r_0 T \right) \right] + V(0) Y$$

Posons $\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i x_i V(0)}{\sum_{i=1}^n x_i V(0)} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i x_i V(0)}{V(0)}$

$$V(T) = V(0) \left[1 + r_0 T + \lambda \left[(\mu_m T + 1) \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T Z_m} \right) - 1 - 2r_0 T \right] + Y \right]$$

Supposons que le portefeuille soit suffisamment diversifié, tel que :

$$Y = \sum_{i=1}^n \frac{x_i V_i(0)}{V(0)} \varepsilon_i \approx 0.$$

Alors on obtient :

$$V(T) = V(0) \left[1 + r_0 T + \lambda \left[(\mu_m T + 1) \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T Z_m} \right) - 1 - 2r_0 T \right] \right]$$

Les variables aléatoires $Y_i = \frac{x_i V_i(0)}{V(0)} \varepsilon_i$ sont indépendantes, avec

Selon le théorème de Alan [4] on a :

$$\sum_{i=1}^{\infty} E[Y_i^2] = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{x_i^2 [V_i(0)]^2}{[V(0)]^2} - \sigma_{\varepsilon_i}^2 \langle \infty$$

Alors $\sum_{i=1}^{\infty} Y_i \xrightarrow{p.s} 0$

Soit $\tau_{\alpha/2}$ le quantile bilatéral de la loi normale réduite, alors

$$P[-\tau_{\alpha/2} \leq Z_m \leq \tau_{\alpha/2}] = 1 - \alpha.$$

Si $\lambda \geq 0$ alors $P[V(T)_{\min} \leq V(T) \leq V(T)_{\max}] = 1 - \alpha$

Où $V(T)_{\min} = V(0) \left[1 + r_0 T + \lambda \left[(\mu_m T + 1) \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T \tau_{\alpha/2}} \right) - 1 - 2r_0 T \right] \right]$

et $V(T)_{\max} = V(0) \left[1 + r_0 T + \lambda \left[(\mu_m T + 1) \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T \tau_{\alpha/2}} \right) - 1 - 2r_0 T \right] \right]$

Il en résulte que :

$$P[V(0) - V(T)_{\max} \leq V(0) - V(T) \leq V(0) - V(T)_{\min}] = 1 - \alpha$$

Donc la VaR pour le portefeuille à l'horizon T, au niveau de probabilité $1 - \alpha$ est donnée par $VaR_{\alpha} = V(0) - V(T)_{\min}$

ou encore

$$VaR_{\alpha} = V(0) \left[-r_0 T - \lambda \left[(\mu_m T + 1) \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} - \sigma_m \sqrt{T \tau_{\alpha/2} T} \right) - 1 - 2r_0 T \right] \right]$$

Si $\lambda \leq 0$ alors $VaR_{\alpha} = V(0) - V(T)_{\max}$

Donc

$$VaR_{\alpha} = V(0) \left[-r_0 T - \lambda \left[(\mu_m T + 1) \exp \left(-\sigma_m^2 \frac{T}{2} + \sigma_m \sqrt{T \tau_{\alpha/2} T} \right) - 1 - 2r_0 T \right] \right]$$

4 QUELQUES OBSERVATIONS

Il est important de noter la grande quantité de données nécessaires pour entreprendre un calcul de la VaR. Dans le problème généralisé, les rendements attendus et les variances de chaque actif, ainsi que les covariances entre les actifs. Avec la puissance de l'informatique moderne, il est relativement facile d'obtenir ces valeurs. Normalement, un gestionnaire de risque aura accès à des données historiques de rendements pour chaque actif, de sorte que seules quelques lignes de code sont nécessaires pour calculer les rendements attendus, les écarts et les covariances [5].

Il est également important de noter que la VaR est un modèle très polyvalent. Bien qu'on utilise dans notre étude une distribution normale, pratiquement toute distribution peut être mise en œuvre. Cela donne au gestionnaire des risques la possibilité d'adapter un modèle de la VaR pour les caractéristiques spécifiques du portefeuille implémenté.

Enfin, une tendance intéressante dans la gestion des risques a été le mouvement vers des distributions de probabilités qui ont des "queues de plus épaisses" (c'est à dire. Distributions qui donnent plus de poids à périphériques, des événements multi-sigma). Une réalisation majeure de la récente crise financière a été que les retombées financières ne sont pas toujours modélisées par une distribution normale ou une autre distribution bénigne. Les événements extrêmes, souvent appelés «cygnes noirs», ont tendance à se produire plus fréquemment que ces distributions seraient à prévoir [6].

5 CONSTRUCTION DE LA BASE DE DONNEES ET RESULTATS

5.1 CONSTITUTION DE L'ÉCHANTILLON

Les données utilisées sont les actions de la banque d'affaires marocaines CIH, le cours de change dollar américain /dirham marocain et le bond de trésor de 5 ans.

Elles sont extraites de la base de données de BMCE Capital. La période d'observation s'étale du 26 mars 2004 jusqu'à 27 mars 2009 (un échantillon continu). On calcule la VaR 1 jour à un niveau de 5% de confiance.

Les choix de la période et du nombre de branches sont dictés par la disponibilité des données.

5.2 EVOLUTION ET TENDANCES DES VARIABLES DU MODELE

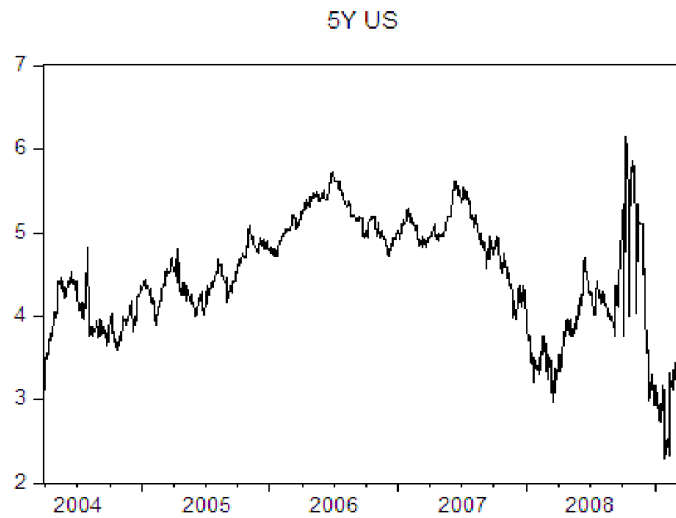


Fig. 2. Evolution du cours du bon de trésor de 5 ans

Ce graphique présente l'évolution du bons de trésor de 5 ans durant la période 2004 jusqu'à 2009. Ce titre se caractérise par une volatilité évidente. Il montre aussi la baisse de la valeur après l'année 2007.

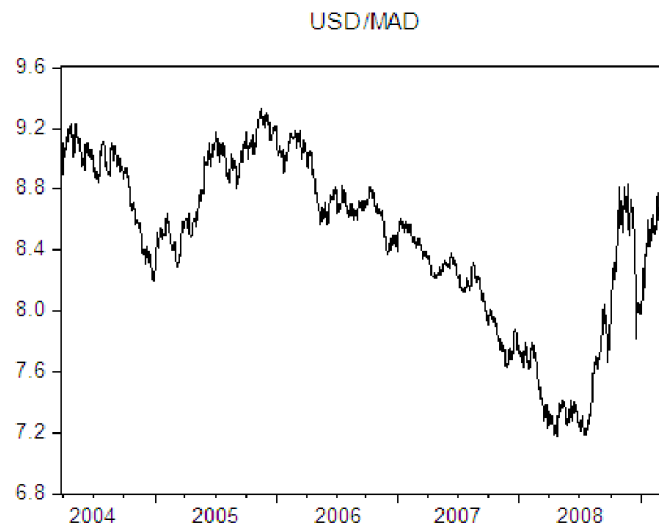


Fig. 3. Evolution du taux de change US/MAs

Ce graphique présente l'évolution du cours de change dollar américain /dirham marocain durant la période 2004 jusqu'à 2009. Ce titre se caractérise par sa volatilité.

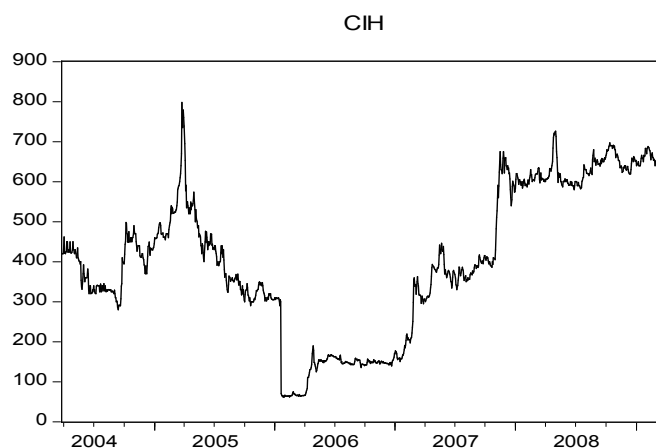


Fig. 4. Evolution du cours de l'action CIH

Ce graphique présente l'évolution du cours de l'action ATTIJARIWAFABANK durant la période 2004 jusqu'à 2009. Ce titre se caractérise par une évolution à la hausse EN 2005 suivi d'une chute en 2006 et reprise en début de 2008.

5.3 RESULTATS DE L'ETUDE

Tableau 1. VaR du bon de trésor

Date (GMT)	5Y US	Montant	Tri
26/03/2004	3,04	3 040,00	2290,00
29/03/2004	3,18	3 180,00	2330,00
30/03/2004	3,13	3 130,00	2330,00
31/03/2004	3,12	3 120,00	2340,00
.	.	.	.
09/03/2009	3,34	3 340,00	5700,00
10/03/2009	3,39	3 390,00	5720,00
11/03/2009	2,65	2 650,00	5730,00
12/03/2009	3,24	3 240,00	5730,00
13/03/2009	3,21	3 210,00	5730,00
16/03/2009	3,18	3 180,00	5740,00
17/03/2009	3,21	3 210,00	5780,00
18/03/2009	3,19	3 190,00	5780,00
19/03/2009	2,75	2 750,00	5810,00
20/03/2009	2,99	2 990,00	5830,00
23/03/2009	2,96	2 960,00	5850,00
24/03/2009	3,00	3 000,00	5860,00
25/03/2009	2,94	2 940,00	5910,00
26/03/2009	3,06	3 060,00	6050,00
27/03/2009	3,04	3 040,00	6150,00

Tableau 2. VaR du taux de change USD/MAD

Date (GMT)	USD/MAD	Montant	Tri
26/03/2004	9,03	9 031,80	7173,80
29/03/2004	9,01	9 014,10	7187,30
30/03/2004	9,01	9 012,00	7188,40
31/03/2004	8,92	8 924,40	7190,20
.	.	.	.
09/03/2009	8,74	8 738,60	9254,90
10/03/2009	8,69	8 694,90	9255,90
11/03/2009	8,60	8 601,50	9266,00
12/03/2009	8,55	8 551,00	9267,50
13/03/2009	8,55	8 552,00	9273,20
16/03/2009	8,56	8 556,40	9281,50
17/03/2009	8,50	8 501,50	9288,90
18/03/2009	8,27	8 267,50	9292,90
19/03/2009	8,20	8 196,50	9293,10
20/03/2009	8,21	8 208,60	9294,10
23/03/2009	8,21	8 213,90	9298,80
24/03/2009	8,31	8 308,20	9300,00
25/03/2009	8,24	8 235,50	9310,90
26/03/2009	8,27	8 265,10	9313,20
27/03/2009	8,38	8 382,60	9326,30

Tableau 3. VaR du cours de l'action CIH

Date (GMT)	CIH	Montant	Tri
26/03/2004	420,00		
29/03/2004	420,00	0	-229800,00
30/03/2004	420,00	0	-76000,00
31/03/2004	420,00	0	-56000,00
.	.	.	.
09/03/2009	630,00	-5000	31000,00
10/03/2009	630,00	0	31600,01
11/03/2009	627,00	-3000	33000,00
12/03/2009	620,00	-7000	33000,00
13/03/2009	630,00	10000	34000,00
16/03/2009	633,00	3000	35000,00
17/03/2009	640,00	7000	37000,00
18/03/2009	634,00	-6000	37000,00
19/03/2009	629,00	-5000	44000,00
20/03/2009	625,00	-4000	47000,00
23/03/2009	630,00	5000	47750,02
24/03/2009	620,00	-10000	53050,02
25/03/2009	621,00	1000	56949,98
26/03/2009	619,00	-2000	65000,00
27/03/2009	620,00	1000	127799,99

La matrice de corrélation entre les 3 titres se présente comme suit :

Tableau 4. Matrice Variance-Covariance

Corrélation	_5Y_US	CIH	USD_MAD
_5Y_US	1.000000	-0.627694	0.261691
CIH	-0.627694	1.000000	-0.577917
USD_MAD	0.261691	-0.577917	1.000000

A partir de la matrice variance covariance, la VaR de notre portefeuille se calcule comme suit :

$$VaR_p = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + 2\sigma_{yx} + 2\sigma_{zx} + 2\sigma_{zy}}$$

$$VaR_p = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + 2r\sigma_y\sigma_x + 2r\sigma_z\sigma_x + 2r\sigma_z\sigma_y}$$

$$VaR_p = \sqrt{(5730^2 + 9266^2 + 33000^2) + (2 * 5730 * 9266 * 0.26) + (2 * 33000 * 5730 * -0.62) + (2 * 33000 * -0.57)}$$

$$VaR_p \approx 34811$$

5.4 RESULTATS GRAPHIQUES

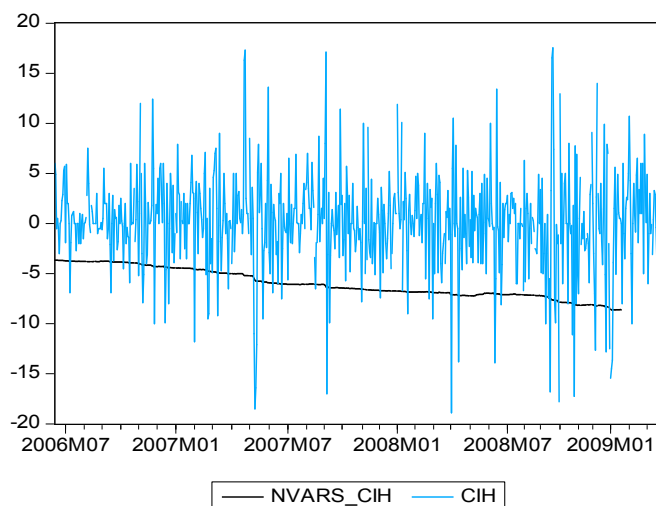


Fig. 5. Graphique de la Normal VaR de l'action CIH

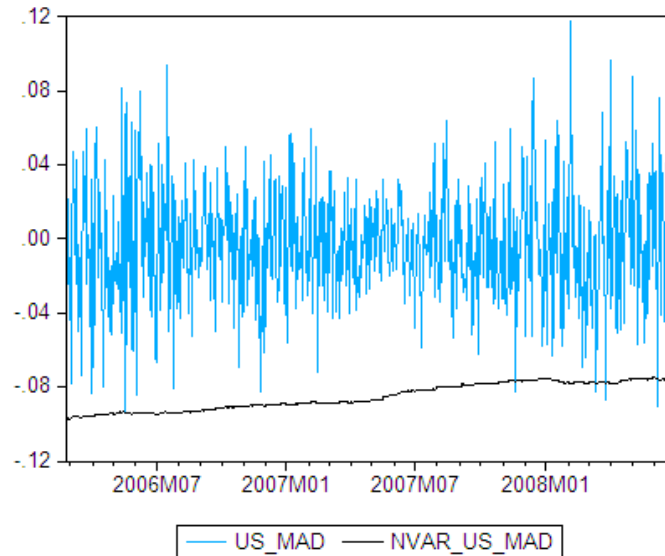


Fig. 6. Graphique de la Normal VaR du taux de change US_MAD

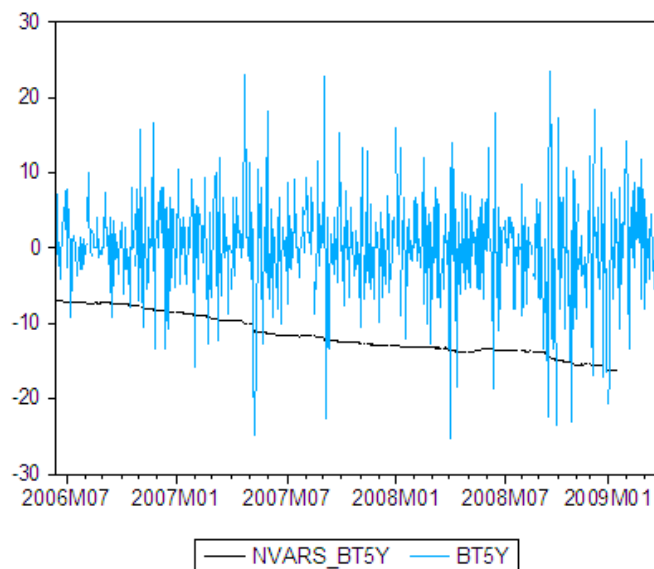


Fig. 7. Graphique de la Normal VaR du cours du Bon de trésor

6 CONCLUSION

La Value-at-Risk (VaR) donne au gestionnaire du risque financier la pire perte prévue dans des conditions de marché moyenne sur un certain intervalle de temps à un niveau de confiance donné. En d'autres termes, la VaR donne au gestionnaire des risques le sens de ce qu'il peut s'attendre à perdre potentiellement dans un intervalle de temps donné, en supposant des conditions de marché « normales ». La VaR présente cependant certaines limites, en effet Limite technique liée à la distribution de la perte qui n'est pas forcément normale, par exemple leptokurtique qui implique donc des événements extrêmes plus fréquents que pour la loi normale. La VaR est aussi une fonction non convexe, ce qui fait que fusionner deux portefeuilles ne réduit pas forcément le risque. Ainsi elle ne constitue pas une Mesure Cohérente de Risque. De plus, la VaR indique la perte potentielle maximale à un horizon de temps pour un niveau de confiance donné. Ainsi, la VaR ne donne aucune indication sur les valeurs prises une fois le seuil passé [7].

REFERENCES

- [1] F. E. Racicot et R Théoret, "Finance computationnelle et gestion des risques", Presses de l'université de Québec 2006.
- [2] M. Elhachloufi, 'Choix de portefeuille et la VaR', Mémoire de Master, Faculté des Sciences, Université Mohamed V-Agdal.2010
- [3] G.Szergö ,'No more VaR', Journal of Banking & Finance, 26, pp. 1247.1252.2010
- [4] F. K Alan. 'Probability', Springer-Verlag, New York, 1993.
- [5] B. Simon, "Financial Modeling". 2nd Edition. Cambridge, MA: The MIT Press.2000
- [6] S. Gilbert. "Computational Science and Engineering. Wellesley, MA: Wellesley-Cambridge Press. 2007.
- [7] N. N Taleb, "The Black Swan". New York: Random House, Inc. 2007.

ANNEXES

ANNEXE I: CODE EVIEWES DU PROGRAMME NORMAL VAR

Set to mode quiet to increase speed

tic 'starts the timer of the program

*****create variables that you want to use*****

scalar cpu_time 'a scalar where we will save the CPU time (in seconds) for running trough the whole program

vector(806) mean_dlbt5y

vector(806) stdev_dlbt5y

vector(806) nvar_dlbt5y

for !i = 1 to 638 '=(1306-500). Loop trough the sample calculating rolling estimations

smpl 3/26/2004+!i 3/26/2004+(499+!i)

mean_dlbt5y(!i) = @mean(dlbt5y)

stdev_dlbt5y(!i) = @stdev(dlbt5y)

next

nvar_dlbt5y = mean_dlbt5y + @qnorm(0.01)*stdev_dlbt5y

smpl 3/26/2004+(499) 3/27/2009

mtos(nvar_dlbt5y, nvars_dlbt5y)

cpu_time = @toc

toc 'ends the timer of the program. Mode quiet this takes only 0.54

IMPACTS DES GUERRES SUR L'ENVIRONNEMENT FAUNIQUE DOMESTIQUE DANS LE LITTORAL DU PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA : CAS DE L'AIRE DE SANTE DE CIBUMBIRO

[THE IMPACTS OF WARS ON THE FAUNAL ENVIRONMENT DOMESTICS IN THE LITTORAL OF THE NATIONAL PARK OF KAHUZI-BIEGA: CASE OF THE HEALTH AREA OF CIBUMBIRO]

Joseph Barhimanya Rukengwa¹, Dieudonné Wafula Mifundu², Yvonne Nyaweza Muzirigerha¹, Paulin Polepole Ngabo¹, Emmanuel Bisimwa Ciregereza¹, Théophile Ngotuly Mana¹, Venance Zihindula Rukengwa³, and Pierre Batumike Cishibanji⁴

¹Département de l'Environnement, CRSN/ Lwiro, DS Bukavu, RD Congo

²Département de géophysique, CRSN/ Lwiro, DS Bukavu, RD Congo

³Département de Nutrition, CRSN/ Lwiro, DS Bukavu, RD Congo

⁴Département de Biologie, CRSN/ Lwiro, DS 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: Since its accession to the independence, the Democratic Republic of Congo knew a succession of the disorders and wars with negative impacts on its economic tissue, its social and cultural development. The succession of wars which the R.D. Congo especially in its East part knew maintained a climate of insecurity in the National Park of Kahuzi-Biega and its periphery, more precisely in Health area of Cibumbiro in the health Zone of Miti-Murhesa and much more in its littoral part with the National Park of Kahuzi-Biega. The war of Rwanda and the massive arrival of the Rwandan refugees in RDC involved wars known as of "release", the creation of the militia and groups armed and conflicts between the ethnos Congolese Groups. This conflict generated many cases of plundering, rapes and massacres, which generated the disappearance of domestic fauna. Plundering themselves make lose 49 % of the domestic cattle and the fear of future plundering made the disappearance of its 51% ; such are the principal causes of the disappearance of domestic fauna in the health area of Cibumbiro.

KEYWORDS: Wars, insecurity, plundering, environment, domestic fauna.

RESUME: Depuis son accession à l'indépendance, la République Démocratique du Congo a connu une succession des troubles et des guerres qui ont entamé son tissu économique, son développement social et culturel. La succession de guerres qu'a connues la R.D. Congo surtout dans sa partie Est ont maintenu un climat d'insécurité dans le Parc National de Kahuzi-Biega et sa périphérie, plus précisément dans l'aire de santé de Cibumbiro en zone de santé de Miti-Murhesa et beaucoup plus dans sa partie littorale au parc national de Kahuzi-Biega.

La guerre du Rwanda et l'arrivée massive des réfugiés rwandais en RDC a entraîné des guerres dites de « libération », la création des milices et groupes armés et des conflits entre les ethnies congolaises. Ce conflit a engendré de nombreux cas de pillages, viols et massacres, situation qui a engendré la disparition de la faune domestique. Les pillages proprement dits font perdre 48,90% des bétails domestiques et la peur des futurs pillages en font disparaître 51,09% ; telles sont les causes principales de la disparition de la faune domestique dans l'aire de santé de Cibumbiro.

MOTS-CLEFS: Guerres, insécurité, pillage, environnement, faunique domestique.

1 INTRODUCTION

L'environnement est l'ensemble des éléments qui, dans la complexité de leurs relations, constituent le cadre, le milieu, des conditions de vie pour l'homme [1].

Pour [2], l'environnement est un objet social qui intègre données sociales et éléments naturels dans un construit qui tient à la fois de la nature et de la culture.

Des réflexions plus récentes envisagent l'environnement par une approche systémique, en mettant en avant le géo système et en soulignant « qu'il faut faire entrer l'environnement dans la culture ou plus précisément et avec pertinence dans la diversité des cultures » [3]. L'environnement est le synonyme de milieu géographique aux données physiques et actions des sociétés [4]

Depuis 1994, le Sud Kivu est en proie d'une situation de guerre et des conflits armés. Cette situation a entraîné des conséquences dramatiques dans la vie de la population de la province : des millions de morts, des réfugiés et des déplacés, des infrastructures de base et économiques détruites ou endommagées [5].

Depuis son accession à l'indépendance, la République Démocratique du Congo (RDC) a connu une succession des troubles et des guerres qui ont entamé son tissu économique, voire même son développement socioculturel.

Le génocide du Rwanda déclencha l'exode d'environ 2 millions de réfugiés rwandais, principalement Hutu, après que le Front Patriotique Rwandais s'est emparé du pouvoir à Kigali en Juillet 1994. Ils installèrent dans des camps au niveau principal de deux provinces de l'Est de la RDC qui sont le Nord- et le Sud-Kivu, à partir desquels, ils lancèrent des attaques contre les Tutsi rwandais et zaïrois, appelées Banyamulenge [6]. La guerre du Rwanda en 1994 accompagnée d'un afflux massif des réfugiés à l'Est de la RDC a entraîné une instabilité totale surtout dans les deux provinces du Kivu.

La volonté de mettre fin aux attaques répétées des anciens génocidaires du Rwanda, et qui prolongeaient leur salle besogne de manière ponctuelle à partir des camps de réfugiés, ont amené le général Paul Kagame à créer en collaboration avec le Président Museveni de l'Ouganda et l'Alliance des Forces Démocratiques pour la Libération du Congo (AFDL), à la tête de laquelle a été placé Mr Laurent Désiré Kabila afin d'attaquer la RDC alors le Zaïre [7]. Il s'en est suivi alors la guerre dite de « libération » et aussi des conflits, entre les ethnies congolaises.

Depuis 1998, une insécurité se concentre dans certains milieux ruraux conduisant les populations à chercher une sécurité physique, sociale et économique en ville poursuit DIOBASS [8] .

Les différents conflits et guerres ont plongé la RDC dans une vague de plusieurs rébellions (groupes armées) entraînant des viols de femmes et massacres de populations, qui à la fin ont fait environ 4, 5 millions des morts dues parfois à la famine et des maladies selon un rapport de l'international Rescue Committee en 2003, le rapport d'amnesty international en 2003, et d'après les études menées par l'International Rescue Committee en 2006 et Human Rights Watch en 2005. Le New York Times (7. 10.2007) tire un cri d'alarme en parlant (d'épidémie de viols au Congo).

En octobre 2004, l'Amnesty international dénombra 40.000 cas de viol au cours de 6 années précédentes dont 27.000 cas au Sud-Kivu.

Malgré diverses initiatives et accords de paix qui ont conduit à la fin officielle de la guerre en 2002 et la mise en place d'un gouvernement de transition depuis le mois de Juillet 2003, qui a conduit aux élections de 2006, la paix reste pourtant fragile en RDC. La population civile continue à payer un lourd tribut aux différentes milices, notamment celle des hutus composées des ressortissants Rwandais ayant joué un rôle très actif lors des génocides de 1994 au Rwanda qui se rendent coupables de nombreux crimes. Plusieurs autres milices sont encore très actifs sur toute la partie Est de la RDC du Nord vers le Sud. [9]. Toutes ces activités de guerres, milices, rebellions,... ont eu un impact sur la dégradation de l'environnement faunique. Par suite des pillages répétés, les populations de l'aire de santé de Cibumiro vendent massivement le reste de leurs bétails ayant jusque-là échappés.

Dans l'aire de santé de Cibumiro, la population s'est appauvrie à cause de ces milices qui pillent, violent et tuent.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets négatifs des phénomènes des guerres, rebellions, milices et forces négatives sur l'environnement faunique domestique dans l'aire de santé de Cibumiro pour enfin dégager quelques voies de solutions.

2 MILIEU D'ETUDE ET METHODOLOGIE

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

L'Aire de santé de Cibumbiro est l'une des 7 aires de santé littorales au Parc National de Kahuzi Biega (PNKB) dans la zone de santé de Miti-Murhesa. Elle se trouve dans la partie Ouest du groupement de Mudaka en territoire de Kabare. Elle est constituée de 12 villages dont 5 sont très directement voisins du PNKB à savoir : Kasirusiru, Kakundu, Makondo, Ihembe et Mugangane II. Cette aire de santé est comprise entre 28° 40' et 28° 51' de longitude Est et entre 2° 17' et 2° 20' de latitude Sud (Département de Géophysique, CRSN/Lwiro).

Cette aire est limitée :

- Au Nord par La rivière Mpungwe qui la sépare de l'aire de santé de Miti;
- A l'Ouest, par le Parc National de Kahuzi Biega;
- Au Sud, par l'aire de santé de Murhesa et de Kajeje
- A l'Est, par la route nationale Bukavu-Goma.

Le relief de Cibumbiro est issu de la dorsale occidentale du Graben Est-Africain marqué par des mouvements tectoniques qui avaient affecté l'Afrique orientale et le fossé d'effondrement dont le fond est occupé par les lacs [10]. Elle se situe sur les abords Est de l'un des paliers qui étaient des anciens fonds des volcans. Ces paliers sont recouverts par des coulées volcaniques très anciennes. La topographie du milieu est constituée des collines à pentes fortes favorisant le phénomène d'érosion des couches arables. Elle jouit d'un climat tropical tempéré par son altitude (plus de 1600 m).

Il est marqué par deux facteurs importants: les pluies sont abondantes et les températures modérées. La température moyenne annuelle est de 19,2°C, oscillant entre 18°C et 20°C et reste constante avec une amplitude thermique annuelle faible.

Cette aire est habituellement marqué par deux saisons; la saison des pluies (de Septembre à mi-juin) et la saison sèche (de mi-juin à Août). Les fortes pluies y sont observées d'Avril et en Décembre. La moyenne annuelle des pluies est de 1.608, 2 mm selon le rapport annuel du Département géophysique, CRSN/Lwiro en 1992.

Le sol trouve son origine dans le volcanisme basaltique ancien du Sud du Lac-Kivu, lequel est généralement fertile. Toutefois suite aux fortes pentes qui caractérisent ce milieu rend le sol de Cibumbiro non fertile à cause des phénomènes d'érosion. Les sols alluvionnaires occupent les fonds des vallées et sont potentiellement fertiles.

2.2 POPULATION ET ACTIVITE AGRICOLE

L'Aire de Santé de Cibumbiro compte une population de 1369 ménages d'après le rapport du Bureau Central Zone de Santé Miti-Murhesa en 2012. Elle est essentiellement occupée par une population d'ethnie «Shi » pratiquant une agriculture de subsistance. Les techniques agricoles sont rudimentaires ; suite à l'explosion démographique, la jachère a été abandonnée, ce qui contribue à la stérilisation du sol. Les principales cultures pratiquées sont la banane, le haricot, le manioc, le maïs, la patate douce.

2.3 INFRASTRUCTURE DE SANTE

L'aire de santé est desservie par un Centre de santé avec une infrastructure très déplorable : sa capacité est 5m de longueur et 4m de largeur ; elle est répartie en deux pièces dont l'une servant de consultation et de salle d'accouchement en même temps et l'autre cumule le laboratoire, salle de soins et hospitalisation des malades tous confondus. La maison servant de centre de santé peut elle seule favoriser le refuge de plusieurs vecteurs de maladie confirmant la thèse de [11] selon laquelle, les maisons traditionnelles, des bidonvilles ont souvent un sol en terre battue, inégal et fissuré, qui constituent un excellent refuge pour plusieurs types des vecteurs, insectes ou rongeurs.

Lorsqu'un cas d'accouchement se présente, tous les malades hospitalisés sont obligés de sortir jusqu'à la fin de l'acte. Le centre n'est pas alimenté en eau, les murs sont couverts des planches avec une toiture en planche, la hauteur n'atteindrait pas 3 m ce qui favorise une grande chaleur.

2.4 INFRASTRUCTURE ROUTIERE

L'aire de santé de Cibumbiro est presque enclavée, elle bénéficie d'une route nouvellement tracée par les populations locales permettant de relier le centre de santé à la route principale malheureusement une simple pluie rend cette route impraticable. Cette route reste presque inexploitée pour la plupart de temps.

2.5 MATERIELS ET METHODES

Nous avons considéré un échantillon de 30% soit un total de 411 ménages calculés sur la population parent de 1369 ménages qui peuplent cette Aire Santé de Cibumbiro. Dans nos investigations nous avons de préférence ciblé des villages selon leur degré de rapprochement au PNKB partant de l'Ouest vers l'Est ; nous avons ainsi sélectionné Sept villages : Lubugu (50 menages), Mugangane 1^{er} (41menages), Kasirusiru (28 ménages), Kakundu (100 ménages), Makondo (15ménages), Ihembe (91ménages) et Mugangane II (86 ménages) dans lesquels nous avons effectué des visites ménage par ménage muni d'un questionnaire d'enquête inspiré de [12] Javeau (1985) élaboré des questions fermées et qui ont été administrées aux responsables des ménages. Les réponses à toutes ces questions étaient inscrites sur une fiche d'enquête et les réponses supplémentaires dans un carnet de terrain. Dans chaque ménage, nous avons mis l'accent sur les observations directes. Un appareil photo digital a été utilisé pour la prise des images. Du retour du terrain, nous nous sommes servi d'un ordinateur pour la saisie et le traitement des données. Nous avons ensuite fait recours à la documentation pour nous ressourcer et sanctionner nos résultats. Nous avons utilisé le logiciel « office » avec « Excel » pour dresser des graphiques et « Word » pour dresser les tableaux.

3 RESULTATS

La situation de la faune domestique (vache, caprin, porc, lapin, poule, cobaye) avant et après les phénomènes des guerres, des rebellions, des milices et des forces négatives dans l'aire de santé de Cibumbiro est donnée successivement dans les tableaux 1-6

3.1.1 LA VACHE

Les résultats relatifs à la situation de la vache sont présentés dans le tableau (1)

Tableau 1. Situation des vaches

Designation	AVG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
Vaches	Effectif	196	102	44	29	13	7	19	0	0	0	1	411
	%	47,68	24,81	10,70	07,05	03,16	01,70	4,62	0	0	0	0,2	100
	APG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
	Effectif	345	41	17	6	2	0	0	0	0	0	0	411
%	83,94	09,97	04,13	01,45	00,48	0	0	0	0	0	0	100	

Source : Nos enquêtes

Légende : - APG = après guerres

- AVG = avant guerres

Nous pouvons constater que d'après le tableau (1) 47,68% de la population n'avaient aucune vache par suite de la pauvreté avant l'apparition des phénomènes de guerres, rebellions, milices et forces négatives. Avec ces phénomènes la population avec 0 vache est montée à 83,94% ; 01,70% avaient 5 vaches pendant la période de stabilité mais avec l'avènement des troubles ce pourcentage est descendu à 0% ; avant les guerres, 10,70% de la population avaient 2 vaches mais après les guerres et assimilées ce pourcentage est descendu à 04,13 % ;

3.1.2 LE CAPRIN

Nous avons par la suite présenté nos résultats sur la situation des caprins dans l'aire de santé de Cibumbiro dans le tableau (2)

Tableau 2 Situation des caprins

Designation	AVG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
Chèvres	effectif	21	26	51	25	91	64	48	32	29	13	11	411
	%	5,1	6,32	12,4	6,08	22,14	15,57	11,67	7,78	7,05	3,16	2,67	100
	APG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
	effectif	249	58	21	39	32	12	0	0	0	0	0	411
	%	60,58	14,11	5,1	9,48	7,78	2,91	0	0	0	0	0	100

Source : Nos enquêtes

Légende : - APG = après guerres

- AVG = avant guerres

De ce tableau(2), nous pouvons constater que le nombre des caprins a diminué considérablement : avant les phénomènes des guerres, rebellions, milices..., seuls 5,1 % de la population avaient 0 caprins mais après les troubles ce pourcentage est passé à 60,58% tandis que ceux qui avaient 5 caprins avant les guerres et ses dérivées étaient à 15,57% mais avec des troubles leur effectif est allé à 2,91%. S'agissant de ceux qui avaient 10 caprins avant les guerres, leur effectif pouvait atteindre 2,67% mais ce dernier est descendu à 0% après les différentes troubles. Pendant la période de paix 12,4% de la population de l'aire de santé de Cibumbiro avaient chacun 2 chèvres mais après les phénomènes de guerres cet effectif est descendu à 5,1%

3.1.3 LE PORC

Le tableau (3) ci-dessous représente les résultats sur la situation des porcs avant et post conflits dans l'aire de santé de Cibumbiro.

Tableau 3 : Situation des porcs.

Désignation	AVG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
Porcs	Effectif	262	136	13	0	0	0	0	0	0	0	0	411
	%	63,74	33,09	3,16	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	APG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
	Effectif	354	52	5	0	0	0	0	0	0	0	0	411
	%	86,13	12,65	01,21	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Source : Nos enquêtes

Légende : - APG = après guerres

- AVG = avant guerres

Il ressort de ce tableau (3) que le nombre des porcs dans l'aire de santé de Cibumbiro serait en régression ; avant les événements de guerres le nombre de ceux qui avaient 0 porc était de 63,74% mais ce dernier est allé à 86,13% ; ceux qui avaient 1 porc parmi la population de l'aire de santé étaient de 33,09% avant les troubles mais ces derniers sont passés à 12,65% et 3,16% de la population qui avaient 2 porcs avant les guerres sont descendus à 01,21% après les phénomènes des guerres, rebellions, milices et groupes armés.

3.1.4 LE LAPIN

Nos résultats par rapport à la situation du lapin avant et après les périodes des troubles sont consignés dans le tableau (4).

Tableau 4 : Situation des lapins.

Désignation	AVG	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
Lapins	Effectif	316	24	42	13	16	0	0	0	0	0	0	411
	%	76,88	5,83	10,21	0,24	3,89	0	0	0	0	0	0	100
APG	Effectif	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
	%	86,86	8,51	0,24	1,45	0	0	0	0	0	0	0	100

Source : Nos enquêtes

Légende : - APG = après guerres

- AVG = avant guerres

S'agissant de la situation du lapin dans l'aire de santé de Cibumiro, nous pouvons constater à partir du tableau(4) que l'effectif des lapins serait en régression. En effet, avant les guerres 10,21% de la population avaient chacun 2 lapins mais après guerres ce pourcentage est passé à 0,24% ; 3,89% de la population avaient 4 lapins avant les troubles mais après les guerres cet effectif est passé à 0%

3.1.5 LA POULE

Le tableau 5 présente la situation relative à la poule avant et après les guerres, rebellions milices...dans l'aire de santé de Cibumiro

Tableau 5. Situation des poules.

Designation	AVG	0	1-5	6-10	> 10	total
Poules	effectif	37	89	186	99	411
	%	09,00	21,65	45,25	24,08	100
APG	Effectif	0	5	10	>10	total
	%	24,57	38,68	27,25	09,48	100

Source : Nos enquêtes

Légende : - APG = après guerres

- AVG = avant guerres

Nous pouvons par ce tableau(5) constater les faits ci-dessous :

- Avant la période des troubles seuls 09,00% de la population de l'aire de santé de Cibumiro avaient 0 poule mais après les guerres, rebellions, milices et conflits armés l'effectif qui a 0 poule est passé à 24,57% ;

- Le pourcentage de la population qui avait 6-10 poules soit 45,25% pendant la période de paix est descendu jusqu'à 27,25% après les guerres par contre celui de la population qui a 1-6 poule avant les troubles s'est vu monter jusqu'à 38,68% après les troubles.

- 24,08% de la population avaient pendant la paix chacun plus de 10 poules mais après les guerres cette proportion est descendue à 09,48%.

3.1.6 LE COBAYE

Les résultats de notre étude sur le cobaye sont présentés dans le tableau(6).

Tableau 6 : Situation des cobayes.

Designation	AVG	0	1-5	6-10	> 10	total
Poules	Effectif	29	81	132	169	411
	%	07,05	19,70	32,11	41,19	100
	APG	0	5	10	>10	total
	Effectif	61	143	124	83	411
	%	14,84	34,79	30,17	20,09	100

Source : Nos enquêtes

Légende : - APG = après guerres

- AVG = avant guerres

Nous pouvons constater que d'après le tableau (6), 07,05% avaient 0 cobaye avant l'apparition des rebellions, milices et forces négatives, tandis qu'avec ces phénomènes des troubles, cette proportion est montée à 14,84%. Le pourcentage de ceux qui avaient 6-10 cobayes était de 32,11 % pendant la période de paix, celui-ci est descendu à 30,17% après les événements des troubles, tandis que celle avec plus 10 cobayes soit 41,19% avant l'apparition des phénomènes de guerres, rebellions et est descendu jusqu'à 20,09% après les troubles.

3.1.7 CAUSE DE LA DIMINUTION DES BÉTAILS DANS L'AIRE DE SANTE DE CIBUMBIRO

Nous avons dans le tableau (7) représenté par village enquêté les facteurs qui ont contribué à la perte ou diminution du nombre des bétails dans l'aire de santé de Cibumbiro.

Tableau7 : Motif de la diminution du nombre des bétails dans l'aire de santé de Cibumbiro

Villages	effectif	Pillage	Peur du pillage	Pas de pâturage	Besoins de famille
Ihembe	91	39	52	0	0
Kakundu	100	59	41	0	0
Kasirusiru	28	17	11	0	0
Lubugu	50	23	27	0	0
Makondo	15	9	6	0	0
Muganganel	41	19	22	0	0
Muganganel	86	35	51	0	0
Total	411	201	210	0	0
Pourcentage	100%	48,90%	51,09%	0%	0%

Source : nos enquêtes

Nous avons constaté d'après ce tableau ce qui suit :

L'analyse de données récoltées a montré que les bétails domestiques disparaissent progressivement dans les deux cas suivants:

- les pillages perpétrés régulièrement dans l'aire de santé de Cibumbiro par suite de l'insécurité emportent 48,90 % ;
- les populations craignant les futurs pillages préfèrent vite vendre leurs bétails ceux-ci étant toujours la cible principale des pillages dans ce milieu. Ce cas représente 51,09%.

Nous constatons que les causes principales de la diminution des bétails domestiques sont les pillages ou la peur du pillage. Les besoins familiaux ne contribuent à rien à la diminution du nombre des bétails domestiques et le pâturage ne constitue pas un problème.

3.2 DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus à l'issue de ce travail indiquent une régression considérable de la faune domestique dans le littoral du PNKB plus précisément dans l'aire de santé de Cibumbiro. Cette population qui ne vit que de l'agriculture et l'élevage traditionnels se voit progressivement appauvrie, ce qui confirme la thèse de [5] qui stipule que depuis 1994, le Sud Kivu est en proie d'une situation de guerre et des conflits armés, situation qui a entraîné des conséquences dramatiques dans la vie de la population de la province du Sud-Kivu: des millions de morts, des réfugiés et des déplacés, des infrastructures de base et économiques détruites ou endommagées.

Partant de nos résultats dans le tableau 7, nous remarquons que cette disparition de la faune domestique serait les résultats de l'insécurité grandissante causée par les phénomènes de guerres, rebellions, milices et groupes armés dans ce milieu. En effet, les populations de l'aire de santé de Cibumbiro ont perdu leurs bétails par suite des pillages par des hommes armés à une proportion de 48,90 %. Ces résultats sont en harmonie avec [8] qui soutient que depuis 1998, une insécurité se concentre dans certains milieux ruraux conduisant les populations à chercher une sécurité physique, sociale et économique en ville. Malheureusement cette situation d'insécurité perdure toujours selon plusieurs observateurs dont [9] qui affirme que plusieurs milices restent encore très actives sur toute la partie Est de la RDC du Nord vers le Sud. Ces pillages sont accompagnés des viols des femmes, des tueries si bien que les populations vivent dans la peur continue. Cette peur en général pousse les populations à vendre en masse leurs bétails jusque-là échappés aux pillages et ceci emporte 51,09% de la faune domestique. Ceci confirme notre hypothèse de départ selon laquelle les phénomènes des guerres, rebellions, milices et forces négatives seraient à la base de la destruction de l'environnement par la diminution progressive des bétails (vache, chèvre, porc, lapin, poule) dans l'aire de santé de Cibumbiro. Très voisines du PNKB et sans bétails domestiques nous craignons que la biodiversité faunique du PNKB ne soit exposée à la menace des populations en quête des substances animales, ce qui créerait des nouveaux conflits entre parc et populations environnantes. La disparition de cette faune domestique constitue une grande préoccupation pour les cultivateurs cette contrée; la perte des bétails influe négativement sur la production agricole car ces derniers fournissaient de l'engrais organique qui servait à améliorer le sol extrêmement appauvri.

Soucieux de notre environnement qui subit des impacts négatifs de phénomènes de guerres, milices, rebellions et groupes armés, nous pouvons terminer ce travail en formulant des suggestions suivantes :

- Que la paix soit rétablie en RD Congo et que la population soit sécurisée ;
- Que le gouvernement Congolais multiplie les efforts de plaidoyer au niveau international pour que les milices étrangères quittent définitivement le territoire de la RDC.

REFERENCES

- [1] Georges, P, L'environnement, coll. « que sais-je ? », Paris, PUF, 1971.
- [2] Dauphiné, A., « Le concept d'environnement », Analyse spatiale, Paris, 1979.
- [3] Bertrand., Une géographie traversière. L'environnement à travers territoires et temporalités, Paris, éditions arguments, 2002.
- [4] Ratzel, F, Anthropogéographie, Stuttgart, 1991
- [5] PNUD, 2009. Pauvreté et conditions de vie des Ménages en RD Congo, rapport Mars Kinshasa/Gombe.
- [6] C. Vidrovitch., " Au Congo, de la rébellion à l'insurrection", in le *Monde Diplomatique*, Paris, p- 10-11, 1999.
- [7] Lemarchand R. et Ruhimbika M., Les Banyamulenge (Congo-Zaire) entre deux guerres, *Harmattan*, Paris, p. 299, 2001.
- [8] Ngongo, La gestion des déchets, une opportunité pour la fertilisation dans l'agriculture urbaine à Bukavu : *potentialités et limitation*, Bukavu, 2003.
- [9] Bischoff, A, Congo – Kinshasa, la décennie 1997-2007, *Ed Cygne*, 240 P, 2008.
- [10] Hecq J, Monographie de la Chefferie de Kalibanya, Bruxelles, 1963
- [11] OMS., La lutte contre les insectes et les rongeurs par l'aménagement, Genève, 1994.
- [12] Claude Javeau, Enquête par questionnaire, *3e édition-2^e tirage*, 138p, 1985.

Impact of the nutritional supply of Dockounou with millet, soybean, cassava, sorghum flours in Wistar rat growth

Joseph N. Kouadio, Rose-Monde Mégnanou, Eric Akpa, Edwige E. Akoa, Séverin K. Kra, and Sébastien L. Niamké

Departement of Biochimistry,
University Felix HOUPHOUËT-BOIGNY/UFR Biosciences, Laboratoire de Biotechnologie,
22 BP 582 Abidjan22, 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: The purpose of this study is to enhance the senescent plantain by making dockounou with a nutritional value for feeding Wistar rat. Batches of rats were fed with dockounou boiled and formulated with millet, soybean, sorghum, cassava, maize and rice flours for 15 days. The parameters such as weight gain, dry matter intake, feed efficiency and the digestibility of various dishes of dockounou were evaluated. It appears that apart from the control diet, only the dockounou of soybean made a weight gain to 2.05 g/d and 2.25 g/d obtained respectively with the formulation 80:20 and 75:25. The high dietary intakes to 7.18 g/d and 7.51 g/d were respectively obtained at 80:20 and 75:25 formulations for the same diet. Furthermore, there is no significant difference in the food efficiency and the digestibility dockounou of soybean at both formulated and the control diet. Regarding nutritional performance of dockounou of soybean formulated to 80:20; this food could be used in the diet of Wistar rat.

KEYWORDS: senescent plantain, nutrient intake, dockounou, growth performance, digestibility.

1 INTRODUCTION

Plantains (*Musa* ssp) constitute a major source of carbohydrates for millions of people in Africa, the Caribbean, Latin America, Asia and Pacific [1], [2]. For that, they play an important role in the economy and food security of many wet tropical regions in the world [2]. It constitutes the fourth most important global food commodity after rice, wheat and maize [3] [4]. In fact, plantain is an agriculture product with carbohydrates accounting for 22% of fruit weight and rich in vitamins A, B6, C, minerals and dietary fibre [5][6]. According to [7] plantain (1,577 043 tons/year) is the third food crops in Ivory Coast after yams (3,000 000 tons/year) and cassava (1,700 000 tons/year). In spite his importance, plantain is a highly perishable fruit, which requires processing into a more stable and convenient form. Indeed, any factor can accelerate banana ripening which are the deplorable transport conditions, the absence of adequate structures of conservation and storage on the markets. This factor can also accelerate the degradation about 35 to 60% of plantains [8] [9], [10], [11].

To face the problem of short life of plantain, processing or preservation treatments are often used whose the aim is to decrease (plantain degradation) (the post-harvest losses) [12]. However studies carried by [13] showed deficiencies in the content of essential nutrients such as proteins and lipids making dockounou a food of low nutritional value. Another work according [14], at this food were improved the production parameters, the quantity of plantain senescent used, the duration of fermentation and cooking, etc. These parameters had improved organoleptic characteristics without that there is a contribution in terms of nutritional value. One solution to this problem is the preparation of dockounou to different proportions with other types of flour derived from cereal such as millet, sorghum, leguminous such as soybean, cassava root which are usually met on our markets.

The aim of this study is to valorized senescent plantain by producing nutritional feed capable to contribute at the growth of the young rats Wistar.

2 MATERIAL AND METHODS

The senescent plantains fingers (*Musa paradisiaca*), cereals grains of maize (*Zea mays*), rice (*Oriza sativa*), millet (*Pennisetum americanum*) and sorghum (*Sorghum bicolor*), a leguminous as Soybean (*Glycine max*) and the root of cassava (*Manihot esculenta Crantz*) used in the production process were purchased from the Adjame's market (Abidjan) in Ivory Coast.

2.1 PREPARATION OF RICE, SORGHUM, MILLET AND MAIZE FLOUR

The sorghum, millet and maize flour were obtained using the method described by [15]. The rice flour was obtained using method described by [16]. The rice grains were soaked in water for two hours. After drying, the grains were crushed in a home wooden mortar, and the flour was sieved (100 μ m). The millet, sorghum and maize grains were cleaned and soaked in clean tap water and covered container. The soaked grains were allowed to ferment at room temperature (37°C) for 24 h. After fermentation, the water was drained and the grains rinsed with 500 mL of water and oven dried at 80°C for three hours. Then the dried grains were milled.

2.2 PREPARATION OF CASSAVA FLOUR

The method described by [17] are used for obtain flour of cassava. The roots of cassava are peeled, cut in piece then washed before being dried in the sun during 3 to 7 days. After drying, the pieces are then ground for obtaining the flour that will be sifted with sieve of 100 μ ms.

2.3 PREPARATION OF SOYBEAN FLOUR

The soybean flour was obtained using the method described by [18]. The soybeans grains were sorted, cleaned and blanched at 100°C for 10 min. the blanched grains were drained, dehulled and rinsed with 500 ml of water to remove the seed coat. The rinsed seed were then dried in oven at 80°C for 5 h. The dried samples of soybean were separately milled and sieved with 100 μ ms particle size sieve.

2.4 DIET FORMULATION

The method of [13] and [14] has been used for the preparation of the various dishes of dockounou. To make themselves, the fruits of senescence plantain has been washed, peeled and crushed in a mortar made of wood for the obtaining of dough. Three (3) kinds of formulations have been achieved from the plantain dough with the different flours gotten previously. Thus, the first formulation F₁ has been done with 90% of senescent plantain dough and 10% of flour (90:10). The second formulation F₂ has been achieved with 80% of senescent plantain dough and 20% of flour (80:20) and the last formulation F₃ has been achieved with 75% senescent plantain and 25% of flour (75:25). Each sample has been fermented during 4 hours before being wrapped in the sheets of *Thaumatococcus daniellii* and cooking with water.

2.5 EXPERIMENTATION AND NUTRITIONAL PARAMETERS

The experiment was conducted with young Wistar rats from the animals' barn of the UFR Biosciences of the University of Felix Houphouët Boigny Abidjan Côte d'Ivoire. The average temperature of the room was 26°C, and the percentage of humidity was 70 %, with 12 hours of daylight and 12 hours of darkness. Nineteen groups of five Wistar rats which average initial weight varied of 50 to 75 g and to 50 \pm 3 day's age were used. They were divided in such a way: one group of five young rats was submitted to control diets (C. diet) which composition are reported in Table 1, six groups of five young rats were submitted to dockounou with the F₁ formulation (90:10), six others groups of five young rats were submitted to dockounou with the F₂ formulation (80:20) and the last six group of five young rats were submitted to dockounou with the F₃ formulation (75:25). The control diet used in this study is à granular which provide from the society FACI. The composition of the control diet (C. diet) is showed in table 1. Rats were disposed in individual screened bottomed cages designed separately to feed *ad libitum* for fifteen days. To be done, the method described by [18] is used and included a preliminary feeding period of ten days followed by a balance period of five days during which complete collection of faces was performed for each rat. During the period of feeding, the animals were fed between 7 a.m. and 8 a.m. every morning, and were weighed each three days. Each feed before offered was weighed, and the following day, the refused feed was also weighed, in order to determine the amount of feed intake. For the determination of the dry matter, five (5) g of every feed cooked was kept in an oven for 24

hours at 70 °C. After weighing it, the dry matter was calculated [19]. The table 2 shows the nutritional parameters which are used in this study.

Table 1. Composition of control diet (granular)

Components	Proportion
protein	15 %
Fat	3,5 %
cellulose	12 %
carbohydrate	58 %
Minerals (calcium, phosphor, etc.)	11,2 %
Vitamin A	15000 UI/Kg
Vitamin D3	3000 UI/Kg
Vitamin E	10 mg/Kg

Table 2. Expression of nutritional parameters values

Parameters	Mathematical expressions
Food intake (FI)	Food given – food refused
Dry mater (DM)	$100 - [(wet\ weight - dry\ weight) / wet\ weight] \times 100$
Dry mater intake (DMI)	$FI \times DM$
Average weight gain (AWG)	Final weight – Initial weight
Average daily weight gain(ADWG)	$AWG / 15\ days$
Feed efficiency (FE)	AWG / DMI
Total protein intake (TPI)	$DMI \times \% \text{ protein of diet}$
Protein efficiency (PE)	AWG / TPI
Digestibility	$[(protein\ intake - protein\ refused) / protein\ intake] \times 100$

2.6 STATISTICAL ANALYSIS

The statistical analysis of data was done by one way Analysis of Variance (ANOVA) using the software IBM SPSS Statistics version 20.0. Differences between means were tested using the Duncan Multiple Range Test with 5% level of significance different figures were drawn on EXCELL 2010 Software.

3 RESULTS

The growth rates of albino rats fed with the F₁ formulation and C. diet are shown in Figure 1. The results show weight gain in albino rats fed with C. diet thereby those fed with formulated diet of D. millet; D. soybean, D. sorghum, D. cassava, D. maize, and D. rice are lower weight gain during the experiment. Moreover, rats feed with the D. soybean obtained higher weight gain than the others. For this feed, it is found a small weight loss of rats the first nine days while an increase in weight was observed the remaining days.

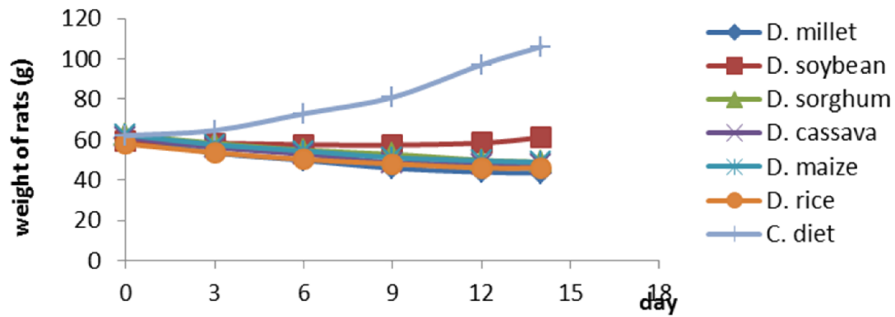


Fig. 1. Evolution of the weight of the young rats nourished with various types of dockounou in the F₁ formulation and the control diet (granular) per day

D= Dockounou, C = control

Figure 2 show the growth of rat's albino fed with the F₂ formulation and C diet. The weight of rats fed with C. diet and D. soybean is higher than those fed with D. millet, D. sorghum, D. cassava, D. maize and D. rice. In this formulation, the growth of rats fed with D. soybean and the control diet are competing. Thus, the growth of rat fed with D. soybean is higher the first nine days.

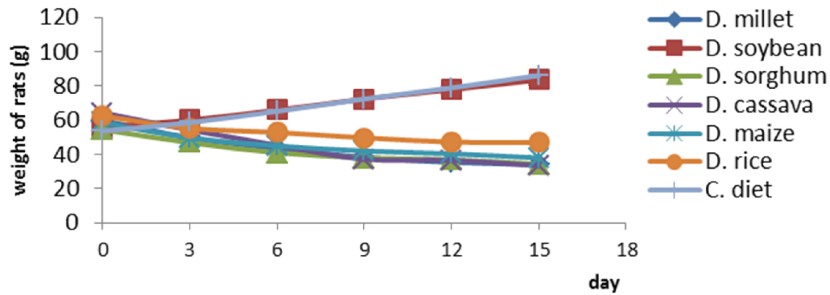


Fig. 2. Evolution of the weight of the young rats nourished with various types of dockounou in the F₂ formulation and the control diet (granular) per day

Figure 3 also show the growth of rats fed with the F₃ formulation and C. diet. The general growth of these rats is similar to the F₂ formulation with the higher growth of C. diet and D. soybean. However the weight of rat fed with dockounou of soybean is higher than those fed with C. diet the first 12th days of experimentation. But, the weight of rats fed with granular catching up with weight of rats fed with dockounou soybean.

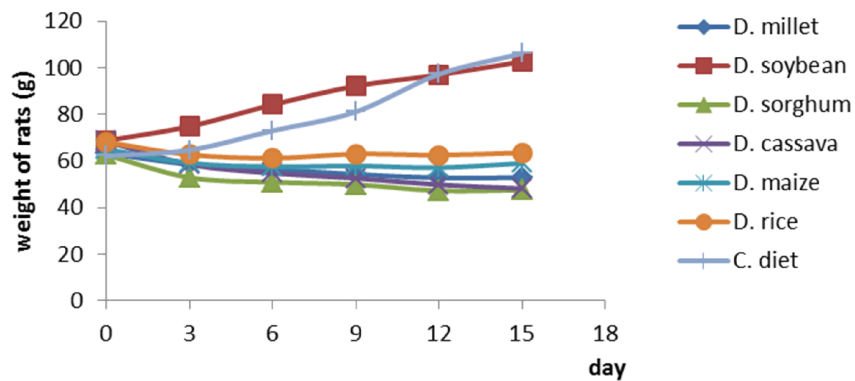


Fig. 3. Evolution of the weight of the young rats nourished with various types of dockounou in the F₃ formulation and the control diet (granular) per day

Results show that in Table 3 gain or loss weights of rats differ significantly ($P > 0.05$) (Table 3). The higher of weight gain was obtained for C. diet (3.34 ± 0.27 g/d) follow by D. soybean. For D soybean, the gain of weight was respectively 0.13 ± 0.17 g/d for F_1 formulation; 2.05 ± 0.84 for the F_2 formulation and 2.25 ± 0.55 for F_3 formulation. Average daily loss of weight is significantly higher for rats fed by D. millet, D. sorghum, D. cassava, D. maize and D. rice for all these formulations.

Table 3. Gain or loss of weight of rats fed with different formulations of dockounou and control diet

Type of dockounou	90:10 formulation	80:20 formulation	75:25 formulation
D. millet	$-1,15 \pm 0,39^c$	$-1,72 \pm 0,21^{de}$	$-0,70 \pm 0,34^{cd}$
D. soybean	$0,13 \pm 0,17^b$	$2,05 \pm 0,84^b$	$2,25 \pm 0,55^b$
D. sorghum	$-0,90 \pm 0,23^c$	$-1,34 \pm 0,2^{cd}$	$-0,99 \pm 0,11^{de}$
D. cassava	$-0,86 \pm 0,35^c$	$-2,07 \pm 0,32^e$	$-1,35 \pm 0,12^e$
D. maize	$-0,91 \pm 0,44^c$	$-1,37 \pm 0,12^{cd}$	$-0,40 \pm 0,33^c$
D. rice	$-0,80 \pm 0,20^c$	$-1,02 \pm 0,36^c$	$-0,30 \pm 0,31^c$
C. diet	$3,34 \pm 0,27^a$	$3,34 \pm 0,27^a$	$3,34 \pm 0,27^a$

Values are mean \pm standard deviation of triplicate determinations. Values with different superscripts are significantly different from each other at the 5% level ($P < 0.05$)

The dry matter intake of the diet is given in table 4. For the same formulations, feed consumption differ significantly ($P > 0.05$). The consumption was statistically higher for C. diet (11.33 ± 0.43 g/d) followed by D. soybean. For D. soybean, the consumption of fed was respectively 4.32 ± 0.67 g/d for the F_1 formulation; 7.18 ± 0.79 g/d for F_2 formulation and 7.51 ± 0.24 g/d for F_3 formulation. Feed consumption did not differ significantly between the types of formulation. The daily feed intake decline for D. millet, D. sorghum, D. cassava, D. maize to D. rice (5.10 ± 1.27 g/d for D. rice (F_3 formulation) to 2.27 ± 0.13 g/d for dockounou of cassava (F_1 formulation)).

Table 4. Dry matter intake by rats fed with different formulations of dockounou and control diet (granular)

Type of dockounou	90:10 formulation	80:20 formulation	75:25 formulation
Dockounou of millet	$3,33 \pm 0,34^c$	$4,09 \pm 0,26^d$	$4,52 \pm 0,69^{cd}$
Dockounou of soybean	$4,32 \pm 0,67^b$	$7,18 \pm 0,79^b$	$7,51 \pm 0,24^b$
Dockounou of sorghum	$2,58 \pm 0,31^d$	$3,65 \pm 0,41^{de}$	$3,89 \pm 0,48^{de}$
Dockounou of cassava	$2,27 \pm 0,13^d$	$5,02 \pm 0,39^d$	$3,37 \pm 0,63^e$
Dockounou of maize	$2,28 \pm 0,43^d$	$3,30 \pm 0,61^e$	$4,80 \pm 0,75^{cd}$
Dockounou of rice	$2,55 \pm 0,29^d$	$5,00 \pm 0,55^c$	$5,10 \pm 1,27^c$
Control diet (granular)	$11,33 \pm 0,43^a$	$11,33 \pm 0,43^a$	$11,33 \pm 0,43^a$

Values are mean \pm standard deviation of triplicate determinations. Values with different superscripts are significantly different from each other at the 5% level ($P < 0.05$)

Table 5 shows the feed efficiency conversion of different diets established. The result indicates that feed efficiency for C. diet and D. soybean don't differed for F_2 and F_3 formulations ($P > 0.05$) which are best conversion efficiency.

Table 5. Feed conversion rate of different formulations of dockounou and control diet

Type of dockounou	90:10 formulation	80:20 formulation	75:25 formulation
D. millet	-0.33 ± 0.10^c	-0.42 ± 0.07^c	-0.15 ± 0.06^c
D. soybean	0.02 ± 0.03^b	0.25 ± 0.10^a	0.29 ± 0.06^a
D. sorghum	-0.34 ± 0.06^c	-0.36 ± 0.05^c	-0.26 ± 0.04^d
D. cassava	-0.40 ± 0.15^c	-0.63 ± 0.13^d	-0.40 ± 0.07^e
D. maize	-0.38 ± 0.12^c	-0.34 ± 0.03^c	-0.88 ± 0.06^{bc}
D. rice	-0.31 ± 0.06^c	-0.20 ± 0.06^b	-0.31 ± 0.06^b
C. diet	0.25 ± 0.02^a	0.25 ± 0.02^a	0.25 ± 0.02^a

Values are mean \pm standard deviation of triplicate determinations. Values with different superscripts are significantly different from each other at the 5% level ($P < 0.05$)

Table 6 shows the values of digestibility of different formulations of dish and control diet. For each formulation, these values are statistical different and higher digestibilities were obtained for C. diet ($88.85 \pm 6.15\%$) and D. soybean to formulation 80:20 (84.23 ± 1.47) and 75:25 (85.87 ± 1.91) respectively.

Table 6. Digestibility of different formulations of dockounou and control diet

Type of dockounou	90:10 formulation	80:20 formulation	75:25 formulation
D. millet	42.62 ± 10.34^b	40.06 ± 11.83^b	51.57 ± 16.88^{bc}
D.soybean	70.09 ± 2.78^a	84.23 ± 1.47^a	85.87 ± 1.91^a
D.sorghum	34.33 ± 22.85^b	0.16 ± 39.01^{cd}	10.22 ± 11.75^d
D.cassava	45.04 ± 15.50^b	24.5 ± 51.67^d	15.84 ± 40.29^d
D.maize	35.34 ± 26.98^b	24.24 ± 26.57^{bc}	70.36 ± 8.47^{ab}
D.rice	34.27 ± 13.27^b	35.14 ± 16.67^{bc}	44.87 ± 12.54^c
C. diet	88.85 ± 6.15^a	88.85 ± 6.15^a	88.85 ± 6.15^a

Values are mean \pm standard deviation of triplicate determinations. Values with different superscripts are significantly different from each other at the 5% level ($P < 0.05$)

4 DISCUSSION

The nutrient intake of various formulations presents weight gain of rats fed with the soybean dockounou for formulation F_1 , F_2 and F_3 . This weight gain of rats for the three formulations shows the performance of the dockounou of soybean to develop the cellular metabolism with a synthesis of the clean matter of the rats. The weight gain of rats fed with the dockounou of soybean is in agreement with [20] (3.2 ± 1.49 g/d) for the CsdN diet and superior to the study of [21] (1.05 ± 0.43 g/d). This performance of the soybean dockounou could be explain by several factors such as the composition of the food and the quantity of food ingested [22], [23]. Indeed the use of the soy in the manufacturing and especially the supplementation of food improve considerably the content in protein, in lipid, in vitamin and in nutriment [24], [25], [26] suggest that the indispensable nutriments to the harmonious growth of the organs are the proteins and the major minerals.

Other authors such as [27] and [28] had confirmed the interest of the proteins managed to rats owing diet are deprived (protein deprives). Regarding this fact, dockounou of soybean is important for the well life of the rats because it can assured good level of protein, lipid, vitamin and essential nutriment to their growth. The various food formulations were ingested with a significant difference. Outside of the control diet who was the more consumed with 11.33 ± 0.43 g/d, the rats appetite to the D. soybean is also good (7.51 ± 0.24 g/d) in relation to the rats fed with the D. millet, D. sorghum, D. cassava, D. maize and D. rice. The level of consumption for the D. soybean is comparable to the one of a régime to 10% of fish flour (7.87 g/d) [28][29][30]. This strong consumption of the D. soybean that entailed a hold of weight could explain itself according to the [31] by the taste, the texture, the flavor and the color that the flour of soybean confers to the products in which they are incorporated.

The feed conversion rate permits to appreciate the best output of use of ingested feed. The feed conversion rate of rats nourished with the C. diet and the D. soybean do not present any significant difference ($p > 5\%$). These values are respectively 0.25 and 0.29 for the control sample and the dockounou of soybean. However the D. soybean to the F_2 formulation has the same feed conversion rate (0.25) that the C. diet. On the other hand the negative feed conversion rate observed with the other types of dockounou translates their inability to develop a gain of weight [32].

The study indicates that digestibility of C. diet and the D. soybean are not significant different ($p > 5\%$). The values are respectively of $84.23 \pm 1.47\%$, $85.87 \pm 1.91\%$ and $88.85 \pm 6.15\%$ for D. soybean with the F_2 and F_3 formulations and for the C. diet. The digestibility of D. soybean of the F_2 and F_3 formulations are higher than those reported by [21] at the level of the RPC diet (82%). These values are also higher than those obtained [28] with the régime to basis of flour of maggots dried during 12h (74.6%). On the other hand, these results are lower to the one of [20] that got 95% of digestibility with some dishes in the Ivory Coast. This good value of digestibility of D. soybean is due to the process of preparation of the soybean flour and the fashion of cooking the dockounou [33]. Indeed, according [34] and [25], the action of the heat combined to water encourage the elimination of antinutritional factors notably by denaturation and their diffusion in the liquid phase of the antitrypsic factors of proteic nature. This product combines itself to the trypsin and inhibits the proteolysis. Some authors [36] are indicated that the elimination of antinutritional factors encourages the biodisponibility the proteins content in the food régime and an improvement of the proteic digestibility.

Apart from the control diet, the set of values that translates the global conversion rate of D. soybean is higher for the F₃ formulation with feed efficiency rate 0.29 ±0.06 and protein efficiency rate 5.71 ± 1.38 that for formulation F₃ with feed efficiency rate 0.25 ±0.10 and protein efficiency rate 4.73 ±1.94. The fact that there is no significant difference between these values and the C. diet one shows that the boiled dockounou to the formulation F₂ can serve as a food of the wistar rats.

5 CONCLUSION

The soybean flour improves nutrient intake of the dockounou. The dockounou of soybean had permitted a weight gain of rats. This result suggests that the dockounou of soybean formulated with 80% of senescent plantain and 20% of soybean flour can be used as feed for wistar rats growth in laboratory in experimental goal.

REFERENCES

- [1] Ganry J., Action de la température et du rayonnement d'origine solaire sur la vitesse de croissance des feuilles du bananier (*Musa acuminata* Colla). Application à l'étude du rythme de développement de la plante et relation avec la productivité. Ph.D. thesis, Université Paris VII, France, 331 p, 1980.
- [2] FAO, Roots and tuber crops, plantain and bananas in developing countries. Challenge and opportunities. FAO plant production and protection paper, FAO, Rome, 83 p, 1988.
- [3] Frison E., and Sharrock S., The economic, social and nutritional importance of banana in the world. In: C., 1999.
- [4] Bakry F., Didier C., Ganry J., Le-Bellec, F., Lescot T., Pinon A. and Vannicre M., Fruits species. In Cirad (Ed.), (pp. 960-974). Guide of agronomist. Paris, 2002.
- [5] Chandler S., The nutritional value of bananas. In: Gowen SR (ed). Bananas and plantains. London. pp. 74-89.
- [6] H. G. Honfo, A. P. Kayodé, O. Coulibaly, A. Tenkouano, Relative contribution of banana and Plantain products to the nutritional requirements for iron, zinc and vitamin A of infants and mothers in Cameroon. *Fruits*, 62:267-277, 2007.
- [7] H. Ducroquet, L'agriculture ivoirienne à la loupe (I). *Le professionnel agricole*, 3, 10-12, 2002.
- [8] A. Lassoudiere, Banana trees in Côte d'Ivoire. *Fruits*, 28: 453- 462, 1973.
- [9] J. Guillemot, Tests de conservation de la banane plantain. *Fruits*. n11, p. 898-700, 1976.
- [10] Séry D., Le plantain en Côte d'Ivoire: production, transport et stockage, IRFA, document de réunion annuelle. p. 5, 1985.
- [11] S. A. Atanda, P. O. Pessu, S. Agoda, I. U. Isong and I. Ikotun, The concepts and problems of post-harvest food losses in perishable crops. *African Journal of Food Science*, 5(11), 603-613, 2011.
- [12] R. K. Dongo, E. Dick, S. Fatogoma, B. Camara, D. Koné, Preserving treatments effect on the physicochemical properties of the plantain stored at an ambient temperature. *Agricultural and Biological Journal of North America*, 2:761-766, 2011.
- [13] A. S. Kra, E. Akoa, R-M. Mégnanou, K. Yeboué, E. E. Akpa and L. S. Niamké, Physicochemical and nutritional characteristics assesment of two different traditional foods Prepared with senescent plantain. *African Journal of food Sciences*.7: 51-55, 2012.
- [14] E. E. F. Akoa, K. A. S. Kra, R-M. Mégnanou, E. E. Akpa and L. S. Niamké, Sensorial characteristics of a senescent plantain empiric dish (Dockounou) produced in Côte d'Ivoire. *Journal of Food Research*, 1(4), 150-159, 2012. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v1n4p150>
- [15] T. T. Lombor, E. J. Umoh and E. Olakumi, Proximate composition and organoleptic properties of complementary food formulated from millet (*Pennisetum polychaetum*), soybeans (*Glycine max*) and crayfish (*Euastacus spp*). *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (10): 1676-1679, 2009.
- [16] E. E. F. Akoa, K. A. S. Kra, R-M. Mégnanou, N. J. Kouadio and L. S. Niamké, Optimization of Dockounou Manufacturing Process Parameters. *Canadian Center of Science and Education*, 3. (1); pp 67-75, 2014. <http://dx.doi.org/10.5539/sar.v3n1p67>
- [17] D. Younoussa, T. G. Momar, S. Mama, G. D. Praxède, K. Amadou, B. Jean-Paul and L. Georges, Importance nutritionnelle du manioc et perspectives pour l'alimentation de base au Sénégal (synthèse bibliographique *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17(4), 634-643, 2013.
- [18] Adrian J., Rabache M. and Fagne R., Technique d'analyse nutritionnelle In Lavoisier Tec et Doc (Eds). Principes de techniques d'analyse. Paris, 451-478, 1991.
- [19] AOAC. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists Ed., Washington DC, 684 p, 1990.
- [20] T. Dally, A. Méité K. G. Kouamé, K. G. M. Bouafou and S. Kati-Coulibaly, Efficacité nutritionnelle de trois mets Ivoiriens: cabatoh à la sauce dah au nord; foutou igname à la sauce gouagouassou au centre; riz cuit à la sauce graine à l'ouest. *Journal of Applied Biosciences*, 33 : 2084- 2090, 2010.

- [21] Meite A., Kouamé K. G., Kati-Coulibaly S. and Offoumou A. M., Étude de la valeur nutritionnelle du pain normal et des pains composites contenant de la farine de graines délipidées de *Citrullus lanatus* (Cucurbitacées) Thèse de doctorat 3^e cycle. Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. 24p, 2008.
- [22] O. S. Ijarotimi and I. B. Oluwalana, Chemical Compositions and Nutritional Properties of Popcorn-Based Complementary Foods Supplemented With *Moringa oleifera* Leaves Flour. *Journal of Food Research* Vol. 2, No. 6; 2013.
- [23] F.A.O (Food and Agriculture Organisation), La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture Collection Fao N°35 Rome, 2004.
- [24] O. E. Adelakun, J. A. Adejuyitan, J. O. Olajide and B. K. Alabi, Effect of Soybean Substitution on some Physical, Compositional and Sensory Properties of Kokoro (A Local Maize Snack). *European Food Research and Technology.*, 220, 79-82, 2005.
- [25] Camo, J-P., Les protéines végétales. *Biocontact*, (31), 1999.
- [26] A. Rahaman, S. M. Abdel, H. B. Elmakil, W. I. Hassan, E. E. Babiker and A. H. Eltinay, Proximate composition, anti-nutritional factors and mineral content and availability of selected legumes and cereal grown in Sudan. *Journal of Food technology*, 3 (4): 511-515, 2005.
- [27] Zannou T. V. J., Stratégies d'amélioration des farines infantiles a base de manioc et de soja de haute densité énergétique par incorporation de farine de maïs germés. Thèse de doctorat 3^e cycle. Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. 124 p, 2005.
- [28] K. G. M. Bouafou, K. G. Kouamé and A. M. Offoumou, Bilan azoté chez le rat en croissance de la farine d'asticots séchés. *Tropicultura*, 25: 70-74, 2007.
- [29] K. G. M. Bouafou, V. Zannou-Tchoko, B. A. Konan and K. G. Kouamé, Etude de la valeur nutritionnelle de la farine d'asticots séchés chez le rat en croissance. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*, 12 : 215-225, 2008.
- [30] K. G. M. Bouafou, B. A. Konan, A. Méité, K. G. Kouamé and S. Kati-Coulibaly, Substitution de la farine de poisson à la farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance: risques pathologiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 : 1298-1303, 2011a.
- [31] American Soybean Association, Le soja dans l'alimentation de L'homme. United Soybean Board. p: 2,3,8, 2010.
- [32] K. G. M. Bouafou, B. A. Konan, A. Méité, K. G. Kouamé and S. Kati-Coulibaly, Substitution de la farine de poisson à la farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance : risques pathologiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5: 1298-1303, 2011b.
- [33] Torun, B., Protéines: biochimie métabolisme et besoins nutritionnels. In Nutrition du Jeune Enfant. Raven Press., New York. 5 : 99-114, 1985.
- [34] Kadam, S. and Salunkhe, K. D., Production, distribution and consumption. In: Salunkhe D K and Kadam S S (Eds), CRC handbook of world food legumes: nutritional chemistry, processing technology and utilisation pp 5-23, 1989.
- [35] O. E. Adelakun, K. G. Duodu, E. Buys and B. F. Olanipekun, Potential Use of Soybean Flour (*Glycine max*) in Food Fortification, 2005. <http://dx.doi.org/10.5772/52599>

Women Empowerment in Rural Local Government of Bangladesh

A. N. M. Zakir Hossain

Lecturer (of Political Science),
Department of Agricultural Economics,
Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, Bangladesh

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: Bangladesh is one of most densely populated country where women are identified with domestic life while politics is viewed as a male dominated public activity. This study seeks to critically appraise the extent of women's empowerment in local level in Bangladesh. It also investigates the reasons for women's low rate of holding elected office. The study is based on secondary data. It found a number of determinant factors for lower status of rural women. Self-respect, unity, co-operation, collective strength will increase the group function that finally leads them to empower themselves. The constitution has given the opportunity for women to participate at local level to national level of government with reserve seat but the fact is quite different. The elected female candidates at local level are not more than ten percent and the major political parties are not willing to incorporate women, it is about fifteen percent at highest level of the parties. However the constitutional provisions of Bangladesh can be seen as milestone towards ensuring women's equal access and increased participation in political power structure but still there is a structural problem of women's incorporations at union parishad level. Women are marginalized in functions and service delivery at union level due to a number of factors.

KEYWORDS: Women, Empowerment, Local Government, Bangladesh.

INTRODUCTION

The overall development of a country depends upon the maximum utilization of her people, both men and women. In Bangladesh women comprise nearly half of the total population. But the status of women is much lower than that of men in every sphere of life. Women are identified with domestic life while politics is viewed as a male dominated public activity that is typically masculine in nature. With the advancement of time, the fact has now been recognized that without ensuring women development, the national development cannot be achieved. Women's equal participation in political life plays a pivotal role in the general process of the advancement of women. It is not only a demand for simple justice or democracy but can also be seen as a necessary condition for women's interests to be taken into account. Without the active participation of women and the incorporation of women's perspective at all levels of decision-making, the goals of equality, development and peace cannot be achieved (Khan and Ara, 2006:73-74 and FWCW, 1995:1).

This study seeks to critically appraise the extent of women's empowerment in local level in Bangladesh. It also investigates the reasons for women's low rate of holding elected office. In short, the study attempts to address the following questions. Why are so few women elected to public office in Bangladesh? Why are women not welcomed enthusiastically in political and electoral processes? What are the impediments to women's participation in politics? What strategies has the government adopted for increasing women's representation in local politics? What have major parties done to increase the proportion of women's participation in politics? What advancement has been made toward women's participation in public life?

A study on the political empowerment of Bangladeshi women from a historical and analytical perspective has been carried out mainly for two reasons. First, one of the most important resources of Bangladesh is its people, and women

comprise about half of the population and a substantial part of workforce. Second, the study is expected to contribute to an understanding of the present condition of Bangladeshi women's participation in local politics and in national policymaking process.

METHODOLOGY

This study is mainly based on the review of information collected from secondary sources i.e. published books, reports, journal, newspapers. A number of information is also collected from internet browsing.

OPERATIONAL DEFINITION OF THE CONCEPTS:

WOMEN

A woman is an adult female human being, as contrasted to men, an adult male, and a girl, a female child. The term woman (irregular plural: women) is used to indicate biological sex distinctions, cultural gender role distinctions, or both (Wikimedia, 2005:1).

Women constitute about half of the total population of the country. Apart from the household activities, they are contributing substantially to the national economy. Bangladesh is one of the first developing countries to establish a Ministry of Women's Affairs in 1978, three years after the First World Conference on Women in Mexico. The government has already prepared a National Policy for Advancement of Women and made some noteworthy progress in implementing the National Action Plan, prepared in response to the Beijing Platform for Action.

In spite of these achievements, the majority of women in Bangladesh have yet to be empowered to participate actively in the social, cultural, economic and political life of the country.

PARTICIPATION

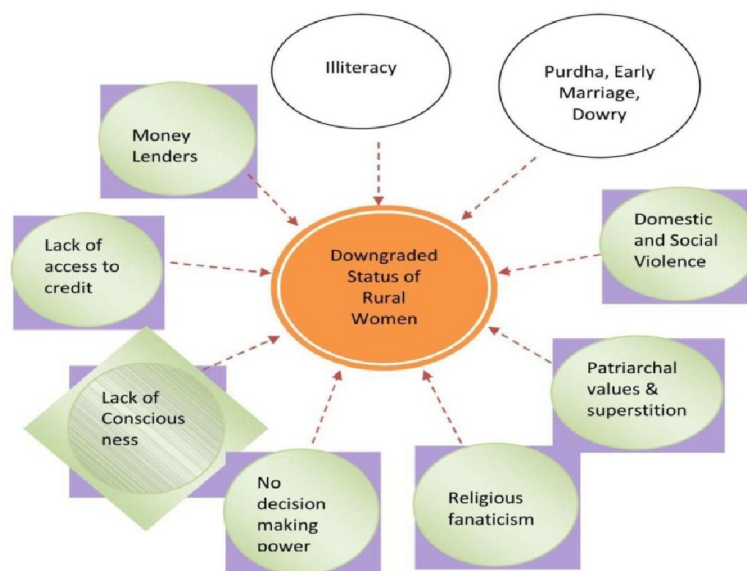
Participation is a development approach, which recognizes the need to involve disadvantaged segments of the population in the design and implementation of policies concerning their wellbeing. The strengthening of women's participation in all spheres of life has become a major issue in the development discourse.

Socio-economic development cannot be fully achieved without the active participation of women at the decision making level in society. Various scholars define 'Participation' in various ways.

According to Mishra (1984:88), "participation means collective and continuous efforts by the people themselves in setting goals, pooling resources together and taking actions which aim at improving their living conditions."

According to Human Development Report, "participation means that people are closely involved in the economic, social, cultural and political process that affects their lives (1993:1)."

Exhibit: Factors Responsible for Downgraded Status of Women in Rural Bangladesh (Naz:2006)



EMPOWERMENT

Empowerment of women is now a global issue. Although this term is usually used for improving women's condition, in real sense it may be applied to any disadvantaged group of society for bringing them to the same level of advanced section.

Empowerment is a process, though the result of the process may also be termed empowerment. But more specifically, the outcome of empowerment should manifest itself as a redistribution of power between individuals, genders, groups, classes, castes, races, ethnic groups or nations. Empowerment means the transformation of structures of subordination, through radical changes in law, property rights, control over women's labor and bodies, and the institutions that reinforce and perpetuate male domination (Batliwala, 1993:5).

WOMEN CHANGE FROM FEELING WEAK TO FEELING STRONG:

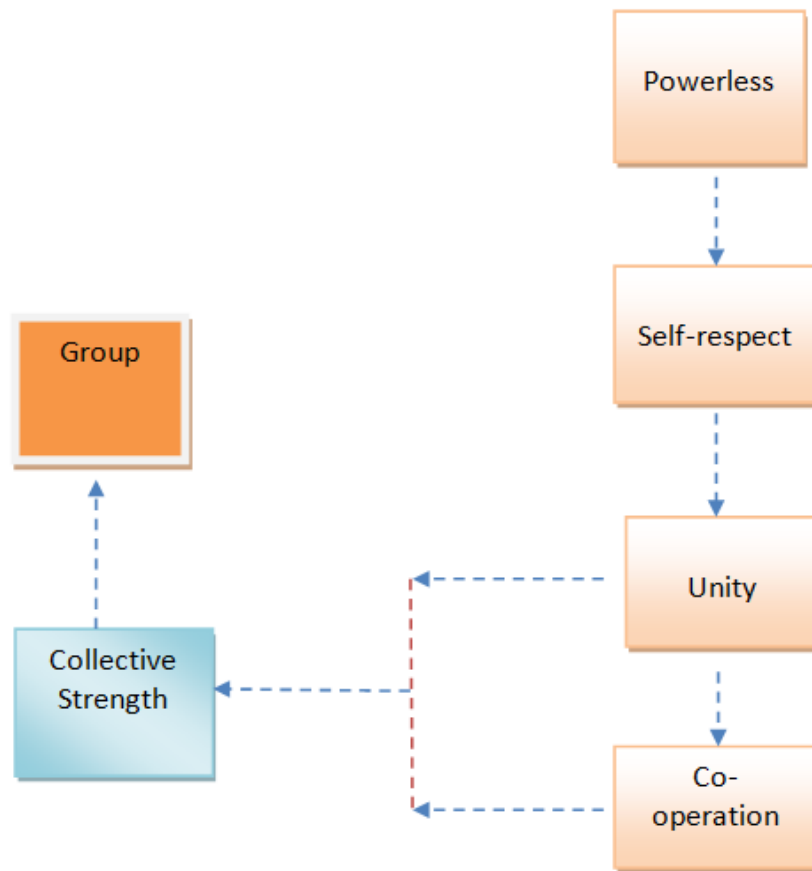
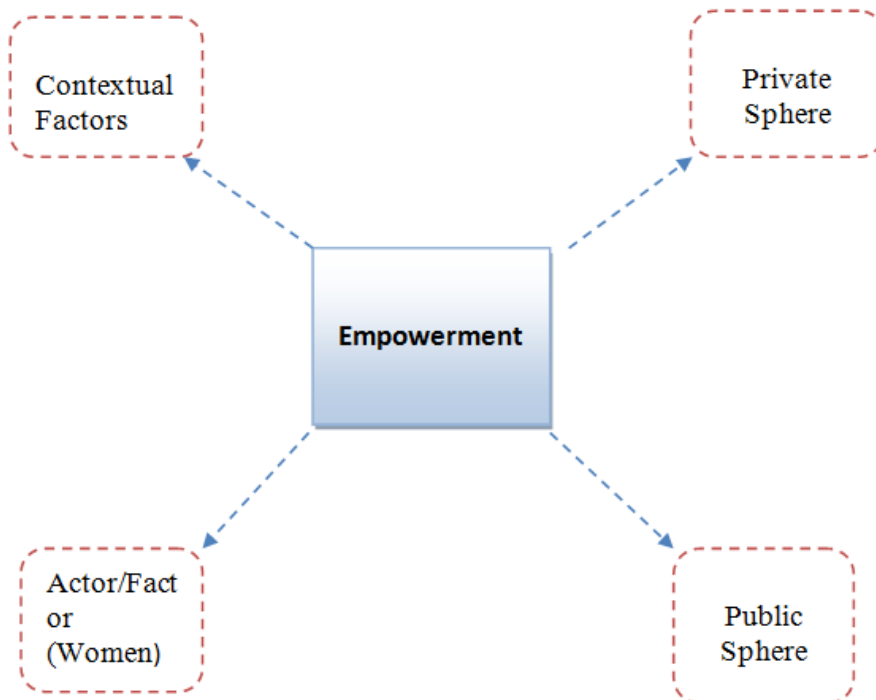


EXHIBIT: EMPOWERMENT



WOMEN'S EMPOWERMENT:

In recent times, "Gender Equality" and "Women's Empowerment" have been two of the most pervasive themes in development. Unless women are involved in the decision and policymaking process at all levels of the state, changes in women's political and to some extent social and economic status will continue to be marginal.

According to Caroline Moser "The capacity of women to increase their own self-reliance and internal strength. This identified as the right to determine choices in life and to influence the direction of change, through the ability to gain control over crucial material and non-material and non-material resources."

Sen and Grown , " Women's empowerment is the transformation of structures of subordination , including changes in law , civil codes, property , inheritance rights, control over women's bodies and labor and the social legal institutions that endorse males control."

LOCAL GOVERNMENT

Local government is basically an organized social entity with a feeling of oneness. By definition, local government means an intra-sovereign governmental unit within the sovereign state dealing mainly with local affairs, administered by local authorities and subordinate to the state government (Jahan, 1997:92).

In political terms, it is concerned with the governance of a specific local area, constituting a political sub-division of a nation, state or other major political unit. In the performance of its functions, it acts as the agent of the state. In other words, the local government is an integral part of the political mechanism for governance in a country. Then, as body corporate with juristic person, it represents a legal concept (Muttalib and Khan, 1983:2).

According to the article 59(1) of the Constitution of the People's Republic of Bangladesh, "Local Government in every administrative unit of the Republic shall be entrusted to bodies, composed of persons elected in accordance with law (GOB, 1993:43)."

EVOLUTION OF LOCAL GOVERNMENT IN BANGLADESH

It is usually assumed that local government was the basic form of government in the sub continent till 6th century B.C. Village self-government in the sub-continent is as old as the villages themselves (Siddiqui, 1994:24). Therefore, Local Government of one sort or another has a long history in the geographical area that now constitutes Bangladesh. This country was a colony of the British for about two hundreds years. Most of the local government bodies in Bangladesh owe their origin to the British rule, which ultimately passed through the Pakistan period to independent Bangladesh.

The introduction of local government in British Bengal goes back to the passing of the Bengal Village Chowkidari Act of 1870, which established Chowkidari Panchayet consisted of five persons all nominated by the District Magistrate. Subsequently the Local Self-government Act, 1885 and the Village Self-government Act, 1919 are some principal instruments that led to the development of the present local government in Bangladesh. In the Pakistan period the Act of 1959 introduced a new local government system called the Basic Democracy System in the East Pakistan (now Bangladesh). During the British and Pakistan period the local government at the union level not only had changed its name several times but also its functional jurisdiction and financial powers were widened (Ahmed and Nabi, 2001:3). The constitution of independent Bangladesh was adopted in late 1972, where in Article 59 provided for elected local government institutions at all levels (Ali, 1986:2). The P.O. of 1973 changed the name of Union Panchayet to Union Parishad without any significant changes in its character. Since then the Union Parishad is acting as the lowest administrative unit of rural local government in Bangladesh.

There are at present two types of local government institutions in Bangladesh: one for rural areas and the other for urban areas. The local government in rural areas comprises four tiers, i.e., Gram Sarkar, Union Parishad, Upazilla Parishad and Zilla Parishad. On the other hand local government in the urban areas consists of Pourashavas and City Corporations.

CONSTITUTIONAL PROVISION:

The Constitution of the People's Republic of Bangladesh recognizes basic and fundamental rights of the citizens irrespective of gender, creed, cast, religion and race. It also makes provision for promoting causes of the backward sections of the population (Ahmed et al, 2003:14).

RELATED ARTICLES OF THE CONSTITUTION REGARDING WOMEN'S:

- Article 9 The State shall encourage local government institutions composed of representatives of the areas concerned and in such institutions special representation shall be given, as far as possible, to peasants, workers and women.
- Article 10 Steps shall be taken to ensure participation of women in all spheres of national life.
- Article 28 (1): The State shall not discriminate against any citizen on grounds only of religion, race, caste, sex or place of birth.
(2): Women shall have equal rights with men in all spheres of the State and of public life.

By incorporating the above articles, the constitution gives special attention to women in democracy and local government. The nation puts no legislative barrier in the way of promoting gender equity in the sphere of social, political, and economic activities. The constitution gives guarantee of equal rights to women and also makes special provision for providing all necessary protections to backward sections of the society.

WOMEN'S PARTICIPATION IN LOCAL LEVEL POLITICS

Article 9 of the Bangladesh constitution proclaims that, 'The state shall encourage local government institutions composed of representatives of the areas concerned and in such institutions special representation shall be given, as far as possible, to peasants, workers, and women. The lowest level of local government in Bangladesh is known as the Union Parishad. At the local level, women's representation is still insignificant, but is gradually growing. In the 1973 local government elections, for the first time, only one woman was elected as chairperson. In the 1977 and 1984 local government elections, four women won as chairpersons respectively. In the 2001 Union Parishad (UP) elections, as many as 102 women candidates contested for 4,443 UP chairmanship positions countrywide where only 20 women were elected. However, in the 2003 Union Parishad elections, the number of women candidates who contested for the position of UP chairmanships increased to 232 from 102 in 1997. But this does not mean that the major parties and the media are encouraging women leaders who enter into politics at the local level. At present, there is not a single woman city mayor in Bangladesh. No women received a nomination from the major parties to contest for the mayoral position to the six-city corporation's elections. For the first time in 1994, as many as 19 women ward commissioners were elected to the reserved seats of the Dhaka City Corporations. Table-3 provides the data of the elected female chairpersons to the Union Parishad of Bangladesh during 1973-2003.

Table 3: Elected Women Chairpersons to the Union Parishad of Bangladesh (1973-2003)

Year	Total Union Parishad	Female Candidates	Elected Female Candidates
1973	4,352	Not available	1
1977	4,352	Not available	4
1984	4,440	Not available	4
1988	4,440	79	1
1992	4,443	115	15
2001	4, 443	102	20
2003	4,443	232	22

Source: Election Commission of Bangladesh, *Women in Bangladesh, Bangladesh National Report, 1995.p. 9*

In 1997, the Bangladesh government took a positive step to ensure women's participation in elected bodies at the local level. The government enacted a law introducing of a direct election of women for three reserved ward member seats to each Union Parishad – the lower rural administrative tier of the local government. This step was taken in conformity with Article nine of the Bangladesh constitution. Apart from the exclusive reserved seats, women can also contest for any of the general seats. Welcomed by concerned women's organizations and groups, the quota system provided women the effective right to be elected in local level politics. For example, 43,969 female candidates contested in the 1997 Union Parishad direct elections for 12,723 ward member seats reserved for females. Women members consider their participation in local level politics as less disruptive to family life. They are found to be regularly attending the meetings of the Union Parishad. In an overwhelmingly male dominated political environment, the quota system has enhanced the opportunity for women's

participation in politics at the local level. Hossain, head of the Power and Participation Research Centre (PPRC), found that reserved seats for women have boosted women’s confidence in their capability. But he points out that lack of opportunity to play an effective role from those seats has infused them with frustration.

Although women members attend the Union Parishad meetings regularly, very few can influence the discussions and ultimate resolutions. In the male dominated Union Parishad, female ward members hold subordinate position and cannot express their views as forcefully as their male counterpart. The male colleagues have a propensity to ignore their development proposals on diverse socio-economic issues. In addition, Salma Ali alleges that many women elected through quotas were subjected to sexual harassment by their male counterparts and were looked down upon as ‘second category’ members. It is noteworthy however, that the percentage of women willing to contest at the local level has been increasing in recent years, which indicates that women are eager to participate in both national and local level politics.

ROLE OF PARTIES AND WOMEN’S ADVANCEMENT IN POLITICS

Political parties everywhere control and choose who will represent the party in elections. Thus, they play an important role in shaping women’s representation in politics. Strong party affiliation is one of the basic requirements to become selected as a candidate and eventually a position in national or local level politics. Before a woman could be assured of party support, she must be an active member and foster a relatively long relationship with a particular party. Studies on women and politics have often suggested that female quotas and affirmative action are instruments of women’s successful entry into public office. Traditionally, the major political parties in Bangladesh have not encouraged or supported prospective women candidates who wish to enter into public office. However, major political parties such as the BNP and the AL have always been very keen on mobilizing women workers and supporters to launch political campaigns, anti-government protests, and rallies in the streets to ultimately seize political power.

Despite the creation of women’s branches or committees by the parties in recent years, women still primarily hold weak and non-influential decision-making positions in the central executive committee of the different political parties in Bangladesh. A lot of prejudice though unconscious, still exists among male leaders of most political parties against women candidates in Bangladesh, as is the case in other Asian countries. The critical barriers against women’s successful entry into politics are: (a) huge campaign costs, (b) Not receiving nomination in expected winnable seats to the parliament, (c) lack of strong party backing and financial assistance, and (d) lack of powerful support base in the constituency she wanted to represent. Male politicians always occupy the top positions of the party. Table 4 below provides women’s position in the structures of major political parties of Bangladesh in 2002.

Table 4: Female Members in the Party Hierarchy of Major Parties in Bangladesh.

Party	Structures of party	Total No. of Members	Female Members
Bangladesh Nationalist Party	National Standing Committee	18	2
	National Executive Committee	380	45
Awami League	Presidium and Secretariat	42	6
	Working Committee	66	2
Jatiyo Party	Presidium Member	41	4
	Central Executive Committee	91	9
Jamat-e-Islam	Majlis-e-Shura	141	0
	Majlish-e-Amela	24	0

Source: Data obtained from the offices of the respective political parties of Bangladesh.

Table 4 clearly shows a very negligible participation of women politicians in the party hierarchy. The major parties have not really been enthusiastic about increasing women’s representation in the party leadership. For example, among the eleven members of the Parliamentary Board of the Bangladesh AL, there are only two women members in the Board including the party chief Sheikh Hasina. Similarly, out of 15 members of the BNP National Standing Committee (NSC), there is currently only one female member, the party chief Khaleda Zia. Acknowledging the issue of women’s low participation in politics, the AL in its 2001 election manifesto declared that the number of reserved seats for women in parliament would be increased to 60 and that direct elections for reserved seats for women would be introduced. On the other hand, the election manifesto of the BNP also promised to increase the number of reserved seats for women and provide direct elections. As of now, the pledges of the major parties still remain unfulfilled resulting in less representation of women in the national parliament.

Of importance is how the Bangladesh Constitution initially guaranteed at one time 15 reserved seats for women in the national parliament for a period of ten years, which expired in 1987. In order to redress the overall development of women's status, the reserved seats for women in parliament were increased to 30 by a 5th amendment to the constitution that was introduced in June 1990 and extended a period of ten years and then in 14th amendment it expires 45. The Parliament has not yet reached an agreement whether these reserve seats should expire in 2010. The reasons could be attributed to a lack of consensus, conflict, and imbroglio between the major political parties – the BNP and the AL. Hence, the major political parties are still reluctant to advance the cause of gender equality and women's participation in politics.

OBSTACLES TO WOMEN'S EMPOWERMENT IN LOCAL GOVERNMENT IN BANGLADESH

The elected women member's participation in local government bodies remains generally insignificant, as they are not given any specific duties. The absence of operational guidelines and terms of reference for female elected representatives, the limited capacity of the female elected

representatives to operate in public institutions of this nature, the lack of awareness over their roles and responsibilities, the systematic discrimination and biases by male elected colleagues all these are seen as factors impeding women's meaningful participation in local government (ADB, 2001:14).

Some of the major problems to women's participation in local government include the following:

1. Albeit the constitution guaranteed the equal rights for women, the reality is that they are not seen as equal, their roles are closely tied to their reproductive and household activities only. At the same time women are considered as unfit to perform political and community affairs. This is due to lack of clarity in the constitution on the role of women in local government. A common complaint regarding women's reserved seats is that the law does not specify what their roles and responsibilities are to be.
2. Patriarchy as a system, an ideology and practice impacts in different ways on the lives of women wherever they are. Patriarchal attitudes become so embedded that they are taken as natural. Even where there is supposed equality, these attitudes tend to prevail. Socio- cultural norms and religious misinterpretations are used frequently for challenging and reinterpreting women's rights and create insecurity for women. And although women have equal political rights to participate as voters and representatives, in reality they can be actively discouraged to do so. The patriarchal society enforces rules and laws in such way that affect the self-confidence of women, limit their access on resources and information and thus keep them in a lower status than men.
3. Education is the strongest factor influencing women's control of their own fate. In Bangladesh women are furthermore handicapped because of lower educational achievements and the prevalence of social norms that severely restrict their freedom of movement in the public place. And so they do not show interest in participating in local government activities.
4. The male-biased environment within political institutions can deter women. The fact that there are few women on decision-making bodies means that these women have to work within styles and modes acceptable to men. As a result women cannot give attention to their issues.

Sometime they are treated by their colleagues and society harshly. Many-if not all-male elected members harbor negative attitude towards elected women members. They believe women should not run for general seats. They denigrate the value of the reserved seats. Lack of cooperation by men in the local government is a significant barrier to women's effectiveness in decision-making.

5. The introduction of direct election to the reserved seats is undoubtedly a breakthrough for women in Bangladesh. In no other way could these women have moved in to these institutions and participated in them. Still there is a gender imbalance in the ration of men and women in the local government bodies. As a result the elected women members have very limited scope to influence decisions. .

RECOMMENDATIONS

In Bangladesh, women have low political status as compared to men. The participation of women results from their low socioeconomic status stemming from social norms of a male dominated society confining women to the household. Their unequal status in society gives them unequal access to the educational, economic and other opportunities offered by the state and society. All these factors reinforce each other to keep women's political participation low. But women's adequate political participation is a precondition for bringing women in the mainstream of development process and thus empowers them. No doubt, as a step of women empowerment, the elected reserve seats for women helps to promote participation and

women access to the decision-making process numerically, though not practically much ensured. Due to socio-political and religious bindings, elected women cannot play their role and thus people's aspiration and expectation to them were not met up. And without women's access and meaningful participation in decision-making process that is the ability to influence decisions in favor of the women community. To ensure a meaningful participation of the elected women members as an essential step to empower them, the following policy prescriptions may be taken into consideration:

1. Roles and responsibilities of the women members should be clearly defined in the manuals and orders of local government. Work should be fairly distributed among the male and female members in such a way so that women member can meaningfully participate in all type of functions.
2. To create greater awareness among women about their low status in society and the need to improve it, motivational programs along with programs for expanding opportunities for education, health care and employment should be launched.
3. Specific programs should be undertaken by the government and non-government organizations in order to create an awareness among the women in the grass roots levels that political participation would give them an access to the political decision making process relating to the allocation of resources.
4. Mass media should be used to educate and mobilize public opinion in such a way that the realization about the benefits of women's full participation in the national development efforts is created among people.
5. Priority must be given to monitoring the status, conditions and rights of women. There must be a sustained campaign for women mobilization, regular reporting of monitoring, public information and advocacy in this realm.
6. Women should be given various opportunities for leadership training, training regarding the activities of local level and education in order to encourage them to take up political and leadership position. Supportive services should be provided to allow women participate in these training courses. A former member of the parliament from the AL, Sajeda Chowdhury, observed that, 'Women must be encouraged to be more independent and self-reliant and that social norms and cultural values to be re-oriented'.
7. There is urgent need to undertake research on women's participation in politics, their voting behavior, consciousness and participation in the political parties.
8. Finally, in increasing the number of women in decision making positions does not in itself translate in to greater empowerment for women. Measures to increase the quantity of women representatives need to be accompanied by measures to improve the quality of participation.

Besides these some recommendations are as follows

- ✓ To globalize women issues
- ✓ To create employment opportunity
- ✓ Prepare and implementation of national policy
- ✓ Positive socialization
- ✓ To amend family laws
- ✓ Expansion of NGOs activities
- ✓ To increase the attention towards women in mass media

CONCLUSIONS

In sum, this study suggests that in order to give Bangladeshi women a place in the decision-making process, there is a need to increase the number of women holding political office at both the local and national level. However, any substantial increase in women's representation in public life depends on the mainstream changes within the major political parties; the strong support and campaigning by women's groups, NGOs, and the media; the removal of structural impediments, traditional mindsets, biases and attitudes based on gender roles, and access to financial resources. The religion-based parties are opposed to women in public office. It is likely that in the national parliament of Bangladesh as well as in the local level politics, women's representation will remain insignificant in the near future despite their enthusiasm to provide political leadership. Empowerment is a useful concept because it emphasizes the idea of women as active agents in, rather than passively recipients of development strategies. Therefore, participation is considered as an essentially first step in order to empower women.

Finally it can be said that provision of inclusion of directly elected women members have created a new avenue to participate in the decision-making process in the only democratic institution at the grass-roots level.

REFERENCES

- [1] Ahmed, Shafi and Nabi, Bela (2001), One Decade of Bangladesh Under Women Leadership. Alochana Magazine.
- [2] Ali, A. M.M. Shawkat (1986), Politics, Development and Upazilla, Dhaka: National Institute of Local Government.
- [3] Batliwala, Srilata (1993), Defining Women's Empowerment: A Conceptual Framework
www.genderatwork.org/updir/Batliwala-empowermentframework.htm
- [4] Carline O. N. Moser, Gender Planning and Development: Theory, Practice, and Training, Rutledge, London and New York, 1993, P-74-75
- [5] Commonwealth Secretariat Publication, Voices from the Commonwealth Women in Politics, 1999
- [6] Fourth World Conference on Women (FWCW) Platform For Action (1995). Women in Power and Decision –Making,
www.un.org/womenwatch/daw/beijing/platform/decision/htm , retrieved on 13.06.05.
- [7] Government of Bangladesh (GOB)[1993], The Constitution of the Peoples' Republic of Bangladesh (Amended till October,1991), Dhaka: Ministry of Law, Justice and Parliamentary Affairs. September
- [8] GOBD, Memorandum for Bangladesh Development Forum 1999-2000, April 19-20, 1999, p. 49.
- [9] Human Development Report (1993), United Nations Development Programs, New York: UNDP.
- [10] Jahan, Momtaz (1997). "The Changing Structure of Local Government in Bangladesh: An Overview" in Administration, Communication and Society, Vol. 1, No. 1, January- June, Dhaka: Shiskha O Shanskriti Charcha Kendra.pp.91-105.
- [11] Khan, Md. Mostafizur Rahman and Ara, Faridus (2006), Women Participation and Empowerment in Local Government: Bangladesh Union Parishad Perspective, Asian Affairs, Vol 29, No 1, P-73-92.
- [12] Misra, S.N. (1984), Participation and Development, India: NBO Publishers.
- [13] Muttalib, M. A. and Khan, Mohd. Akbar Ali (1983), Theory of Local Government, New Delhi: Sterling Publishers Private Limited.
- [14] Chowdhury, Najma (1985) "Women in Politics in Bangladesh" in Ahmed Q.K. et. al (eds.) Situation of Women in Bangladesh, Ministry of Welfare & Women Affairs, Government of Bangladesh, Dhaka, , p. 268
- [15] Naz, Farzana, Pathway of Women's Empowerment in Bangladesh, A H D Publishing House, Dhaka, 2006, P-17.
- [16] Salma Sohhan in Valentine M. Moghadam (ed.), Gender and National Identity: Women and Politics in Muslim Societies, (London and New Jersey, 1994), p. 75
- [17] Siddiqui, Kamal (1994), Local Government in Bangladesh. Dhaka: University Press Limited.
- [18] The Constitution of the Peoples' Republic of Bangladesh, op. cit
- [19] The Daily Star (Dhaka), May 8, 2003.
- [20] Wikimedia (2005). 22nd July .<http://en.wikipedia.org/wiki/women>, Retrieved on 24.07.2005.
- [21] Women in Politics and Decision-making in the Late Twentieth Century: A United Nation's Study, op. cit. p. xi.

Approche hybride de classification combinant la méthode orientée objet et un système expert pour l'extraction d'une carte d'occupation de sol sur image très haute résolution spatiale de la ville de Rabat (Maroc)

[Hybrid classification approach combining object oriented method and expert system for extracting land cover map from very high spatial resolution image – case study city of Rabat – Morocco]

Rida Azmi¹, Abderrahim Saadane², Ilias Kacimi¹, and Mustapha Hakdaoui³

¹Département de Géologie,
Université Mohamed V, Rabat, Maroc

²Département des Sciences de la terre,
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat, Rabat, Maroc

³Departement de Géologie,
Université Hassan II, Casablanca, Maroc

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

ABSTRACT: In this work, we present a hybrid classification technique combining an expert system and an object-oriented approach. The expert system allows the integration of a knowledge base built through a series of deductive rules, that will guide the classification whose primitives requires informations on the highest level and will be represented by semantic objects, not pixels. Instead of the original bands only, other derived data combining textural, spectral information and shapes, are included in the classification process. The result is then combined with an expert system whose rules use variables such as vegetation index (NDVI), shading of building objects and other indicators. In conclusion, this approach has allowed us to improve the accuracy of the feature extraction method by extracting objects like, roads, trees, grass, bare soil and shadow on a very high-resolution image of the city of Rabat.

KEYWORDS: Feature Extraction, Expert System, Fuzzy Classification, rules based classification, high-resolution

RESUME: Dans ce travail nous présentons une technique de classification hybride combinant un système expert et une approche orientée objet. Le système expert permet l'intégration d'une base des connaissances construites par une série des règles déductives, qui vont guider la classification dont les primitives nécessitent des informations de haut niveau, et qui seront représentées par des objets sémantiques et non par des pixels. Au lieu des bandes originales seules, d'autres données dérivées combinant à la fois les informations texturales, spectrales et de formes, sont intégrées dans le processus de classification. Le résultat est ensuite piloté par un système expert dont les règles utilisent des variables telles que l'indice de végétation (NDVI), l'ombrage des objets représentant le bâti et d'autres indicateurs de formes. En conclusion, cette approche nous a permis d'améliorer la précision de l'extraction du bâti, réseau routier, arbres, pelouse, sol nu et ombre sur une image de très haute résolution spatiale de la ville de Rabat.

MOTS-CLEFS: Classification floue, Extraction des primitives, System Expert, règles de décision.

1 INTRODUCTION

L'objectif des algorithmes destiné aux traitements des données spatiales, est de rendre l'accès au traitement d'image aussi simple et transparent que possible pour l'utilisateur SIG. Afin d'utiliser ces informations pour analyser un phénomène ou extraire une information, une des thématiques qui permet d'exploiter des images à haute résolution spatiale et spectrale, est la cartographie des zones urbaines (Anderson 1976). L'extraction automatique et semi-automatique du tissu urbain sur les images de très haute résolution spatiale (THR) est un axe de recherche qui attire de plus en plus les spécialistes du métier (Couloigner and Ranchin 2000), la cartographie par télédétection spatiale fait partie des outils nécessaires pour bien étudier ce phénomène, plus précisément l'extraction des objets sémantiques sur des images THR. La classification supervisée est une méthode qui remplit le plus ce besoin, et qui cherche à modéliser au plus juste et au plus précis le phénomène étudié (Kong, Xu et al. 2006). Dans notre cas, on va adopter l'approche orientée objet avec le concept d'ensembles flous durant l'affectation des objets aux classes (Jin and Paswaters 2007). Dans ce formalisme, un élément peut appartenir plus ou moins fortement à plusieurs ensembles flous, on rencontre souvent ce genre de situation dans plusieurs domaines qui nécessitent l'étude d'un phénomène, et la classification des objets caractérisant ce dernier (Shackelford and Davis 2003).

L'approche orientée objet donne des résultats satisfaisants en ce qui concerne l'extraction des objets de petite échelle, dans des zones homogènes comme les forêts, les prairies les zones inondées ... etc (Grabisch 1994). Cependant, l'extraction des objets dans les zones urbaines qui est en générale une thématique très complexe (Thomas, Hendrix et al. 2003), heurte toujours des problèmes de confusion entre les classes d'objets (Lu and Weng 2009), les similarités spectrales qu'on trouve souvent entre les objets tels que les toits et les routes influent directement sur le résultat final de l'extraction. L'amélioration de cette classification dans le but de minimiser le maximum possible cette confusion sera l'objet de cet article.

Nous avons étudié et adapté un nouveau processus de classification basé sur la combinaison entre les méthodes récentes de traitement d'image, qui se présentent dans l'utilisation du concept d'extraction des primitives et la classification floue. Ces processus seront pilotés par une base des connaissances, constituées par des règles qui reflètent par leurs enchaînements le raisonnement des experts eux-mêmes. (Sowa 1999).

Tableau 1 : Tableau qui montre les différents niveaux d'information qu'on peut extraire selon la résolution de l'image d'entrée.

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Des terres agricoles de grande fauchée. Exemple : Images LANDSAT.	Des villes et des zones résidentielles Exemple : Images LANDSAT et ASTER	Des quartiers et des groupes de bâtiments. Exemple : Images SPOT	Des toits, des arbres Exemple : Ikonos, Quick Bird et WorldView

Les résolutions spatiales de 15-30 m², des images satellites comme Landsat peuvent classer les forêts, les prairies et les développements urbains en utilisant les différentes réflectances spectrales de chaque type de couverture terrestre (les deux premiers niveaux du tableau (1). Cependant, les détails les plus fins ne peuvent pas être différenciés de manière fiable à ces résolutions. Par contre la haute résolution en multi spectrales avec les bandes traditionnelles (du visible vers le proche infrarouge (VNIR)) sont de plus en plus capable de discerner des caractéristiques à des échelles fines (niveau 3 et 4 du tableau 1). Des objets sémantiques comme la discrimination entre le gazon et les arbres dans une zone urbaine, la segmentation par types de logement, et la discrimination entre les routes pavées et non pavées (Blaschke 2010).

2 TRAVAUX RELIÉS

Jusqu'à présent, de nombreuses recherches ont été faites dans le domaine de la classification en utilisant le système expert (Lei, Yueming et al.) ont utilisé le système expert basé sur l'approche orientée objet, il a de nombreux avantages de la séparation des groupes multispectrale et l'analyse de l'objet pour l'occupation de sol à travers la classification, en particulier pour plus de 10 classes d'occupation du sol. (Carleer and Wolff 2006) présentaient une méthode pour extraire les caractéristiques des zones urbaines d'une image de résolution spatiale limitée en combinant l'information spectrale avec d'autres caractéristiques (primitives), et créer une méthode de sélection de caractéristiques pour montrer quelle fonctionnalité est utile pour certaines classes d'occupation du sol. D'autres chercheurs ont utilisé des données mixtes comme le Lidar et des images satellites pour améliorer la résolution spatiale et spectrale sur les zones urbaines (Syed, Dare et al. 2005). (Benz, Hofmann et al. 2004) présentaient des stratégies d'analyse orientée objet, et discutait la façon dont la combinaison avec des méthodes floues permet la mise en œuvre des connaissances approfondies, en décrivant un exemple représentatif pour un flux de travail proposé à partir d'images de télédétection à SIG. Par conséquent, dans cette recherche,

on vise à utiliser un classificateur hybride combinant le système expert et l'approche orientée objet, pour lequel des informations (primitives) sont ajoutées à la classification, et elles ont amélioré la précision.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 LA ZONE D'ÉTUDE ET LES DONNÉES DISPONIBLES

La ville de Rabat, la capitale politique et administrative du Maroc. Elle est située sur la côte atlantique, sa localisation géographique est 33 ° 1', 31" nord, et 6 ° 53' 10" ouest. Rabat possède une population d'environ 1,6 million selon le recensement officiel de 2004. La capitale contient différents types de quartiers, dont trois principaux types peuvent être distingués: les vieux quartiers comme celui de l'ancienne Médina, caractérisés par une forte densité de maisons et les ruelles de petite largeur, les quartiers résidentiels avec des bâtiments et des petites maisons individuelles, et les nouveaux quartiers résidentiels disposés qui sont divisés sur un cadre régulier et constitué de villas, de grands bâtiments, et les rues de grande largeur (Abdelhak 2004)

Les données utilisées dans cette étude sont composées principalement d'une image satellitaire WorldView 2 prise en 2009. Avec son capteur caractérisé par une résolution de 2 m en multi spectrale, fusionnées avec une image panchromatique de 0.5 m. WorldView-2 est le premier satellite commercial à haute résolution qui fournit huit bandes spectrales dans une portée de longueurs d'onde entre le visible vers le proche infrarouge (bande rouge, rouge latéral, vert, bleu, proche infrarouge 1, proche infrarouge 2, bleue côtière, jaune). (Globe 2010) Chaque capteur est étroitement centré sur une gamme particulière du spectre électromagnétique qui est sensible à une caractéristique particulière sur le terrain, ou une propriété de l'atmosphère. Ils sont conçus pour améliorer la segmentation et la classification.

3.2 PRÉTRAITEMENT DES DONNÉES

L'étape du prétraitement des données qui se présente dans le calibrage de l'image d'entrée, et consiste à faire un étalonnage tentative pour compenser les erreurs radiométriques des défauts de capteur. Le passage du (Digital Numbre (DN)) vers la réflectance, ce passage est une réflectance exoatmosphérique appelée TOA (Top Of Atmosphere réflectance). Il ne s'agit pas de la véritable réflectance au sol (TOC - top of canopy) pour laquelle les perturbations sont en partie corrigées (Qu, Gao et al. 2007). Mais une correction atmosphérique permettant de normaliser la donnée et d'éliminer certaines pertes d'énergie causée par des perturbations atmosphériques. Le calibrage se fait selon l'équation ci-dessous.

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

Avec :

$L\sigma$ = La radiance en unité de W/ (m²*sr*Um)

D = distances en m entre le soleil et la terre en unité astronomique

$ESUN\sigma$ = la radiance solaire en unité de W/ (m²*Um)

θ = l'élévation du soleil en degré

L'amélioration de la résolution spatiale est très importante dans ce genre de thématique. L'IHS modifié (intensité, teinte et saturation modifiée) permet de combiner la donnée panchromatique de haute résolution spatiale avec des données multi spectrales de résolution inférieure, le résultat est une sortie qui représente à la fois la représentation des couleurs de la scène multi spectrales originales avec d'excellents détails. IHS modifié fournit une implémentation de la méthode IHS – Intensity Hue Saturation pour l'affinage panchromatique, proposée par Yusuf Siddiqui (Siddiqui .2003).

3.3 LA TECHNIQUE DE CLASSIFICATION PROPOSÉE

La segmentation et l'agrégation des segments sont les deux premières étapes du traitement, l'algorithme de la détection des bords est choisi (Senthilkumaran and Rajesh 2009), cette méthode nous permet de choisir un niveau de segmentation interactif afin de contourner les éléments d'intérêt, puis faire une correction de la sursegmentation pour appliquer une agrégation des segments adjacents en fonction de leurs similarités spatiales et spectrales (Mueller, Segl et al. 2004).

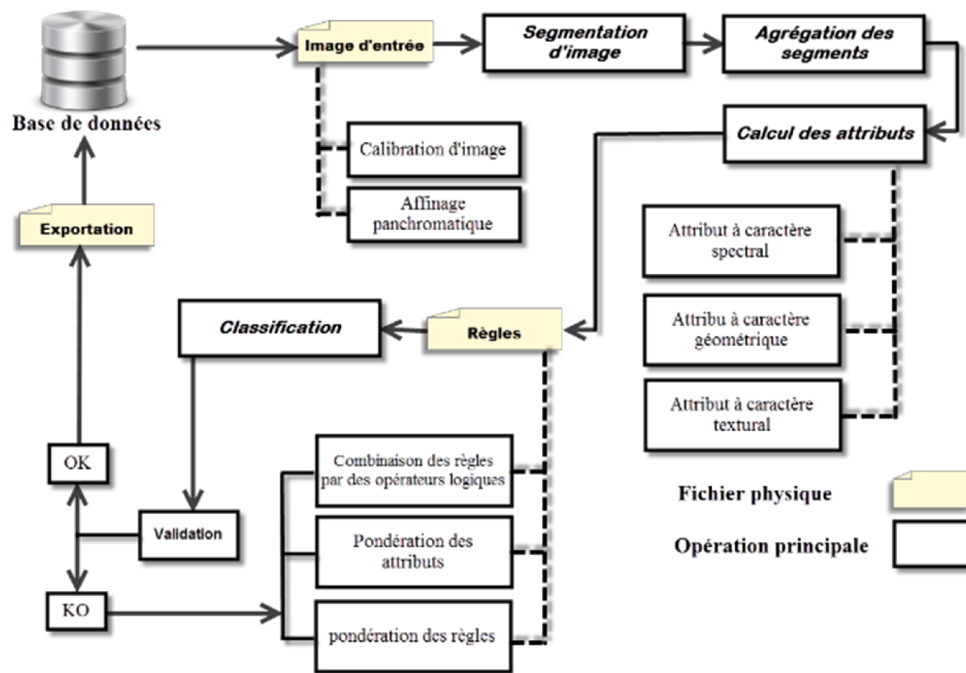


Fig 1 : Chaîne de traitement qui résume le processus intégral de notre classification guidée par des règles à partir d'une image satellitaire de très haute résolution spatiale.

Cette sursegmentation sert à affiner les polygones qui seront les futurs objets (segments) de notre classification (Robinson 2002). L'ajout des règles de décision permettant au classificateur de s'orienter durant le processus (Tullis and Jensen 2003). Ces règles sont basées sur un groupe d'attributs extraits de l'image d'entrée, l'exploitation de ces informations (attributs) à caractère spectrales, géométriques et texturales est la deuxième étape du traitement qui va être exécutée par le calcul de ces attributs pour chaque segment de l'image. Ces derniers vont constituer notre base des connaissances et nous permettrons de construire nos règles de décision pour orienter le classifieur et aider à la bonne affectation des segments aux classes. Les attributs qui vont guider cette classification sont de trois types :

- Les attributs spatiaux ou géométriques sont calculés à partir d'un polygone définissant la limite du groupe de pixels (constituant notre objet).
- Les attributs spectraux qui vont guider cette classification se basent sur la signature spectrale du groupe de pixel constituant le segment.
- Les attributs texturaux sont basés quant à eux sur la texture de chaque segment.

La similarité des objets au niveau de l'information spectrale, géométrique et texturale représente la plus grande difficulté dans cette classification, et peut varier d'une zone à autre suivant différents facteurs. La diversité géométrique de toitures dans notre zone d'étude est un facteur déterminant de la qualité et de la précision du résultat final. Cette hétérogénéité des bâtiments se présente dans les différences de superficie, dont on trouve des résidences de haute altitude près des zones villas ou des bâtiments administratifs. Ceci entraîne une variété architecturale du bâti. Il n'y a pas une homogénéité de surface dans toute la zone d'étude, ceci influe directement sur la reconnaissance de ces dernières, la diversité des matériaux de construction, augmente l'hétérogénéité de l'image au niveau des couleurs. La confusion entre le réseau routier et les toits des bâtiments à cause du rapprochement de leurs signatures spectrales, leurs textures et de leurs couleurs sont parmi les facteurs qui influent sur l'imprécision de la carte thématique attendue de cette classification.



Fig 2 : Un fragment de l'image d'entrée de la zone d'étude en fausses couleurs qui montre la diversité des couleurs au niveau des toits ainsi que la différence au niveau de la superficie.

L'ombre peut aussi chevaucher le bâti. Les tests répétitifs qu'on a effectués ont montré que l'ombre empêche le bon fonctionnement du processus en rendant la classification imprécise au niveau de la classe bâti (Ok 2013), lorsqu'on ignore son existence durant le traitement. Cependant on a décidé de le considérer comme une classe séparée et on a pu extraire ses caractéristiques. La construction de notre base des connaissances commence par l'interprétation visuelle de l'image et le calcul des indices de bas niveau pour chaque segment. Ces indices constituant en général les attributs de cette classification, et qui vont être utilisés séparément pour déduire les attributs idéals afin de construire les règles finales. Pour la couverture végétale, les arbres sont des objets géométriquement compactés, et ont une texture assez uniforme par rapport aux parcelles du gazon. Les arbres produisent l'ombre, en raison de leur hauteur et peuvent projeter l'ombre sur le sol. Cette information pourrait servir pour éliminer certaines confusions entre les arbres et le gazon. Les bâtiments présentent des reliefs variés et peuvent projeter de l'ombre sur le sol en face de la direction du soleil. La quantité d'ombre dépend des positions du capteur et du soleil. Pour l'image WorldView 2 de Rabat, la position du soleil est définie par un azimut de 75.500000° et une élévation de 133.900000°. Le tableau 2 résume les différentes informations qui vont nous servir pour éliminer une majeure partie des confusions durant la classification ainsi que la validation.

Tableau 2 : résumé de quelques informations pour faire la distinction entre les objets de deux classes.

Discrimination entre les classes	Arbres	Parcelles du gazon
	- Produisent l'ombre - Ont une forme circulaire - une texture fine	- Ne produit pas l'ombre - Des parcelles continues du gazon - texture grossière
	Bâtiments	Routes
	- Une géométrie compacte - Produisent l'ombre	- Les routes sont assez longues - Ne produisent pas l'ombre

Parmi les attributs spectraux calculés est la différence normalisée. Il permet de sélectionner deux bandes pour le calcul d'un ratio de bande normalisée comme suit :

$$\frac{B2 - B1}{B2 + B1 + \epsilon}$$

Où ϵ est un très petit nombre pour éviter une division par zéro. Dans notre cas, B2 sera la bande proche infrarouge et B1 sera la bande rouge. La différence normalisée dans ce cas sera une mesure de l'indice de végétation normalisée (le NDVI). Le choix du NDVI est dû au fait qu'avec cet indice les toitures montrent une faible valeur au niveau de gris. Ceci permet de discriminer facilement les segments que représentent les toits, l'indice déterminé servira d'un bon départ pour construire un des attributs de la première règle qui décrit la classe toit. Le déroulement typique des règles de construction est de commencer avec un attribut, tester sa confiance pour extraire des caractéristiques d'intérêt (Bouziani, Goita et al. 2010), puis utilisez plusieurs conditions à l'aide de ces attributs pour filtrer toutes les autres caractéristiques indésirables de la scène. Lorsqu'on combine plusieurs attributs pour une règle donnée, toutes les conditions doivent s'appliquer pour que la règle soit satisfaite. Pour élucider le raisonnement suivi dans l'évaluation et le test de la certitude des règles choisies, on va prendre

l'attribut aire comme exemple, ce dernier fait partie des attributs pris en considération dans la construction de nos règles. Les toits dans notre zone d'étude ont une superficie inférieure ou égale à 500 pixels, l'attribut qui permet de valider cette règle est celui réservé au calcul des aires ou des superficies des segments. La figure 3 illustre le raisonnement suivi pour tester la confiance de cet attribut. Cette confiance est calculée par la précision d'une valeur de seuil qui correspond à une caractéristique d'un objet dans l'image. Chaque attribut possède un histogramme de distribution de ses valeurs (figure 7). La précision de cette valeur de seuil est calculée en créant d'abord une fonction de distribution cumulative (FDC) à partir de l'histogramme des valeurs d'attribut. Les nouvelles valeurs d'attribut minimales et maximales représentent la courbe de classification cumulée. Selon l'endroit où les valeurs d'attribut tombent sur la courbe de la classification, les pixels ne sont pas pris en considération pour un score de 0, et sont inclus pour un score de 1, ou attribuer une note entre 0 et 1.

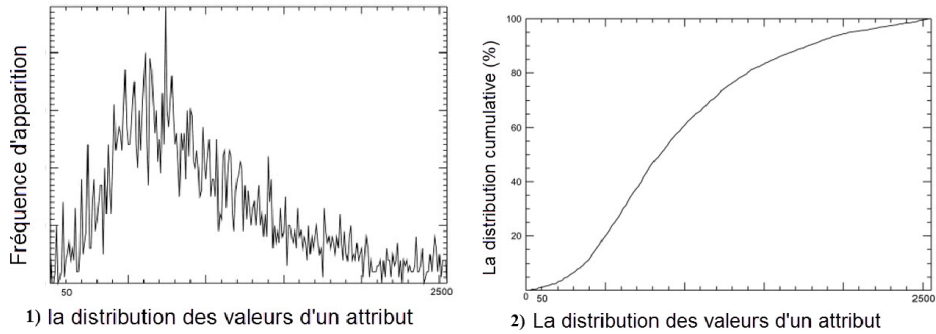


Fig 3 : (1) courbes de distribution des valeurs de l'attribut aire et (2) la distribution cumulative des valeurs de l'attribut.

Dans la figure 4, on a limité l'attribut de la zone d'étude à des valeurs inférieure ou égale à 500, ceci signifie qu'on a spécifié une zone de superficie qui ne dépasse pas 500 pixels. À partir de la courbe cumulée, il apparait que 60% des pixels de l'image de segmentation ont une valeur inférieure ou égale à 500. En appliquant une tolérance de 30% dans la courbe cumulative comme suit :

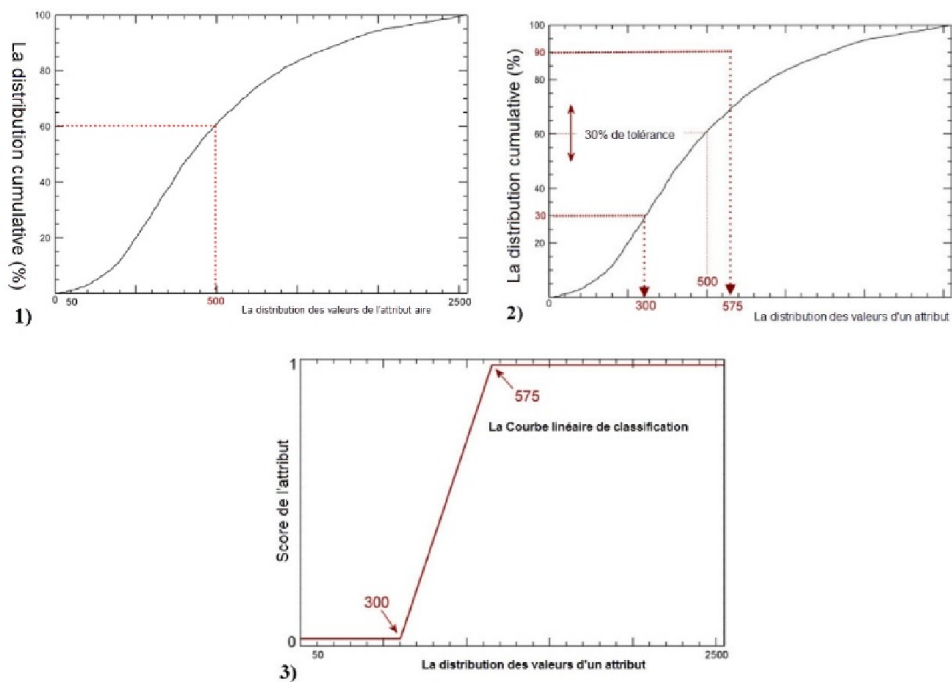


Figure 4 :(1) Seuillage de l'attribut, (2) l'application de la tolérance dans la courbe des valeurs cumulée, (3) la courbe linéaire.

L'intervalle (300 à 575) est appliqué à une courbe linéaire de classification, l'interprétation de cette courbe montre que les valeurs inférieures à 300 sont affectées à un score de 0. Les valeurs supérieures ou égales à 575 sont affectées à un score de 1 et les valeurs entre 300 et 575 sont affectées à un score d'attribut entre 0 et 1, selon l'endroit où la valeur se situe dans la courbe de classification linéaire. Ce raisonnement permet de définir une valeur de seuil satisfaisante à l'attribut en question et qui remplit le plus la condition de son application. La figure 5 montre l'enchaînement des règles construites après la définition de leurs attributs et de ses valeurs de confiance.

Le calcul des mesures de l'attribut géométrie sont une version lissée de la géométrie, la géométrie n'est pas originale. Exécuter des calculs sur une géométrie lissée assure que les mesures de forme sont moins sensibles à la rotation de l'objet ((Douglas and Peuker, 1973).

Les règles définissant notre base des connaissances sont enchaînées sous forme d'un arbre de décision.

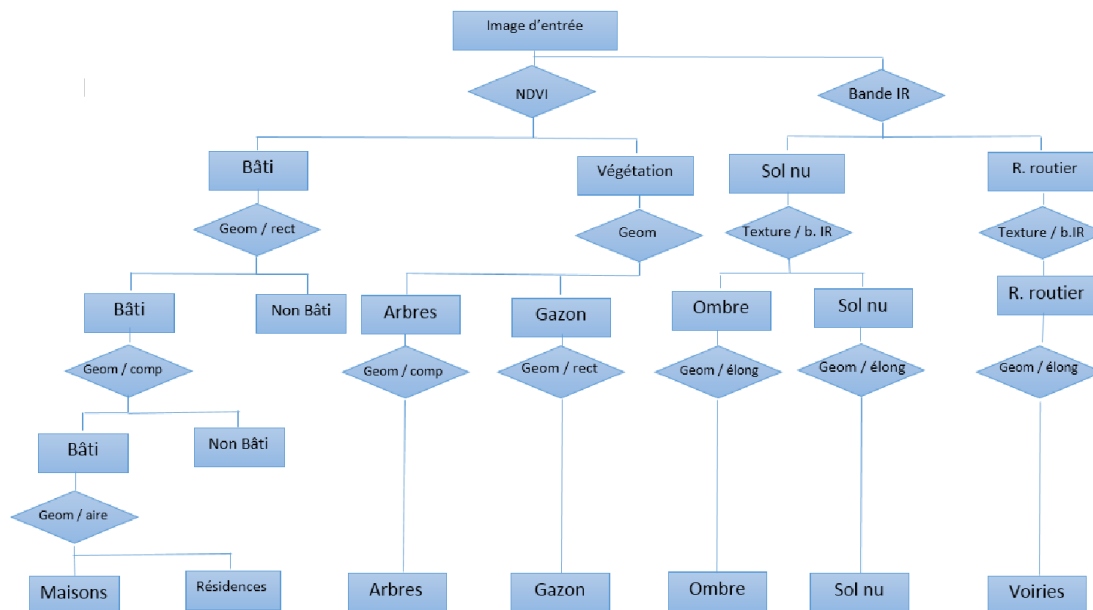


Fig 5 : L'arbre de décision représentant la construire nos règles de classification

Les résultats de la qualité d'un système fondé sur des règles dépendent de la pondération de la règle, car ils n'ont pas la même importance. La certitude de chaque règle peut changer selon le contexte de son application. C'est ainsi qu'on doit définir un poids pour chaque règle en fonction de notre expérience et nos connaissances de l'environnement (Ishibuchi and Yamamoto 2005). Il est difficile d'automatiser le processus de pondération des règles, ou de trouver une technique semi-automatique capable d'exécuter une série des calculs pour la pondération. Tout cela est dû à la complexité des conditions incluses dans chaque règle et de l'hétérogénéité de notre système à base des règles. On sait que plusieurs règles peuvent être appliquées pour un segment (qui appartient à une classe), plus les règles sont satisfaites pour un segment, plus il est probable que le résultat est précis. Ceci fournit la possibilité pour augmenter ou diminuer l'incertitude de la classification tandis que la combinaison des connaissances contenues dans les règles. La méthode adoptée dans ce cas, est de commencer dans un premier temps par l'exécution de chaque règle séparément, et les résultats sont comparés à une donnée de validation (donnée de référence). Cette donnée de référence a été obtenue en utilisant une petite image de sous-ensemble de 200 m × 200 m.

L'étape suivante consiste de combiner deux règles dans chaque exécution et refaire ceci jusqu' on arrive à terminer toutes les combinaisons possibles. En d'autre terme, avoir une idée sur la certitude (faible ou forte) de chaque règle dans chaque classe. Nous combinons plusieurs règles en adoptant la formule suivante :

$$FC(C) = f(DC1, DC2)$$

Si deux règles différentes R1 et R2 donnent la même conclusion C, avec DC1 et DC2, alors le degré de la confiance de la déduction respectivement du R1 et R2 est un facteur de certitude élevé de la conclusion C. Cette stratégie permet efficacement la combinaison des règles de sorte que si plusieurs règles conduisent à la même conclusion, la certitude est

élevée. Par contre, si certaines règles conduisent à des conclusions opposées, sa certitude est faible, les résultats sont présentés dans la figure 5. A ce stade avancé de processus, nous pouvons avoir une idée sur les règles qui auront de fortes et faibles certitudes. L'étape qui suit permet de définir une pondération fixe pour chaque règle, en faisant un test répétitif des valeurs de pondération. Ces tests se basent principalement sur notre expertise dans le domaine et la bonne connaissance de l'environnement, de sorte que les tests seront des tentatives qui se répètent jusqu'à ce qu'on arrive à des résultats qui répondent à la satisfaction de chaque classe. Le tableau 4 montre les pondérations utilisées durant la classification.

Tableau 4 : les poids utilisés dans le processus de classification

Règle	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Poids	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9	0.4	0.8	0.9

On a des certitudes élevées pour la règle 3, 4 et 5 vu qu'il y a une seule conclusion(C), qui représente respectivement les classes gazon, arbres et sol nus. En contrepartie, on a des certitudes variées des règles 1, 2, 6, 7 et 8 étant donné qu'on a combiné R6 et R7 pour avoir une conclusion (C) qui représente la classe toit, et les règles R1 et R2 pour avoir une conclusion (C) qui représente la classe route et parking.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Landis et Koch, ont proposé un classement de l'accord en fonction de la valeur de Kappa présentée dans le tableau 6 (Landis and Koch 1977).

Tableau 5 : tableau de description de l'indice de KAPPA proposé par Landis et Kosh.

Accord	Kappa
Excellent	$\geq 0,81$
Bon	0,80 - 0,61
Modéré	0,60 - 0,41
Médiocre	0,40 - 0,21
Mauvais	0,20 - 0,0
Très mauvais	$< 0,0$

À partir de la matrice de confusion (tableau 7), on peut déduire les conclusions suivantes : L'exactitude globale est de 80.27% avec un indice statistique de KAPPA de 75.40%, ce qui indique une bonne classification des objets selon le tableau ci-dessous, la classe sol nu présente un indice de 1, donc une concordance parfaite. Ceci est explicable dans ce cas puisqu'on n'a pas beaucoup de segments qui représentent la classe sol nu dans l'image d'entrée, et les segments représentatifs de cette classe ont une large superficie et les attributs utilisés satisfont parfaitement cette classe. Dans d'autres cas on n'aura pas cette concordance, la classe toit est considérée comme la plus difficile à extraire suivant cette classification. Elle possède un indice de KAPPA élevé qui est proche de 1 ce qui indique un niveau de concordance plus élevé avec 123 points bien classés par rapport à 156 points de référence, un nombre total de points bien positionnés (134 points), qui indique un excellent accord selon le tableau 6. On remarque que la plus grande confusion se situe entre la classe arbre et gazon, ceci est dû au nombre d'attributs utilisés durant la construction des règles spécifiques pour ces deux classes. Avec l'attribut texture qui définit bien la classe gazon (voir l'arbre de décision). Si on prend plus de valeurs dans la courbe de distribution des valeurs d'attribut on risque de perdre l'information sur la classe toit, ainsi on a limité les valeurs de l'attribut texture ce qui a provoqué une confusion légère avec la classe arbres.

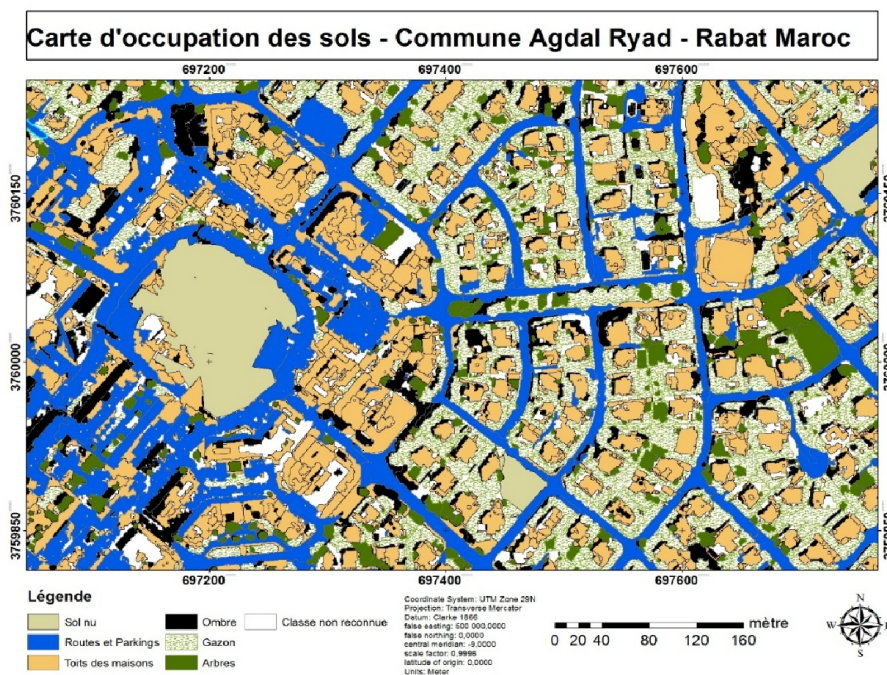
5 CONCLUSION

La classification fondée sur des règles est une technique avancée de la classification orientée objet, permettant de bien affecter les objets aux classes avec un degré de certitude élevé par rapport à l'approche objet classique. L'utilisation de cette technique hybride dans le domaine de la cartographie urbaine qui est caractérisée par une complexité au niveau de discrimination des objets, a donné des résultats satisfaisants. Ce genre de cartes peuvent être complétées par des données cartographiques recueillies sur terrain pour arriver à une estimation presque parfaite de l'information spatiale dans une zone urbaine.

Tableau 7 : Matrice de confusion

	Réseau routier	Gazon	Arbres	Sol nu	Toits	Ombre	Non classé	KAPPA	Références	Totaux objets classés	Nombre correct	Certitude pour le producteur	Certitude pour l'utilisateur
Réseau routier	95	9	2	10	12	1	4	61.90%	100	137	95	95.00%	69.34%
Gazon	0	90	9	0	1	0	1	86.06%	112	101	90	80.36%	89.11%
Arbres	0	10	38	0	2	0	0	73.29%	52	50	38	73.08%	76.00%
Sol nu	0	0	0	1	0	0	0	100%	19	1	1	5.26%	100%
Toits	1	3	0	3	123	0	1	88.19%	156	134	123	78.85%	91.79%
Ombre	0	0	2	1	5	27	0	73.44%	30	36	27	90.00%	75.00%
Non classé	37	0	0	0	13	2	37	--	43	53	37	--	--
Total	100	112	52	19	156	30	43	75.40%	512	512	411	--	--
Certitude globale	82.27%												

Fig 6 : Extrait de la carte résultat



REFERENCES

[1] Abdelhak, C. M. C. K. (2004). "THE EVOLUTION OF URBAN STRUCTURE AND PRIMACY IN MOROCCO."

[2] Anderson, J. R. (1976). A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, U.S. Government Printing Office.

[3] Benz, U. C., P. Hofmann, G. Willhauck, I. Lingenfelder and M. Heynen (2004). "Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 58(3-4): 239-258.

[4] Blaschke, T. (2010). "Object based image analysis for remote sensing." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65(1): 2-16.

- [5] Bouziani, M., K. Goita and H. Dong-Chen (2010). "Rule-Based Classification of a Very High Resolution Image in an Urban Environment Using Multispectral Segmentation Guided by Cartographic Data." *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on* **48**(8): 3198-3211.
- [6] Carleer, A. P. and E. Wolff (2006). "Urban land cover multi-level region-based classification of VHR data by selecting relevant features." *International Journal of Remote Sensing* **27**(6): 1035-1051.
- [7] Couloigner, I. and T. Ranchin (2000). "Mapping of urban areas: A multiresolution modeling approach for semi-automatic extraction of streets." *Photogrammetric engineering and remote sensing* **66**(7): 867-874.
- [8] Globe, D. (2010). "THE BENEFITS OF THE EIGHT SPECTRAL BANDS OF WORLDVIEW-2." **WP-8SPEC Rev 01/13**.
- [9] Ishibuchi, H. and T. Yamamoto (2005). "Rule Weight Specification in Fuzzy Rule-Based Classification Systems." *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on* **13**(4): 428-435.
- [10] Landis, J. R. and G. G. Koch (1977). "The measurement of observer agreement for categorical data." *biometrics* **33**(1): 159-174.
- [11] Lei, Z., Z. Yueming and W. Bingfang "EXPERT SYSTEM BASED ON OBJECT-ORIENTED APPROACH FOR LAND COVER MAPPING."
- [12] Mueller, M., K. Segl and H. Kaufmann (2004). "Edge- and region-based segmentation technique for the extraction of large, man-made objects in high-resolution satellite imagery." *Pattern Recognition* **37**(8): 1619-1628.
- [13] Ok, A. O. (2013). "Automated detection of buildings from single VHR multispectral images using shadow information and graph cuts." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* **86**(0): 21-40.
- [14] Qu, J. J., W. Gao, M. Kafatos, R. E. Murphy and V. V. Salomonson (2007). *Earth Science Satellite Remote Sensing: Vol.1: Science and Instruments*, Springer.
- [15] Senthilkumaran, N. and R. Rajesh (2009). "Edge detection techniques for image segmentation—a survey of soft computing approaches." *International Journal of Recent Trends in Engineering* **1**(2).
- [16] Shackelford, A. K. and C. H. Davis (2003). "A combined fuzzy pixel-based and object-based approach for classification of high-resolution multispectral data over urban areas." *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on* **41**(10): 2354-2363.
- [17] Siddiqui, Y. "THE DIFFERENTIAL SUPERPOSITION METHOD FOR COMBINING IMAGERY OF DIFFERING SOURCES AND RESOLUTIONS."
- [18] Sowa, J. (1999). *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*, Course Technology.
- [19] Syed, S., P. Dare and S. Jones (2005). Automatic classification of land cover features with high resolution imagery and lidar data: an object-oriented approach. Proceedings of SSC2005 spatial intelligence, innovation and praxis: the national biennial Conference of the Spatial Sciences Institute, Melbourne: Spatial Science Institute Melbourne.
- [20] Thomas, N., C. Hendrix and R. G. Congalton (2003). "A comparison of urban mapping methods using high-resolution digital imagery." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* **69**(9): 963-972.
- [21] Tullis, J. A. and J. R. Jensen (2003). "Expert System House Detection in High Spatial Resolution Imagery Using Size, Shape, and Context." *Geocarto International* **18**(1): 5-15.

Caractérisation physico-chimique des graines de blé tendre (*Triticum aestivum*) sous traitement herbicide par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique

[Physico-chemical characterization of the seeds of bread wheat (*Triticum aestivum*) under herbicide treatment with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid]

Sanâa LANOUARI¹⁻²⁻³, Boubker NASSER¹, Jamal EL HADDOURY², and Bouchaib BENCHARKI³

¹Laboratoire de Biochimie et Neurosciences,
Université Hassan 1^{er}, Faculté de Sciences et Techniques,
B.P. 577, Settat, Maroc

²Laboratoire de Biotechnologie Végétale,
Centre Régional de la Recherche Agronomique,
B.P. 589, Settat, Maroc

³Laboratoire d'Agroalimentaire et Santé,
Université Hassan 1^{er}, Faculté de Sciences et Techniques – Settat,
B.P. 577, Settat, Maroc

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

ABSTRACT: The use of pesticides in modern agriculture is required to maintain a level of production consistent with the demand and needs. However, most of these molecules are highly toxic and hardly biodegradable. Their massive and repeated use can lead to negative consequences for all components of the environment. However, the challenge facing today is to reconcile wheat production with the international quality standards. So it is in this context that we conducted our research, consisting to identify the influence of treatment with an herbicide widely used in Morocco, on the biochemical parameters of wheat seed. To do this, we tried to make a comparative study of the physicochemical properties of five varieties of bread wheat (*Triticum aestivum*), and to assess their nutritional values. The results obtained show that the samples of treated wheat present highly significant different rates, higher or lower, relative to control, which can reach to: lipids ($2.92 \pm 0.01\%$), proteins ($13,81 \pm 0.03\%$) acidity ($0.09 \pm 0.01\%$), moisture ($14.60 \pm 0.04\%$), minerals ($1.69 \pm 0.04\%$) and the total carbohydrates ($71.41 \pm 0.07\%$).

KEYWORDS: acidity, moisture, minerals, phospholipids, proteins.

RESUME: L'utilisation des pesticides dans l'agriculture moderne est indispensable pour maintenir un niveau de production compatible avec la demande et les besoins. Cependant, la plupart de ces molécules sont hautement toxiques et difficilement biodégradables. Leur utilisation massive et répétée peut engendrer des conséquences néfastes pour toutes les composantes de l'environnement. Néanmoins, le défi qui se pose aujourd'hui est de concilier une production de blé avec des standards internationaux de qualité. C'est donc, dans ce contexte que nous avons mené nos recherches, qui consistent l'identification de l'influence du traitement par un herbicide, largement utilisé au Maroc, sur les paramètres biochimiques de la graine des épis de blé. Pour ce faire, nous avons essayé de faire une étude comparative sur les propriétés physico-chimiques de cinq variétés du blé tendre (*Triticum aestivum*), et d'évaluer leurs valeurs nutritionnelles. Les résultats obtenus montrent que les échantillons du blé traités présentent des taux différents hautement significatifs, supérieurs ou inférieurs, par rapport aux

témoins, qui peuvent atteindre les valeurs suivantes: les lipides ($2,92 \pm 0,01\%$), les protéines ($13,81 \pm 0,03\%$) l'acidité ($0,09 \pm 0,01\%$), l'humidité ($14,60 \pm 0,04\%$), les minéraux ($1,69 \pm 0,04\%$) et les glucides totaux ($71,41 \pm 0,07\%$).

MOTS-CLEFS: acidité, humidité, minéraux, phospholipide, protéines.

1 INTRODUCTION

Actuellement, l'utilisation des pesticides paraît nécessaire pour maintenir un niveau de production et de qualité compatible avec la demande et les besoins, ce qui par ailleurs s'inscrit dans les principes d'une agriculture durable, afin de satisfaire la demande nutritionnelle liée à l'accroissement de la population mondiale [1]. Cependant, la plupart de ces molécules sont toxiques et difficilement biodégradables. Leur utilisation massive et répétée peut engendrer des conséquences néfastes pour toutes les composantes de l'environnement [2], [3].

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.), qui représente la première céréale cultivée au monde en termes de surface et qui constitue l'aliment de base de plus d'un tiers de la population mondiale [4], occupe une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale du Maroc [5]. Le principal produit récolté, le grain de blé, est un caryopse, un fruit sec indéhiscent constitué d'une graine et de téguments [6], [7], [8]. Ces graines pouvant être considérées depuis des millénaires comme des produits d'intérêt nutritionnel, bien qu'elles soient riches en acides aminés et en vitamines [9], [10]. Elles sont constituées majoritairement d'amidon qui représente environ 70% de la matière sèche de la graine et qui est situé dans l'albumen, les protéines représentent entre 10 et 15% de la matière sèche et se retrouvent dans tous les tissus du grain de blé et les pentosanes représentent quant à eux entre 2 et 3% de la matière sèche [7].

Le traitement herbicide des surfaces cultivées est une technique largement utilisée pour détruire les mauvaises herbes dicotylédones [11], [12], dans plusieurs régions céréalières du Maroc. Ce système ancestral est très bien connu pour les avantages qu'il présente: une souplesse d'utilisation (multicéréales, pré et postlevée), une efficacité contre les adventices d'automne les plus problématiques et un atout dans la prévention et gestion des résistances [13], [14].

Néanmoins, le défi qui se pose aujourd'hui est de concilier une production de blé avec des standards internationaux de qualité. Il nous a donc paru judicieux de faire une étude qui consiste à connaître l'influence du traitement par un herbicide très utilisé au Maroc, l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D), sur la modification des composantes biochimiques des graines récoltées à partir des épis de cinq cultivars marocaines de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Les principaux aspects abordés dans cette étude, sont : les analyses physico-chimiques du blé traité avec l'herbicide et du blé témoin (non traité) et la comparaison de la valeur nutritionnelle de ces deux types de blé.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé dans cette expérimentation est constitué de cinq variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : Tellila, Aguilal, Merchouch, Achar et Amal, fourni par le Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRRA), Settati, Maroc.

2.2 CONDUITE DE L'ESSAI

L'expérimentation a été menée en conditions climatiques semi-naturelles, en serre climatisée avec une température journalière variant entre 20°C et 25°C. Les graines ont été semées dans des pots étiquetés contenant un support tamisé formé de 1/3 tourbe et de 2/3 sable stérile. Les pots ainsi préparés sont irrigués régulièrement deux fois par semaine et aucune fertilisation n'a été appliquée, afin de mieux saisir le comportement de ces plantes en réponse au traitement appliqué. 5 à 6 semaines après le semis, les jeunes plantules qui ont en stade 7-8 selon l'échelle de feekes [15], ont été traitées par une solution de l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique (2,4-D) à une concentration de 2500 ppm, qui a été choisie suite à l'étude réalisée par Lanouari [16]. Les échantillons témoins ont été traités dans les mêmes conditions avec de l'eau de robinet. Au stade maturation, les graines des épis de ces plantes sont récoltées, une partie a été destinée au broyage à sec et l'autre partie à été conservée sans broyage pour réaliser l'extraction des lipides.

2.3 DOSAGE DES LIPIDES TOTAUX ET DES PHOSPHOLIPIDES

2.3.1 DOSAGE DES LIPIDES TOTAUX

L'extraction des lipides totaux a été réalisée selon la méthode de Blight et Dyer [17]. Environ 2 g des graines de blé sont fixées dans 10 ml d'eau bouillante. L'ébullition est maintenue pendant 3 à 5 minutes afin d'arrêter toute réaction enzymatique. Une fois récupérées, les graines sont broyées d'abord dans 10 ml de méthanol puis dans 10 ml de chloroforme. Pour accélérer la séparation des phases 0,2 volume de chlorure de sodium 1% (p/v) est ajouté à 1 volume de solution aqueuse. Le mélange est centrifugé pendant 20 minutes à 5000g et le surnageant obtenu est transvasé dans une ampoule à décanter. La phase chloroformique est filtrée puis évaporée et le résidu obtenu, formé de lipides totaux, est alors dissous dans un minimum de solvant d'extraction.

2.3.2 IDENTIFICATION DES LIPIDES PAR CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE

La séparation des différentes classes lipidiques s'effectue à l'aide de la technique de chromatographie sur couche mince (CCM). Pour la séparation des lipides neutres (LN), la méthode utilisée est celle de Mangold [18], la migration se fait dans un mélange de solvant: éther de pétrole, éther éthylique et acide acétique (70/30/0.4, V/V/V). Les lipides polaires sont séparés selon la méthode de Heape [19], dans un mélange: KCl 0.25%, Méthylacétate, Propanol, Chloroforme, Méthanol (3/10/8.6/8.6/2.7, V/V/V/V/V). Après migration, les plaques sont ensuite exposées à une atmosphère saturée en vapeur d'iode.

2.3.3 QUANTIFICATION DES PHOSPHOLIPIDES

Les différentes bandes révélées, correspondantes aux différentes classes de phospholipides, sont grattées et mises dans un matras en présence de 450 µl d'acide perchlorique 70%. La minéralisation se déroule par chauffage à reflux dans un bain de sable pendant 50 min. Ensuite, chaque minéralisât est récupéré dans 3,5 ml d'eau distillée, transvasé dans un tube à essai et conservé jusqu'au dosage. Une gamme étalon de 0,5 à 3 µg de phosphore est réalisée avec une solution de phosphore inorganique (KH_2PO_4) à 10 µg/ml. Par la suite, 0,5 ml de molybdate d'ammonium et 0,5 ml d'acide ascorbique ont été ajoutés en même temps dans les tubes de la gamme étalon et dans les tubes des échantillons à analyser. Le phosphore inorganique va réagir avec du molybdate d'ammonium en donnant une couleur bleue dont la mesure à 820 nm est proportionnelle à la quantité de phosphore [20].

2.4 DOSAGE DES PROTÉINES TOTALES

La teneur en protéines totales est déterminée selon la méthode de Kjeldahl, en multipliant la valeur obtenue par un coefficient de conversion 5.70, spécifique aux céréales, compte tenue de la composition moyenne en acides aminés du blé [21], [22], [23], [24], [25]. Cette méthode repose sur une minéralisation de l'échantillon en présence de 6ml d'acide sulfurique concentré à 98%, en transformant l'azote protéique en azote ammoniacal par oxydation de la matière organique à haute température et en présence d'un catalyseur et d'un sel. Ensuite, après l'addition de 40 ml de solution d'hydroxyde de sodium 10 N, la distillation se fait par injection de vapeur qui entraîne les vapeurs d'ammoniac vers un condensateur pour aboutir à un Erlenmeyer contenant de l'acide borique 4 % et quelques gouttes d'un indicateur formé du rouge de méthyle 0.2% et du bleu de méthylène 0.1% dissous dans l'alcool. L'ammoniac réagit avec l'acide borique pour former des sels borates d'ammonium. Un essai à blanc est préparé en présence de tous les réactifs sauf l'échantillon, puis analysé dans les mêmes conditions. Après titration de l'ammoniac à l'aide d'une solution standardisée d'acide sulfurique 0,05 N, on calcul le taux de protéines.

2.5 DOSAGE DU PHOSPHORE TOTAL

La détermination de la teneur en phosphore total est effectuée selon la norme AFNOR [26], [27]. Une minéralisation d'échantillon est effectuée en présence du 20 ml du mélange: molybdate d'ammonium et métavanadate d'ammonium. La détermination du phosphore est basée sur l'intensité de la couleur jaune est mesurée par un spectrophotomètre à 430 nm.

2.6 DOSAGE DU POTASSIUM TOTAL

A environ 0,25 g de farine, 5ml d'acide nitrique et 1 ml de l'acide perchlorique on été ajoutés. Le mélange est préchauffé dans le bloc de digestion à 130 °C. La digestion a déroulée pendant 75 min à 170 °C. Ensuite la température est augmentée à 215 °C d'une durée de 90 min. Les tubes sont refroidis et réajustés à 100 ml avec l'eau distillée. Le potassium est dosé par un photomètre de flamme à 766 nm. L'excitation du potassium par la chaleur va dégager une luminescence qui sera détecté par une cellule photoélectrique qui le convertira en intensité, la mesure de cette intensité dépend de la concentration en potassium [27].

2.7 DOSAGE DE L'ACIDITÉ

L'acidité a été déterminée par un dosage titrimétrique afin de déterminer la teneur totale en acide naturel des échantillons. Un extrait alcoolique a été préparé à partir de 5g de farine incubée pendant 24 h dans une solution d'alcool 95°. Le mélange est centrifugé pendant 5 min à 2000g et 20 ml du surnageant a été récupéré dans 80 ml d'eau distillée. Un blanc est préparé avec l'alcool 95° pour déterminer l'acidité apportée par le solvant en suivant la même procédure Le dosage de l'extrait a été effectué avec une solution alcaline de soude 0,05 N en présence de phénophtaléine jusqu'au virage de la couleur au rose pâle [28], [29].

2.8 DOSAGE DE L'HUMIDITÉ

La détermination de la teneur en eau est effectuée selon la norme NF V 03-707 [30]. Environ 5g de farine est pesée dans des coupelles en aluminium puis placée à l'étuve réglée entre 130 et 133°C pendant 90 minutes. Après ce temps, les coupelles contenant les échantillons secs sont placées pendant 15 minutes dans un dessiccateur, puis pesées à nouveau. La différence de poids observée représente le taux d'humidité [10], [24], [25], [29], [31], [32].

2.9 DÉTERMINATION DES TENEURS EN MINÉRAUX

La détermination de la teneur en minéraux est effectuée selon la norme NF V 03-707 [33]. Environ 5 g de farine est mise en calcination dans un four à moufle réglé à 900 ± 25°C. La minéralisation est poursuivie pendant 3 heures jusqu'à combustion totale de la matière organique et apparition d'un résidu blanchâtre. La différence de poids observée représente le taux des minéraux [10], [24], [29].

2.10 DOSAGE DE L'AMIDON TOTAL

L'extraction et le dosage de l'amidon a été réalisée selon la méthode de Thivend et *al.* [34]. A environ 0.1 g de farine bien broyée, 5 ml de KOH 1N a été ajouté. Le mélange est neutralisé ensuite avec 5 ml de HCl 1N, puis mis en ébullition dans un bain-marie pendant 15 min et réajusté à 10 ml. Après centrifugation, le surnageant est récupéré pour faire l'objet du dosage. Un essai à blanc est préparé en présence d'amidon standard, puis analysé dans les mêmes conditions. Le mélange amylose et amylopectine présente le maximum d'absorption à 580 nm, alors que l'absorbance à 720 nm est liée essentiellement à l'amylose. Cette différence spectrale est destinée pour doser simultanément l'amidon total, l'amylose et l'amylopectine [35].

2.11 DÉTERMINATION DES TENEURS EN GLUCIDES TOTAUX

Les glucides totaux sont évalués par la somme des teneurs des constituants suivants: Eau, minéraux, protéines totales et lipides totaux, soustraite du total [29]. Les résultats donnent une estimation approchée de la quantité totale de glucides présents dans la farine.

2.12 ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel « SPSS Statistics 20 ». Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± SEM (erreur standard sur la moyenne) La variabilité des paramètres étudiés a été testée selon les différentes variétés étudiées et le traitement par le 2,4-D. Une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs (variété traitée et variété non traitée) a été effectuée et la significativité des différences à été déterminée au risque d'erreur 0,001 ; 0,01 ; 0,05.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 LE TAUX DES LIPIDES TOTAUX ET DES PHOSPHOLIPIDES

L'extraction et l'analyse des lipides totaux à partir des graines de blé tendre, nous a permis d'identifier et de comparer deux types, les lipides polaires et les autres non polaires. La teneur de ces lipides est exprimée en pourcentage par rapport à la matière humide: exprimée en g/100g de la matière sèche (M.S).

Selon les résultats obtenus (figure 1), les teneurs en lipides enregistrées pour les cinq variétés marocaines de blé tendre traitées par le 2,4-D, montrent des valeurs élevées par rapport à celles obtenues pour les variétés non traitées. Ces teneurs marquées chez les variétés non traitées varié de $1,73 \pm 0,09$ % chez la variété Aguilal à $2,41 \pm 0,03$ % chez la variété Achar. Ces valeurs sont conformes à celles trouvées par Jeantet et al. [36] qui ont enregistré des valeurs comprises entre 1,7-2,0 %. Par ailleurs, Feillet [37] et Guinet [38] ont enregistré des valeurs qui se situent entre 2,0-3,0 % et 2,0-2,5 %, respectivement. Ces teneurs ont augmenté chez les variétés traitées pour atteindre $2,70 \pm 0,09$ % chez la variété Amal et $2,92 \pm 0,01$ % chez la variété Achar.

L'analyse de la variance à deux facteurs (variété traitée et variété non traitée), révèlent des différences hautement significatives ($P < 0, 01$) entre les différentes variétés, surtout chez Aguilal, Achar et Amal.

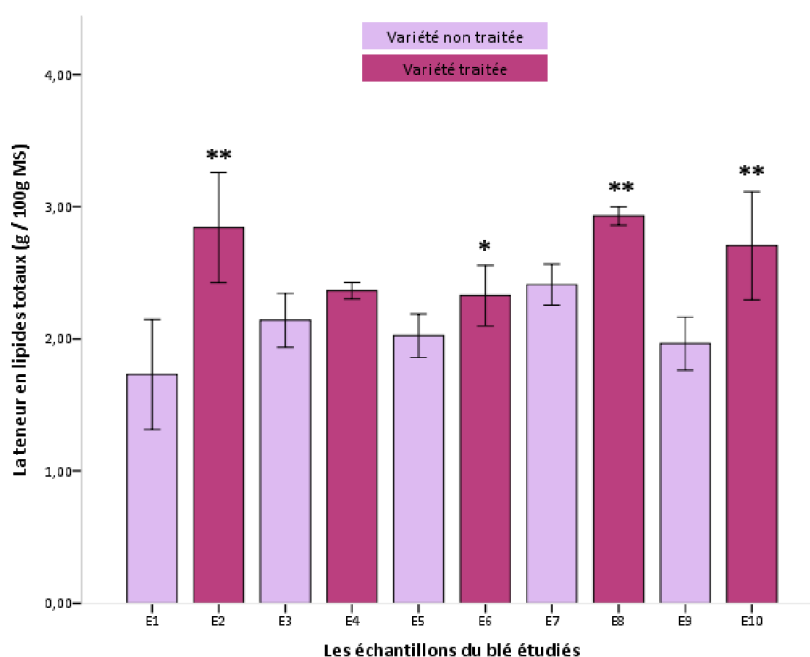


Fig.1. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en lipides totaux de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguilal Témoin; E2 : Aguilal Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Mercouch Témoin; E6 : Mercouch Traité; E7 : Achar Témoin; E8 : Achar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité. (***, **, * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

L'analyse des plaques chromatographiques (figure 2), montre que les principaux composants des lipides neutres sont : le monoacylglycérol, le diacylglycerol-1.2, le diacylglycerol-1.3, les acides gras libres, les triacylglycérol et l'ester de stérol. D'après l'analyse de la surface des bandes obtenues, les échantillons étudiés se distinguent par une richesse en triacylglycérol et monoacylglycérol et des teneurs faible en acides gras libres et diacylglycerol. Pour les lipides polaires, les principaux composants sont : les glycolipides et les phospholipides.

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux obtenus par Ouzouline et *al.* [39] et Marion et *al.* [40]. La proportion des lipides polaires par rapport aux lipides non polaires est un facteur de stabilité des farines [39].

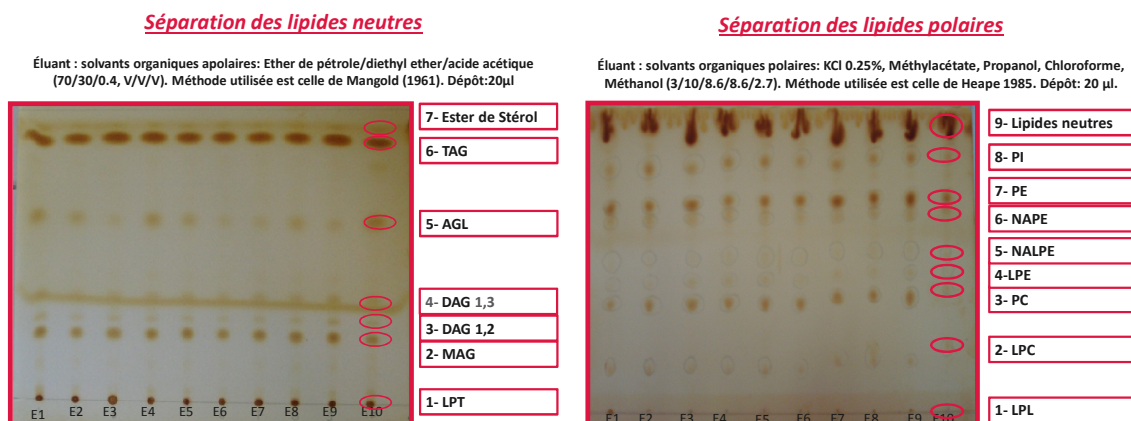


Fig.2. Séparation par chromatographie sur couche mince des lipides polaires et des lipides neutres.

Le tableau 1 représente la nature de chacune des bandes représentant les différentes classes lipidiques obtenues par CCM ainsi que leurs facteurs de rétention « Rf » identifiés d’après la méthode de Heape [19].

Tableau 1. Les différentes classes lipidiques obtenues par séparation par chromatographie sur couche mince, ainsi que les facteurs de rétention correspondants.

	Les classes lipidiques	Facteur de rétention
Les lipides neutres	1- Lipides polaires totaux (LPT)	0
	2-Monoacylglycérol (MAG)	0,228
	3-Diacylglycerol 1,2 (DAG 1,2)	0,278
	4-Diacylglycerol 1,3 (DAG 1,3)	0,364
	5-Acides gras libres (AGL)	0,628
	6-Triacylglycérol (TAG)	0,871
	7-Ester de stérol	0,911
Les lipides polaires	1-Lysophospholipides (LPL)	0
	2- Lysophosphatidylcholine (LPC)	0,155
	3- Phosphatidylcholine (PC)	0,358
	4- Lysophosphatidylethanolamine (LPE)	0,418
	5- N-acyl lysophosphatidyléthanolamine (NALPE)	0,500
	7- N-acyl phosphatidyléthanolamine (NAPE)	0,621
	8-Phosphatidyléthanolamine (PE)	0,675
	9- Phosphatidylinositol (PI)	0,780
	10-Lipides neutres	0,946

Les résultats des pourcentages des différentes classes de phospholipide (PL) sont représentés dans le tableau 2. Pour les PL issues des graines témoins, les résultats montrent que la phosphatidylcholine(PC) est la plus abondante avec un pourcentage qui peut atteindre $27,84 \pm 0,07\%$ chez la variété Amal, suivit par la phosphatidyléthanolamine (PE) $26,64 \pm 0,05\%$ chez la même variété et la phosphatidylinositol (PI) $23,45 \pm 0,04\%$ chez la variété Achar. Alors que pour les graines traitées, il y a une augmentation légère du taux des phospholipides qui peut atteindre $31,77 \pm 0,09\%$ pour la PC (Amal), $25,97 \pm 0,09\%$ pour la PE (Amal) et $24,20 \pm 0,05\%$ pour la PI (Achar).

Les phospholipides sont des constituants mineurs de la farine de blé tendre, ils sont impliqués dans la qualité du pain. Dans cette étude, nous avons entrepris la mise au point d'une méthode d'extraction, séparation et quantification des principaux phospholipides de farine de blé tendre. La séparation par CCM des extraits lipidiques et le dosage des différents phospholipides permettent de voir que les PL sont composés majoritairement par la phosphatidyléthanolamine (PE), le N-acyl phosphatidyléthanolamine (NAPE), le N-acyl lysophosphatidyléthanolamine (NALPE), la phosphatidylcholine (PC), le phosphatidylinositol (PI) et les lysophospholipides (LPL), donc les résultats obtenus dans notre étude est en concordance avec ceux cités par Bottier [6] et Haard et al. [41].

Tableau 2. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en phospholipides de cinq variétés de blé tendre.
Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM.

Les échantillons		% LPC	% PC	% LPE	% NALPE	% NAPE	% PE	% PI
Aguilal	Témoin	12,372 ± 0,061	19,872 ± 0,051	12,952 ± 0,037	8,652 ± 0,124	5,868 ± 0,049	21,265 ± 0,077	19,013 ± 0,061
	Traité	12,333 ± 0,056	21,630 ± 0,032	10,190 ± 0,005	8,263 ± 0,043	7,926 ± 0,078	20,019 ± 0,005	19,663 ± 0,094
Tellila	Témoin	10,373 ± 0,061	27,063 ± 0,012	8,896 ± 0,047	6,263 ± 0,063	6,943 ± 0,076	21,343 ± 0,113	19,129 ± 0,005
	Traité	9,726 ± 0,037	28,663 ± 0,130	5,356 ± 0,037	6,243 ± 0,076	6,946 ± 0,074	22,606 ± 0,121	20,486 ± 0,122
Mercouch	Témoin	7,360 ± 0,037	24,050 ± 0,025	8,133 ± 0,066	8,200 ± 0,057	10,176 ± 0,018	21,913 ± 0,048	20,163 ± 0,069
	Traité	7,860 ± 0,051	25,130 ± 0,040	7,926 ± 0,078	7,016 ± 0,008	9,660 ± 0,064	20,863 ± 0,092	21,523 ± 0,066
Achar	Témoin	7,186 ± 0,095	27,783 ± 0,057	5,980 ± 0,070	6,053 ± 0,029	3,193 ± 0,043	26,346 ± 0,054	23,453 ± 0,046
	Traité	5,316 ± 0,055	30,943 ± 0,033	5,853 ± 0,033	4,273 ± 0,044	3,726 ± 0,037	25,733 ± 0,087	24,200 ± 0,057
Amal	Témoin	7,010 ± 0,005	27,846 ± 0,075	11,326 ± 0,035	5,556 ± 0,088	7,080 ± 0,005	26,646 ± 0,054	14,570 ± 0,077
	Traité	5,866 ± 0,062	31,776 ± 0,093	6,080 ± 0,005	2,826 ± 0,024	5,483 ± 0,080	25,973 ± 0,092	21,980 ± 0,049

Les lipides constitutifs du blé, malgré qu'ils soient des constituants mineurs qui représentent environ 2 % du poids sec du grain [6], contribuent en grande partie aux qualités technologiques, rhéologiques et nutritionnelles des farines [42], [43], [44]. La composition lipidique du blé est très variable en fonction des variétés, des conditions de culture [45], [46] et de la

maturité des graines [44]. La nature des solvants et la méthode utilisée pour l'extraction des lipides influent aussi sur le résultat des analyses lipidiques.

Au Maroc, selon Ouzouline et *al.* [39], les variétés cataloguées n'ont jamais fait l'objet d'analyse lipidique poussée et publiée. Dans cette étude nous avons pu mettre en évidence des analogies et des différences dans la composition lipidique des graines de blé tendre sous traitement par 2,4-D, par rapport aux graines témoins. Cependant il faut noter que la méthode utilisée pour l'extraction des lipides favorise l'extraction des lipides libres (non liés à l'amidon) localisés surtout au niveau du germe et de la couche d'aleurone [39].

3.2 LE TAUX DES PROTÉINES TOTALES

Les résultats du taux des protéines (figure 3) du blé non traité varient entre $12,27 \pm 0,16\%$ chez la variété Aguilal et $13,15 \pm 0,09\%$ chez la variété Achar. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 7-18 % cité par Cheftel [47] et Liu et Shepherd [48]. Cependant, elles sont aussi comprises dans les intervalles mentionnés par Jeantet et *al.* [36] et Feillet [37] qui sont respectivement 10-14% et 10-15%. Pour les échantillons traités, ce taux varie entre $12,41 \pm 0,01\%$ (Amal) et $13,81 \pm 0,03\%$ (Tellila).

Les analyses statistiques montrent des différences très hautement significatives ($P < 0,001$) pour la variété Tellila.

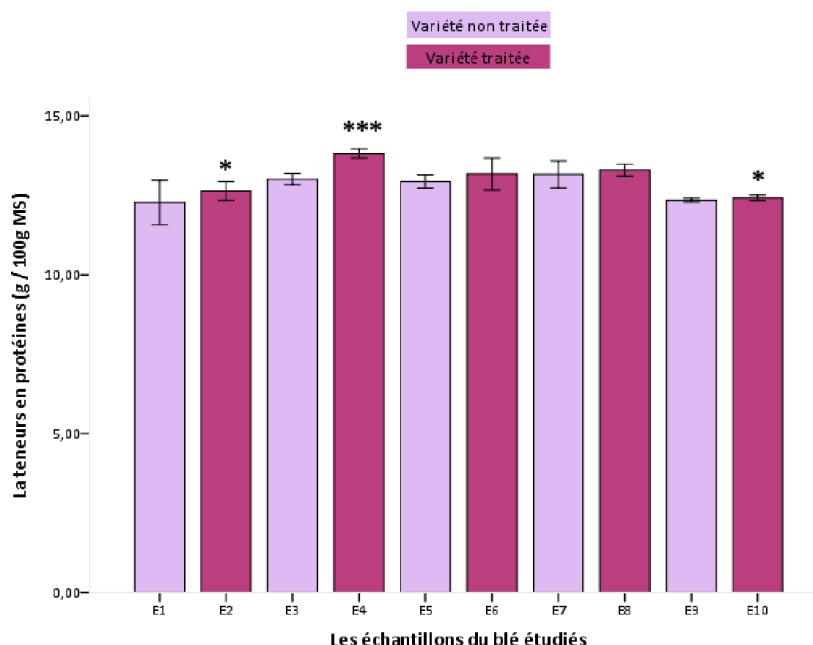


Fig.3. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en protéines de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguilal Témoin; E2 : Aguilal Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Mercouch Témoin; E6 : Mercouch Traité; E7 : Achar Témoin; E8 : Achar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité. (***) ; ** ; * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

La qualité des protéines est un caractère extrêmement héritable [49], [50] et seulement une partie est influencée par l'environnement [48]. Sur le plan quantitatif, la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante [51], [52]. Sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, celles-ci étant liées au patrimoine génétique de la variété [53].

Les quantités des protéines dosées à partir de la farine, sont légèrement plus importantes que celles des plantes témoins n'ayant pas subies l'effet d'herbicide. Il n'y a pas de grandes fluctuations en fonction de la nature des variétés et le traitement herbicide utilisé. Les résultats obtenus sont conformes avec ceux obtenus par Kloskowski et *al.* [54] Dec et *al.* [55] qui affirment que les concentrations modérées des pesticides absorbées par les plantes n'influent pas beaucoup sur les

teneurs en protéines. De nombreux auteurs ont signalé également que les taux des protéines à partir des échantillons contaminés par les pesticides sont quasiment identiques à ceux des plantes non traitées [56].

Concernant la variété Tellila, les résultats sont en concordance avec ceux obtenus par Martin et *al.* [57], qui dans leurs travaux ont prouvé que les herbicides Dicamba + 2,4-D et Dicamba + MCPA améliorent la teneur des graines en protéine respectivement de 8,5% à 13%. De même, certains herbicides à base d'auxine ont eu un impact positif sur la teneur en protéine des grains de blé sans influencer le taux des acides aminés.

3.3 LE TAUX DU PHOSPHORE TOTAL

Les résultats du taux du phosphore total (figure 4), ont montré que ce taux chez les échantillons témoins varie entre $0,21 \pm 0,01\%$ pour la variété Merchouch et $0,49 \pm 0,05\%$ pour la variété Aguilal. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 0,7-1,1%, cité par Feillet [37] et Matz [58]. Par contre, ce taux a montré une augmentation forte chez les échantillons traités, allant de $0,34 \pm 0,01\%$ pour la variété Achtar à $0,68 \pm 0,01\%$ pour la variété Tellila.

L'analyse de la variance révèle des différences très hautement significatives ($P < 0,001$) entre les échantillons traités avec l'herbicide par rapport aux témoins.

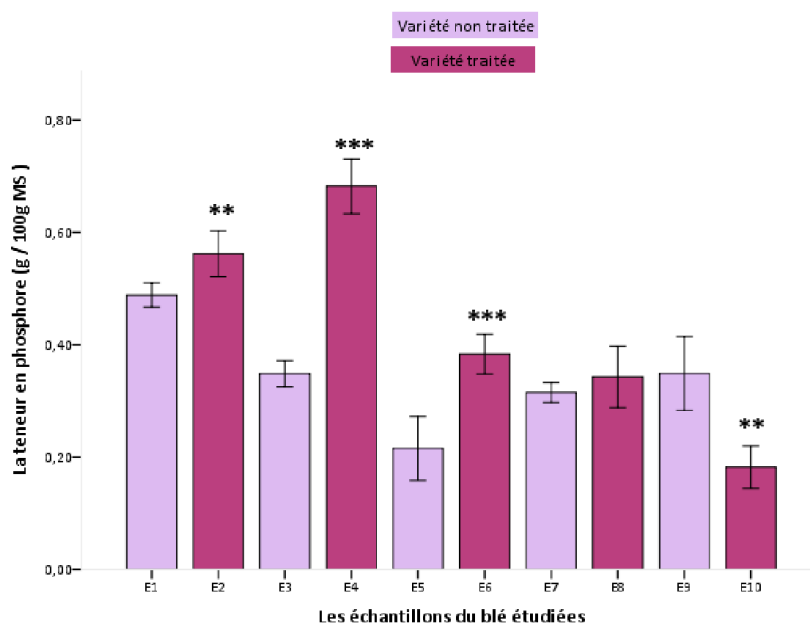


Fig. 4. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en phosphores de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguilal Témoin; E2 : Aguilal Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Merchouch Témoin; E6 : Merchouch Traité; E7 : Achtar Témoin; E8 : Achtar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité.(***; **, * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

Le phosphore est un constituant essentiel que l'on rencontre en partie sous forme minérale. Mais il est beaucoup plus fréquemment présent sous forme organique, associé à des lipides, protides et glucides, notamment dans le noyau des cellules et dans les organes de reproduction. Il agit dans plusieurs activités biochimiques : respiration, métabolisme glucidique, synthèse des protéines [59], [60]. Baeyens et *al.* [61] notent que le phosphore est un élément indispensable pour l'élaboration des hydrates de carbone (amidon), des graisses (lécithine) et des albumines (nucléoprotéines).

Cependant l'augmentation des teneurs en phosphore enregistrée chez les variétés traitées peut être expliquée par les résultats fournis par Lambert [59], citant que le phosphore est considéré comme constituant essentiel des chromosomes, il intervient partout où il y a multiplication cellulaire, et bien sûr c'est l'effet de 2,4-D autant qu'hormone de synthèse, qui a une importance dans les phénomènes de croissance cellulaire [67].

3.4 LE TAUX DU POTASSIUM TOTAL

Les teneurs en potassium des farines sont illustrées dans la figure 5. Les résultats des échantillons témoins, indiquent que les valeurs peuvent varier entre $0,26 \pm 0,08$ % chez la variété Tellila et $0,47 \pm 0,08$ % chez la variété Aguila. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 0,35-0,70%, cité par Matz [58]. Cependant, elles sont aussi comprises dans les intervalles mentionnés par Jeantet et *al.* [36] et Feillet [37]. Par contre chez les échantillons traités, ces valeurs peuvent aller de $0,28 \pm 0,05$ % (Amal) à $0,67 \pm 0,01$ % (Tellila).

L'analyse de la variance à deux facteurs, révèlent des différences entre les différentes échantillons étudiés, elles sont très hautement significatives ($P < 0,001$) chez les variétés Tellila et Amal. Donc le taux de potassium dans le blé traité est supérieur à celui du blé non traité.

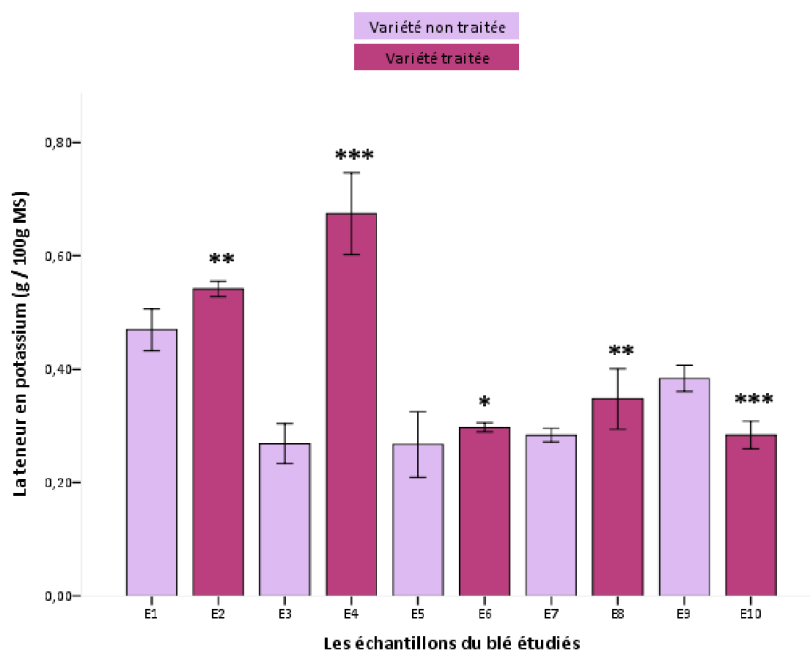


Fig.5. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur la teneur en potassium de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguila Témoin; E2 : Aguila Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Mercouch Témoin; E6 : Mercouch Traité; E7 : Achtar Témoin; E8 : Achtar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité. (***, **, * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

3.5 LE TAUX DE L'ACIDITÉ

Les résultats illustrés dans la figure 6 révèlent une forte augmentation du taux d'acidité dans l'ensemble des échantillons traités par rapport aux témoins. Pour les variétés traitées, on note des valeurs qui sont situées entre $0,03 \pm 0,01$ % pour la variété Merchouch et $0,09 \pm 0,01$ % pour la variété Amal, par contre ces valeurs sont situées entre $0,01 \pm 0,01$ % (Merchouch) et $0,03 \pm 0,01$ % (Amal) pour les échantillons témoins.

L'analyse de la variance à deux facteurs (variété traitée et variété non traitée), montre qu'il existe une différence très hautement significative ($P < 0,001$) entre les différentes variétés.

L'acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique de la farine [6]. Elle est peut être due à l'oxydation des acides gras polyinsaturés, qui provoque une dégradation enzymatique des lipides catalysés par la lipoxigénase, qui provoque par la suite un réarrangement des liaisons disulfure au sein du réseau protéique. D'après Feillet [37], le taux d'acidité de la farine ne doit pas dépasser 0,05%. Donc le taux élevé chez les variétés de blé tendre traité par le 2,4-D pourrait s'expliquer par une dégradation des triglycérides ou bien par la méthode d'extraction utilisée ou par l'état de maturité peu avancé [39].

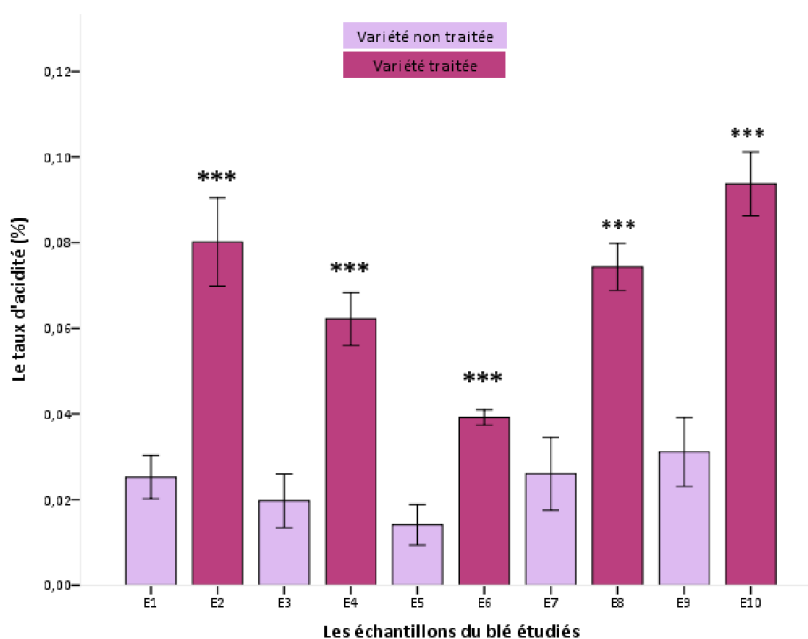


Fig. 6. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les taux d'acidité de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguilal Témoin; E2 : Aguilal Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Mercouch Témoin; E6 : Mercouch Traité; E7 : Achtar Témoin; E8 : Achtar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité. (***, **, * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

3.6 LE TAUX DE L'HUMIDITÉ

L'effet induit par le traitement herbicide étudié sur les teneurs en eau par rapport à des témoins est illustré sur la figure 7. Le taux d'humidité des échantillons de blé traités, a diminué considérablement pour les cinq variétés de blé tendre pour atteindre les valeurs de $12,26 \pm 0,16\%$ chez la variété Aguilal, $12,29 \pm 0,32\%$ (Tellila), $11,91 \pm 0,07\%$ (Merchouch), $13,02 \pm 0,02\%$ (Achtar) et $14,60 \pm 0,04\%$ (Amal).

L'analyse de la variance à deux facteurs (variété traitée et variété non traitée), montre qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0,01$) entre les différentes variétés.

D'après les références citées, [10], [24], [25], [29], [31], [32], l'humidité relative qui est la quantité d'eau libre disponible dans l'échantillon, est responsable de plusieurs phénomènes d'altération biologique de la farine. La diminution des teneurs en eau permet de classer les échantillons du blé traité dans la catégorie des produits peu hydratés.

3.7 LE TAUX DES MINÉRAUX TOTALES

Le résultat du taux des minéraux (figure 8) chez les échantillons témoins, indique que ce taux est compris entre $1,04 \pm 0,08\%$ pour la variété Amal et $1,87 \pm 0,01\%$ pour la variété Achtar. Ces valeurs sont en accord avec celles citées par Feillet [37], qui affirme que le taux en minéraux chez le blé tendre devrait être compris dans l'intervalle 1,5-2,5%. Par contre, chez les échantillons traités, ce taux peut aller de $1,38 \pm 0,03\%$ pour la variété Achtar à $1,69 \pm 0,04\%$ pour la variété Merchouch.

L'analyse de la variance à deux facteurs, révèlent des différences entre les échantillons étudiés, elles sont très hautement significatives ($P < 0,001$) chez les variétés Aguilal, Tellila et Amal.

Les minéraux sont présents dans le grain de blé en une petite quantité, et en proportion encore plus faible dans l'albumen, moins de 1% [58]. Le blé contient du fer, du potassium, du magnésium, du manganèse, du cuivre et du zinc. Ces constituants sont distribués principalement dans les couches extérieures et dans le germe [62].

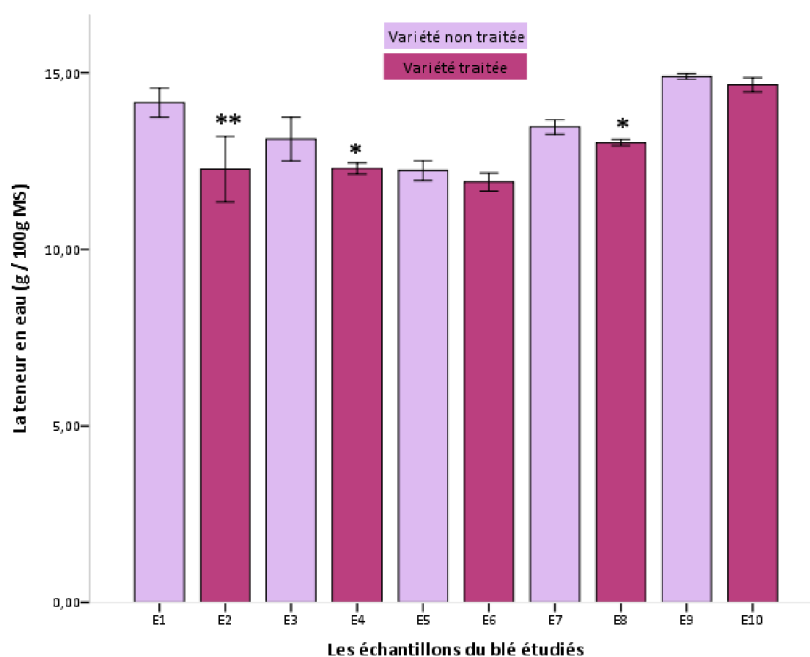


Fig. 7. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en eau de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguilal Témoin; E2 : Aguilal Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Mercouch Témoin; E6 : Mercouch Traité; E7 : Achar Témoin; E8 : Achar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité. (***, **, * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

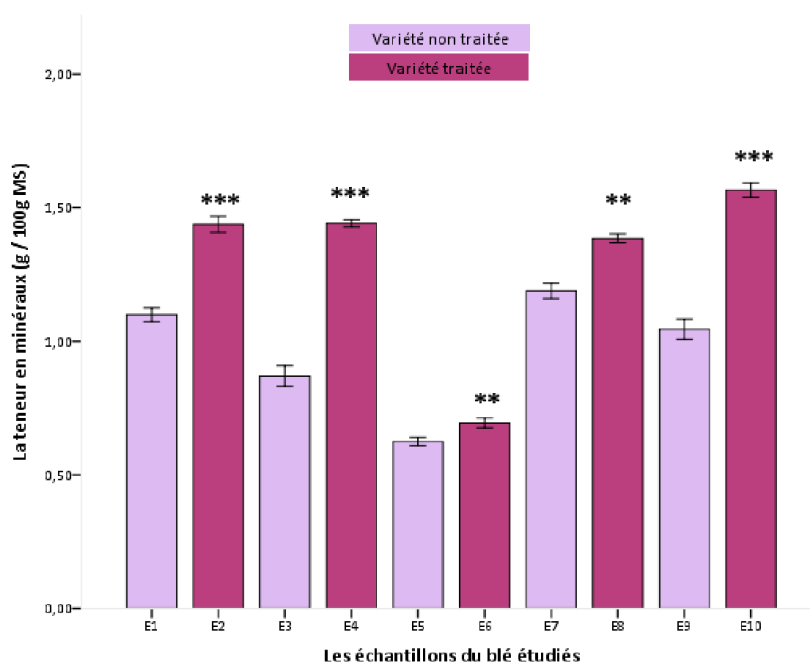


Fig. 8. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en minéraux de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. E1 : Aguilal Témoin; E2 : Aguilal Traité; E3 : Tellila Témoin; E4 : Tellila Traité; E5 : Mercouch Témoin; E6 : Mercouch Traité; E7 : Achar Témoin; E8 : Achar Traité; E9 : Amal Témoin; E10 : Amal Traité. (***, **, * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

3.8 LE TAUX DE L'AMIDON, ET DES GLUCIDES TOTAUX

Les résultats obtenus pour les taux de l'amidon et des glucides totaux sont représentés dans le tableau 3. D'après les résultats obtenus, le blé témoin renferme un taux en amidon qui peut varier de $64,50 \pm 0,30\%$ chez la variété Achtar à $69,85 \pm 0,53\%$ chez la variété Tellila. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 65-75% publié par Hemery et al. [64]. Concernant le blé traité, le taux de d'amidon total est de l'ordre de $68,60 \pm 0,33\%$ (Achtar) et $70,31 \pm 0,17 \%$ (Merchouch). On peut constater qu'il y a une légère augmentation des échantillons traités par rapport au témoin. Un des intérêts nutritionnels des céréales repose sur les glucides qui sont présents dans les céréales sous forme d'amidon qui doit être dégradé par plusieurs enzymes successifs pour aboutir au glucose. Cette lenteur de dégradation et d'assimilation cellulaire permet à l'énergie fournie d'entretenir les besoins de l'organisme de façon continue [63].

Les résultats obtenus des fractions glucidiques totales (glucides simples, amidon et fibres) dans l'échantillon de blé témoin, montrent une valeur de $67,05 \pm 0,01\%$ pour la variété Achtar et $70,82 \pm 0,01\%$ pour la variété Merchouch, alors que pour les échantillons traités, ces valeurs peuvent varier de $69,75 \pm 0,01\%$ pour la variété Achtar à $71,41 \pm 0,07\%$ pour la variété Merchouch. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 60-80 % cité par Dunford [65].

Tableau 3. Effet du traitement par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur les teneurs en amidon et en glucides totaux de cinq variétés de blé tendre. Les résultats correspondent à la moyenne de trois essais, Les barres d'erreur correspondent à la SEM. (***) ; ** ; * effet significatif pour 0,001 ; 0,01 ; 0,05).

Les échantillons		La teneur en amidon (g/100g MS)	La teneur en glucides totaux (g/100g MS)
Aguilal	Témoin	$68,120 \pm 0,012$	$69,842 \pm 0,080$
	Traité	$70,273 \pm 0,435$	$71,415 \pm 0,007$
Tellila	Témoin	$69,851 \pm 0,537$	$70,076 \pm 0,006$
	Traité	$69,303 \pm 0,661$	$70,410 \pm 0,010$
Merchouch	Témoin	$69,646 \pm 0,381$	$70,820 \pm 0,009$
	Traité	$70,316 \pm 0,176$	$71,147 \pm 0,011$
Achtar	Témoin	$64,500 \pm 0,307$	$67,054 \pm 0,009$
	Traité	$68,600 \pm 0,335$	$69,756 \pm 0,008$
Amal	Témoin	$66,256 \pm 0,493$	$67,797 \pm 0,006$
	Traité	$69,233 \pm 0,233$	$70,277 \pm 0,009$

4 CONCLUSION

Les herbicides constituent un moyen de lutte, le plus efficace contre les maladies majeures des plantes cultivées, et qui sont nécessaires dans le maintien, voire l'augmentation des rendements agricoles. Cependant, la plupart de ces molécules sont difficilement biodégradables. Leur utilisation massive et répétée peut engendrer des conséquences néfastes pour toutes les composantes de l'environnement. Les dommages causés sur les plantes peuvent se manifester de plusieurs façons. Ils peuvent aller de marques visibles (lésions nécrotiques) à la mort prématurée des plantes en passant par un ralentissement de croissance et une baisse de rendement. Les symptômes peuvent aussi être lents à se manifester et entraîner le jaunissement ou la chlorose de la feuille [66].

Les pesticides pénètrent dans les feuilles par les stomates et sont transportés à l'intérieur des cellules et peuvent ainsi nuire à la respiration normale et aux mécanismes de la photosynthèse en altérant la chlorophylle, le transport des électrons et la phosphorylation oxydative. Ils peuvent également perturber l'activité biochimique dont la synthèse des glucides et des acides aminés. Cependant, l'utilisation de doses modérées peut avoir des conséquences moindres sur la synthèse des composés du métabolisme primaire de la plante [12], [66].

Cette étude nous a permis de faire un premier constat de l'influence d'un herbicide, largement utilisé au Maroc, sur la physiologie et la biochimie des graines des épis du blé tendre : *Triticum aestivum* L. Les résultats obtenus montrent que les échantillons du blé traité présentent des taux différents hautement significatives, supérieurs ou inférieurs, par rapport au blé non traité qui peut atteindre pour : les lipides ($2,92 \pm 0,01\%$), les protéines ($13,81 \pm 0,03\%$) l'acidité ($0,09 \pm 0,01\%$), l'humidité ($14,60 \pm 0,04\%$), les minéraux ($1,69 \pm 0,04\%$) et les glucides totaux ($71,41 \pm 0,07\%$). Les variations de ces paramètres physico-chimiques entre les deux échantillons du blé tendre sont certainement dues au changement des processus métaboliques déjà cités, résultant du traitement herbicide, qui réagit autant qu'hormone de croissance (auxine) et qui provoque des divisions anarchiques des cellules.

Le 2,4-D agit sur les tissus vasculaires de la plante en provoquant une accélération de la division cellulaire, une stimulation de la croissance anormale des cellules [67], une élévation de la plasticité de la paroi cellulaire, une augmentation de la biosynthèse des protéines et de la production d'éthylène [68]. Les plantes absorbent le 2,4-D par l'intermédiaire de leurs racines et leurs feuilles pendant 4 à 6 heures après le traitement. Après l'absorption foliaire, le 2,4-D migre dans le phloème vers les méristèmes. Son accumulation se produit dans les régions méristématiques, les pousses et les racines [69]. Les plantes traitées avec le 2,4-D présentent souvent des malformations des feuilles, des tiges, des racines et des épis. Les plantes résistantes converti le 2,4-D de forme chimique actif en forme inactif, non toxique, tandis que les plantes sensibles le converti en acides aminés conjugués qui font un obstacle au métabolisme normale des acides nucléiques et à la synthèse des protéines [68].

RÉFÉRENCES

- [1]. B. Rolland, A. Champion et F. Oury, « Pourquoi sélectionner de nouvelles variétés de blé tendre adaptées à l'agriculture biologique? ». Courrier de l'environnement de l'INRA n° 62, 2012.
- [2]. I. Savini, « Pesticides, agriculture et environnement: réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux ». Institut national de la recherche agronomique (INRA). Expertise Collectif. Editions Quae, 119 pages, 2007.
- [3]. A. Kesraoui, « Dégradation des pesticides chlortoluron, carbofurane et bentazone en milieux aqueux par les procédés d'oxydation avancée ». Thèse de Doctorat. Universités Paris-Est et Tunis El Manar, 2008.
- [4]. F. Choulet, A. Alberti, S. Theil, N. Glover, V. Barbe, J. Daron, L. Pingault, P. Sourdille, A. Couloux, E. Paux, P. Leroy, S. Mangenot, N. Guilhot, J. Le Gouis, F. Balfourier, M. Alaux, V. Jamilloux, J. Poulain, C. Durand, A. Bellec, C. Gaspin, J. Safar, J. Dolezel, J. Rogers, K. Vandepoele, J. Aury, K. Mayer, H. Berges, H. Quesneville, P. Wincker and C. Feuillet, "Structural and Functional Partitioning of Bread Wheat Chromosome 3B". Science, 2014.
- [5]. N. Akasbi, 2012, « Une nouvelle stratégie pour l'agriculture marocaine le Plan Maroc Vert ». New Medit N. 2/2012. Jel code: Q18, 2012.
- [6]. C. Bottier, « Caractérisation des puroindolines, des galactolipides du blé et de leurs interactions : mesures physiques aux interfaces ». Thèse de Doctorat en Sciences de la Matière. Université de Rennes 1. N° d'Ordre : 3345. France, 2006.
- [7]. C. Debiton, « Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy ». Thèse de doctorat. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. N° d'Ordre : 2067. France, 2010.
- [8]. V. Lesage, « Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté/tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi-isogéniques ». Thèse de Doctorat. Université Blaise Pascal et Université d'Auvergne. N° d'Ordre : 2200, 2011.
- [9]. C. David, J. Abecassis, M. Carcea, F. Celette, G. Hellou, J. Friedel, J. Hiltbrunner, P. Mader, M. Messmer, V. Narducci, J. Peigné et I. Thomsen, « Améliorer la qualité technologique, nutritionnelle et sanitaire du blé biologique. Principaux leviers agronomiques et technologiques ». Innovations Agronomiques 32, 2013.
- [10]. K. Doukani, S. Tabak, F. Gourchala, F. Mihoub, M. Ounes et M. Benbaguara, "Caractérisation physico-chimique du blé fermenté par Stockage Souterrain (Matmora)" Revue Ecologie-Environnement (9), 2013.
- [11]. G. Fooz, T. Gaspar and M. Bouillenne-Walrand. « Acide 2,4-Dichlorophénoxyacétique et catabolisme auxinique chez *Hordeum* et *Triticum* ». Weed Research. 6(4), 359–367, 2006.

- [12]. S. Dulaurent, « Mise en place d'outils d'aide au traitement des demandes de dosage de pesticides dans les milieux biologique ». Thèse de Doctorat. Faculté de Pharmacie. Université de Limoges, 2010.
- [13]. M. Tessier et G. Leroux, « L'application d'herbicide en bandes, sa mise en œuvre, ses avantages et ses conditions de réussite ». Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. 02-0149, 2004.
- [14]. A. Piron, B. Dumont et M. Destain, « La vision artificielle: une méthode d'avenir pour la reconnaissance automatisée des plantes adventices? ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15 (4), 623-634, 2011.
- [15]. S. Deblay, « Croissance et développement des plantes cultivées ». Dossier d'autoformation. Educagri Editions, 97 pages, 2005.
- [16]. S. Lanouari, « Étude de l'effet du traitement foliaire par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique sur l'aptitude à l'androgénèse *in vitro* chez le blé tendre (*Triticum aestivum*) ». Mémoire de Fin d'Etudes pour l'Obtention du Diplôme Master Sciences et Techniques Université Hassan 1er, Faculté des Sciences et Techniques, Settat, 2009.
- [17]. E.G. Blight and W.J. Dyer, "A rapid method of total lipid extraction and purification". *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911-917, 1959.
- [18]. H.K. Mangold, "Thin layer chromatography of lipids". *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 38: 708-724, 1961.
- [19]. M.A. Heape, H. Juguelin, F. Boiron and C. Cassagne, "Improved One-dimensional thin layer chromatographic technique for polar lipids". *Journal of Chromatography.* 322: 391-395, 1985.
- [20]. P.S. Chen, T.Y. Toribara and H. Warner, « Method of phosphate analysis ». *Anal Chem*; 28: 1756-8. 1956.
- [21]. NF V03-050, « Agricultural Food Products: General Directions for the Determination of Nitrogen by the Kjeldahl method ». Association française de normalisation, 1975.
- [22]. A.Doumandji, L. Boutekrabt, N. Saidi, S. Doumandji, D. Hamerouch et S. Haouari, « Etude de l'impact de l'incorporation de la spiruline sur les propriétés nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du couscous artisanal ». *Journal Nature et Technologie.* 6(3), 40-50, 2012.
- [23]. A.Garané, M. Sawadogo, K. Some, M. Traoré et X. Péquénio, « Influence des facteurs agro-écologiques et des herbicides sur le rendement et les caractéristiques technologiques des grains et farines de blés tendres (*Triticum aestivum* L.) et durs (*Triticum durum* Desf.) ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3): 1210-1220, 2013.
- [24]. N. Hennouni, « Evaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*Triticum durum* Desf) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de plantes traitées avec un fongicide (ARTEA EC 330) ». Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences. Université Badji Mokhtar Annaba, 2012.
- [25]. A. Lasmé, « Etude des bases biochimiques et physicochimiques de la valeur meunière du blé tendre à l'aide de lignées quasi-isogéniques pour la dureté ». Thèse de Doctorat. Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques de Montpellier, 2011.
- [26]. AFNOR, « Aliments et produits animaux : Dosage du phosphore total, méthode spectrophotométrique ». Norme française NF V18-106, Paris, 1980.
- [27]. C Ghouini et R. Hafidi, « L'effet De La Fertilisation Phosphatée Sur Les Caractéristiques Biochimiques Du Blé Dur (*triticum durum* var. *Simeto*) Dans La Région Saharienne EL-GOLEA ». Mémoire du D.E.S en Biologie. Faculté des Sciences de la Nature, de la Vie, de la Terre et de l'Univers. Université Kasdi-Merbah Ouargla, 2012.
- [28]. K. Sall, « Contrôle de qualité des farines céréalières mises sur le marché au Sénégal ». Mémoire de doctorat en Pharmacie. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie. Université de Dakar, 1998.
- [29]. S. Soro, G. Konan, E. Elleingand, D. N'guessan and E. Koffi, «Formulation d'aliments infantiles a base de farines d'igname enrichies au soja ». *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Devellopement.* 13(5), 8313-8339, 2013.
- [30]. NF V 03-707, « Céréales et produits céréaliers. Détermination de la teneur en eau ». Méthodes de références. 23 p. 2010.
- [31]. J. L. Multon, « Conservation et Stockage Des Grains et Graines et Produits Dérivés-Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux ». Ed. Lavoisier, Paris, 576 p, 1982.
- [32]. M. Gacem, A. Khelil et B. Gacemi, « Etude de la qualité physico-chimique et mycologique du blé tendre local et importe stocke au niveau de l'office algérien interprofessionnel des céréales (Oaic) de la localité de Saida (Algérie) ». *Algerian journal of arid environment.* 1(2), 67-76, 2011.
- [33]. NF V03-720, « Céréales et produits céréaliers. Dosage du taux des cendres par incinération ». Méthodes de références. 17 p, 2010.
- [34]. P. Thivend, C. Mercier et A. Guilbot, « Dosage de l'amidon dans les milieux complexes ». *Ann. Bil. Anim., Bioch., Biophys,* 5 (4), 513-526, 1965.
- [35]. M. Sindic, « Valorisation de l'amidon de blé: Incidences des modalités de culture sur les propriétés technofonctionnelles ». Edition Presses Agronomiques de Gembloux, 74 pages, 2010.

- [36]. R. Jeantet, T. Croguennec, P. Schuck et G. Brule, « Sciences des aliments: Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produits ». Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris.453 p, 2006.
- [37]. P. Feillet, « Le grain de blé, composition et utilisation ». INRA Editions. 24, 2000.
- [38]. R. Guinet, « Technologie du pain français ». Ed. B.P.I., Paris, 182 p., 1992.
- [39]. M. Ouzouline, N. Tahani, A. Elamrani et H. Serghini, « Comparaison de la composition lipidique de grains de blé dur et blé tendre de variétés marocaines ». Les technologies de laboratoire. 15(Mai-Juin), 9-15, 2009.
- [40]. D. Marion, L. Dubreil and J.P. Douliez, "Functionality of lipids and lipid-protein interactions in cereal-derived food products". OCL. 10(7), 47-56, 2003.
- [41]. N. Haard, S.A. Odunfa and H.O Lee, "Fermented cereals: A global perspective". Food and Agriculture Organization of the United Nations. 114p, 1999.
- [42]. N.L. Ruibal-mendieta, D.L. Delacroix and M. Meurens, "A comparative analysis of bound and total lipid content on Spelt and Winter Wheat Wholemeal", J. of cereal Sc, 35: 337-42, 2002.
- [43]. N.L. Ruibal-mendieta, A. Dekeyser, D.L. Delacroix, E. Mignolet, Y. Larondelle and M.Meurens, "The oleate/palmitate ratio allows the distinction between wholemeal of Spelt (*Triticum spelta* L.) and winter Wheat (T. aestivum L.)". J Cereal Sc. 39: 413-15, 2004.
- [44]. I. Konopka, S. Czaplicki and D. Rotkiewics, "Differences in content and composition of free lipids and carotenoids in flour of spring and winter wheat cultivated in Poland". 95: 290-300, 2005.
- [45]. D.H. Simmonds, "Wheat and wheat quality in Australia. Fundamental aspects of Wheat quality: the lipid fraction". Queensland, CSIRO Australia, 1989.
- [46]. O.K. Chung and J.B. Ohm, "Wheat lipids as a quality determinant". In proceeding of the international wheat quality conference, Manhatan, Kansas, USA. 83-100, 1997.
- [47]. J. C. Cheffel, « Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments ». Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 105-142, 1977.
- [48]. C.Y. Liu and K.W. Shepherd, "Inheritance of B subunits of glutenin and gliadins in tetraploid wheats". Theor. Appl. Genet. 90(2), 1149-1157, 1995.
- [49]. B.N. Otteson, M. Mergoum and J.K. Ransom, "Seeding rate and nitrogen management effects on spring wheat yield and yield components". Agronomy Journal. 99(3), 615-621, 2007.
- [50]. M. Casagrande, C. David, M. Valantin, D. Makowski and M.H Jeuffroy, "Factors limiting the grain protein content of organic winter wheat in south-eastern France: a mixed-model approach". Agronomy for Sustainable Development. 29(3): 565-574, 2009.
- [51]. T.S. Tran and G.Tremblay, "Recovery of 15N-labeled fertilizer by spring bread wheat at différent N rates and application times". Canadian Journal of Soil Science. 74: 279-285, 2000.
- [52]. M.C. Manna, A. Swarup, R.H. Wanjari, B. Mishra and D.K. Shahi, "Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields". Soil Tillage Res. 94(4), 397-409, 2007.
- [53]. C. Mok, "Mixing properties of durum wheat semolina as influenced by protein quality and quantity". Food and Technology. 6 (1), 1-4, 1997.
- [54]. H. Kloskowski, "Plant availability of bound anilazine residues in a degraded loess soil". J. Environ. Scien. Health. 6(2), 487-505, 1992.
- [55]. A. Dec, "Analysis of soil bound residues of C13 labelled fungicide cyprodinil by NMR spectroscopy". Environ. Sci. techno. 3(3), 1128-1135, 1997.
- [56]. O. Bordjiba et A. Ketif, « Effet de Trois Pesticides (Hexaconazole, Bromuconazole et Fluazifop-p-butyl) sur quelques Métabolites Physio-Biochimiques du Blé dur : *Triticum durum*. Desf. ». European Journal of Scientific Research. 36(2), 260-268, 2009.
- [57]. D.A. Martin, S.D. Miller, H.P. Alley, "spring wheat response to herbicides applied at three growth stages". Agron. J. 82(1), 95-97, 1990.
- [58]. S. Matz, "The chemistry and technology of cereals as food and feed". Second Edition. Springer. 751 p, 1991.
- [59]. J.C. Lambert, J.P. Delhay et B. Toussaint, « La fertilisation phosphorique et La conduite rationnelle des herbages en région tempérée ». Phosphore et agriculture, 76 (2), 7-16, 1979.
- [60]. P. Soins et P. Vaysse, « Fertilisation des vergers. Environnement et qualité ». Edition CTIFL. 47-52, 1999.
- [61]. J. Baeyens, « Nutrition des plantes de culture ou physiologie appliquée aux plantes Agricoles ». Edition Naiwelaerts Louvain. 278 p, 1967.
- [62]. N. Manay Shakuntala, M. Shadaksharaswamy, "Foods: Facts and principles". Second Edition. New Age International Publishers, 2001.
- [63]. T. Souccar, « Etude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales ». Mémoire de magister en Nutrition et Technologie Agro-alimentaire. Université Mentouri de Constantine, 2006.

- [64]. Y. Hemery, X. Rouau, V. Lullien-Pellerin, C. Barron, and J. Abecassis, "Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality". *Journal of Cereal Science*. 46 (3), 327–347, 2007.
- [65]. N. T. Dunford, "Food and industrial bioproducts and bioprocessing". Wiley-Blackwell; 392p, 2012.
- [66]. Z. Domminique, « Les résidus de pesticides dans les plantes ». Edition INRA. 97 p, 2000.
- [67]. R. Mullison and R. Wendell, "Environmental Fate of Phenoxy Herbicides." In *Fate of Pesticides in the Environment*. Edition Agricultural Experiment Station, University of California. 3320(6), 1987.
- [68]. Anonyme, "Pesticide Background Statements". U.S.D.A., Forest Service. In *Agricultural Handbook*, 633(1), 1984.
- [69]. Anonyme, "2, 4-Dichlorophenoxyacetic acid". National Pesticide Télécommunications Network, Technical Fact Sheet. National Pesticide Information Center. Oregon State University, 2008.

ANALYSE DE LA REPRESENTATIVITE DE LA FEMME DANS LE MILIEU PROFESSIONNEL DES ECOLES CONVENTIONNEES ADVENTISTES DU 7eme JOUR DU NORD-KIVU I

[REPRESENTATIVENESS ANALYSIS OF THE WOMAN IN THE PROFESSIONAL ENVIRONMENT OF SEVENTH DAY ADVENTISTS CONVENTIONAL SCHOOLS IN THE NORTH KIVU I]

UZAMUKUNDA SEBIYORERO DINE

Licencié en Sciences de l'Éducation; Option : Administration, Pédagogie et Inspection Scolaire
Institut Supérieur Pédagogique de Kinyatsi : ISP/Nyamitaba Province du Nord-Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The wife has always been a reality on which a stack of theories of discussions and laws have been created. Despite the wife to be the discussion object in the working world, and to be the important element for the politicians to rise the image in front of the public, the wife has always been at the second place in the working world.

All the inequalities between men and women that persist in industrialized countries are still more important in the developing countries. The average feminine salary represents the half of the average masculine salary. The wives are suffered the joblessness than the men. Seventy percent (70%) of the poor persons of the planet are the wives. The two third of the illiterate adults persons among 860 million in the world are women. The right at word of the wives post at the education right.

The women situation at the work is much different from one area to another of the planet according to the development of the countries, even also the mentalities.

The work of the wives in DRC as other parts of under Sahara Africa come elsewhere, all proceed from a very long history. We don't say nowadays in Africa that the women jobs never stop. In the centuries ago, most of the central African explorers that new that, have said that problem. Speaking about the job of the wives in has work, "the African women (bantoues) in XXth century: Michal Masroz report that two European travelers exploring the centre Africa, one in XVII century another in XIX century another in XIX century the said clear about the sexual division unfavorable to the women, these one taking the principal part.

During the Belgian colonization, the traditional area, the work of slaves as far as to their minds or the consideration they had from then society.

Actually as it is in the countryside as in the town, the activities of Congolese women contribute to the income of the family. That feminine dynamism is essential to the well-being or simply to the survival of many families. The Congolese women can benefit the advantage of this situation to reach at the real equality with their husbands and these by which conditions?

This work will show us the blockages that meet the wife when looking for a job, the persistent inequality between both sexes and the solutions for a probable amelioration of the integration of the wife in the working world in the seven day Adventists conventioned schools of the North Kivu Provincial Coordination.

KEYWORDS: Representativeness Analysis of the Woman, Professional Environment, Adventists Conventional Schools.

RESUME: La femme a toujours été une réalité sur laquelle un tas de théories de discussion, de lois ont été créées. Et malgré que la femme soit un objet de discussion dans le monde du travail et qu'elle soit un élément important pour les politiciens pour remonter leur image envers le public, la femme est toujours en second plan dans le monde du travail.

Toutes les inégalités entre hommes et femmes qui persistent dans les pays industrialisés sont encore plus importantes dans les pays en développement. Le salaire féminin moyen représente la moitié à peine du salaire masculin moyen. Les femmes sont proportionnellement plus touchées que les hommes par le chômage. 70% des personnes pauvres de la planète sont des femmes et sur 860 millions d'adultes analphabètes dans le monde les deux tiers sont des femmes. Le droit au travail tiers sont des femmes. Le droit au travail des femmes passe donc aussi pour le droit à l'éducation.

La situation des femmes au travail diffère beaucoup d'une région à l'autre du globe en fonction du niveau de développement des pays, mais aussi des mentalités.

Le travail des femmes au Congo tout comme dans le reste de l'Afrique subsaharienne d'ailleurs, procède certainement d'une très longue histoire. Ne dit-on pas encore aujourd'hui en Afrique le travail des femmes ne cesse jamais. Au cours des siècles précédents, la plus part des explorateurs qui en fait mention en ont aussi signalé la pénibilité. Parlant du travail des femmes dans son ouvrage « Les femmes bantoues au XX^e Siècle : Michel Masroz rapporte que deux voyageurs européens explorant l'Afrique Centrale, l'un au XVII^e siècle et l'autre au XIX^e ont parlé d'une division sexuelle des tâches clairement défavorables aux femmes, ces dernières devant en assumer la majeure partie.

Durant la colonisation belge, le travail effectué par les femmes dans les milieux traditionnels fut parfois quasiment assimilé à un travail d'esclaves que ce soit par son intensité ou par le peu de considération que semblait lui accorder la société. Actuellement, à la campagne comme à la ville, les activités des femmes congolaises contribuent aux revenus des ménages. Ce dynamisme féminin se révèle indispensablement au bien être ou tout simplement à la survie de la plus part des familles. Les Congolaises peuvent-elles tirer d'avantage de cette situation pour parvenir à une réelle égalité avec les hommes et dans quelles conditions ?

Ce travail va nous montrer les obstacles que la femme rencontre à la recherche d'un emploi, les inégalités persistantes entre les deux sexes et les solutions pour une probable amélioration de l'intégration de la femme dans le monde du travail dans les écoles conventionnées Adventistes du 7^{ème} Jour de la Coordination Sous Provinciale du Nord-Kivu I.

MOTS-CLEFS: Analyse de la Représentativité de la Femme, Milieu Professionnel, Écoles Conventionnées Adventistes.

1 INTRODUCTION

L'égalité est un droit fondamental de la personne humaine, quelque soit le sexe biologique ou social et quelles que soient les différences entre les personnes.

Les Etats sont engagés à garantir cette égalité en adoptant en 1948 la **Déclaration universelle des droits humains**. Celle-ci dispose dans son article premier que tous les êtres humains naissent libres et égaux en dignité et en droits, et dans l'article 2 *Chacun peut se prévaloir de tous les droits et de toutes les libertés proclamés dans la présente Déclaration, sans distinction aucune, notamment de race, de couleur, de sexe, de langue, de religion, d'opinion politique ou de toute autre opinion, d'origine nationale ou sociale, de fortune, de naissance ou de toute autre situation.*[13]

La femme a toujours été une réalité sur la quelle un tas des théories de discussions, de lois ont été créés. Et malgré que la femme soit un objet de discussion dans le monde du travail et qu'elle soit un élément important pour les politiciens pour remonter leur image envers le public, la femme est toujours en second plan dans le monde du travail. [14]

Dans le monde à travers l'histoire de l'homme et de la femme ; toutes les sociétés sont caractérisées par une domination de l'homme sur la femme d'où l'inégalité entre les deux et qui se fait remarquer même jusqu'aujourd'hui.

Selon le Bureau international du travail (BIT) cité par YVELINES NICOLAS[12] , le nombre de femmes qui travaillent dans le monde a augmenté de presque 200 millions au cours de la décennie écoulée, pour atteindre 1,2 milliard en 2007, contre 1,8 milliard d'hommes. Mais dans le même temps, le nombre de femmes sans emploi est passé de 70,2 à 81,6 millions. Le taux de chômage des femmes est de 6,4 % contre 5,7 % chez les hommes. La part des femmes dans « l'emploi vulnérable » (travaillant à leur propre compte ou comme travailleuses familiales non rémunérées plutôt que titulaires d'un travail salarié et rémunéré) a régressé de 56,1 à 51,7 % depuis 1997. Le ratio emploi-population des femmes – qui indique quel avantage les économies tirent parti du potentiel productif de leur population en âge de travailler – était de 49,1 % en 2007, comparé au ratio des hommes de 74,3 %.

Le secteur des services a dépassé celui de l'agriculture en tant que premier employeur des femmes. En 2007, 36,1 % des femmes travaillaient dans l'agriculture et 46,3 % dans les services. 34 % des hommes travaillent dans l'agriculture et 40,4 % dans les services.

En effet, plusieurs pratiques prouvent ou témoignent que la femme n'avait bien à dire jusqu'au point d'être chosifiée dans certains milieux. Chez les juifs par exemple, la femme n'était pas comptée parmi les personnes se trouvant dans une assemblée.

En matthieu 14 :15-21, il est écrit que Jésus multiplia les pains des poissons qui avaient nourri cinq milles hommes sans compter les femmes et les enfants.

Toutes les inégalités entre homme et femme qui persistent dans les pays industrialisés sont encore plus importantes dans les pays en développement. Le salaire féminin moyen représente la moitié à peine du salaire masculin moyen. Les femmes sont proportionnellement plus touchées que les hommes par le chômage 70% des personnes pauvres de la planète sont des femmes. Et sur les 860 millions d'adultes analphabètes dans le monde, le deux tiers sont des femmes [14]

ARISTOTE cité par BORA KASHANDAGWE, (2011, p.2), dit que tous les êtres vivants, les femelles ont toujours moins de courage que les mâles. Elles ont les os et de dents durs. Pour lui le cerveau des hommes est plus gros que celui de la femme, ce qui prouve sa supériorité. Les inégalités professionnelles entre les hommes et les femmes persistent encore de nos jours.

Par ailleurs, la situation des femmes au travail diffère d'une région à l'autre du globe en fonction du niveau du développement des pays, mais aussi des mentalités. Plusieurs lois ont permis et accompagné l'accès au travail des femmes. En 1907, une loi permet aux françaises de disposer de leurs salaires et de bénéficier de congés de maternité. La valorisation du travail des femmes passe aussi par leur accès à l'éducation, entre les deux guerres mondiales elles accèdent à l'enseignement supérieur et peuvent en fin s'inscrire à l'université sans l'autorisation de leur père ou de leur mari. Toute fois, c'est seulement en 1965 que la loi leur accorde le droit d'exercer une profession sans l'autorisation de leur mari. Cette avancé s'inscrit dans la lutte que mènent les femmes dans les années 1960-1970 contre les inégalités et les discriminations dont elles sont victimes. Cette vague féministe pousse les gouvernements à adopter les lois établissant femmes dans le domaine professionnel :

- La loi sur l'égalité des salaires entre hommes et femmes de 1972
- La loi sur la non – discrimination à l'embauche de 1973 : l'obtention d'un emploi ne doit pas dépendre du sexe ni de l'origine ou de la couleur de peau de personne.
- La loi sur l'égalité professionnelle entre hommes et femmes de 1983

Ces lois n'ont pourtant pas comblé tous les retards : les femmes sont encore loin de bénéficier des mêmes avantages professionnels que les hommes. En France par exemple, le salaire des femmes est en moyenne inférieur de 25% à celui des hommes a diplôme égal, les femmes sont des postes de direction le taux de chômage féminin est plus élevé que celui des hommes. [14]

Dans le monde on ne compte que 3 femmes sur 192 chefs d'Etat et 15% en moyenne de femmes dans les parlements. Plus de 30 pays ont encore des lois de discrimination envers les femmes. Seuls 17 pays (dont le Rwanda, le Costa-Rica, l'Afrique du sud...) ont atteint l'objectif de 30% de femmes élues, proportion considérée par l'ONU comme minimale pour que l'élaboration des politiques reflète les valeurs sociales économiques et culturelles de l'ensemble de la société. La participation des femmes aux postes de décision économique et politique reste marginale.[11]

MPONDO.A.M, [10], elle demande aux femmes éveillées de devenir en aide à leurs consœurs à travers des réunions de sensibilisations, de formation et d'information pour qu'elles soient conscientes de la situation difficile qu'elles traversent afin de défendre leurs droits et connaître leurs devoirs dans les divers milieux où elles vivent. WHITE E.G, [9], interpelles même les hommes sur le partenariat avec les femmes car dès le commencement, la femme a été faite pour compléter l'homme incomplet. Elle continue en disant que le rôle de la femme dans la maison et dans le champ est plus important que celui du pasteur dans le champ. Elle a donc besoin d'être formée et informée de tout pour mieux exercer cette responsabilité combien louable.

KYAMAUKA, M, dans sa recherche où elle a tenté de répondre à deux questions qui sont : existe – t– il une inégalité des rapports sociaux entre l'homme et la femme en matière d'occupation des postes de commandement au ministère de la fonction publique ? En cas d'inégalités, quelles sont les causes, conséquences ainsi que les stratégies les plus adaptées à promouvoir l'égalité entre les cadres masculins et féminins au sein de ce ministère ? Les résultats de sa recherche ont montré que la discrimination basée sur le sexe existe et que cette discrimination est provoquée par des causes socioculturelles et aux causes juridico – politiques, en défaveur de la femme.

En fait, la problématique de la promotion de la femme a déjà fait couler beaucoup d'encre et de salive. Plusieurs pays du monde en ont déjà fait l'objet de leurs priorités afin de parvenir à un développement équilibré entre l'homme et la femme.

En Afrique, la femme est considérée comme un être inférieur, un être de la seconde Zone, dont le rôle se limite principalement à la production et au service de la famille.

De même en République du Congo en général, particulièrement au Nord – Kivu précisément à Masisi Rutshuru et Walikale la femme a été toujours victime de la discrimination, c'est pourquoi la femme a toujours été considérée faussement comme une créature qui a besoin de soutien : dans notre région, la femme n'est destinée qu'aux travaux de production, de la cuisine, de champs et de la maternité. La femme n'a pas de parole devant le public même dans le foyer, le mari ne demande pas l'avis de la femme quant à la prise de décision. Elle est privée de certains aliments d'origine animale. Ex chez les « abagesera » une femme ne peut pas manger la viande d'une chèvre.

A l'issue de cette transmutation, les femmes ont développé des mécanismes de défense et de lutte pour leur intégrité. Ainsi, actuellement dans tous les pays à travers le monde on parle des ministères de femme et famille. Aujourd'hui le code de la famille existe et la parité prône à travers le monde.

En R.D.Congo, la femme congolaise est promue et protégée constitutionnellement. Elle doit avoir les mêmes chances dans le domaine professionnel que son homologue homme. Elle doit de plus en plus être représentée dans toutes institutions du pays.

Au sein de l'institution religieuse, la femme devient également plus visible ; certaines prêchent ; d'autres dirigent des églises et d'autres encore prophétisent etc. Malgré l'existence d'une certaine opposition basée sur certains enseignements bibliques.

Les adventistes du 7^{ème} jour ont une conception telle que l'église est un centre de promotion du croyant. L'église est appelée à développer tout homme et toute femme par des enseignements et des actions concrètes. Pour ce faire, elle s'adonne à la construction des hôpitaux, des centres d'accueils, des universités, des écoles etc. Où les candidatures des membres sont prioritaires. Le secteur éducatif nous préoccupe dans cette recherche.

A la coordination des écoles conventionnées adventistes du 7^{ème} jour, les actions des adventistes sont visibles. Les autorités engagent le personnel en vue d'assurer une bonne formation aux élèves. Le personnel administratif et enseignant est engagé sur base de leur qualification et expérience.

Cependant, nous pouvons nous poser les questions suivantes :

- Existe-t-il une égalité des rapports sociaux entre l'homme et la femme en matière d'occupation des postes de direction et d'enseignants dans les écoles conventionnées adventistes de la coordination sous provinciale Nord – Kivu ?
- En cas d'inégalités, quelles en sont les causes, les conséquences, ainsi que les stratégies les plus aptes à promouvoir l'égalité entre personnel administratif et enseignant masculin et féminin au sein de cette coordination ?

De ces questions de la problématique nous avons émis les hypothèses selon lesquelles :

- Il existerait une inégalité des rapports sociaux entre l'homme et la femme en matière d'occupation des postes de direction et d'enseignants dans les écoles conventionnées adventistes de la coordination sous provinciale Nord – Kivu I
- Le non considération de la loi constitutionnelle, le manque des compétences, d'endurance, des qualifications de la femme seraient les facteurs à la base de la sous représentativité de la femme au sein des écoles adventistes du Nord – Kivu I
- La mise en pratique des lois d'encouragement de candidatures féminines, l'emploi des femmes au poste de responsabilité etc. seraient les efforts à fournir par la coordination des écoles adventistes du Nord – Kivu I pour réduire cet écart.

Notre travail a pour objectifs de vérifier si les femmes occupent des postes aux mêmes pieds d'égalité que les hommes dans les écoles adventistes du Nord – Kivu I.

En outre, ce travail va nous montrer les causes des inégalités persistantes entre les deux sexes et les solutions pour une probable amélioration de l'intégration de la femme dans les écoles adventistes du nord – Kivu I

En tant que éducatrice de formation, nous sommes conscientes que les hommes demeurent la source la plus importante pour tout développement. Pour ce faire, l'homme et la femme doivent travailler la main dans la main, à tous les niveaux afin d'être ensemble acteurs et bénéficiaires du développement. Les églises doivent être les modèles de ce développement équilibré homme – femme, car elles sont dans le monde comme une lampe place sur la montagne afin d'éclairer. Ainsi, nous avons opté pour ce sujet afin de voir comment l'Église Adventiste se comporte face à la discrimination basée sur les sexes.

Cette étude constitue une sorte d'éveil de conscience non seulement de l'Etat congolais et de la population, mais également des responsables de différentes églises et des écoles chrétiennes appelés à être un modèle en matière de discrimination basée sur le sexe. Ensuite, cette recherche est une banque de données capables d'inspirer, d'orienter et d'enrichir, de compléter d'autres recherches ultérieures en socio- économie du travail.

Notre travail été limité du point de vue temporel, spatial et contenu.

Pour ce qu'est de notre sujet, nous avons considéré l'année scolaire 2013 – 2014

Notre étude se limite sur les écoles adventistes du 7^{ème} du Nord – Kivu I qui englobent les 9 sous – divisions à savoir :

- Masisil, Masisill, Masisill, Rutshurul, Rutshurull, Goma, Nyiragongo et Walikalel et Walikalell

Notre domaine de recherche et la socio économie du travail, nous voulons chercher pourquoi la femme est toujours victime de la subordination dans la vie active au motif de porter le sexe différent de celui de l'homme.

Etant donné le problème posé, les hypothèses émises et les objectifs fixés, nous avons fait recours à la technique documentaire et l'entretien pour récolter les données. Le calcul de pourcentage a permis d'analyser les données et interpréter les résultats.

Outre l'introduction et la conclusion, notre travail comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre est axé sur la partie théorique qui comporte les définitions conceptuelles et la théorie sur l'inégalité sexiste.
- Le deuxième chapitre porte sur le cadre méthodologique où nous précisons la population d'études les techniques de récolte et de traitement des données.
- Le troisième chapitre et le dernier s'occupe de la présentation, le traitement des données et l'interprétation des résultats

2 CONSIDERATIONS TERMINOLOGIQUES

Dès qu'un problème est observé par un scientifique et qu'il attire son attention ; ce dernier cherche d'abord à bien le comprendre afin d'entreprendre des investigations y relatives. Pour ce faire, commençons par rendre explicite notre sujet en définissant les termes clés de notre recherche.

2.1 DÉFINITION DES CONCEPTS

2.1.1 PARITÉ

Selon Larousse [5], la parité est une égalité parfaite, une conformité. Dans la constitution de la RDC [7], à son art.14, la parité est définie comme l'égalité numérique dans la représentation de deux ou plusieurs groupes au sein d'une institution ou d'une organisation. En bref, est une participation de tout le domaine actif pour le développement de la nation. Il sied de dire que la parité ne doit jamais être confondue avec « l'émancipation » qui toujours a été utilisée abusivement car le sens qu'on attribue n'est pas conforme à son vrai sens qui consiste en une manifestation de volonté ayant des conséquences juridiques par lequel un mineur obtient pour soi la pleine aptitude d'exercer et de considérer comme semblable à un majeur. Dans le cadre de ce travail, la parité est l'égalité qui doit exister entre l'homme et la femme. C'est – à – dire avoir la même chance pour accéder aux différentes fonctions.

2.1.2 LA DISCRIMINATION

Selon le dictionnaire Petit Robert [6], la discrimination c'est le fait de distinguer des autres un groupe social et de restreindre ses droits. Elle est aussi l'action d'isoler et de traiter différemment certains individus ou groupe entier par rapport aux autres.

Pour la CEDEF, la discrimination à l'égard de la femme est toute distinction ou restriction fondée sur le sexe qu'on a pour effet de comportement, de détruire à connaissance, la jouissance ou l'exercice par la femme, quelque soit son état matrimonial sur l'égalité de l'homme et liberté fondamentale dans le domaines politique, économique, social, culturel et dans d'autres domaines.(www.diplomatie.gouv.fr/fr/MG/PDF/328int-homme-femme Pd)

Selon l'article L122-45 du code du travail, la discrimination est constituée lorsqu'une inégalité de traitement est opérée en raison de 19 critères prohibés :

l'origine
le sexe
les mœurs
l'orientation sexuelle,
l'âge,
la situation de famille,
les caractéristiques génétiques,
l'appartenance ou de la non-appartenance, vraie ou supposée, à une ethnie, une nation ou une race,
les opinions politiques,
les activités syndicales ou mutualistes,
les convictions religieuses,
l'apparence physique,
le patronyme,
l'état de santé
la grossesse
le handicap.

Un 19ème critère a été ajouté par La loi de programmation pour la ville et la cohésion sociale du 21 février 2014 : le **lieu de résidence**.

On distingue la discrimination directe et la discrimination indirecte

- **Discrimination directe** : une personne est traitée moins favorablement qu'une autre dans une situation comparable en raison de son origine ethnique, de son sexe, de son handicap, de son âge...
- **Discrimination indirecte** : un critère ou une pratique neutre en apparence désavantage des personnes sur la base de leur origine ethnique, de leur sexe, etc. [13]

2.1.3 EMANCIPATION

Selon le dictionnaire Petit Robert [6], l'émancipation c'est affranchir, libérer, d'une tutelle d'une autorité supérieure. L'émancipation est un acte juridique qui mettant un mineur hors de la puissance parentale ou de la tutelle lui permet d'administrer ses biens et touche ses revenus.

2.1.4 L'ÉGALITÉ

Le dictionnaire français Larousse [6] définit l'égalité comme ce qui est égal, équivalent état de ce qui est uni, régulier, principe selon lequel tous les citoyens peuvent invoquer les droits. La vision de l'égalité implique que les hommes ont les mêmes droits, opportunités et responsabilités en termes égaux.

Dans le livre de projet de la constitution de la RDC [7] à son article 14, on nous dit que le pouvoir public veille à l'élimination de toute forme de discrimination à l'égard de la femme et d'assurer la protection et la promotion de ses droits. La femme a droit à une représentation équitable au sein des institutions provinciales et locales.

Grace à l'éducation et aux possibilités de formation et d'information qui lui sont offertes, la femme acquiert l'instruction qui lui permet de travailler en dehors du ménage, d'exercer d'autres métiers, d'avoir les mêmes avantages que l'homme au niveau de l'emploi.

3 MILIEU ET METHODES

3.1 PRÉSENTATION DE LA POPULATION D'ÉTUDE

Selon P.DEPELTEAU, [8], la population est définie comme étant : « l'ensemble de tous les individus qui ont les caractéristiques précises en relation avec les objectifs de l'étude ».

Quant à M. GRAWITZ [3], la population est l'ensemble dont les éléments sont choisis parce qu'ils possèdent tous même propriété et qu'ils sont de même nature. Il peut s'agir d'un ensemble de personnes classées suivant un critère donné.

Pour R. QUIVY et al. [15] la population est l'ensemble d'éléments constituent un tout. Quant à R. MUCHIELLI cité par K, MULUMEODERHWA (1997, p18), la population d'étude est l'ensemble des groupes humains concernés par les objectifs de l'enquête. Elle est aussi appelé univers d'enquête. Elle peut être finie ou infinie. Elle est finie lorsqu'on connaît exhaustivement le nombre d'individus qui la constituent. Tandis qu'elle est infinie lorsque le nombre d'individus n'est pas connu.

En ce qui nous concerne, notre population est connue. Elle est donc exhaustive. Cette population est constituée de tous les enseignants du primaire et ceux du secondaire et tout le personnel administratif du primaire et du secondaire des écoles conventionnées adventistes du septième jour de la coordination sous provinciale du Nord – Kivu I. cette coordination est composée de 9 sous divisions qui sont : la sous division urbaine de Goma, de Njuragongo, de Masisi I, Masisi II, Masisi III, de Rutshuru I, de Rutshuru II, de Walikale I et de Walikale II. Le nombre d'écoles selon les sous divisions se présentent dans le tableau ci – dessous

Tableau n° I. Le nombre d'écoles primaires et secondaires des ECASJ Nord – Kivu I.

N°	Ecoles sous – divisions	Notions d'écoles				Total
		Primaires	%	secondaires	%	
1	Goma	10	5.4	5	5.5	15
2	Nyiragongo	2	1.1	2	2.2	4
3	Masisi I	24	13	10	11	34
4	Masisi II	54	29.3	28	30.7	82
5	Masisi III	37	20.1	22	24.1	59
6	Rutshuru I	28	15.2	9	9.9	37
7	Rutshuru II	24	13	12	13.2	36
8	Walikale I	2	1.1	3	3.3	5
9	Walikale II	3	1.6	-		3
	ECASJ NORD – KIVU I	184		91		275

Au regard de ce tableau, nous constatons que la coordination des ECASJ au Nord – Kivu I organise 184 écoles primaires et 91 écoles secondaires. La sous – division Masisi II organise 54 écoles primaires soit 29.3% et 28 écoles secondaires soit 30.7%. La sous division Masisi III compte 37 écoles primaires soit 20.1% et 22 écoles secondaires soit 24.1%, la sous division Walikale II, est la dernière qui organise 3 écoles primaires, sans écoles secondaires.

En outre, pour atteindre les objectifs de notre étude, nous nous sommes entretenus avec l'équipe chargée du recrutement du personnel administratif et enseignant des ECASJ du Nord – Kivu. Cette population est composée du Représentant légal, le secrétaire général de l'Association du Kivu central, du directeur de département de l'éducation dans l'Association du Kivu Central, le coordonnateur des ECASJ Nord – Kivu I et le chef du personnel.

3.2 TECHNIQUES DE RECOLTE DES DONNEES.

Pour récolter les données relatives à notre sujet de travail, nous avons recouru à trois techniques notamment, la technique documentaire et l'entretien.

3.2.1 LA TECHNIQUE DOCUMENTAIRE

Cette technique est selon M. GRAWITZ [3] une technique consistant en la consultation des documents écrits, documents chiffrés, des documents officiels et des documents privés. Dans celle – ci le chercheur n'exerce aucun contrôle sur la façon

dont les documents ont été établis, mais doit sélectionner ce qui l'intéresse, l'interpréter ou comparer des matériaux pour le rendre utilisable.

Pour D. MALALA (2004), la recherche documentaire permet au chercheur d'exploiter les informations des personnes ressources afin de bien élaborer sa problématique, de mieux formuler son hypothèse et des techniques de traitement des données mais aussi lui faciliter l'interprétation des résultats obtenus en ce qui nous concerne, nous avons consulté la mise en place du personnel administratif, enseignant et ouvrier des écoles primaires et secondaires adventistes de la coordination sous provinciale des ECASJ Nord – Kivu I année scolaire 2013 – 2014 élaborée par la dite coordination. La consultation de cette mise en place a consisté à l'exploitation des tableaux de mise en place du personnel administratif, enseignant et ouvrier selon le sexe et selon le grade.

3.2.2 L'INTERVIEW

Outre la documentation, nous avons fait usage de la technique d'interview en vue d'actualiser et de rendre les données de ces écrits plus fiables.

Cette technique est selon P. FOULQUIE [2], un entretien qu'un journaliste ou un enquêteur demande d'ordinaire à une personne jouant un rôle sur sa vie, ses œuvres ou ses activités, son opinion sur un problème actuel....

Quant à A. LAMOUREUX cité par F.DEPELTEAU [8], l'interview ou l'entretien est un outil de collecte de données qui sert à recueillir le témoignage verbal des personnes.

Pour M. GRAWITZ [4] l'interview ou entretien est défini comme étant « un procédé d'investigation scientifique, utilisant un processus de communication verbale pour recueillir des informations, en relations avec un objectif fixé.

En vue de récolter les données nécessaires nous avons eu à nous entretenir avec les autorités ecclésiastiques de l'association du Kivu Central notamment : le représentant légal, du directeur de département de l'éducation, le coordinateur sous provincial des ECASJ Nord – Kivu I et le chef du personnel des écoles conventionnées adventistes du 7^{ème} jour au Nord – Kivu I. tous membres du comité de recrutement des personnes. A toutes ces personnes nous avons posée des questions axées sur deux thèmes principaux à savoir :

1. Les raisons profondes d'inégalité entre l'homme et la femme dans le personnel administratif et enseignant des écoles conventionnées adventistes du 7^{ème} jour Nord – Kivu I.
2. Les solutions à proposer pour que la femme soit représentée valablement dans les écoles conventionnées adventistes du 7^{ème} jour Nord – Kivu I.

3.3 TECHNIQUE DE DÉPOUILLEMENT

Les données statistiques qui ont été recueillies ont été traitées au moyen de l'indice de pourcentage dont la formule.

$$P = \frac{f}{n} \times 100 \text{ où } P = \text{Pourcentage}$$

f = fréquence

N = Échantillon

Pour dépouiller les réponses données par les autorités ecclésiastiques lors de l'entretien, nous avons relevé les idées principales contenues dans les différentes réponses de sujets.

Sur ce, nous avons procédé par une analyse du contenu de celles-ci

Selon BERELSON cité par G. DELANDSHEERE [1] l'analyse du contenu est une technique de recherche ayant pour objet la description systématique et quantitative du contenu manifeste de la communication.

De son côté René écuier cité par F DEPELTEAU [8] définit l'analyse du contenu comme étant « une méthode de classification dans diverses catégories des éléments du document analysé pour faire ressortir les différentes caractéristiques en vue d'en mieux comprendre les sens exacts et précis.

Pour R. QUIVY et al, [15]) l'analyse du contenu porte sur des messages aussi variés que des œuvres littéraires ; des programmes audio-visuels des déclarations politiques des rapports

L'analyse du contenu est une méthode capable d'effectuer une exploitation totale et objective des données informationnelles.

4 PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans cette partie, nous présentons les données de notre étude, les résultats et nous allons procéder à leur analyse ainsi qu'à leur interprétation

En outre, nous présentons les résultats obtenus à partir de notre entretien libre.

4.1 ANALYSE GLOBALE DE LA REPRESENTATIVITE DE LA FEMME DU PERSONNEL ADMINISTRATIF ENSEIGNANT DANS LES ECOLES CONVENTIONNEES ADVENTISTES AU NORD-KIVU I

La Coordination sous provinciale des écoles conventionnées Adventistes du Septième jour s'entend sur 4 territoires et la ville de Goma.

Ces territoires sont : Le territoire de Masisi, de Rutshuru, de Nyiragongo et le territoire de Walikale.

Cette coordination est opérationnelle dans 9 sous divisions à savoir : La Sous-division urbaine de Goma, la sous-division de Nyiragongo, le Masisi I, de Masisi II, de Masisi III, de Rutshuru I, de Rutshuru II, de Walikale I et la sous-division de Walikale II.

Cette coordination compte 276 écoles agréées dont 185 écoles primaires et 92 écoles secondaires.

Toutes ces écoles encadrent 45 312 élèves à l'école primaire dont 19 428 sont des filles. Les écoles secondaires encadrent 13 379 élèves dont 4 650 sont des filles.

Au total la coordination sous provinciale des écoles Conventionnés Adventistes du Nord-Kivu I compte 56 691 élèves dont 24 078 sont des filles.

Le tableau suivant reprend la représentation administrative et enseignante selon le sexe des écoles conventionnées Adventistes du Nord-Kivu.

Tableau n° II. Répartition du personnel Administratif et Enseignant selon le sexe année 2013 – 2014

N°	Personnel Ecoles	Administratif						Enseignants					
		H	%	F	%	TOTAL	%	H	%	F	%	TOTAL	%
01	Primaire	195	97,5	5	2,5	200	100	1110	83,14	225	16,85	1335	100
02	Secondaire	100	99	1	1	101	100	862	94,3	52	5,7	914	100
	ECASJ Nord-Kivul	295	98	6	2	301	100	1972	87,7	277	12,3	2249	100

Source : Rapport mise en place 2013 – 2014

Légende H : Homme ; F : Femme ; % Pourcentage.

Au regard de ce tableau, nous constatons que les écoles primaires comptent 200 personnes administratives dont 195 Hommes soit 97,5% et 5 femmes soit 2,5% Aussi elles comptent 1335 enseignants dont 1110 hommes soit 83,14% et 225 femmes soit 16,86%

A l'école secondaire, les personnels administratifs sont au nombre de 101 dont 100 hommes soit 99% et une femme soit 1%. En fin, l'école secondaire compte 914 enseignants dont 862 hommes soit 94,3% et 52 femmes soit 5,7%.

De ces résultats, nous confirmons notre première hypothèse selon laquelle : il existerait une inégalité des rapports sociaux d'occupation des postes de Direction et d'enseignant dans les écoles conventionnées Adventistes de la Coordination sous-provinciale Nord-Kivu I année 2013 – 2014.

Pour vérifier les deux dernières hypothèses nous nous sommes entretenues avec les autorités ecclésiastiques chargées du recrutement du personnel administratif au sein des écoles conventionnées Adventiste du Nord-Kivu I.

A toutes ces personnes, nous avons posé une série de questions axées sur deux thèmes principaux à savoir :

1. Les raisons profondes d'inégalité entre l'homme et la femme du personnel administratif et s'enseignant des ECASJ du Nord-Kivu I.
2. Les solutions proposées pour que la femme soit représentée valablement dans les ECASJ du Nord-Kivu I.

Les différentes opinions sur les raisons profondes d'inégalité entre l'homme et la femme ont été ordonnées en fonction de la fréquence avec laquelle chacune a été évoquée.

Nous allons commencer par les opinions rarement présentées pour terminer pour celles qui ont été évoquées. Il est intéressant de noter que les autorités ecclésiastiques n'ont pas de divergences dans leurs réponses, mais ils ont souligné une cause jugée profonde, c'est ainsi que les enquêtés ont souligné comme cause que la responsabilité des femmes est être ménagère ou mère.

En outre, ils confirment que les congés de la maternité bouleversant beaucoup le rythme de travail et vaut mieux d'engager beaucoup d'hommes que des femmes. Ce qui nous permet de confirmer notre deuxième hypothèse.

En ce qui concerne la variable, les solutions à proposer pour que la femme soit représentée valablement dans les écoles conventionnées Adventistes du Septième jour Nord-Kivu I, ils ont souligné le séminaire de sensibilisation en dénonçant tout cas de violation de droit de la femme et revoir les critères de recrutement des agents dans les ECASJ de la RD Congo en général et du Nord-Kivu I en particulier. De ces résultats, notre troisième hypothèse a été confirmée.

En définitive, nous pouvons dire sans hésitation qu'il n'y a pas de représentativité de la femme dans le personnel administratif et enseignant dans les ECASJ du Nord-Kivu I

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Notre travail de recherche est intitulé « Analyse de la représentativité de la femme dans les Ecoles Conventionnées Adventistes du Septième jour Nord-Kivu I année scolaire 20113 – 2014

Pour vérifier les hypothèses, nous avons eu recours aux deux techniques à savoir : la technique documentaire, l'interview libre pour récolter les données. Ces données ont été analysées en recourant aux calculs de pourcentage après analyse des données, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

En ce qui concerne la représentativité de la femme dans le personnel administratif et enseignant dans les ECASJ Nord-Kivu I.

A l'école primaire et à l'école secondaire le personnel administratif s'élève à 301 personnes dont 295 hommes soit 98% contre 6 femmes soit 2%. Quant au personnel enseignant au total nous avons 2249 dont 1972 l'enseignants soit 87,7% contre 277 enseignantes soit 12,3%. De ces résultats, les autorités ecclésiastiques chargées du recrutement du personnel ont confirmé que les femmes doivent jouer le rôle de ménagère et de mère en plus leurs congés de maternité bouleversent beaucoup le rythme de travail comme causes principales. Comme solutions, ils ont proposés de revoir les critères de recrutement des agents.

Tenant compte de ces résultats, nous tenons à formuler les suggestions suivantes:

- Faciliter l'accès à l'emploi pour les femmes diplômées.
- Au gouvernement de prendre en main ses responsabilités pour faire respecter la parité dans le recrutement des agents dans toutes les institutions professionnelles.
- Aux gestionnaires des ECASJ d'encourager les candidatures féminines car les femmes sont aussi compétentes aux postes de direction et d'enseignant selon la formation reçue.
- Aux hommes de ne plus avoir tendance d'exclure les femmes dans la vie professionnelle.
- Aux parents de scolariser leurs filles pour qu'elles soient engagées et s'acquitter de leurs tâches.

REFERENCES

- [1] DELANDSHEERE, G. (1979). Dictionnaire de l'évaluation et de la recherche en éducation, PUF, Paris.
- [2] FOULQUIE, P. (1971). Dictionnaire de la langue Pédagogique, PUF. Paris
- [3] GRAWITZ, M. (1971). Méthodes des sciences sociales, 4^e éd., Dalloz, Paris.
- [4] GRAWITZ, M. (2001). Méthodes des Sciences sociales, 5^{ème} Edition Dalloz, Paris.
- [5] PETIT LAROUSSE (1990), Dictionnaire de la langue Française, Paris
- [6] PETIT ROBERT (2006). Dictionnaire de la langue française, Paris
- [7] Projet de la Constitution de la République Démocratique du Congo 47eme année, Kinshasa, 2006
- [8] DEPELTEAU (2000), La démarche d'une recherche en sciences humaines, de Boeck, Université, Bruxelles
- [9] WHITE.E.G,(1986),Éducation ,éd. Vie et Santé Dammarie Les Lys, France
- [10] MPONDO, A, M. (1998), Approche guerre pour un partenariat homme, femme, éd. Épiphanie, Kinshasa
- [11] <http://www.adequations.org>->Egalite homme-femme
- [12] [http://www.adequation.org/spip.php%3Farticle 881](http://www.adequation.org/spip.php%3Farticle%3D881)
- [13] [http://www.adequation.org/spip.php%3Farticle362](http://www.adequation.org/spip.php%3Farticle%3D362)
- [14] Microsoft Encarta junior
- [15] QUIVY,R et COMPENHOUT(1988), Manuel de recherche en Sciences Sociales, DUNOD,Paris

School Feeding Program in Ghana: Factors Affecting Academic Performance among Public Primary School Pupils in Garu-Tempene District

Musah BUKARI¹, Imoro Pars Naaba HAJARA², and Abayomi OLORUNTOBA³

¹Department of Industrial Arts,
Tamale Polytechnic,
Box 3 E/R, Tamale, Ghana

²Department of Marketing and Research,
M-bukCONCEPTS
Box 320 E/R, Tamale, Ghana

³Department of Agricultural Extension, Rural Development and Gender Studies,
University for Development Studies,
Box TL 1882, Nyankpala campus, Tamale, Ghana

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 used a district-level data from 2008-2012 to examine socio-economic factors affecting academic performance of pupils in food insecure district of Garu-Tempene, Upper East Region. The study explored the possible correlation between selected factors like age (years), type of marriage, religion, number of dependent, type of residence/domicile, type of dwelling, occupation and highest qualification of parent/guardian as independent variables and academic performance as dependent variable. A quasi-experimental design was used in selecting 360 pupils both from participating and non-participating public primary schools with similar socio-economic characteristics in Garu-Tempene District. The study revealed a causal link between school feeding program and academic performance as the participating schools' pupils had an improved academic performance. Again, Pearson Product Moment Correlation coefficients for socio-economic variables and academic performance results showed positive significant correlations ($p < 0.05$) with type of marriage, ($r = 0.69$), number of dependent, ($r = 0.193$) and type of residence/domicile, ($r = 0.188$). The study therefore recommended that the school feeding programs' sustainability should be well-targeted not only on the basis of food insecurity but through a more rigorous in-depth socio-economic survey and vulnerability mapping with a view to scaling-up of the program in food deficit areas to incorporate more schools.

KEYWORDS: Socio-economic Factors, Academic Performance, School Feeding Program, Ghana

1 INTRODUCTION

Primary education is not only a human right; it is also becoming a social necessity. The share of poverty decreases with the rise in educational levels. Hence, the main reason for spending public money on primary education is to invest in human capital that would promote and accelerate the economic, social, cultural and political development of a country. To stem the tide in poor academic performance in public primary schools among poor vulnerable children in food insecure areas, the Ghana School Feeding Program (GSFP) was introduced as a pilot project in September, 2005. This pilot phase was initiated in 10 selected schools across the 10 Regions in Ghana. By 2008, it has incorporated 170 districts and by 2011 it had covered 713,590 children in targeted schools across the entire country (GoG, 2006). The program is a Comprehensive Africa Agricultural Development Program (CAADP) Pillar-3 of NEPAD which aims at enhancing food security and reducing hunger in line with the UN-MDGs on hunger, poverty and universal primary education.

Geographically, Ghana is a small country of 24.6 million people (GSS, 2012). Formal education remains the core pillar of human development with 18,579 primary schools nationwide (GoG, 2010). Following the introduction of Free Compulsory and Universal Basic Education (FCUBE) and the Capitation Grant to promote and increase enrolments in all basic schools in the country, these have culminated into a dramatic increase in the number of kindergartens and primary schools across the country to accommodate the increasing numbers without corresponding attention to quality (GoG, 2008). Addo-Adeku *et al.*, Okyerefo *et al.* (2011) citing GoG (2008) reported that, there has been evidence of significant drop in the academic performance of pupils during the Basic Education Certificate Examinations (BECE) in public schools between 2001 and 2010. In the 2007 BECE results, about 39 per cent of the candidates who sat for the examination had aggregate 31-60 and the overall pass rate was 63 percent. Again, Sarah *et al.*, (2010) indicated that the academic performance of pupils in Upper East Region particularly Garu-Tempene District has even worsened despite the numerous efforts to improve the quality of basic education. Moreover, the socio-economic backgrounds of parents have also resulted in the differences of academic performance of pupils which are factors affecting the implementation of a policy intervention.

Enrolling children in school is one thing, but keeping them in school and making sure that they learn is another (Adamu-Issah *et al.*, 2007). Access and quality of education are interventions aimed at making sure the UN-MDGs on hunger, poverty and universal primary education are achieved. One of the several interventions used in addressing the UN-MDGs is the School Feeding Program. The Ghana School Feeding Program which aimed at providing one nutritious meal per day for pupils in public primary schools has ran since 2005-2012 has not been assessed to ascertain the factors affecting academic performance of targeted beneficiaries.

2 PURPOSE OF THE STUDY

The purpose of the study was to assess the socio-economic factors affecting academic performance of participating pupils in Guru-Tempene District in relation to the Ghana School Feeding Program. Specifically, the objectives are to:

- describe the pupil's/parent's/guardian's socio-economic characteristics;
- describe school teachers' characteristics;
- ascertain the academic performance of pupils in participating and non-participating schools in core subjects of English Language, Mathematics and Integrated Science by sex in public primary schools;
- determine the socio-economic factors influencing academic performance of pupils in public primary schools

3 RESEARCH QUESTIONS

The following research questions were raised to guide the study:

- What are the pupil's/parent's/guardian's socio-economic characteristics?
- What are the school teachers' characteristics?
- Does the school feeding promote changes in pupil's academic performance in schools?
- What specific socio-economic variables affect academic performance of pupils in schools?

4 METHODOLOGY

4.1 RESEARCH DESIGN

The study used a quasi-experimental design which was acceptable in the circumstance due to the absence of baseline data on the program which had ran for seven years. According to Duflo (2004), randomized design could be appropriate in order to obtain credible and transparent estimates of program impact that overcome the problems often encountered when using other evaluation practices. The critical objective of any evaluation of this nature was to establish that a non-participating group, who in the absence of the school feeding intervention would have had outcomes similar to the participants. In support of this assertion, Oloruntoba (2000) posited that the comparison group (non-participants) gives us an idea of what would have happened to the participating group if it had not been exposed, and thus allows us to obtain an estimate of the average effect on the treatment group (participants).

4.2 POPULATION, SAMPLING PROCEDURE AND SAMPLE SIZE

The study population (N) comprised of all pupils, parents and headteachers / class teachers in all public basic schools across Garu-Tempene District. Classes four, five and six Pupils were purposively selected as samples for the study due to the

fact that these pupils were more matured and would be able to respond to the questionnaire. Moreover, these pupils would be most likely to have participated in the school feeding program for at least three years. Therefore, a total sample size (n) of 360 pupils, made up of (180 participants and 180 non-participants) with the same socio-economic characteristics was selected for the study based on Krejcie and Morgan Table (1970) for determining sample sizes. The study employed simple random, stratified and purposive sampling techniques in selecting the sample for the study.

In each school (participating schools and non-participating schools), lists of classes four, five and six were obtained from the Class Registers' to constitute the pupils' sample frame. Simple random sampling technique was used to select 10 pupils each from a class. Headteachers / Class Teachers from each school (participating schools and non-participating schools) were also purposively selected for the study. However, parents of each index pupil provided data on parent/guardian socio-economic characteristics.

4.3 METHOD OF DATA COLLECTION AND ANALYSIS

Both primary and secondary data were used for the study. Primary data was obtained using questionnaire to solicit data from the respondents while secondary data was obtained from the GSFP District Secretariat, Ghana Education Service and Ghana Health Service. The instruments were subjected to face and content validity by experts in rural extension. For reliability of the instrument, a test-retest method was used on similar respondents at an interval of two weeks at a location outside the study area. A high Cronbach Alpha Coefficient ($r=0.72$) was obtained which indicated that the instrument was reliable enough to be used. The instrument was administered on respondents in various schools during lunch. Data collected was sorted, coded and analyzed using SPSS version 16.0 Special Edition for Windows for both descriptive statistics and Pearson Product Moment Correlation (PPMC) analyses with decision taken *a priori* at 5% level of significant.

5 RESULTS

Pupils/parents/guardians were major stakeholders in primary education; hence, their socio-economic characteristics were important as presented in Table 1.

5.1 SEX OF PUPILS

Findings show that more than half of the participants and non-participants are boys (55.6 % and 51. 7% respectively) and less than half are girls (44.4% and 48.3% respectively). This male-dominance was noted by UNESCO (2012) which affirmed that gender disparity still exist among pupils despite the effort to bridge the gap between boys and girls in access to primary schooling in Northern Ghana.

Table 1: Distribution of pupils/parents/guardians demographic characteristics (Participating and Non-Participating Schools)

Variables	Participating Schools						Non-Participating Schools					
	Girls			Boys			Girls			Boys		
	Freq	%	Mean	Freq	%	Mean	Freq	%	Mean	Freq	%	Mean
Sex:	79	44.4		99	55.6		87	48.3		93	51.7	
Total	79			99			87			93		
Age (Years):												
< 10	10	12.7		6	6.1		12	12.9		5	5.7	
11-15	63	79.7	12.8	74	74.7	13.4	75	80.6	12.7	64	73.6	13.6
16-20	6	7.6		19	19.2		6	6.5		18	20.7	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	
Religion of pupil's parent/guardian:												
Muslim	47	59.5		54	54.5		53	57.0		46	52.9	
Christianity	27	34.2		35	35.4		27	29.0		31	35.6	
African Traditional Religion	5	6.3		10	10.1		13	14.0		10	11.5	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	
Type of marriage by parent/guardian:												
Parent is/was monogamous	24	30.4		30	30.3		34	36.6		31	35.6	
Parent is/was polygamous	53	67.1		67	67.7		59	63.6		55	63.2	
Single parent	2	2.5		2	2.0		0	0.0		1	1.1	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	
Type of domicile/residence:												
Rural	58	73.4		77	77.8		76	81.7		75	86.2	
Peri-urban	13	16.5		16	16.2		16	17.2		12	13.8	
Urban	8	10.1		6	6.1		1	1.1		0	0.0	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	
Type of Dwelling												
Mud with thatched roof	25	31.6		33	33.3		25	26.9		25	28.7	
Mud with zinc roof	44	55.7		59	59.6		60	64.5		60	69.0	
Block house with zinc roof	10	12.7		7	7.1		8	8.6		2	2.3	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	
Variables	Freq	%		Freq	%		Freq	%		Freq	%	
Occupation of parent/guardian:												
Parents in paid employment	12	15.2		11	11.1		8	8.6		5	5.7	
Crop Farmers	59	74.7		83	83.8		67	72.0		69	79.3	
Non-farm	6	7.6		4	4.0		9	9.7		8	9.3	
Cattle rearers	2	2.5		1	1.0		9	9.7		5	5.7	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	
Educational Attainment of parent/guardian:												
Basic education	10	12.7		10	10.1		11	11.8		11	12.6	
Secondary	2	2.5		5	5.0		8	8.6		9	10.4	
Tertiary	9	11.4		7	7.1		3	3.2		3	3.4	
Quranic	10	12.7		12	12.1		12	12.9		10	11.5	
No education	48	60.8		65	65.7		59	63.4		54	62.1	
Total	79	100.0		99	100.0		93	100.0		87	100.0	

5.2 AGE

According to GoG (2010), the general schooling age for pupils was 4 -14 years. Findings revealed that for participating schools, the mean age by sex was 12.8 for girls and 13.4 for boys. The age range was 11-15 years. For non-participating schools, the mean age by sex was 12.7 for girls and 13.6 for boys. The age range was also 11-15 years.

5.3 RELIGION / TYPE OF MARRIAGE OF PARENTS/GUARDIANS

In most part of Northern Ghana, Muslim religion pre-dominates. Findings showed that for participating pupils by sex, more than half of the parents/guardians (59.5% girls 54.5% boys) and non-participants (57.0% girls and 52.9% boys) are Muslims. By extension, the parents/guardians religion automatically becomes that of the pupils. This signifies the presence of Islam in the study area.

In terms of marriage, findings by sex of pupils also reveal that polygamy was still being practiced by most of the parents/guardians. Parents/guardians of pupils in participating schools (67.1% girls and 67.7% boys) and non-participating (63.6% girls and 63.2% boys) were polygamous.

5.4 TYPE OF DOMICILE / DWELLING.

The findings also showed that majority of the pupils' parents/guardians (73.4% and 77.8% participants, and 81.7% and 86.2% non-participants) reside in the rural communities. Using the pattern of housing as a proxy for the indication of poverty, one-third of pupils (31.6% girls and 33.3% boys) participants, and (26.9% girls and 28.7% boys) non-participants resided in dwelling constructed with mud and thatched roof, while more than half (55.7% girls and 59.6% boys) participants, and (64.5% girls and 69.0% boys) non-participants resided in dwellings constructed with mud and zinc roof. The implication of this finding signifies the presence of poverty among the parents/guardians. Empirical evidence shows that despite the significant decline in poverty at the national level, the northern regions still have the highest poverty rates, particularly in the rural areas (GoG and UNDP, 2010, and World Bank, 2004).

5.5 OCCUPATION AND EDUCATIONAL LEVELS OF PARENTS/GUARDIANS

Findings show that farming is the main occupation of the parents/guardians. Majority of parents/guardians (74.7% girls and 83.8% boys) participants, and (72.0% girls and 79.3% boys) non-participants) are farmers. The implication is that pupils were likely to be absent from school to work on the farms.

Generally, the literacy level of parents/guardians is low. Findings show that most parents/guardians (60.8% girls and 65.7% boys) participants, and (63.4% girls and 62.1% boys) non-participants) have no education. This confirms the assertion made by *de Lange*, (2007) that the high level of illiteracy among parents/guardians was due to the deliberate policy of building a crop of labor force in the north as migrant farmers in the south by colonial masters.

5.6 SCHOOL TEACHERS' CHARACTERISTICS

Table 2 shows that majority of teachers (71.1% 89.5%) in participating and non-participating schools respectively were males, aged 21 and 30 years (55.3% participants and 50.0% non-participants), had teaching experience of less than five years (71.1% participants and 68.4% non-participants) and were mostly Christians (63.2% participants and 63.2% non-participants). In term of qualifications, more than half (57.9% participating and 52.6% non-participating schools) possessed Diploma meaning that they possess capacity to pursue further studies. This implies that they are young teachers requiring motivation and incentives to remain in the rural area.

Table 2. School Teachers' Characteristics

Information	Participating School		Non-Participating School	
	Frequency	Percent	Frequency	Percent
Sex:				
Female	11	28.9	4	10.5
Male	27	71.1	34	89.5
Total	38	100.0	38	100.0
Age:				
< 20 years	2	5.3	9	25.0
21-30 years	21	55.3	18	50.0
31-40 years	8	21.1	4	11.1
41-50 years	5	13.2	5	13.9
> 50 years	2	5.3	0	0.0
Total	38	100.0	36	100.0
Religion:				
Muslim	9	23.7	12	31.6
Christianity	24	63.2	24	63.2
African Traditional Religion	5	13.2	2	5.3
Total	38	100.0	38	100.0
Teachers' Qualification:				
B.Ed, B.A, B.Sc.	2	5.3	2	5.3
Diploma	22	57.9	20	52.6
Teachers' Certificate 'A'	6	15.8	4	10.5
SSSCE/WASSCE	6	15.8	12	31.6
BECE	2	5.2	0	0.0
Total	38	100.0	38	100.0
Teaching Experience:				
< 5 years	27	71.1	26	68.4
5 - 10 years	3	7.9	6	15.8
11- 20 years	4	10.5	1	2.6
> 20 years	4	10.5	5	13.2
Total	38	100.0	38	100.0

5.7 ACADEMIC PERFORMANCE OF PUPILS IN PARTICIPATING AND NON-PARTICIPATING SCHOOLS IN CORE SUBJECTS (ENGLISH LANGUAGE, MATHEMATICS AND INTEGRATED SCIENCE)

Table 3 presents the academic performance of pupils in core subjects. Findings show that most girls and boys in English Language (63.3% and 63.6%), Mathematics (62.0% and 69.7%) and Integrated Science (68.4% and 66.6%) respectively in participating schools scored above 70% in core subjects of English Language, Mathematics and Integrated Science. The GSFP has succeeded in improving the academic performance of pupils. This assertion is supported by that of Kazianga *et al.* (2012), Cecilia and María (2011), Belot and James (2010), Kristjansson *et al.* (2009), Singh (2008), Vermeerch and Kremer (2004) and Ahmed (2004) who all found evidences linking the difference between the academic performance (English Language, Mathematics and Integrated Science) of pupils in participating and non-participating schools which agrees with the finding. Comparatively, in the non-participating schools, more than half of pupils (Girls and Boys) (English Language (55.9% and 55.2%), Mathematics (57.0% and 56.3%) and Integrated Science (59.1% and 56.1%) respectively) scored below 70% in core subjects of English Language, Mathematics and Integrated Science.

On the contrary to this findings, Swartz (2009) carried out an evaluation of school feeding program as a service delivery mechanism to improve academic performance of needy learners in Bonteheuwel, South Africa, The findings revealed that, the school feeding program was not effective and that more should be done to improve its delivery. In Argentina, Cecilia and María (2011) through randomized pairing of participants and non-participants of disadvantaged school pupils showed significant positive result. The presence of the school meal services improved the academic performance of the pupils in Language Test Scores by 3.5 per cent of the mean or by 14.8 per cent of the standard deviation of the distribution of Language test scores. Though, that could not be said of Mathematics.

In Kenya, Vermeersch (2003) examined the effects of subsidized school meals on school participation, educational achievement, and school finance in a developing country setting. The findings revealed a 30 per cent higher participation of children in the treatment group than in the comparison group leading to higher test scores (0.4 of a standard deviation) only in schools where teachers were relatively well trained prior to the program and larger class sizes. For progression rates to primary schools, treatment and comparison schools were similar. Another finding was high teacher absenteeism of up to 30 per cent despite the attention and resources devoted to them on both treatment and comparison group.

In general, Kamlongera (2009) after assessing works of others on school feeding and equitable access to education in Malawi, revealed that, schools with school feeding program had higher enrolment, improved student's performance in class, a gender ratio of more than one in favor of girls, reduced absenteeism and parents encouraged to send their kids to schools than schools that were not enjoying from the program under the same circumstance.

Table 3. Academic performance of pupils in participating and non-participating schools in core subjects (English Language, Mathematics and Integrated Science) in last term (2011/2012) examination by gender in public primary school

Core Subjects	Participating School				Non- Participating School			
	Girls		Boys		Girls		Boys	
	Freq	Percent	Freq	Percent	Freq	Percent	Freq	Percent
English Language:								
Excellent	50	63.3	63	63.6	22	23.7	30	34.5
Average	24	30.4	30	30.3	52	55.9	48	55.2
Poor	5	6.3	6	6.1	19	20.4	9	10.3
Total	79	100.0	99	100.0	93	100.0	87	100.0
Mathematics:								
Excellent	49	62.0	69	69.7	23	24.7	24	27.6
Average	23	29.1	26	26.3	53	57.0	49	56.3
Poor	7	8.9	4	4.0	17	18.3	14	16.1
Total	79	100.0	99	100.0	93	100.0	87	100.0
Integrated Science:								
Excellent	54	68.4	66	66.6	20	21.5	26	29.9
Average	14	17.7	26	26.3	55	59.1	49	56.3
Poor	11	13.9	7	7.1	18	19.4	12	13.8
Total	79	100.0	99	100.0	93	100.0	87	100.0

*Excellent (70-100), Average (40-69), Poor (< 40)

5.8 CORRELATION BETWEEN SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS AND ACADEMIC PERFORMANCE

Correlation coefficients for socio-economic variables and academic performance are presented in Table 4 using PPMC. Academic performance (AP) showed positive significant correlations ($p < 0.05$) with type of marriage TM, ($r = 0.69$), number of dependent ND, ($r = 0.193$) and type of residence/domicile TR, ($r = 0.188$). The implication was that pupils' with few family sizes would probably do performed better than those with large family. Stephanie (2012) reported that we are in a world in which pre-determined household characteristics affect a child's educational access and success at birth.

Table 4: Correlation Coefficients between Socio-economic Characteristics and Pupils Academic Performance

Variables	AP	AG	TM	RP	ND	TR	TD	OP	HQ
AP	-								
AG	0.066	-							
TM	0.153*	0.056	-						
RP	0.069	0.064	0.023	-					
ND	0.193*	0.280**	0.049	0.169*	-				
TR	0.188*	-0.007	0.136	-0.192*	-0.176*	-			
TD	0.103	-0.105	0.076	-0.135	-0.036	0.392**	-		
OP	-0.122	0.005	0.005	-0.125	-0.039	-0.133	-0.005	-	
HQ	-0.026	0.095	-0.041	0.086	-0.002	-0.220**	-0.049	0.221**	-

*Significant @ 0.05 level, **Significant @ 0.01 level.

Legend:

- AP: Academic Performance
AG: Age (years)
TM: Type of marriage
RP: Religion of parent/guardian
ND: Number of dependent
TR: Type of residence/domicile
TD: Type of dwelling
OP: Occupation of parent/guardian
HQ: Highest qualification of parent/guardian

6 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The study concluded that the adoption of the program was high among the targeted public primary schools, which was one of the yardsticks used by policymakers interested in the impact on the beneficiaries, hence, the GSFP could well be said to be well-implemented. There seems to be a causal link between SFP and academic performance in core subjects of English Language, Mathematics and Integrated Science. The impact of the program suggested generally positive effect of the intervention on school children in targeted primary schools. The study also found evidence linking improved academic performance to parent/guardian socio-economic characteristics. It is therefore recommended that the school feeding programs' sustainability should be well-targeted not only on the basis of food insecurity but through a more rigorous in-depth socio-economic survey and vulnerability mapping with a view to scaling-up of the program in food deficit areas to incorporate more schools. To further build teachers capacity, it is recommended that Distant Learning program should be introduced among teachers to encourage them remain in their duty post to teach and with commensurate enhancement to remuneration

ACKNOWLEDGEMENTS

The study has been supported financially by the GSSP of the International Food Policy Research Institute (IFPRI) through its Scholarship Program for Master's level thesis research. Thanks and appreciation goes to the District Director, Garu-Tempene Education Service, Circuit Supervisors, and Headmasters, Parents / Guardians and Pupils during the field data collection.

REFERENCES

- [1] GoG, "Ghana School Feeding Programme, Programme Document 2007-2010", Accra, Ghana, 2006.
- [2] GSS, "2010 Population and Housing Census", Ghana, 2012.
- [3] GoG, "Preliminary Education Sector Performance Report", Ghana, 2008.
- [4] Addo-Adeku, O. G. and Ama, B. D., "Quality of Basic Education in Ghana: An Annotated Bibliography From 1992-2002", *Educational Research Network for West and Central Africa, Ghana*, 2003.
- [5] Okyerefo M. P. K., Fiaveh Y. D. and Lamtey S. N. L., "Factors Prompting Pupils' Academic Performance in Privately Owned Junior High Schools in Accra, Ghana", *Internal Journal of Sociology and Anthropology Vol.3 (8)*. Pp. 280-289, 2011.
- [6] Sarah, N. D. A., Micheal, A. A., Harriet, A. M. A., Anita, A. and Isaac A., "Dangme West District and Quality Education", *Southern Portfolio, SNV, Ghana*, 2010.
- [7] Adamu-Issah M., Elden, L., Forson, M., and Schrofer, T., "Achieving Universal Primary Education in Ghana by 2015: A Reality or a Dream?", *Division of Policy and Planning*, UNICEF, 2007.
- [8] Duflo, E., "Scaling Up and Evaluation. Annual World Bank Conference on Development Economics", The International Bank for Reconstruction and Development/World Bank, pp 341-369, 2004.
- [9] Oloruntoba, A., "Evaluation of Management Training Programme on Job Behaviour of Senior Agricultural Research Managers in Nigeria", Ph.D Thesis submitted to the Department of Agricultural Extension and Rural Development, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria 227pp, 2000.
- [10] Krejcie, R.V. and Morgan, D. W., "Determining Sample Size for Research Activities, Educational and Psychological Measurements", 1970.
- [11] UNESCO, "Youth and Skills: Putting Education to Work. 10th Edition of Education for All Global Monitoring Report", *UNESCO Publishing, Second Edition*, 2012.
- [12] GoG, "Education Sector Performance Report 2010", Ministry of Education, Ghana, 2010.
- [13] GoG and UNDP, "2008 Ghana Millennium Development Goals Report", National Development Planning Commission, Ghana, 2010.
- [14] World Bank, "Country Assistance Strategy for the Republic of Ghana", Country Development 10, The International Finance Corporation, sub-Saharan Africa Department, 2004.
- [15] de Lange, A., "Deprived Children and Education in Ghana", *International Research on Working Children (IREWOC)*, Plan Netherlands, 2007.
- [16] Kazianga, H., Damien, de W. and Harold A., "Educational and Child Labour Impacts of Two Food for Education Schemes: Evidence from a Randomised Trial in rural Burkina Faso", JEL Codes: D04, I20, I15, 2012.
- [17] Cecilia, A. and María, E. O., "Do In-school Feeding Programmes have Impact on Academic Performance and Dropouts? The case of Public Argentine Schools", *UdeSA-CONICET*, Argentina, 2011.
- [18] Belot, M. and James J., "Healthy School Meals and Educational Outcomes", JEL -Codes: J13, I18, I28, H51, H52, 2010.
- [19] Kristjansson, B., Petticrew, M., MacDonald, B., Krasevec, J., Janzen .L., Greenhalgh, T., Wells, GA., MacGowan, J., Farmer, AP., Shea, B., Mayhew, A., Tugwell, P. and Welch, V., "School Feeding for Improving the Physical and Psychosocial Health of Disadvantaged Students", *Cochrane Database of Systematic Reviews 2007, Issue 1*, Art No.: CD004676. DOI: 10.1002/14651858.CD004676.pub2, 2009.
- [20] Singh, A., "Do School Meals Work? Treatment Evaluation of the Midday Meal Scheme in India", *Young Lives, An International Study of Childhood Poverty*, 2008.
- [21] Vermeersch, C. and Kremer, M., "School Meals, Educational Achievement and School Completion: Evidence from a Randomised Evaluation", Nuffield College, University of Oxford, 2004.
- [22] Ahmed, U. A., "Impact of Feeding Children in School: Evidence from Bangladesh", The United Nations University, Washington, D.C. USA, 2004.
- [23] Swartz, A. M., "An Evaluation of the School Feeding Programme as a Service Delivery Mechanism to Improve Academic Performance of Needy Learners in Bonteheuwel", *CPUT Theses and Dissertations page 143*. <http://dk.cput.ac.za/td-cput/143>, 2009
- [24] Vermeersch, C., "School Meals, Educational Achievement and School Completion: Evidence from a Randomised Evaluation", University of Oxford, 2003.
- [25] Kamlongera, A. F., "School Feeding in Malawi: A Strategy for Equitable Access in Education", Cairo, June 15-18, 2009.
- [26] Stephanie, B., "Food for Thought: Evaluating the Impact of Indian's Mid-Day Meal Programme on Educational Attainment, Department of Economics, University of California, Berkeley, 2012.

IMPACT DU PROCESSUS DE NEGOCIATION SUR L'OFFRE DE LIQUIDITE

[TRADING PROCESS IMPACT ON LIQUIDITY OFFER]

Kaltoum LAJFARI

UFR MONNAIE FINANCE BANQUE,
CENTRE D'ETUDES DOCTORALES,
UNIVERSITE MOHAMED V AGDAL RABAT,
FACULTE DES SCIENCES JURIDIQUES ECONOMIQUES ET SOCIALES,
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: Being an essential quality of the financial markets, market liquidity represent a big concern for both, financial authorities and investors. Liquidity offer depends on several parameters including the mode of organization of exchanges. The structure of the Exchange influence directly competition between investors and the quality of the information available to them. Thus, liquidity offer strategies differ from a order driven market of a quote driven market. Therefore, competition between liquidity providers depends on their liquidity offer strategy and differ in both markets.

KEYWORDS: market liquidity, liquidity offer, order driven market, quote driven market, competition, information.

RESUME: Représentant une qualité essentielle des marchés financiers, la liquidité de marché est au cœur des préoccupations aussi bien des autorités financières que celles des investisseurs. En effet, l'offre de liquidité est fonction de plusieurs paramètres dont le mode d'organisation des échanges. La structure de l'échange influence directement la concurrence entre les investisseurs et la qualité de l'information dont ils disposent. Ainsi, la stratégie d'offre de liquidité diffère d'un marché dirigé par les ordres d'un marché dirigé par les prix. Par conséquent, la nature de la concurrence entre offreurs de liquidité étant fonction de leur stratégie d'offre de liquidité, diffèrent sur les deux marchés.

MOTS-CLEFS: liquidité de marché, offre de liquidité, marché dirigé par les ordres, marché dirigé par les prix, concurrence, information.

1 INTRODUCTION

Les règles d'échange, la nature des stratégies d'offre de liquidité des intermédiaires financiers, et la qualité de l'information dont ils disposent dépendent de l'infrastructure institutionnelle d'un marché.

La comparaison des marchés dirigés par les ordres et des marchés dirigés par les prix par rapport à l'offre de liquidité sur chaque structure, doit passer par la confrontation de deux familles de critères, à savoir : l'analyse du rôle des intermédiaires de marché sur les deux systèmes et La qualité de l'information.

A la différence du marché dirigé par les prix où les transactions transitent par un teneur de marché (market maker), sur un marché dirigé par les ordres, les acheteurs finaux procurent de la liquidité aux vendeurs finaux par l'intermédiaire de courtiers. Le rôle des intermédiaires sur un marché d'agence est limité à la simple confrontation des ordres d'achat et/ou de vente de leurs clients. Ainsi l'intermédiation sur un marché dirigé par les ordres se limite à mettre en relation les acheteurs et

les vendeurs. En effet, les ordres d'achat et de vente sont stockés (dans un carnet d'ordres) en attente de leur exécution éventuelle.

La priorité de prix et la priorité temporelle (premier entré premier sorti) combinées aux économies d'échelles qu'il offre, contribuent à la concurrence entre donneurs d'ordres à cours limité, et à la réduction des coûts de transactions, permettant ainsi une amélioration de la liquidité de marché.

Par ailleurs, sur un marché dirigé par les prix, les investisseurs doivent obligatoirement passer par un teneur de marché (market maker) pour passer leurs ordres. La fourniture de liquidité sur un marché dirigé par les prix est assurée par le teneur de marché. En effet, il se porte contrepartie de tous les ordres (achat/vente) en proposant des prix d'achat et de vente pour une quantité minimale.

Les aspects institutionnels de chaque structure d'échange impactent directement le processus de négociation, et influencent plus particulièrement la concurrence entre investisseurs, ou la qualité de l'information dont ils disposent. Ainsi, la stratégie d'offre de liquidité diffère d'un marché dirigé par les prix d'un marché dirigé par les ordres. Par conséquent, la nature de la concurrence entre offreurs de liquidité étant fonction de leur stratégie d'offre de liquidité, diffèrent sur les deux marchés.

De plus, la structure du marché détermine la qualité de l'information dont disposent les offreurs de liquidité sur l'offre et la demande de liquidité, impactant directement le degré de transparence sur ces structures. Dans ce sens, une meilleure transparence permet aux offreurs de liquidité de mieux distinguer les investisseurs informés de ceux non informés leur permettant de mieux gérer leur risque d'anti sélection ce qui implique l'amélioration de l'offre de liquidité.

2 MODE D'ORGANISATION ET IMPACT SUR L'OFFRE DE LIQUIDITE

2.1 ROLE DES COURTIER ET DES TENEURS DE MARCHE ET IMPACT SUR L'OFFRE DE LIQUIDITE

La logique de cotation sur un marché dirigé par les ordres ou marché d'agence repose sur la centralisation à tout instants des ordres d'achat et de vente des investisseurs au niveau d'un carnet d'ordres.

En effet, à la différence du marché dirigé par les prix où les transactions transitent par un teneur de marché (market maker), sur un marché dirigé par les ordres, les acheteurs finaux procurent de la liquidité aux vendeurs finaux par l'intermédiaire de courtiers. Le rôle des intermédiaires sur un marché d'agence se limite à la confrontation des ordres d'achat et/ou de vente de leurs clients. Ainsi l'intermédiation sur un marché dirigé par les ordres se limite à mettre en relation les acheteurs et les vendeurs.

Sur un marché dirigé par les ordres, pour chaque titre, deux limites de prix existent et la transaction a lieu chaque fois qu'un ordre rencontre une contrepartie à une limite de prix compatible. On distingue ainsi:

- la limite inférieure: il s'agit de la meilleure offre d'achat émanant d'un investisseur qui propose le cours le plus élevé pour l'acquisition du titre.
- la limite supérieure: il s'agit de la meilleure offre de vente émanant d'un investisseur qui propose le prix de vente le plus bas pour la cession du titre.

Sur un marché dirigé par les ordres, les prix de transaction des actifs sont déterminés par les ordres (d'achat et de vente) introduits sur le marché par les investisseurs suite à la confrontation des ordres d'achat et de vente. Le cours du marché est annoncé en précisant le cours demandé à l'achat et le cours offert à la vente. Les ordres au mieux sont alors exécutés au prix du marché.

Dans la plupart du temps, les marchés dirigés par les ordres sont des marchés centralisés tant au niveau de l'arrivée des ordres que la publication des transactions. Dans un marché dirigé par les ordres avec carnet d'ordre centralisé, le prix d'échange résulte de la confrontation des offres d'achat et de vente des investisseurs.

La priorité de prix et la priorité temporelle (premier entré premier sorti) constitue les règles principales applicables sur le marché dirigé par les ordres. Ces règles contribuent à la concurrence entre donneurs d'ordres à cours limité, et par la même occasion provoque une réduction de la fourchette des prix, contribuant ainsi positivement à la liquidité de marché.

Sur un marché d'agence, les ordres d'achat et de vente sont stockés dans un carnet d'ordres en attente de leur exécution éventuelle. Ainsi, les investisseurs qui souhaitent échanger ont la possibilité de placer directement leurs ordres dans le carnet d'ordres en recourant au service de courtiers. Ils peuvent être exécutés contre d'autres ordres déjà en carnet ou bien être

enregistrés dans l'attente d'une éventuelle exécution. L'exécution des ordres à cours limité dépend de l'existence d'un ordre de sens contraire assorti d'un prix identique ou meilleur.

Le courtier doit donc se tenir informé pour servir au mieux les intérêts de ses clients. Outre le service d'intermédiation, le courtier peut garantir l'immédiateté des échanges grâce à la réduction du coût de la recherche de la meilleure contrepartie à la demande d'un investisseur final. En contrepartie de son service d'intermédiation, le courtier sur un marché dirigé par les ordres perçoit des commissions de courtage. Pour l'investisseur, le coût de paiement de commission de courtage reste inférieur au coût de recherche d'information. Un système dirigé par les ordres offre ainsi des économies d'échelle permettant de réduire globalement le coût de transaction et des coûts de l'information, permettant ainsi l'amélioration de la liquidité. L'intermédiation sur un marché dirigé par les ordres contribue à l'amélioration de l'intégrité du marché puisqu'il permet à la fois la rencontre d'investisseurs dont les intérêts sont compatibles sur le titre échangé ainsi qu'un traitement égalitaire des ordres quel que soit leur volume.

L'offre de liquidité est assurée par les ordres à cours limité, alors que la demande de liquidité provient des ordres au marché. Sur un marché dirigé par les ordres continu, les ordres à cours limité doivent être rémunérés pour fournir de la liquidité. Dépendant des ordres soumis par les participants sur le marché, la formation de la liquidité sur un marché dirigé par les ordres revêt un caractère endogène. Par conséquent, il existe un risque de rupture de liquidité immédiate en cas de crise. Ainsi, en l'absence d'offres de liquidité attirés (tels que les market makers sur les marchés dirigés par les prix), la viabilité d'un marché dirigé par les ordres repose entièrement sur la capacité du carnet d'ordres à attirer des offres de liquidité.

Un marché dirigé par les prix diffère d'un marché dirigé par les ordres par de nombreux aspects institutionnels. A la différence d'un marché dirigé par les ordres, sur un marché dirigé par les prix, seuls les teneurs de marché peuvent se porter contrepartie d'un ordre. En contrepartie de ce droit, ils sont tenus d'assurer l'offre de liquidité en proposant des cotations à l'achat et à la vente en toutes circonstances. Les teneurs de marché affichent des cotations qui sont valables pour une certaine quantité (quotité) définie pour chaque titre.

Ainsi, sur un marché dirigé par les prix, les investisseurs doivent obligatoirement passer par un teneur de marché (market maker) pour passer leurs ordres. La fourniture de liquidité sur un marché dirigé par les prix est du ressort du teneur de marché. En effet, il se porte contrepartie de tous les ordres (achat/vente) en proposant des prix d'achat et de vente pour une quantité minimale.

Disposant d'un stock de titres, il tâche entre autres, à absorber les déséquilibres temporaires entre offres et demandes de titres en recourant à des achats ou des ventes sur son propre stock. Les teneurs de marché ont l'obligation de réguler les flux d'ordres en s'appuyant sur les stocks d'actifs dont ils disposent (à la différence d'un système dirigé par les ordres où des déséquilibres entre l'offre et la demande peuvent se produire).

La fonction classique d'un teneur de marché est d'assurer l'immédiateté des échanges. Il engage en effet, sa position individuelle pour l'animation des marchés de titres. Ainsi, le service de fourniture de liquidité par le teneur de marché, s'apparente beaucoup plus à une fourniture d'immédiateté d'où la nécessité d'une gestion active de son stock de titres. Ainsi sur un marché dirigé par les prix, un investisseur bénéficie de l'assurance d'être exécuté dans les plus brefs délais sans risque de subir une variation de prix.

Chaque teneur de marché affiche en continu une fourchette de prix (achat/vente) et une double quantité représentant ses limites d'engagement. La fourchette comprend le prix auquel il est prêt immédiatement à acheter (bid price) et celui auquel il est prêt à vendre (ask price). Théoriquement, la fourchette est considérée comme la rémunération principale du teneur de marché. En effet, en contrepartie de la fourniture de liquidité immédiate (service d'immédiateté), le teneur de marché touche une rémunération. En cas d'achat, le prix est majoré, et en cas de vente, ce dernier est minoré.

Suite à la concurrence entre les différents teneurs de marché sur un système dirigé par les prix, une réduction de la fourchette (spread) pourrait en résulter, et donc une amélioration de la liquidité de marché.

Toutefois, en raison des liens qui se tissent entre les teneurs de marché et leurs clients, la concurrence entre les teneurs de marché n'est pas vraiment vérifiée dans la pratique.

Le risque auquel est soumis le teneur de marché est non diversifiable, le coût du stock de titre du teneur de marché se retrouve par conséquent important. Dans ce sens, la notion de portefeuille optimal a été introduite par quelques modèles. Celle-ci est fonction de l'aversion au risque du teneur de marché. Le teneur de marché, soucieux d'optimiser son portefeuille titres, modifie ses prix afin de se rapprocher le plus possible de ce portefeuille optimal.

2.2 ETUDE COMPARATIVE DES MARCHES DIRIGES PAR LES ORDRES ET DES MARCHES DIRIGES PAR LES PRIX

La structure du marché détermine la qualité de l'information dont disposent les offreurs de liquidité sur l'offre et la demande de liquidité. En effet, lorsque les participants à l'échange possèdent des informations différentes sur la valeur future d'un titre, les prix de transaction ou les quantités offertes ou demandées de ce titre révèlent tout ou partie de l'information de chaque agent, ce qui impactent directement les échanges, et la liquidité de marché.

Madhavan (1992)¹, s'est intéressés à l'analyse des avantages comparatifs dans un marché dirigé par les prix et un marché dirigé par les ordres. Son travail s'inscrit dans l'analyse de la transparence pré-transactionnelle. Madhavan effectue une comparaison entre marché dirigé par les prix et marché dirigé par les ordres en termes d'efficience et de coûts d'information, en information asymétrique. Madhavan (1992) modélise ainsi la concurrence entre offreurs de liquidité sur un marché dirigé par les ordres. Il procède à la comparaison d'un marché dirigé par les ordres et un marché dirigé par les prix en recourant à un modèle à anticipations rationnelles.

Il développe un modèle dans lequel interviennent deux types d'agents : d'une part, les intermédiaires de bourse représentant les offreurs de liquidité, et d'autre part, des investisseurs informés demandeurs de liquidité suite à la réception d'un signal sur la valeur future de l'actif.

Représentant la stratégie des offreurs de liquidité, la fonction d'offre de liquidité combine les prix et les quantités y correspondant, telle que la quantité demandée à chaque niveau de prix est la quantité optimale désirée conditionnée par le fait que ce prix soit le prix d'équilibre.

L'auteur procède à la comparaison des deux systèmes de marché dont la différenciation réside dans la mesure dans laquelle les prix sont connus des agents demandeurs de liquidité avant qu'ils ne placent leurs ordres.

Dans un système dirigé par les prix, les flux d'ordres émanant des agents informés suit la cotation des prix par les teneurs de marché. Dans un système dirigé par les ordres, en revanche, les ordres des agents informés et non informés sont placés sans connaissance du prix d'équilibre.

Après avoir observé les cotations des offreurs de liquidité sur un marché dirigé par les prix (teneurs de marché), le demandeur de liquidité détermine la quantité qu'il souhaite échanger. L'équilibre est alors une combinaison de prix et de quantité auquel l'investisseur est prêt à effectuer la transaction. Dans un système d'enchère (marché dirigé par les ordres) par contre, les demandeurs de liquidité soumettent leurs ordres sans connaître le prix d'équilibre.

Comme son nom l'indique et parce que les agents ne peuvent pas observer les prix côtés, le système d'enchère périodique ne permet pas une exécution immédiate des ordres, et implique des coûts de recherche d'information plus élevés.

Il arrive au résultat selon lequel le marché dirigé par les ordres avec fixing périodique présente une supériorité par rapport aux autres structures d'échange. Pour lui, ceci trouve son explication dans la viabilité du marché dirigé par les ordres avec fixing périodique quel que soit le niveau d'asymétrie d'information sur les titres négociés.

Le marché dirigé par les ordres représente un degré supérieur de sensibilité au problème d'asymétrie d'information comparativement au marché dirigé par les prix. En effet en raison de la multitude d'agents impliqués dans l'échange, l'équilibre est déterminé par l'intervention de tous les agents. Dépendant des comportements stratégiques des investisseurs intervenant sur un marché dirigé par les ordres, l'équilibre est déterminé simultanément par ces différents agents. Le comportement stratégique des investisseurs influence l'évolution des prix ce qui affecte l'efficacité du marché. La soumission des ordres par les investisseurs sur un marché dirigé par les ordres avec fixing vient à la suite de l'observation d'une estimation (bruitée) combinée de l'information agrégée et de signaux publics et privés. L'efficience des prix se retrouve ainsi conditionnée par le nombre des agents intervenants sur le marché.

Sur un marché dirigé par les prix, si l'asymétrie d'information empêche les teneurs de marché de réaliser un profit, ces derniers seront amenés à arrêter leurs cotations.

La principale conclusion à laquelle Madhavan aboutit est que le fixing est plus « robuste » que les deux systèmes continus. En effet, si l'asymétrie d'information est trop forte, ces derniers ne peuvent pas aboutir à un équilibre. En revanche,

¹ Madhavan A., « Trading mechanisms in securities markets », *Journal of Finance*, vol 47, N°2, 607-641, 1992.

c'est aux dépens de la continuité et de la transparence que cette robustesse est acquise. Ainsi, pour Madhavan, la séquence des échanges (qui constitue l'une des principales différences entre marché dirigé par les ordres et marché dirigé par les prix) entraîne une différence dans l'information² fournie aux participants.

Madhavan aboutit à une efficacité informationnelle forte, toutefois les agents sont amenés à payer un double coût. Un coût d'attente de l'exécution de leurs ordres, et un coût d'information en raison de la collecte d'information.

Madhavan montre que le marché dirigé par les prix présente une certaine robustesse à l'anti sélection que le carnet d'ordres, dans lequel les prix ne sont pas efficaces et sont plus volatiles.

Rock (1990)³ et Glosten (1994)⁴ démontre que dans le cas d'incertitude au niveau de la demande, le risque d'anti sélection pour un offreur de liquidité est plus important dans un marché dirigé par les ordres que sur un marché dirigé par les prix. Cela trouve son explication dans la nature discriminante des enchères sur un marché dirigé par les ordres, à la différence de l'enchère uniforme sur un marché dirigé par les prix. En période de forte volatilité, on peut assister à une rupture de l'offre de liquidité sur un carnet d'ordres. Cela trouve son explication dans l'importance du risque d'anti sélection auquel sont exposés les offreurs de liquidité et l'absence de toute mesure obligeant ceux-ci à afficher leurs prix. Par contre Glosten (1994), montre qu'un carnet d'ordres est robuste à des environnements d'anti sélection extrême.

3 IMPACT DU MODE DE NEGOCIATION SUR LA QUALITE DE L'INFORMATION ET SUR LA CONCURRENCE ENTRE OFFREURS DE LIQUIDITE

3.1 DEGRE DE TRANSPARENCE ET IMPACT SUR LA LIQUIDITE DE MARCHE

La diffusion de l'information peut précéder ou suivre la transaction. une meilleure transparence permet aux offreurs de liquidité de mieux distinguer les investisseurs informés de ceux non informés leur permettant de mieux gérer leur risque d'anti sélection ce qui implique l'amélioration de l'offre de liquidité.

La transparence du marché est tributaire de la chronologie de l'offre et de la demande de liquidité sur le marché. On distingue ainsi la transparence ex ante et la transparente ex post.

Si la transparence ex post concerne la qualité de l'information diffusée relative aux transactions passées via la publication des échanges, la transparence ex ante concerne, quant à elle, l'information portant sur les fonctions d'offre et de demande des investissements.

L'offre de liquidité sur un marché dirigé par les ordres est assurée par les ordres à cours limité qui s'accumulent dans le carnet d'ordres dans l'attente d'être appariés. C'est pour cela que la demande de liquidité suit ou bien est simultanée à l'offre de liquidité. Sur un marché dirigé par les ordres, la transparence ex ante est attaché au niveau de révélation des informations concernant l'offre de liquidité c'est-à-dire sur l'ouverture du carnet d'ordre et le degré de détail fourni. Sur un marché dirigé par les ordres, les offreurs de liquidité courent plusieurs risques en raison du peu de transparence qui caractérise la demande de liquidité.

Le coût de la demande de liquidité peut être directement impacté par une meilleure visibilité sur l'offre de liquidité sur les marchés dirigés par les ordres. La nature de la concurrence peut être influencée directement par la transparence sur les prix.

Dans le cadre du degré de transparence ex-ante, un investisseur sur un marché dirigé par les prix peut se renseigner auprès du teneur de marché afin de s'informer par rapport au prix d'un actif pour un volume donné. Ainsi après qu'il soit informé de la quantité demandée, le teneur de marché peut proposer une cotation. Ainsi pour les transactions dont la taille dépasse la quotité du teneur de marché, la demande de liquidité précède l'offre de liquidité.

L'offre de liquidité sur un marché dirigé par les ordres précède la demande de liquidité. Par conséquent, l'offre de liquidité ne peut identifier à l'avance le demandeur de liquidité. Les offreurs de liquidité ne peuvent pas filtrer la demande non informée de la demande informée avant l'exécution des ordres. L'offre de liquidité sur les marchés dirigés par les ordres

² L'information porte sur le prix auquel est exécuté l'ordre d'un demandeur de liquidité.

³ Rock k., « The specialist's order book and price anomaly », working paper, 1990.

⁴ Glosten L.R., « Is the electronic open limit order book inevitable » journal of Finance N°4, 1994.

est par conséquent, caractérisée aussi bien par l'anonymat que par le non anonymat. En revanche, la nature de la relation entre un offreur de liquidité sur un marché dirigé par les prix et un demandeur de liquidité diffère. Celle-ci est le plus souvent non anonyme et de long terme.

En se basant sur la différence de l'information sur la demande dont disposent les offreurs de liquidité avant de proposer leurs cotations, Pagano et Roël (1996)⁵ procède à la comparaison des coûts de transactions sur un marché dirigé par les ordres et un marché dirigé par les prix en présence d'asymétrie d'information.

Selon les auteurs en raison de la centralisation des ordres sur un marché dirigé par les ordres au niveau du carnet d'ordres, la transparence ex post sur ce marché se trouverait améliorée. Cela permettrait aux courtiers une meilleure visibilité sur les courbes de demande des investisseurs. Par contre, les offreurs de liquidité sur les marchés dirigés par les prix ne peuvent observer qu'une fraction du flux d'ordres en raison de la fragmentation des ordres qui le caractérise.

3.2 IMPACT DU MODE D'ORGANISATION DES MARCHES SUR LA NATURE DE LA CONCURRENCE ENTRE OFFREURS DE LIQUIDITE

Les aspects institutionnels de chaque structure d'échange impactent directement le processus de négociation, et influencent plus particulièrement la concurrence entre investisseurs, ou la qualité de l'information dont ils disposent.

Ainsi, les règles d'échange, la qualité de l'information, et la nature des stratégies d'offre de liquidité des intermédiaires financiers dépendent de l'infrastructure institutionnelle d'un marché.

Sur un marché dirigé par les prix, les transactions transitent par un teneur de marché qui propose la meilleure cotation (le prix de vente le plus faible ou le prix d'achat le plus élevé). Dans ce cadre, les échanges sont régis par une enchère uniforme, en d'autres termes, à l'équilibre, le flux d'ordres est exécuté à prix unique par un seul teneur de marché. Dans une enchère à prix uniforme, les agents soumettent de façon stratégique leur fonction de demande pour un bien divisible et le prix d'équilibre est déterminé de manière à égaliser l'offre à la demande. Tous les agents paient alors le même prix.

A la différence d'une enchère uniforme, dans une enchère à prix discriminant, les agents paient le prix complet à leur propre demande. En effet, sur un marché dirigé par les ordres, opérant en continu, l'équilibre est atteint par une enchère discriminante. L'offre de liquidité sur un marché dirigé par les ordres est assurée par les ordres à cours limité qui se positionnent dans le carnet d'ordres selon certaines règles de priorité. L'ordre au marché, à la différence d'un ordre à court limité, n'est pas nécessairement exécuté à un prix unique mais à prix multiple.

La nature de l'enchère (uniforme ou discriminante) influence à la fois les risques supportés par les offreurs de liquidité et la nature de leur concurrence.

Sur un marché dirigé par les prix, les offreurs de liquidité doivent proposer un prix, alors que sur un marché dirigé par les ordres, ceux-ci doivent proposer une quantité pour chaque niveau de prix.

Ainsi, la stratégie d'offre de liquidité diffère d'un marché dirigé par les prix d'un marché dirigé par les ordres. Par conséquent, la nature de la concurrence entre offreurs de liquidité étant fonction de leur stratégie d'offre de liquidité, différent sur les deux marchés.

Sur un marché dirigé par les prix, les teneurs de marché sont en concurrence pour un flux d'ordres de taille donnée exécuté par un seul teneur de marché. La cotation que les teneurs de marché proposent dépend de la quantité souhaitée par les investisseurs. Pour attirer les flux d'ordres, les teneurs de marché se livrent à une concurrence par les prix⁶.

Sur un marché dirigé par les ordres, l'offre de liquidité est assurée par les ordres à court limité. Un ordre à cours limité est caractérisé à la fois par une quantité et un prix limite. Ainsi, sur ce marché, la concurrence entre offreurs de liquidité s'apparente à une concurrence par les quantités.

Viswanathan et Wang (2002)⁷ analysent le comportement de teneurs de marché faisant preuve d'aversion au risque, en concurrence pour le flux d'ordres sur un marché dirigé par les prix et sur un marché dirigé par les ordres. Dans leur modèle,

⁵ Pagano M. et Roel A., « *Transparency And Liquidity : A Comparison Of Auction And Dealer Markets With Informed Trading* », *Journal Of Finance*, 1996.

⁶ Madhavan (1992) traite de la concurrence entre teneurs de marché neutres au risque sur un marché dirigé par les prix.

le marché dirigé par les prix est présenté comme une enchère uniforme et le marché dirigé par les ordres comme une enchère discriminante. Ils procèdent à une comparaison des coûts de transaction ex ante entre un marché dirigé par les ordres et un marché dirigé par les prix en fonction de la taille des transactions. Ainsi pour des investisseurs neutres au risque, il est préférable d'échanger dans un carnet d'ordre quel que soit le besoin de liquidité. En revanche, cette conclusion n'a plus lieu d'être en cas d'aversion au risque.

Les marchés dirigés par les ordres diffèrent des marchés dirigés par les prix par plusieurs aspects institutionnels, cela impacte directement l'offre de liquidité et le type de concurrence que se livrent les intermédiaires de marché sur chaque structure.

4 CONCLUSION

La performance d'un marché renvoie à sa liquidité et à son efficacité dans le sens de la vitesse d'incorporation de l'information dans les prix. Les règles d'échange, la nature des stratégies d'offre de liquidité des intermédiaires de marché, et la qualité de l'information dont ils disposent dépendent de l'infrastructure institutionnelle d'un marché.

Ainsi, la stratégie d'offre de liquidité diffère d'un marché dirigé par les prix d'un marché dirigé par les ordres. Par conséquent, la nature de la concurrence entre offreurs de liquidité étant fonction de leur stratégie d'offre de liquidité, diffèrent sur les deux marchés.

L'offre de liquidité sur un marché dirigé par les ordres précède la demande de liquidité. Par conséquent, l'offre de liquidité ne peut identifier à l'avance le demandeur de liquidité. Les offreurs de liquidité ne peuvent pas filtrer la demande non informée de la demande informée avant l'exécution des ordres. En revanche, la nature de la relation entre un offreur de liquidité sur un marché dirigé par les prix et un demandeur de liquidité diffère. Celle-ci est le plus souvent non anonyme et de long terme.

Les marchés dirigés par les prix présentent une certaine supériorité par rapport à la transparence ex ante, alors que les marchés dirigés par les ordres présentent une certaine supériorité quant à la transparence ex post.

Par ailleurs, sur les marchés dirigés par les ordres, l'offre de liquidité est assurée par les ordres à cours limité, alors que la demande de liquidité provient des ordres au marché. Sur un marché dirigé par les ordres continu, les ordres à cours limité doivent être rémunérés pour fournir de la liquidité, en raison des multiples risques qu'un placement d'ordres à cours limité court.

⁷ Viswanathan, S. et Wang, J., « Market architecture: limit-order books versus dealership markets », *Journal of Financial Markets*, Vol. 5, pages 127–67, 2002.

REFERENCES

- [1] Anaud A., « Information and the intermediary: Are market intermediaries informed traders in electronic markets? », Whitman School of Management, Syracuse University, 2004.
- [2] Biais B., Hillion P. et Spatt C, «An empirical analysis of the limit order book and the order flow in the Paris bourse», the Journal of Finance, Vol 50, N°5, 1995.
- [3] Glosten L.R., « Is the electronic open limit order book inevitable » journal of Finance N°4, 1994.
- [4] Gouriéroux C et Le Fol G., « Effet des modes de négociation sur les échanges», Revue économique. Vol 49, N°3, 1998.
- [5] Handa P et Schwartz R., «Limit order trading», Journal of Finance, Vol 51, N°5, 1996.
- [6] Harris L et Hasbrouck J., « Market vs. Limit Orders: the superDOT evidence on order submission strategy», Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1996.
- [7] Madhavan A., « Trading mechanisms in securities markets », Journal of Finance, vol 47, N°2, 607-641, 1992.
- [8] Moinas S., « Le carnet d'ordres: une revue de littérature », Toulouse School of Economics (Université Toulouse 1-IAE), 2007.
- [9] Pagano M. et Roel A., « Transparency And Liquidity: A Comparison Of Auction And Dealer Markets With Informed Trading », Journal Of Finance, 1996.
- [10] Parlour C. et Seppi D, « Models and Properties of Financial Limit Order Books », Handbook of Financial Intermediation & Banking, 2008.
- [11] Rock k., « The specialist's order book and price anomalie », working paper, 1990.
- [12] Viswanathan, S. et Wang, J., « Market architecture: limit-order books versus dealership markets », Journal of Financial Markets, Vol. 5, pages 127–67, 2002.

Recovery of Metrics by using Reverse Engineering

Jalil Abbas¹, Rabia Mehd², Sana-ul-Haq³, and M. Mutahhar Saeed⁴

¹Department of Computer Science & IT,
Govt. College University Faisalabad (Layyah Campus),
Layyah, Punjab, Pakistan

²Department of Mathematics,
Gomal University Dera Ismail Khan,
D.I.Khan, KPK, Pakistan

³Department of IECS,
UST Bannu University,
Bannu, KPK, Pakistan

⁴Department of Computer Science,
Qurtuba University, Dera Ismail Khan,
D.I.Khan, KPK, 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: Reverse Engineering is the process which recovers the design artifacts of a software system by using its Size of source code, Available source code type, Abstraction level, Documentation type support. This research focus on the different case studies of recovery of Metrics and is elaborated by using the method of Reverse Engineering, to measure the complexity of the recovery of artifacts for the maintenance task. During this process of analyzing a subject system and in this way representation of a system is created at a higher level of abstraction. It represents an overview of the yield of reverse engineering and reviews cardinal achievement and areas of application, shedding light on key open research issues of the future.

KEYWORDS: Design artifacts, Source code, Abstraction level, Recovery, Documentation

1 BACKGROUND

Software artifact recovery is the ability that describes and follows the life of an artifact requirements, code, tests models reports and plans developed during the software lifecycle in both forward and back word. Artifact recovery can provide insight into system development and evolution in order to assist in both top bottom and bottom up program comprehension, impact analysis, reuse of existing software, which gives support in understanding the relationships existing within and across software requirements design and implementation [1]. Inadequate Metrics recovery is one of the main factors that constitutes to project overruns and failure [2]. Although several research and commercial tools are available that support Metrics recovery. The need to provide the software engineer with methods and tools supporting Metrics recovery has been widely recognized [3]. The rationale behind them is the fact that most of the software documentation is text based or contains textual descriptions and that programmer's use meaningful domain term to define source code identifiers. This research focus on the different Case studies of Anti viruses; Simple Machine Protect Antivirus Case Study, AviGen Antivirus Case Study, CS Antivirus Case Study and it generates valuable results.

Reverse Engineering (RE) is the process of discovering the technological principles of a device, object or system through analysis of its structure, function and operation. It often involves taking something (e.g. a mechanical device, electronic component, or software program) apart and analyzing its workings in detail, used in maintenance or to try to make a new device or program that does the same thing without copying anything from the original[10]. Metrics are a set of quantifiable parameters which are used to measure the effectiveness of a project or undertaking. Values are obtained for the parameters for multiple instances of the same entity and they are compared and interpreted as to the change in the effectiveness.

2 MATERIAL AND METHODS

Reverse Engineering Abstraction Methodology (REAM) recovers the design artifacts and help to represent the artifacts of varying details at the domain, functional, structural and implementation Abstractions levels. This method consists of 5-models, High level, Functional, Architectural, Source Code and Mapping Models. The High Level Model use Object Oriented Techniques for the Complexities, which defines Classes and Functions through which we derive Metrics and different Line of Codes [9]. The Functional Model directly deals with the functionality of any system. The Architectural Model is developed using the High-Level Model, Functional Model and from the source code. An Architectural Model defines the structural relationship between the components that together creates the system [4].

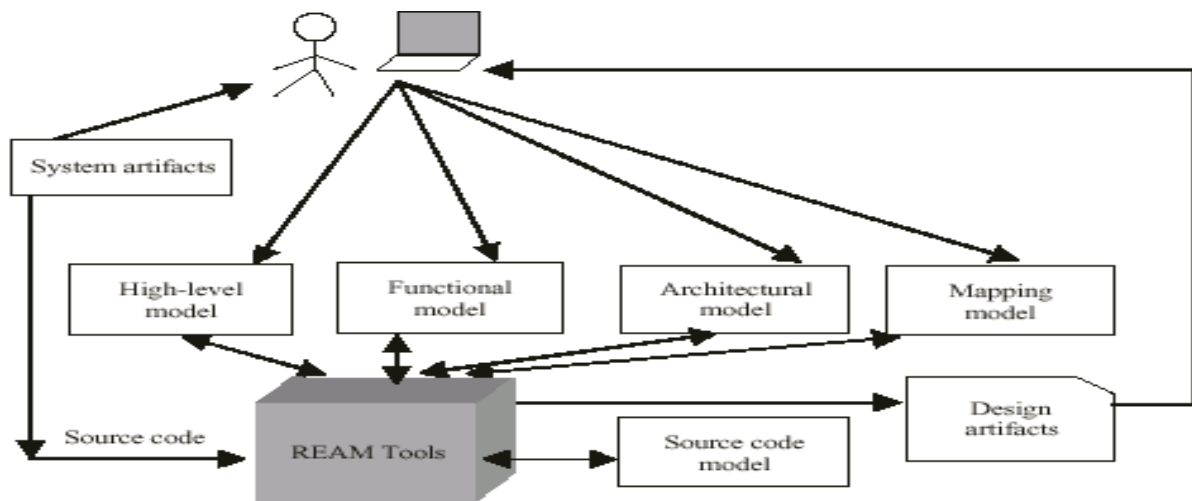


Figure 1: REAM System

2.1 ARTIFACT RECOVERY COMPLEXITY (ARC)

The artifact recovery complexity depend on size of source code, degree of source code type, abstraction level and the degree of available document support to recover the artifacts for the task at hand[7].

- Recover-ness: The task is to identify the components of the system and then relates with each other. Recover-ness is degree of the artifacts that are related to the maintenance task that we have performed in all over the system [5].
- Size of source code: Size of source code from which the artifacts are recovered for maintenance task, the table given below shows the total size of source code and description of source code.

Table 1: Source Code Size

Size category	Description
Small	Few thousand line of code
Medium	More than 1000 line of code
Large	More than 10,000 line of code
Very large	More than 1 Million line of code

- Available source code type: The table given below shows the available source code type and description of source code. It defines available source code types.

Table 2: Source Code Type

Available source code type	Description	Weight
Mix-mode.	The source code is written in multiple languages.	5
Dialects.	The available source code is written in different dialects.	4
Incomplete	The complete source code is not available.	3
Errors.	The code contain errors and cannot be compiled	2
Normal.	The source code exists in a single language	1

- Artifact abstraction level: These artifacts extracted at various levels of implementation, structural, functional and domain level for the recovery [6].

Table 3: Artifact Abstraction Level

Abstraction level	Description
Domain Level	High-Level entities describe the domain level information.
Functional Level	Understand the functionality of the software system that aids the reverse engineering process.
Structural Level	Structural relation between the individual components that together creates the system as a whole. e.g., metrics recovery architecture
Implementation level	Object oriented Classes and Functions.

- Documentation Type Support: Each and every thing documented has been defined separately. Table shows the degree to which the available document supports to recover the artifact for maintenance task.

Table 4: Documentation Type Support

Doc. Type Support	Documentation contain	Weight
No documentation	No document supports the task.	0
Minor	Only system/ component detail.	1
Medium	Some requirements, Design & implementation details exist for support.	2
High	Requirements, Design & implementation details support fully the recovery task.	3

2.2 DESIGN RECOVERY TOOL (DRT)

Design Recovery Tool (DRT) is a special REAM tool used for the source code extraction and high-level artifacts. User also uses this tool for the recovery of design artifacts. The tool allows the user to extract the artifacts from the source code. The main task is to identify different design artifacts. In this perspective there are some of design artifacts that are related to design and user will extract these artifacts from the source code during the Reverse Engineering process. Four levels of abstraction that scope the system artifacts are,

- I. Architecture Artifacts
- II. Requirement Artifacts
- III. Design Artifacts
- IV. Implementation Artifacts

The classes are used for different types of functionalities. Main purpose to show classes is that Differentiate between different types of classes and the functions. These classes have been taken separately from different levels of abstraction.

2.3 CASE STUDIES

Followings are the case studies which are conducted in this report with more explained form.

- I. Simple Machine Protect (SMP) Antivirus Case Study
- II. AviGen Antivirus Case Study
- III. CS Antivirus Case Study

2.3.1 CASE STUDY -1

Simple Machine Protect Antivirus Case Study

Simple Machine Protect is portable antivirus software for your Windows Operating System, built to remove certain variant of virus, worm, Trojan and Spyware from your computer. Protect Simple Machine is just that a portable and free anti-virus application that fits on your USB pen and makes sure that the computer you are using is not infected by viruses, worms, Trojan horses or spyware. Created with Visual Basic, the program is incredibly simple to use and can analyze any folder or disk you choose [6]. Nowadays, one of the most important areas to scan is the memory and Simple Machine Protect also caters for this with a memory scanner which works alongside the disk scanner. The program warns you if it finds a virus with a very primitive "beeping" sound and it can sometimes repair them on the spot, depending on whether the database is equipped with a sufficient solution. At all times, the program lets you know at what stage the scan is at with a progress bar.

- Maintenance Task: It identifies the components of the system and relationship among them to understand the system for maintenance.
- Available Documentation Type Support : Available documentation type support (DTS) is available. Minor Documentation is available and its weight is 1.
- Available Source Code Type (SCT) : It is in Mix-Mode. Recovered system is implemented in a multiple languages. E.g. C, C++, Java, HTML and its weight is 5.
- Size of Source Code: Total size of source code (SSC) is 149,380 LOC. Source code category is Large. Its weight is 3.
- Abstraction Level: Different Artifacts of Simple Machine Protect Antivirus recovered at Functional level for the maintenance task i.e.,3.
- High Level Model: In High level Model we discussed Methodologies / Techniques facing complexity problems in the presence of utilizing UML (Unified Modeling Language) and how to solve the modeling language Metrics Recovery.
- Extraction: Class diagram is static and logical model included Functions, Methods, behaviors and attributes.

Table 5: SMP Case Study ARC table

Case Study No:	1
Total Size of Source Code (SSC)	3
Available Source Code Type (SCT)	5
Artifacts Abstraction Level (AL)	3
Available Doc. Type Support(DTS)	1
Artifact Recovery Complexity (ARC)=SSC +SCT+AL-DTS	3+5+3-1 = 10

2.3.2 CASE STUDY -2 AVIGEN ANTIVIRUS CASE STUDY

A comprehensive antivirus tool is created to ensure the security of your PC that will not be infected by all external threats. This software will protect your computer from various types of mal-ware, while still offering you the possibility to add viruses to the list or edit the virus definition

- Maintenance Task: It identifies the components of the system
- Available Documentation Type Support (DTS): Available documentation support is available. Minor documentation type is available and its weight is 1.
- Available Source Code Type: Available source code type (SCT) is Normal implemented in a single language and its weight is 1.
- Size of Source Code: Size of source code is 220,535 and the category is Large .Its weight is 3

- Abstraction Level: Artifacts of AviGen antivirus are recovered at Implementation level for the maintenance task i.e. 1
- High-Level Model: High-level Model is developed using Functional descriptions.
- Extraction: Class diagram being a static model having different functions and methods.

Table 6: AviGen Case Study ARC Table

Case Study No.	2
Total Size of Source Code (SSC)	3
Available Source Code Type (SCT)	1
Artifacts Abstraction Level (AL)	1
Available Doc. type Support (DTS)	1
Artifact Recovery Complexity (ARC)=SSC +SCT+AL-DTS	3+1+1-1 = 4

2.3.3 CASE STUDY -3 CS ANTIVIRUS CASE STUDY

The departmental mail servers use Clam Antivirus to scan all incoming/outgoing email messages. This includes scanning email bodies and attachments against known virus signatures as well as blocking certain MIME types and names (file extensions). The software will also scan compressed attachments.

- Maintenance Task: Identify the components of the system
- Available Documentation Support: Minor documentation type support (DTS) is available and its weight is 1.
- Available Source Code Type: Available source code type (SCT) is in Dialects and written in different languages and its weight is 4.
- Source Code Size: Size of source code (SSC) is 370,425 and the category is large. Its weight is 3.
- Abstraction levels: Artifacts of CS Antivirus are recovered at structural level for the maintenance task. i.e. 2
- High-level Model: The Software engineer developed a high-level model using the experience and knowledge.
- Extraction: Recovered classes are presented in UML.

Table 7: CS Antivirus ARC value Table

Case Study #	3
Total Size of Source Code (SSC)	3
Available Source Code Type (SCT)	4
Artifacts Abstraction Level (AL)	2
Available Doc. type Support (DTS)	1
Artifact Recovery Complexity (ARC)=SSC +SCT+AL-DTS	3+4+2-1=8

3 RESULTS AND DISCUSSION

It is observed that maximum SMP value is 10 which is less than 13 and it shows that highest value of AviGen Antivirus and CS Antivirus are relative 4, 8 which is less than 13.

SSC	SCT	AL	DTS
Large	Mix-Mode	Functional Level	Minor
3	5	3	1

Putting values in Formula;

$$ARC = SSC + SCT+ AL - DTS$$

$$= 3 + 5 + 3 - 1$$

$$=11 - 1$$

$$ARC =10$$

Medium value: It is observed that Medium value is 8 which is less than 13.

SSC	SCT	AL	DTS
Large	Dialects	Structural level	Minor
3	4	2	1

Putting values in Formula;

$$ARC = SSC + SCT + AL - DTS$$

$$= 3 + 4 + 2 - 1$$

$$= 9 - 1$$

$$ARC = 8$$

Lowest value: It is observed that the lowest value is 4 which are also less than 13.

SSC	SCT	AL	DTS
Large	Normal	Implementation level	Minor
3	1	1	1

Putting values in Formula:

$$ARC = SSC + SCT + AL - DTS$$

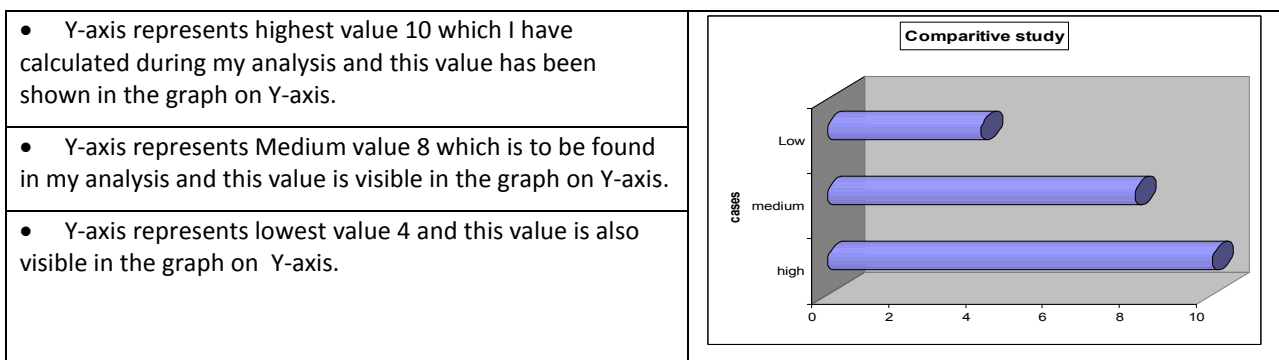
$$= 3 + 1 + 1 - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$ARC = 4$$

The above said data can be represented in a graphical manner. Representation of this data in a Bar graph by using software SPSS.

Bar Graph



4 CONCLUSION

This research describes and highlights a case study of Recovery of Metrics, which uses the methodology for reverse engineering that recovers the design artifacts of a software system. The critical analysis of ARC tool represents that each and every value of the case study is within the range of 0-13 and Simple Machine Protect Antivirus case study has the highest value which is 10, CS- Antivirus has Medium value i.e. 8 and AviGen Antivirus has the lowest value which is 4. This analysis and its conclusion are also represented graphically.

This research further focuses on the advance software re-engineering techniques or agile technology to performance based software quality measures. The reverse engineering method described in the future would be applied to a variety of frameworks in order to truly validate its potential.

ACKNOWLEDGEMENT

Authors are grateful to respectable Prof: Syed Ghulam Qasim Shah who reviewed our research work.

REFERENCES

- [1] PALMER, J. D. Traceability In Software Requirements Engineering, Second Edition, R. H.Thayer and M. Dorfman, Eds. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, 412–422, 2000
- [2] DOMGES, R. AND POHL, K. Adapting traceability environments to project specific needs. Commun. ACM 41, 12, 55–62, 1998
- [3] HOLAGENT CORPORATION, .RDD-100, <http://www.holagent.com/products/product1.html>, 2006
- [4] Nadim Asif, Mark Dixon, Janet Finlay, George Coxhead "Recover the Design Artifacts", Proceedings of the International Conference of Information and Knowledge Engineering (IKE 02), pp 656-662, Las Vegas, June 24-27, 2002.
- [5] M. Bechter, M. Blum, H. Dettmering and B.Stützel: "Compatibility models". Proc. 3rd Intl. Workshop on SW Engineering for Automotive Systems, pp.5-12, 2006.
- [6] D. Binkley, Source code analysis: A road map. In *ICSE -Future of SE Track 2007*
- [7] Asif, N. Design Artifacts Recovery Techniques, International Journal of Software Engineering (JSE). Vol. 1 No 1, 2007.
- [8] Asif, N. Developing High Level Models for Artifacts Recovery and Understanding Using the Statistical Information, In proceedings of 8th Islamic Countries Conference on Statistical sciences (ICCS-VII) , Dec 19th –23rd, ISOSS Press, (2005C)
- [9] J. Beck, "Interface sticing: a static program analysis tool for software engineering," PhD diss., Dept. Stat. & Computer Sci.,West Virginia Univ., 1993
- [10] Asif, N. Reverse Engineering Methodology to Recover the Design Artifacts: A Case Study. In proceedings of International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP03) , 23rd –26th june, Las Vegas, Nevada,pp.932-938,2003

Une économie stimulée par la frontière: l'exemple de Guidimouni dans le sud-est du Niger

Dr ADO SALIFOU Arifa Moussa¹⁻²

¹Assistant, Département de Géographie, FLSH, Université de Zinder (BP: 656), Niger

²Laboratoire «Ruralités», Université de Poitiers, France

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: Neglected for a long time in territories analysis, the border spaces constitute areas of intense socioeconomic activities. Guidimouni (Niger) depends heavily on the contact with the Nigerian border. The frequency of trades and migratory movements perfectly illustrate this dependence. Several factors contribute to this dynamics, among which the proximity with the Nigerian border, the multi-feature of the market of Guidimouni and the importance of agro-pastoral resources, etc. In spite of these favorable assets, several factors disturb the progress of the exchanges, in particular the Nigerian currency fluctuation, customs harassments, roads quality, etc. In view of the importance of the exchanges between Guidimouni and several Nigerian localities, it is important to revitalize the exchange networks with Nigeria. It is a question of allowing the municipality of Guidimouni to better take advantage of the benefits from these exchanges, and then to participate in the efforts of local development at work.

KEYWORDS: border, trades, development, proximity.

RESUME: Longtemps négligé dans l'analyse des territoires, les espaces frontaliers constituent des zones d'intenses activités socio-économiques. Guidimouni (Niger) dépend fortement du contact avec la frontière nigériane. La fréquence des échanges commerciaux et des mouvements migratoires illustre parfaitement cette dépendance. Plusieurs facteurs participent à cette dynamique, dont la proximité avec la frontière nigériane, la multifonctionnalité du marché de Guidimouni et l'importance des ressources agro-pastorales, etc. En dépit de ces atouts favorables, plusieurs facteurs perturbent le déroulement des échanges, notamment la fluctuation de la monnaie nigériane, les tracasseries douanières, l'état des routes, etc. Eu égard à l'importance des échanges entre Guidimouni et plusieurs localités nigérianes, il importe de redynamiser les réseaux d'échanges avec le Nigéria. Il s'agit de permettre à la commune de Guidimouni de mieux profiter des retombées des échanges, et que celles-ci participent aux efforts de développement local à l'œuvre.

MOTS-CLEFS: frontalière, échanges commerciaux, développement, proximité.

1 INTRODUCTION

Plusieurs arguments sont développés pour dénoncer le caractère artificiel et arbitraire des frontières africaines. S'il est vrai que les populations de l'Afrique subsaharienne n'ont pas été associées à la délimitation de leurs territoires nationaux, il est indéniable qu'elles peuvent servir à des fins économiques. Au Sahel, les dynamiques transfrontalières sont longtemps négligées dans la mise en œuvre des politiques publiques de développement. Cela s'explique par le fait que les politiques de développement fondées sur des conceptions fonctionnalistes de l'activité économique ne permettent pas d'identifier les logiques circulatoires qui structurent les territoires (WALTHER, 2007). Or, ces espaces géographiques sont le lieu d'une forte prolifération d'activités économiques et migratoires.

Divers vocables sont utilisés pour désigner ces zones, tels ceux de « périphérie nationale » (IGUE, 1989), « région informelle » (J.-P. Raison) ou « espaces d'échanges réels » (GRÉGOIRE E. et LABAZÉE, 1993). Elles sont animées par de flux commerciaux transversaux structurés autour de villes ou villages marchés. Ce foisonnement d'activités aux frontières attire également des populations relativement distantes de ces zones d'influence. L'espace frontalier ne se limite donc pas aux localisations proches de la frontière. Il englobe toute la zone d'influence de celle-ci. Dans ce sens, il faut aborder la frontière en tenant compte du cadre spatial dans lequel elle s'inscrit et sur lequel elle imprime ses effets selon une portée plus ou moins grande (DILLE, 2000).

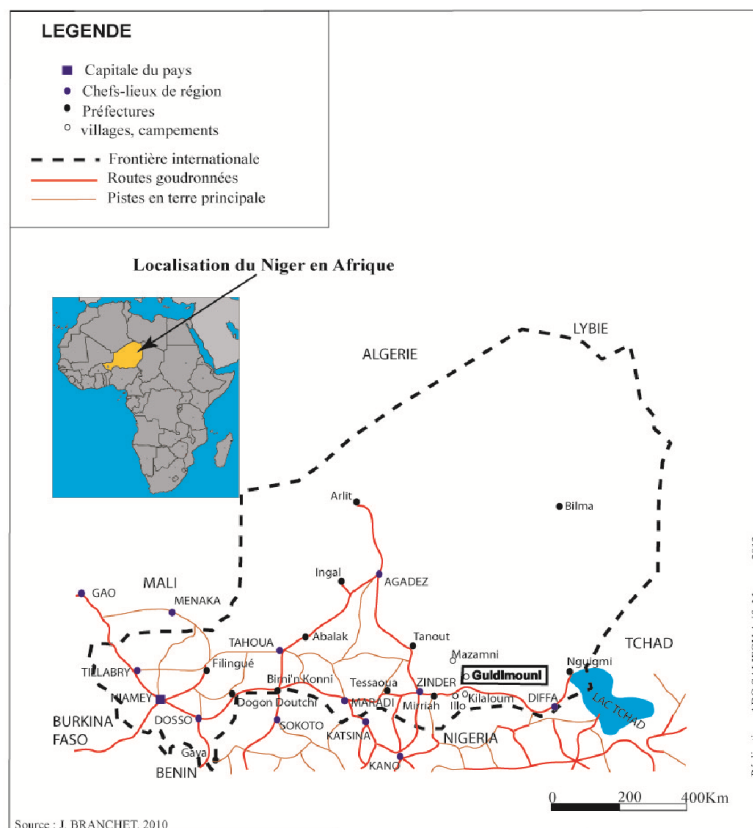
Située à environ 70km de la frontière nigériane, Guidimouni traduit une situation similaire. Sa difficulté à intégrer le circuit des marchés nationaux et la quantité considérable de produits variés offerts par les marchés nigériens ont rapproché Guidimouni du Nigéria qui devient son principal pourvoyeur de produits et consommateur de denrées locales. Qu'en est-il de l'impact des échanges commerciaux de Guidimouni avec le Nigéria ? Comment expliquer cette dépense vis-à-vis des marchés frontaliers ?

Notre travail s'inscrit dans une démarche exploratoire des rapports entre Guidimouni et le Nigéria ; l'objectif étant de mesurer l'influence de ce pays sur la vie socio-économique de cette localité. En guise d'hypothèse, nous pourrions avancer que l'économie locale de Guidimouni dépend considérablement des échanges avec les marchés Nigériens. Menée sur le terrain, cette recherche entreprend de vérifier cette assertion. Dans cette contribution, nous aborderons d'abord les caractéristiques de l'économie de Guidimouni. Après avoir souligné l'historicité des rapports des échanges entre le Niger et le Nigéria, les facteurs qui participent à la dynamique d'échanges seront évoqués. Le rôle des productions agropastorales dans les échanges et les retombées économiques y afférentes permettra de relever les faiblesses du système d'échanges.

2 DEMARCHE METHODOLOGIQUE ET CHOIX DU TERRAIN

Notre démarche méthodologique comporte deux aspects : le premier repose sur des observations de terrain, tandis que le second renvoie aux résultats d'une enquête effectuée en décembre 2013. Les observations de terrain ont permis d'apprécier le flux de marchandises vers le Nigéria ; ainsi que l'importance de la dépendance de Guidimouni vis-à-vis du Nigéria, à travers notamment les différents types d'activités commerciales liées aux échanges avec le Nigéria. Pour compléter ces informations, une enquête ciblée a été entreprise en décembre 2013. Elle a concerné exclusivement les commerçants de Guidimouni fréquentant régulièrement les marchés nigériens. C'est ainsi qu'un questionnaire est adressé à 79 commerçants. Ces questionnaires ont permis d'aborder les échanges commerciaux entre Guidimouni et certaines localités du Nigéria, les produits échangés, les localités et marchés fréquentés, les itinéraires empruntés, les difficultés problèmes rencontrés par les commerçants, les revenus et leurs utilisations, etc.

Le choix de Guidimouni s'explique par la position géographique stratégique de cette localité qui la situe au cœur des réseaux transfrontaliers d'échanges avec le Nigéria. Compte tenu de l'importance de la circulation des biens et des personnes au niveau de cette localité, cette dernière mérite une attention particulière. Le marché hebdomadaire très florissant et multifonctionnel de Guidimouni (bétails, céréales, produits maraîchers, matériels plastiques, cosmétiques, quincaillerie, biens manufacturés, produits de première nécessité, etc.) attire une diversité de populations aussi bien de la zone que ceux d'autres régions et même internationales. Il sert également de relais aux exportateurs vers le Nigéria (bétails et céréales surtout). D'où l'intérêt de l'étude, afin déterminer l'influence nigérienne sur l'économie locale.



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

3 UNE ECONOMIE LOCALE A DOMINANTE AGRICOLE ET PASTORALE

L'économie locale s'appuie essentiellement sur les productions agricoles et pastorales. Le commerce, la pêche et l'artisanat jouent aussi un rôle assez significatif.

3.1 UNE AGRICULTURE SOUS-PLUIE ASSOCIANT CULTURES CERELIERES ET MARAICHAGE

Pratiquée par plus de 90% de la population, l'agriculture constitue l'activité économique de base. L'activité agricole comprend les cultures sous pluies (mil ; sorgho) souvent associées à des cultures de rente (arachide, niébé), et les cultures maraîchères communément appelées cultures de contre-saison. Base de l'alimentation des populations, la production céréalière est principalement destinée à l'autoconsommation ; même si une partie est vendue pour satisfaire les besoins quotidiens des familles. Pendant la saison sèche (8 à 9 mois), la population s'adonne au maraîchage et à l'arboriculture fruitière, dans la cuvette de Guidimouni. On y trouve de nombreuses spéculations notamment courge, oignon, salade, chou, canne à sucre, taro, manioc, patate douce, pomme de terre, etc., ainsi que l'arboriculture de dattier, de manguiier, de citronnier, de papayer. Cette activité permet de diversifier les productions et d'atténuer les baisses de rendements agricoles. Le site de Guidimouni est l'un des centres de production de maraîchage les plus importants de la région.

3.2 UN ELEVAGE DE TYPE EXTENSIF BASE SUR LA TRANSHUMANCE

Seconde activité économique après l'agriculture, l'élevage est pratiqué surtout par les nomades (Peuls et Touaregs). Il s'agit d'un élevage traditionnel de type extensif, entièrement tributaire de la végétation naturelle, avec un cheptel constitué de bovins, de caprins, d'asins, de camelins et d'équins. L'association d'un troupeau de caprins et d'ovins à celui de bovins assure aux nomades un capital supplémentaire à écouler en cas de crise ou de besoin. La vente de produits comme le lait et le fromage constitue également une source intéressante de revenus. Il est nécessaire de faire la distinction entre les pratiques d'élevage propres aux communautés Peuls et Touaregs axées sur la transhumance, et celles des populations sédentaires caractérisées par des déplacements de courte portée avec un troupeau plus réduit.

À côté de l'agriculture et de l'élevage, existent d'autres activités secondaires dont les revenus stimulent l'économie : l'extraction du natron, la pêche par un appoint financier et nutritionnel intéressant, l'artisanat très diversifiée (maroquinerie, travail du fer et poterie).

3.3 UN COMMERCE LOCAL OUVERT A L'INTER-REGIONAL ET A L'INTERNATIONAL

L'activité commerciale se base tout particulièrement sur les productions agropastorales qui représentent un potentiel important de développement grâce aux échanges à différentes échelles territoriales, du local jusqu'à l'international. A la clientèle locale s'ajoutent des commerçants nigériens intéressés par les cultures de rentes, notamment l'arachide et le niébé.¹ La vente du bétail se déroule de la même manière. Les villageois constituent la première clientèle : utilisation de la force animale dans les activités quotidiennes (travail, transport, voyage) ; épargne à travers l'embouche de petits ruminants (veau, chèvres, moutons) ; consommation locale. Grâce au maraîchage, Guidimouni est devenu un grand centre d'attraction commerciale. Les gens viennent s'approvisionner en produits maraîchers de tout le département de Mirriah, mais aussi d'autres régions (Maradi, Zinder, Niamey, etc..).

4 DES ECHANGES ANCRÉS DANS L'HISTOIRE SOCIO-ECONOMIQUE DES DEUX PAYS

À l'instar de plusieurs entités administratives situées dans la partie sud du Niger, principalement localisées dans les régions de Diffa, Maradi et Zinder, Guidimouni entretient depuis fort longtemps un commerce actif avec le Nord du Nigéria appelé "*Kasar Haoussa*".² Les échanges commerciaux entre les deux pays reposent sur une forte imbrication économique et humaine : leurs populations respectives (haoussa, peul, bérébéri, kanouri) ont un passé séculaire de relations tenues si bien qu'elles constituent les éléments interdépendants d'un même ensemble social et d'une manière générale d'une même civilisation (GREGOIRE, 2002).

Il convient de préciser que la polarisation commerciale entre le Sud du Niger et le Nord du Nigéria est ancienne puisqu'elle remonte au commerce transsaharien. « L'histoire des cités-États haoussas est étroitement liée au commerce transsaharien et à l'islamisation du Soudan occidental et central (ABDOUL et al., 2007). Ce commerce a permis l'acheminement de marchandises (mil, sel, esclave, cola), et a également largement contribué à la structuration spatiale des pays, notamment dans le choix de l'implantation des localités. Cette époque a vu l'efflorescence et le rayonnement de divers lieux d'échanges (Zinder et Birni N'konni au Niger, Madaou, Illéla et Kamba au Nigéria) articulés avec une multitude de petits marchés hebdomadaires dits « polaires » couvrant de vastes rayons de plusieurs centaines de kilomètres, avec des centres d'approvisionnement et des lieux d'import-export que sont Zinder, Maradi, Birni N'konni, Katsina, Daoura, Kano.

Les habitants de Guidimouni partagent ainsi l'histoire des communautés Haoussa et Kanuri du Nigéria. Ce rapport ethnique a été déterminant dans la construction des liens commerciaux entre Guidimouni et les cités du Nord-Nigéria, toutes affiliées au "pays haoussa". Les échanges avec le Nigéria sont en effet très enracinés dans les habitudes locales des habitants de Guidimouni de telle sorte que toutes leurs activités de production dépendent beaucoup de l'état des rapports entre le Nigéria et ladite localité. Toute la vie économique et sociale de Guidimouni est donc régie par les échanges avec le Nigéria. Trop loin de la capitale nationale (Niamey est à environ 1000 Km), Guidimouni puise l'essentiel de ses moyens de production et d'échanges (produits vivriers, manufacturés, matériels aratoires, etc.) dans les circuits commerciaux qui la lie au Nigéria. Est-ce une stratégie locale pour un développement local ? Les zones frontalières étant généralement éloignées du marché national, peuvent se trouver marginalisées par les politiques nationales de développement (KAMBALE MIREMBE, 2005). Il arrive souvent que les populations délaissées développent au niveau local des stratégies propres qui s'appuient largement sur les opportunités offertes par la proximité avec leurs voisins. Plusieurs facteurs participent aux changes de part et d'autre de la frontière nigéro-nigérienne.

¹ Le niébé est beaucoup utilisé par les usines manufacturières nigériennes, notamment dans production du savon et autres produits dérivés

² "*Kasar Haoussa*" ou "*Pays Haoussa*" : vaste aire de peuplement et d'activités économiques englobant le Nord du Nigéria et le Sud du Niger. Cette zone est principalement constituée de populations de l'ethnie haoussa.

5 LES FACTEURS QUI PARTICIPENT A LA DYNAMIQUE DES ECHANGES

Plusieurs facteurs expliquent le dynamisme de ces échanges commerciaux. Certains se rapportent à la géographie du pays tandis que d'autres sont propres à Guidimouni. Au titre des facteurs géographiques, on peut avancer : l'enclavement du Niger tributaire du Sud pour son approvisionnement ; la différence de taille et de potentiel économique entre le Niger et son puissant voisin ; leur appartenance à des zones monétaires distinctes et enfin les complémentarités agro-pastorales (le Niger est producteur de bétail et déficitaire en céréales. L'existence d'un réseau de marchés reliant villes et villages des deux côtés de la frontière participe à cette dynamique d'échanges.

Dans le cas de Guidimouni, les échanges avec le Nigéria sont stimulés par la proximité frontalière ; le partage du Haoussa³ comme langue commune et d'une religion (l'islam) ; la multifonctionnalité du marché de Guidimouni et l'existence d'un réseau de marchés frontaliers (Matameye, Magaria, Maïadoua, Maïgatari, Maïmoudjia, etc.). A ces marchés, il faut également ajouter la présence de Kano, grande métropole nigériane et carrefour commercial très prospère. La grande variété de produits proposée par le marché de Guidimouni (bétail, céréales, produits maraîchers) en fait un centre fréquenté par des opérateurs venant des autres régions du Niger, mais aussi du Nigéria, du Togo, du Benin et de Côte d'Ivoire. Par rapport à l'apport de la frontière aux populations, Karine BENNAFLA (1999) parle de « *rapport utilitaire* ». Contrairement au discours mélodramatique de certains auteurs, sur le découpage territorial en Afrique, il faut percevoir ces subdivisions avec nuance et de façon positive, car elles peuvent servir d'opportunités dans les multiples échanges établis par les populations de part et d'autre de la frontière. Le réseau d'échanges n'est pas seulement animé par des commerçants. D'autres acteurs, dont l'intérêt n'est pas forcément marchand, interviennent également. C'est ainsi que des villageois se rendent régulièrement à Kano pour acheter des biens d'usage quotidien ou pour l'organisation d'événements sociaux comme les mariages.

6 LES PRODUCTIONS AGROPASTORALES AU CENTRE DES ECHANGES COMMERCIAUX

De par sa position géographique par rapport à Zinder et sa proximité de la frontière nigériane, Guidimouni participe activement aux flux d'échanges transfrontaliers entre les deux pays. Différents types de profils de commerçants, soulignant les activités dominantes, sont identifiables à Guidimouni. La spécialisation des commerçants traduit le lien fort entre le choix des activités économiques au niveau local et les opportunités offertes par les marchés nigériens (figure). Ces opportunités encouragent la diversification des activités économiques et permettent aux populations de disposer de revenus assez conséquents nécessaires à l'amélioration de leurs conditions de vie.

³ Le partage du Haoussa a été déterminant dans la construction et le dynamisme des réseaux d'échanges commerciaux transfrontaliers

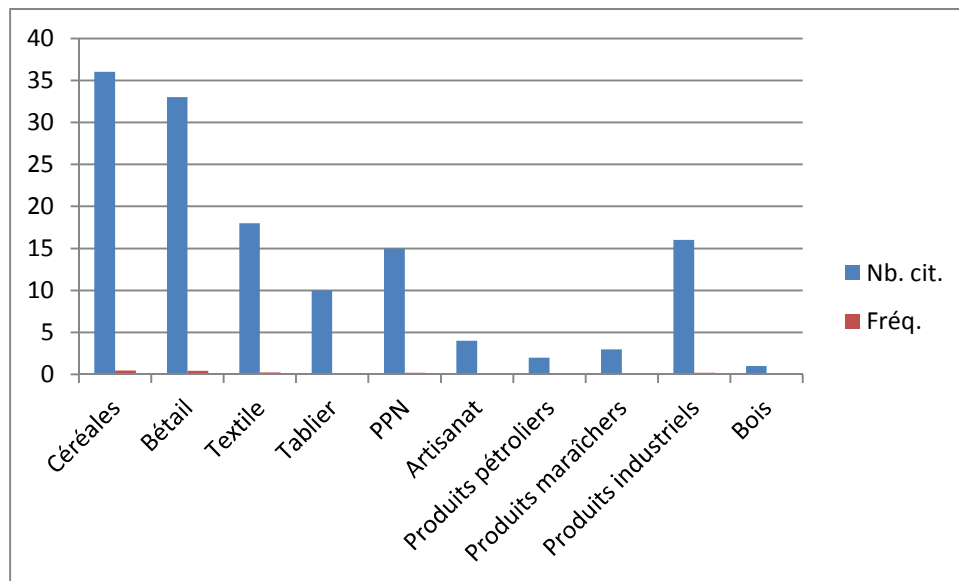


Figure 1 : Spécialisation des commerçants selon les types d'activités ;

Source : Travaux de terrain, 2013

Dans les échanges commerciaux entre Guidimouni et le Nigéria, les produits agropastoraux (bétail sur pied ou sous forme de viande séchée, mil, niébé, arachide) l'emportent sur les autres. A titre illustratif, le rapport produits importés-produits exportés permet d'apprécier le flux de marchandises de part et d'autre de la frontière (figure 2).

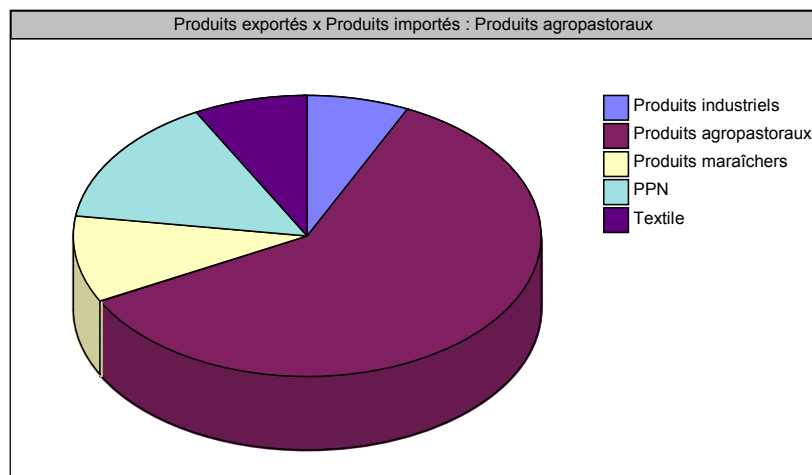


Figure 2 : Échanges principalement basés sur la commercialisation des produits agro-pastoraux ;

Source : Travaux de terrain 2013

En période de bonne récolte ou de production pastorale satisfaisante, les surplus de Guidimouni rejoignent les marchés nigériens tandis qu'en période de soudure ou de mauvaise saison pluvieuse, les populations doivent se tourner vers le Nigéria pour combler leur déficit céréalier et par là vivrier. Ce système de dépendance récurrente des deux côtés de la frontière maintient la primauté des produits agro-pastoraux dans les échanges. A ceux-là s'ajoutent des produits maraîchers (notamment l'igname et la patate en provenance du Nigéria, les salades, les choux et les oignons en sens inverse). Les produits de première nécessité (sel, sucre, piment sec, soumbala, cola, épices, etc.) représentent la deuxième catégorie de produits recherchés car ils sont quotidiennement utilisés par les populations. Enfin, les marchés nigériens fournissent

Guidimouni en produits industriels (plastiques, matériaux de construction, consommables), textiles (tissus, pagnes, fil) et pétroliers (essence, pétrole, gasoil).

Maïgatari et Kano constituent donc les deux marchés dominants fréquentés par les populations de Guidimouni et des villages environnants avec respectivement 67.1 et 31.6% de fréquentation, soit une moyenne de 49.35%. La fréquence des déplacements souligne la densité des relations économiques entre Guidimouni et le Nigéria. Le nombre de trajets hebdomadaires varie en moyenne de 1 à 2 trajets. Ce nombre peut atteindre 3 à 4 trajets, selon le type d'activité et le besoin en marchandises exprimé sur le marché local.

Deux principaux axes routiers mènent à ces marchés : Guidimouni-Kwana-Wacha-Dungass-Adaré-Maïgatari et Guidimouni-Zinder-Matameye-Maïmoudjia-Daoura-Kano. Ces deux itinéraires participent aux échanges transfrontaliers pour respectivement 64.6 et 27,8% des déplacements soit une moyenne de 46.2%. Il importe de préciser que le choix de ces marchés et des deux axes n'est pas fortuit. A l'évidence, la localisation des marchés, la disponibilité des produits à prix et à coûts de transport réduits ou la facilité de leur écoulement sont autant de raisons avancées pour justifier le choix des marchés fréquentés et des itinéraires empruntés. D'autres facteurs comme la complémentarité des lieux (carrefour commercial), la sécurité des biens et des personnes, la constance des échanges (lieux très fréquentés et une habitude de se rendre dans ces lieux) ou l'absence de voie de substitution (existence d'une voie unique d'accès à certains marchés) sont également cités.

7 RETOMBÉES ECONOMIQUES LIEES AUX ECHANGES COMMERCIAUX

Pour mesurer l'impact économique des échanges commerciaux entre Guidimouni et le Nigéria, on peut en plus de la diversification des activités, évoquer les retombées économiques liées aux échanges, notamment les revenus tirés du commerce. Ces revenus varient selon le type d'activité, mais aussi selon le nombre de trajets.

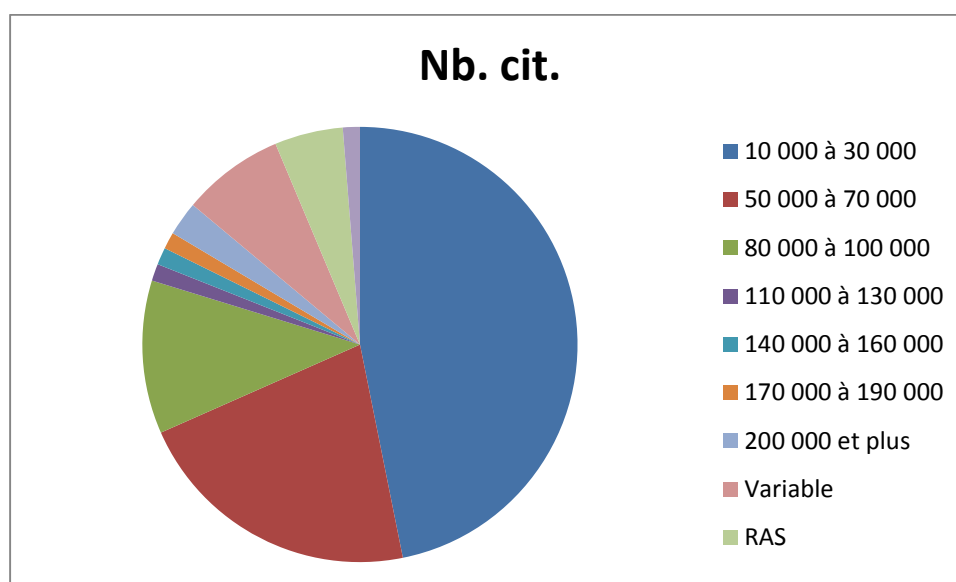


Figure 3 : Revenus des commerçants par trajet ;

Source : Travaux de terrain, 2013

On constate que 46.8% des commerçants estiment leur revenu entre 10000 et 30000 francs CFA par trajet ; 21.5% les évalue entre 50000 et 70000 francs CFA. Pour certains, ils peuvent atteindre 100000 francs CFA (11.4%). Pour une proportion non-négligeable (7.6%), ils varient selon les conditions du marché d'échange (variation du coût des deux monnaies nigériane et nigérienne) ou du marché des changes (variation des prix de produits). Les ressources générées par le commerce sont utilisées pour satisfaire des besoins fondamentaux (familiaux et sociaux), mais aussi au financement d'autres activités (cf. figure 4).

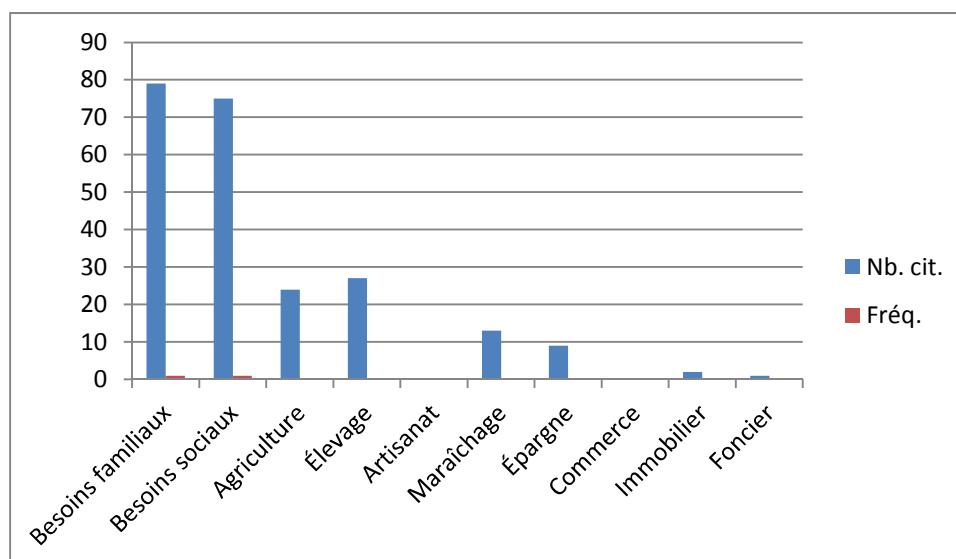


Figure 4 : Utilisation des revenus tirés du commerce ;

Source : Travaux de terrain, 2013

Il ressort que 78.5% des commerçants pratiquent l'agriculture ou l'élevage comme activité secondaire ; 41.8% sont concernés par le maraîchage, une opportunité offerte par l'importance des potentialités de la cuvette de Guidimouni. Ces activités permettent le réinvestissement des revenus du commerce (environ 82.3% des commerçants sont concernés). Ce réinvestissement s'effectue à travers le financement des saisons agricoles et maraîchères (semis, parcelles, engrais, main d'œuvre, outils aratoires, nourriture) et l'épargne (bétail, immobilier). L'agriculture et l'élevage absorbent respectivement 64.6% et 69.6% des investissements tandis que le maraîchage et l'épargne en reçoivent 39.2% et 3.8%.

8 LA FAIBLESSE DU SYSTEME D'ECHANGES COMMERCIAUX

Malgré le dynamisme de ce circuit, le volume et la valeur des échanges demeurent difficilement évaluables du fait du caractère informel des transactions. Le manque de régulations des prix entre Guidimouni et ses partenaires nigériens est défavorable aux producteurs locaux qui n'arrivent pas à profiter pleinement de leurs productions. Ces populations n'ont également aucun contrôle sur le flux de productions agropastorales vers le Nigéria. Ainsi, malgré la récurrence des années de sécheresses et de famines, les productions céréalières et animales continuent de prendre les chemins du Nigéria. Et, en cas d'indisponibilité vivrière locale, les populations sont alors obligées de se retourner vers les exportations nigériennes pour combler leur déficit alimentaire.

Ce système d'échanges du "retour à l'envoyeur" signifie une augmentation des coûts des produits rachetés du Nigéria. Dans les échanges entre le Niger et le Nigéria, l'aspect monétaire joue un rôle primordial. Le taux de change entre le franc CFA et la naira est déterminé par la loi de l'offre et de la demande ; il fixe également les termes d'échange entre les deux pays : une sous-évaluation de la naira encouragera les importations nigériennes, tandis qu'une surévaluation de la naira se traduira par un surcroît des exportations nigériennes. Les fluctuations monétaires entre le Franc CFA et la "naira"⁴ nigérienne participent aussi aux variations des coûts d'import-export entre Guidimouni et les marchés nigériens.

Dans ces échanges bilatéraux, le taux de change officiel n'intervient que très rarement si ce n'est dans les transactions d'État à État soit celles qui concernent l'approvisionnement du Niger en électricité et en hydrocarbures. L'essentiel du commerce entre le Niger et le Nigéria se fait hors de toute réglementation et par le biais du marché parallèle des changes car il relève de la fraude et de la contrebande (ABDO, 2008). Cette absence de réglementation n'empêche pas les

⁴ Monnaie nationale de la République fédérale du Nigéria.

commerçants de mettre en place un véritable réseau d'échanges très structuré autour de puissants commerçants particulièrement haoussas, les célèbres « *al hazai* » (GRÉGOIRE, 1986) animateurs par excellence des réseaux du commerce transfrontaliers (ABDO, 2008).

Des problèmes d'ordre structurel handicapent le bon fonctionnement des transactions commerciales. Les difficultés rencontrés par les commerçants à toutes les échelles territoriales (local, régionale et au Nigéria), illustrent certains aspects de ce dysfonctionnement. Au niveau local, les problèmes de mévente, de transport des biens et des personnes et la dégradation des routes perturbent les activités commerciales. L'insuffisance du capital disponible ne permet pas aux commerçants d'investir davantage dans leur activité surtout avec la persistance de la concurrence locale. Lors de la collecte des produits destinés à l'exportation, il peut d'ailleurs se poser un problème de disponibilité de ces produits. Nonobstant cette situation, d'autres produits notamment agropastoraux et maraîchers se conservent difficilement, entraînant parfois la perte d'une partie importante du stock.

A ces contraintes locales, viennent s'ajouter d'autres freins au niveau régional et au Nigéria même. A ces deux échelles, les difficultés sont presque identiques et concernent surtout les rapports avec l'administration, notamment le transit au niveau des localités frontalières nigériennes (Dungass et Dan Barto par exemple) et des douanes nigérianes, les « *Customs* ». Cela se traduit par une lourdeur administrative due à une forte exigence en documents officiels (carte d'identité, passeport, laissez-passer, divers documents de transit), des taxes élevées ainsi qu'une corruption généralisée des agents des douanes. En plus de ces tracasseries administratives, le coût élevé du transport et l'inflation du prix des produits au Nigéria compliquent sérieusement les conditions d'échanges.

La dynamique transfrontalière d'échanges est renforcée par un brassage de populations autour de certaines cités-marchés comme Kano, Lagos ou Abuja. Ils fondent le dynamisme économique entre le Niger et le Nigéria qui est aussi à l'origine d'importants flux migratoires de populations. Les liens entretenus par les migrants avec le pays d'origine sont multiples et porteurs de transformations sociales parfois significatives.

9 CONCLUSION

La proximité frontalière avec le Nigéria constitue un atout majeur dans la dynamique de développement de Guidimouni. Toute la vie socio-économique est liée aux échanges avec le Nigéria. Qu'il s'agisse de la commercialisation des productions locales (agro-pastorales, maraîchères, artisanales) ou de l'approvisionnement en divers produits (industriels, hydrocarbures, céréales, produits de premières nécessités), l'impact du Nigéria est une réalité incontournable. Compte tenu de la faible valorisation de ce potentiel, des initiatives s'imposent.

Avec, la décentralisation, comme processus d'implication de tous les acteurs locaux aux initiatives locales, quelles opportunités les populations ont-elles pour revaloriser les rapports entre Guidimouni et le Nigéria ? L'intégration des échanges avec le Nigéria dans un projet de développement de cette localité peut servir de piste de réflexion, afin de lui permettre de profiter pleinement de ses ressources. L'ancienneté et la régularité des échanges commerciaux et sociaux entre Guidimouni et plusieurs villes nigérianes constituent un atout dans cette démarche.

REFERENCES

- [1] ABDO H. M., 2008 - Les échanges transfrontaliers : l'influence asymétrique du Nigéria sur le Niger dans le commerce des produits céréaliers. In Actes du Colloque « *Intégration des marchés et sécurité alimentaire dans les pays en développement* ». CERDI, Université d'Auvergne, Clermont Ferrand, 21 p.
- [2] ABDOUL M., DAHOU K. et TREMOLIERES M., 2007 - Le cas Maradi-Katsina-Kano : un couloir de développement ? In *Les dynamiques transfrontalières en Afrique de l'Ouest : Analyse des potentiels d'intégration de trois « pays-frontières » en Afrique de l'Ouest* (DIAPOL Enda), Karthala, Paris, pp.117-161
- [3] BENNAFLA K., 1999 - La fin des territoires nationaux ? État et commerce frontalier en Afrique centrale. In, *L'État en voie de privatisation* (HIBOU Béatrice, coord.), Politique Africaine, n° 073, Paris, pp. 24-49
- [4] DILLÉ B., 2000 – Frontières et développement régional. Impacts économique et social de la frontière Niger-Nigéria sur le développement de la région de Konni, Thèse pour le Doctorat de Sciences Economiques Spécialité Economie des Transports, Université Lumière, Lyon 2, 302 p.
- [5] GREGOIRE E., 1986 - *Les al hazai de Maradi (Niger): Histoire d'un groupe de riches marchands sahéliens*, éditions ORSTOM, Paris, 228 pages.
- [6] GRÉGOIRE E. et LABAZÉE P., 1993 - *Grands commerçants d'Afrique de l'Ouest. Logiques et pratiques d'un groupe d'hommes d'affaires contemporains*, éditions Karthala-ORSTOM, Paris, 262 pages.

- [7] GRÉGOIRE E., 2002 - Territoires marchands en Afrique subsaharienne. In *Regards sur l'Afrique*, 1^{ère} partie (POURTIER Roland, BART François, BONVALLOT Jacques ; coord. Sc.), Historiens et Géographes, N° 379, Paris, pp. 227-234
- [8] IGUÉ J., 1989 - Le développement des périphéries nationales en Afrique. In *Tropiques, lieux et liens* (PINTON Florence ; coord. Sc.), ORSTOM, Paris, pp. 594-605
- [9] KAMBALE MIREMBE O., 2005 - *Échanges transnationaux, réseaux informels et développement local : une étude au Nord-Est de la République démocratique du Congo*, Presses universitaires de Louvain, 280 pages.
- [10] WALTHER O., 2007 - Villes-frontières et réseaux informels sahéliens (Gaya-Malanville-Kamba). In *Geographica Helvetica*, Jg. 62, pp. 33-42

Caractéristiques physico-chimiques des bières de plantain produites à partir de rebuts de plantain de différentes variétés de Côte d'Ivoire (Orishele, French 2 et Corne 1)

[Physico-chemical characteristics of plantain beers produced from waste plantain varieties of Côte d'Ivoire (Orishele, French Horn 2 and 1)]

Digbeu Armand OUREGA¹⁻², Louis Ban KOFFI², Kouadio Florent N'GUESSAN¹, Gnopo Jean NEMLIN², Kablan TANO¹, and Koffi Marcellin DJE¹

¹UFR des Sciences et Technologies des Aliments, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Cote d'Ivoire

²Laboratoire de Technologie de Bingerville, Centre National de Recherche Agronomique, 01 BP 1740 Abidjan 01, Cote 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: In order to reduce plantain post-harvest losses in Côte d'Ivoire by product processing, three plantain varieties (Orishele, French Horn 2 and 1) most cultivated were used at high ripening level to produce beers according two methods (PP and PS method). The results indicate that the physicochemical parameters of the different varieties of dough plantains used in the study vary significantly from one variety to another plantain except vitamin C. The average yield in musts PP is 63.79% while the musts PS is 59.96%. The beers produced vary according to the variety of plantains and the production method. The pH of the beer produced according to the method PP (PP beers) is between 4.45 and 4.59. It is more acidic (pH 3.88 to 4.26 pH) in PS beers. The lowest value is obtained in the PS beer Orishele. Moreover, the highest content in dry matter by refractometry (DMR) (10.87 ° Brix), total sugars (47.2 g / L) and reducing sugars (4.49 g / L) were recorded in beers PS Orishele. PS method provides a stronger beer protein and vitamin C. The beers produced PP and PS do not contain methanol or propanol. The ethanol concentrations ranging from 3.6% to 6.77% alcohol vol alcohol vol.; the highest level of ethanol was detected in PP 2 French beer (6.77%) and the lowest (3.6%) in the PS Horn beer 1. Tartaric acid is predominantly organic acid present in all types of beer produced. Tartaric acid contents are in the range of 64.18 to 120.66 g / L in the PP beers and 57.33 to 63.90 g / L PS beers. Other organic acids detected ie citric acid, butyric acid, malic acid, lactic acid, tannic acid, oxalic acid, acetic acid, fumaric acid and salicylic are low and vary from 0 to 20.81 g / L. The PCA analysis showed that the six types of beers produced are different.

KEYWORDS: Beer, alcoholic fermentation, wort, plantain, sorghum, Variety.

RESUME: Dans le but de contribuer à la réduction des pertes post-récolte du plantain en Côte d'Ivoire par la fabrication de nouveaux produits, les trois variétés de plantain les plus cultivées (Orishele, French 2 et Corne 1) au stade de mûrissement très avancé (phase de sénescence) ont été utilisées pour produire des bières selon deux méthodes (méthode PP et méthode PS). Les résultats indiquent que les paramètres physico-chimiques des pâtes des différentes variétés de plantains utilisés au cours de l'étude varient significativement d'une variété de plantain à une autre excepté la vitamine C. Le rendement moyen en moût PP est de 63,79 % tandis que celui en moût PS est de 59,96 %. Les paramètres physico-chimiques des bières produites varient également en fonction de la variété de plantain et de la méthode de production. Le pH des bières produites selon la méthode PP (bières PP) est compris entre 4,45 et 4,59. Il est plus acide (pH 3,88 à pH 4,26) dans les bières PS. La valeur la plus faible est obtenue dans la bière PS Orishele. Par ailleurs, les valeurs les plus élevées d'extrait sec réfractométrique (10,87 °Brix), de sucres totaux (47,2 g/L) et de sucres réducteurs (4,49 g/L) ont été enregistrées dans les bières PS Orishele. La méthode PS permet d'obtenir une bière à plus forte teneur en protéines et en vitamine C. Les bières produites PP et PS ne contiennent ni méthanol, ni propanol. Les teneurs en éthanol varient de 3,6 % vol.alc à 6,77 % vol.alc. ; le taux d'éthanol le plus élevé a été détecté dans la bière PP French 2 (6,77 %) et le plus faible (3,6 %) dans la bière PS Corne

1. L'acide tartrique est l'acide organique majoritairement présente dans tous les types de bières produites. Les teneurs en acide tartrique sont de l'ordre de 64,18-120,66 g/L dans les bières PP et de 57,33-63,90 g/L dans les bières PS. Les autres acides organiques détectés à savoir l'acide citrique, l'acide butyrique, l'acide malique, l'acide lactique, l'acide tannique, l'acide oxalique, l'acide acétique, l'acide Fumarique et l'acide salicylique sont faibles et varient de 0 à 20,81 g/L. L'analyse par ACP a montré que les six types de bières produites sont différents.

MOTS-CLEFS: Bière, Fermentation alcoolique, Moût, plantain, Sorgho, Variété.

1 INTRODUCTION

Le plantain (*Musa spp*) du groupe génomique (AAB) est un fruit climactérique très périssable. C'est l'une des denrées alimentaires de base des populations des zones intertropicales humides [1]. Il représente, par ordre d'importance, la quatrième culture vivrière du monde, après le riz, le blé et le maïs [2]. Le plantain est un aliment vital pour beaucoup de pays tropicaux car il est classé comme la denrée alimentaire la moins coûteuse à la production [3].

En Côte d'Ivoire, la production annuelle de plantain s'élevait à 1 500 000 tonnes en 2012 [4]. Il est le vivrier le plus consommé avec 53,4 % en milieu urbain et 46,6 % en milieu rural [5]. Ces fruits sont le plus souvent utilisés pour la préparation de certains mets traditionnels tels que le foutou, l'aloco, le claclo, l'apiti, le locounou, etc. et d'autres produits alimentaires dont entre autre la farine protéinée [6]. Cependant les pertes après récolte sont énormes et atteignent 40 % de la production; ce qui correspond à 600 000 tonnes en 2012. Ces pertes sont dues à la mauvaise organisation de la collecte et de la production, aux conditions de transport déplorables, aux pertes dans les champs où les fruits à maturités avancées ne sont plus vendables [7]. Les techniques d'entreposage sous atmosphère contrôlée et osmotique développées par les chercheurs pour prolonger la durée de conservation du plantain restent hors de portée pour les populations des pays en développement comme la Côte d'Ivoire.

Beaucoup d'études ont été réalisées sur la transformation de la banane, et du plantain notamment la production de boissons alcoolisées ou non alcoolisées, de différentes farine pour l'alimentation des enfants [8], [9], [10], [11]. Certaines études technologiques réalisées ont eu pour buts de comparer les caractéristiques biochimiques et organoleptiques des variétés de plantain French et Orishele [12], d'une part et d'autre part à comparer la qualité nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles des farines de trois hybrides de plantain avec celle de la variété Orishele [13], [14]. D'autres études ont consisté à produire de la bière en combinaison avec du sorgho [15], [16] respectivement avec les variétés *Musa acuminata* et *Musa robusta*, mais très peu de travaux dans ce sens ont été réalisés sur le plantain. Ces auteurs ont montré l'efficacité de l'adjonction de la banane de type *Musa acuminata* et *robusta* à la farine de sorgho à produire des bières.

Si la banane et le plantain sont utilisées en Inde, au Brésil et dans certains pays de l'Afrique de l'Est et du Centre tels que l'Ouganda, la Burundi, la République Démocratique du Congo et le Bénin pour produire de la bière afin de les valoriser, ce n'est pas le cas en Côte d'Ivoire où les espèces et les variétés de plantain sont différentes de celles des autres pays et limitées à la transformation traditionnelle. Dans le but de contribuer à la réduction des pertes post-récolte du plantain en Côte d'Ivoire par la mise au point de nouveaux produits, nous nous sommes proposés dans ce travail de produire de la bière à partir de rebuts de plantain de différentes variétés et d'en étudier les caractéristiques physico-chimiques.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué des variétés de plantain et des grains de sorgho. Trois variétés de plantain ont été utilisées dans cette étude : Corne 1 (*Afoto*), French 2 (*Agnrin*) et Orishele. Ce matériel provient du Centre National de Recherche Agronomique, précisément de la plantation expérimentale d'Azaguié (village située à 50 km au nord d'Abidjan 5° 38' N, 4° 05' W). Les variétés de plantain ont été récoltées au stade vert mature, puis entreposées pendant 3 semaines pour maturation. Les grains de sorgho rouge ont été achetés sur le marché de Yopougon à Abidjan et maltés au laboratoire suivant le procédé traditionnel de maltage pour la fabrication de bière de sorgho.

2.2 FERMENT

La levure de marque Safelevure (*Saccharomyces cerevisiae*) achetée dans le commerce a servi de matériel biologique pour la fermentation.

2.3 MÉTHODES DE PRODUCTION DES BIÈRES

Les opérations unitaires utilisées pour la production des bières de plantain sont présentées à la figure 1. Le procédé technologique comprend les deux grandes étapes classiques à savoir la production de moûts et la fermentation alcoolique. Pour la production des moûts, deux méthodes ont été utilisées : la méthode pure plantain (PP) pour la fabrication des bières PP et la méthode plantain-sorgho associé (PS) pour les bières PS. Dans la méthode PP, les fruits récoltés au stade vert mature, ont été entreposés pendant 21 jours dans des emballages plastiques hermétiquement fermés pour obtenir du plantain au stade de mûrissement très avancé (phase de sénescence). Ils ont ensuite été lavés, épluchés et broyés à l'aide d'un mixeur pour obtenir une pâte. A 1 kg de pâte de plantain obtenu, 3 L d'eau distillée ont été ajoutés. Une fraction de 2 L du mélange a été précuite pendant 30 min à une température de 45° C à 75° C puis a été filtrée pour obtenir le moût pur plantain (moût PP). Le moût PP subit une cuisson à 100°C pendant 1 h 30 min et est filtré à nouveau puis laissé refroidir. Le moût PP refroidi est centrifugé à 4000 tours pendant 20min. Après centrifugation, le moût PP estensemencé avec la levure dans la proportion de 1 g de ferment par litre de moût. Homogénéisé, le moût PP est laissé fermenter pendant 7 jours à température ambiante \pm 27° C. Après la phase de fermentation alcoolique, le moût PP fermenté est gardé en maturation à 4° C pendant 3 jours, puis filtré avec le papier Whatman N°4 pour obtenir la bière PP. Dans la méthode PS, la pâte de plantain produite dans les mêmes conditions que précédemment a été mélangée avec la farine de sorgho malté dans les proportions de 2:1 (P/P). La farine de sorgho malté a été préparée selon la méthode [17]. Le moût obtenu à partir du mélange plantain et sorgho (moût PS) a été utilisé pour la production de bières PS dans les même conditions que la bière PP. Au total six types de bières ont été produits à partir des trois variétés de plantain. Les pâtes de plantain et les bières ont été échantillonnées pour les analyses physico-chimiques.

2.4 RENDEMENT EN MOÛT DE PRODUCTION

Le rendement en moût de la production a été déterminé par le rapport de masse entre la quantité de moûts obtenus et la quantité de matière première utilisée selon la formule ci-dessous.

$$R_p = \frac{M_m}{M_p} ; \quad R_p : \text{Rendement en moût de production (\%)} ; M_m : \text{Masse du moût obtenu (kg)}$$

M_p : Masse de matière première (kg)

2.5 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

L'acidité titrable a été déterminée par la méthode de [18], le pH a été obtenu à l'aide d'un pH-mètre (pH mètre CyberScan, Malaisie) et l'extrait sec réfractométrique (ESR) a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre portable (ATAGO, Sodium chlorure, Japon). Le taux d'humidité a été déterminé par la méthode [19], Les teneurs en sucres totaux et réducteurs ont été obtenues respectivement par la méthode [20] et la méthode de [21]. Les teneurs en protéines ont été déterminées par la méthode de [22]. Le taux de cendre a été déterminé par le rapport de la masse de l'échantillon après incinération à 550°C pendant 6 h sur la masse de l'échantillon avant incinération. La détection des alcools (éthanol, méthanol et propanol) a été réalisée par la chromatographie en phase gazeuse (Shimadzu G M-9AM, Japon) munie d'une colonne capillaire Porapak Q de 1,8 m de long et 100 mm de diamètre intérieur et 120 mm de diamètre extérieur. Les températures de l'injecteur, du détecteur et de la colonne sont de 200°C, 250°C et 120°C respectivement avec un débit du gaz vecteur de 2kg/cm². Le volume de solution de référence et d'échantillon de bière injecté à l'aide de seringue est de 1µl. Pour l'analyse quantitative, les concentrations ont été déterminées à partir de la moyenne des surfaces des pics des solutions de référence et celles des différents composés élués. La détermination des concentrations en vitamine C et en acides organiques a été réalisée par chromatographie liquide haute performance (HPLC) de type Shimadzu en suivant les protocoles de [23] et la méthode combinée de [24] et de [25] respectivement. Les mesures ont été effectuées en triple pour chaque analyse.

2.6 ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS Statistics 20.0 et Statistica 7.1. Le test de Newman et Keul au seuil de 5 % a été utilisé pour classer les moyennes des paramètres physico-chimiques des bières produites. Les différences statistiques avec une valeur de probabilité inférieure à 0,05 (P < 0,05) sont considérées comme significatives. L'Analyse des composantes principales utilisée a permis d'explorer les liaisons entre variables et les ressemblances entre individus.

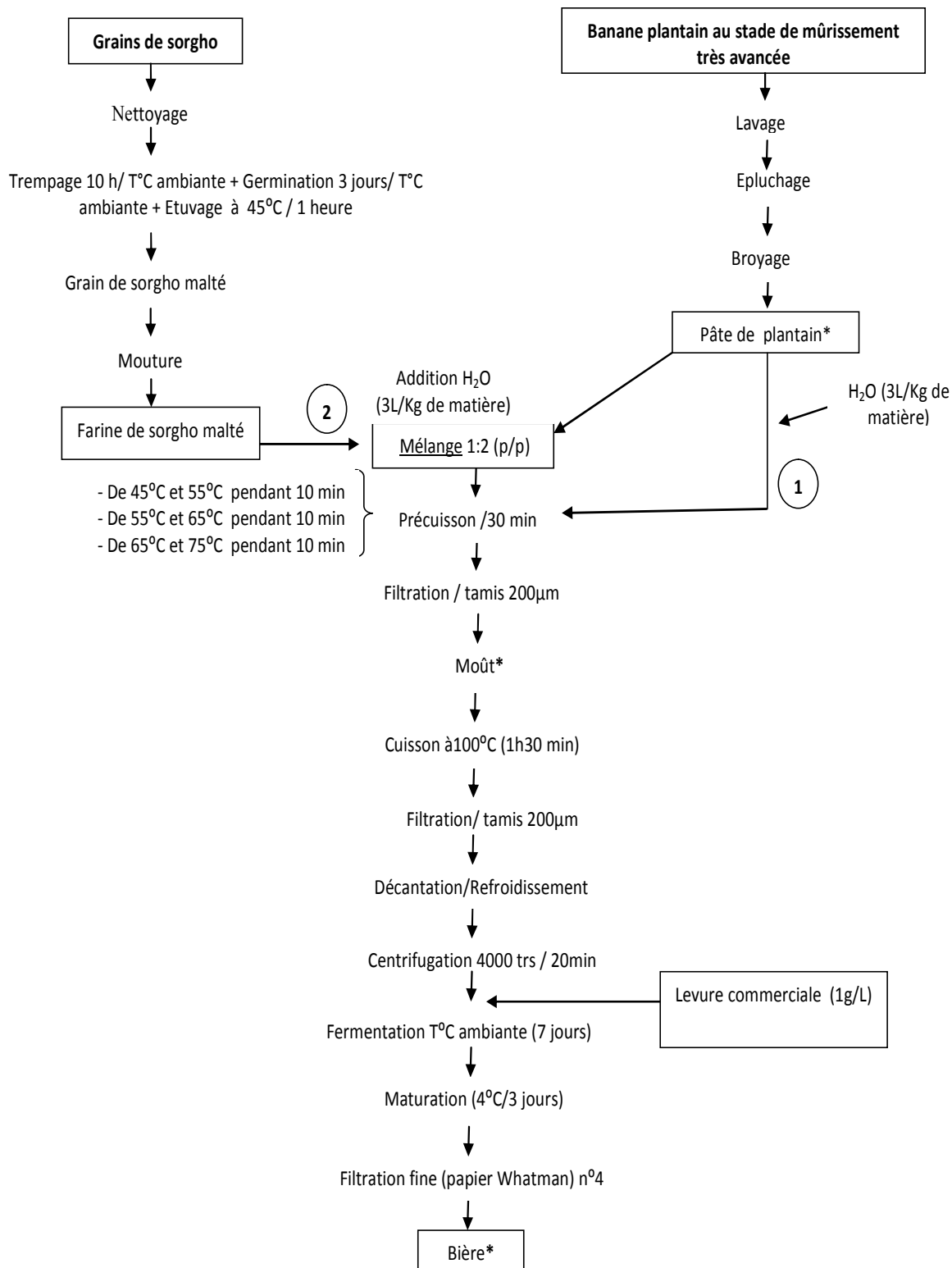


Figure 1 : Procédé technologique de fabrication de la bière à base de plantain

1 : Procédé technologique de fabrication de la bière de pur plantain

2 : Procédé technologique de fabrication de plantain-sorgho associé ; * : Echantillons analysés

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES PATES DE PLANTAIN

Les valeurs moyennes de taux d'humidité, de pH, d'acidité titrable, d'extrait sec réfractométrique, de sucres totaux, de sucres réducteurs, de taux de cendre et de teneur en vitamine C déterminées pour les pâtes de différentes variétés de plantain après le stade de mûrissement avancé sont consignées dans le Tableau 1. Les analyses statistiques révèlent que toutes les valeurs moyennes des paramètres analysés, exceptée celle de la vitamine C, sont significativement différentes d'une variété de plantain à une autre ($p < 0,05$). Ainsi, les pâtes de plantain utilisées au cours de cette étude pour la production des bières contiennent au moins 85 % d'eau, et la variété French 2 présente la valeur la plus faible (85,93 %). La pâte Orishele présente l'acidité titrable et le taux de cendres les plus faibles (0,58 % et 0,77 % respectivement) par contre ses teneurs en extrait sec réfractométrique, en sucres totaux et en sucres réducteurs sont plus élevées. Les valeurs sont respectivement de 15,3 °Brix, 159,3 g/L et 12,2 g/L. La pâte French 2 présente l'acidité titrable et le taux de cendres les plus élevées (0,83 % et 1,08 % respectivement), mais les plus faibles teneurs en ESR et en sucres totaux. Le pH des pâtes étudiées est compris entre 4,33 et 4,62. La teneur en vitamine C des variétés Orishele et French 2 (24,97 mg/100 mL) est différente de celle de la variété Corne 1 qui est de (49,67 mg/100 mL).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des pâtes de plantain des variétés Orishele, French 2 et Corne 1

Variétés de plantain	T _H (%)	pH	AT (% acide lactique)	ESR (°Brix)	ST (g/L)	SR (g/L)	Taux de cendres (%)	Vit C (mg/100 mL)
Orishele	86,6±0,3 ^b	4,62±0,02 ^a	0,58±0,01 ^c	15,3±0,1 ^a	159,3±12,6 ^a	12,2±0,7 ^a	0,77±0,04 ^c	24,97±0,15 ^b
French 2	85,9±0,1 ^c	4,33±0,02 ^c	0,83±0 ^a	12,1±0,1 ^c	110,1±5,4 ^c	10,2±0,3 ^b	1,08±0,01 ^a	24,97±0,15 ^b
Corne 1	87,6±0,2 ^a	4,41±0,01 ^b	0,76±0,05 ^b	13,7±0,1 ^b	144,3±4,6 ^b	7,9±0,1 ^c	0,93±0,02 ^b	49,67±0,57 ^a

T_H : Taux d'humidité ; AT : Acidité titrable ; ESR : Extrait sec réfractométrique ; ST : Sucres totaux ; SR : Sucres réducteurs ; Vit C : Vitamine C ; les valeurs moyennes ayant la même lettre dans les colonnes ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

3.2 RENDEMENT EN MOÛT DE PRODUCTION

Le rendement en moût de production PS varie significativement avec la variété de plantain utilisée par contre il est identique pour les productions PP des variétés Orishele et Corne 1 (Tableau 2). Le rendement en moût PP le plus élevé est obtenu avec la variété French 2 (70,40 %) alors que dans les productions PS, c'est la variété Orishele qui donne le rendement le plus élevé (60,37 %). Le rendement moyen en moût PP est de 63,79 % tandis que celui en moût PS est de 59,96 %.

Tableau 2 : Rendement en moût selon les variétés de plantain utilisées pour la production des bières (%)

Variété de plantain	Moût PP	Moût PS
Orishele	60,60±0,20 ^b	60,37±0,01 ^a
French 2	70,40±0,60 ^a	59,43±0,15 ^c
Corne 1	60,36±0,04 ^b	60,08±0,01 ^b
Moyenne	63,79±4,97	59,96±0,42

Dans une même colonne, les valeurs portant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$).

PP : Pur plantain ; PS : Plantain-sorgho associé

3.3 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES BIERES

Le pH des bières PP est compris entre 4,45 et 4,59 (Figure 1). Il est plus acide (pH 3,88 à pH 4,26) dans les bières PS.

L'acidité titrable des bières PS Orishele (1,52 %) et celui des bières PS Corne 1 (0,91 %) sont les plus élevées ; celles des bières PP des mêmes variétés de plantain (0,54 % et 0,37 % respectivement) sont les plus faibles. Pour la variété French 2 c'est la bière PS qui a donné la plus forte valeur d'acidité titrable (0,76 %).

Tout comme l'acidité titrable, les teneurs en ESR, en sucres totaux et en sucres réducteurs sont plus élevées dans les bières PS que dans les bières PP exceptées les bières produites à partir de la variété French 2. En outre, les valeurs sont plus élevées dans les bières PS Orishele que dans les bières PS Corne 1. Les teneurs dans les bières PS Orishele sont de 10,87 °Brix,

47,2 g/L et 4,49 g/L respectivement pour l'ESR, les sucres totaux et réducteurs. Les teneurs en protéines des bières PS varient entre 0,26 mg/mL et 0,33 mg/mL. Ces teneurs sont plus élevées que celles des bières PP qui sont comprises entre 0,06 mg/mL et 0,22 mg/mL. Les taux de cendres sont statistiquement identiques dans tous les types de bière exceptée la bière PS French 2 qui présente un taux de cendres plus élevé de 1,2%. La teneur en vitamine C est comprise entre 0,07 mg/100 mL et 1,19 mg/100 mL dans les bières PP et entre 0,89 mg/100 mL et 1,73 mg/100 mL dans les bières PS. Par ailleurs, les bières PS et PP Corne 1 présentent les teneurs les plus élevées tandis que les bières PS et PP Orishele présentent les teneurs les plus faibles.

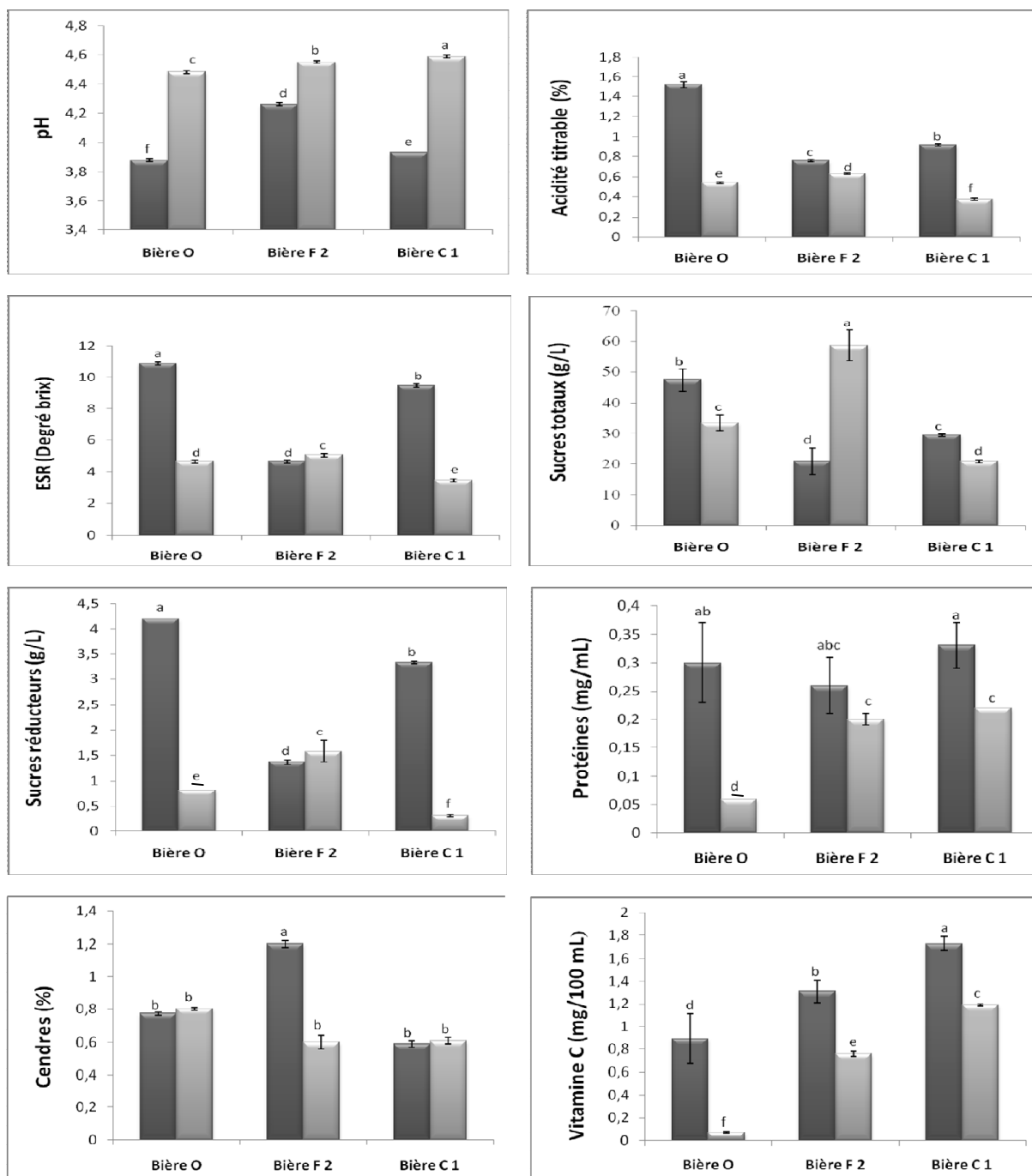


Figure 1 : Caractéristiques physico-chimiques des bières produites à partir de différentes variétés de plantain (■ Bières PS, □ Bières PP) ; O = Orishele ; F 2 = French 2 et C 1 = Corne 1 ; les histogrammes portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$)

3.4 COMPOSITION ET TENEURS EN ALCOOLS DES BIERES

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse pour la détection du méthanol, du propanol et de l'éthanol a révélé la présence de l'éthanol dans tous les échantillons analysés. Le méthanol et le propanol n'ont été détectés dans aucun échantillon. Les teneurs en éthanol dans les différentes bières varient de 3,6 % vol.alc (bière PS Corne 1) à 6,77 % vol.alc (bières PP french 2). L'analyse statistique des résultats montre par ailleurs que la teneur en éthanol des bières varie selon la variété de plantain utilisée pour la production (Figure 2).

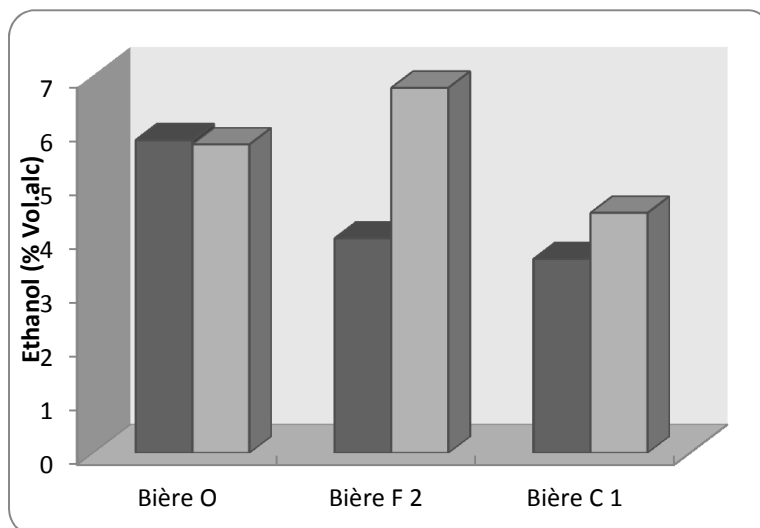


Figure 2: Teneur en éthanol des bières produites à partir de différentes variétés de banane

(■ Bières PS ; □ Bières PP) ; O = Orishele ; F 2 = French 2 et C 1 = Corne 1

3.5 PROFIL DES ACIDES ORGANIQUES DES BIERES

Les acides organiques détectés au cours de cette étude sont l'acide tannique, l'acide oxalique, l'acide tartrique, l'acide citrique, l'acide malique, l'acide butyrique, l'acide lactique, l'acide acétique, l'acide fumarique et l'acide salicylique (Figure 3). L'acide salicylique présent dans toutes les bières PS n'a été dans aucune des bières PP.

L'acide tartrique et l'acide citrique sont les deux acides organiques majeurs des bières PP. Les concentrations en acide tartrique et en acide citrique sont respectivement de 120,66 g/L et 24,08 g/L dans la bière PP Orishele ; 104,08 g/L et 45,53 g/L dans la bière PP French 2 ; 64,18 g/L et 23,54 g/L dans la bière PP Corne 1. Les teneurs en acide tartrique sont statistiquement différentes dans les bières PP, par contre celles de l'acide citrique sont identiques dans les bières PP Orishele et PP Corne1 au seuil de 5%. Les concentrations en acides organiques mineurs varient de 0 g/L à 7,8 g/L.

Dans les bières PS, l'acide tartrique est l'acide organique majeur. Les teneurs sont de l'ordre de 57,33 g/L à 63,9 g/L. Les teneurs en acide tartrique sont statistiquement identiques. Les concentrations en acides organiques mineurs varient de 0 g/L à 20,81 g/L

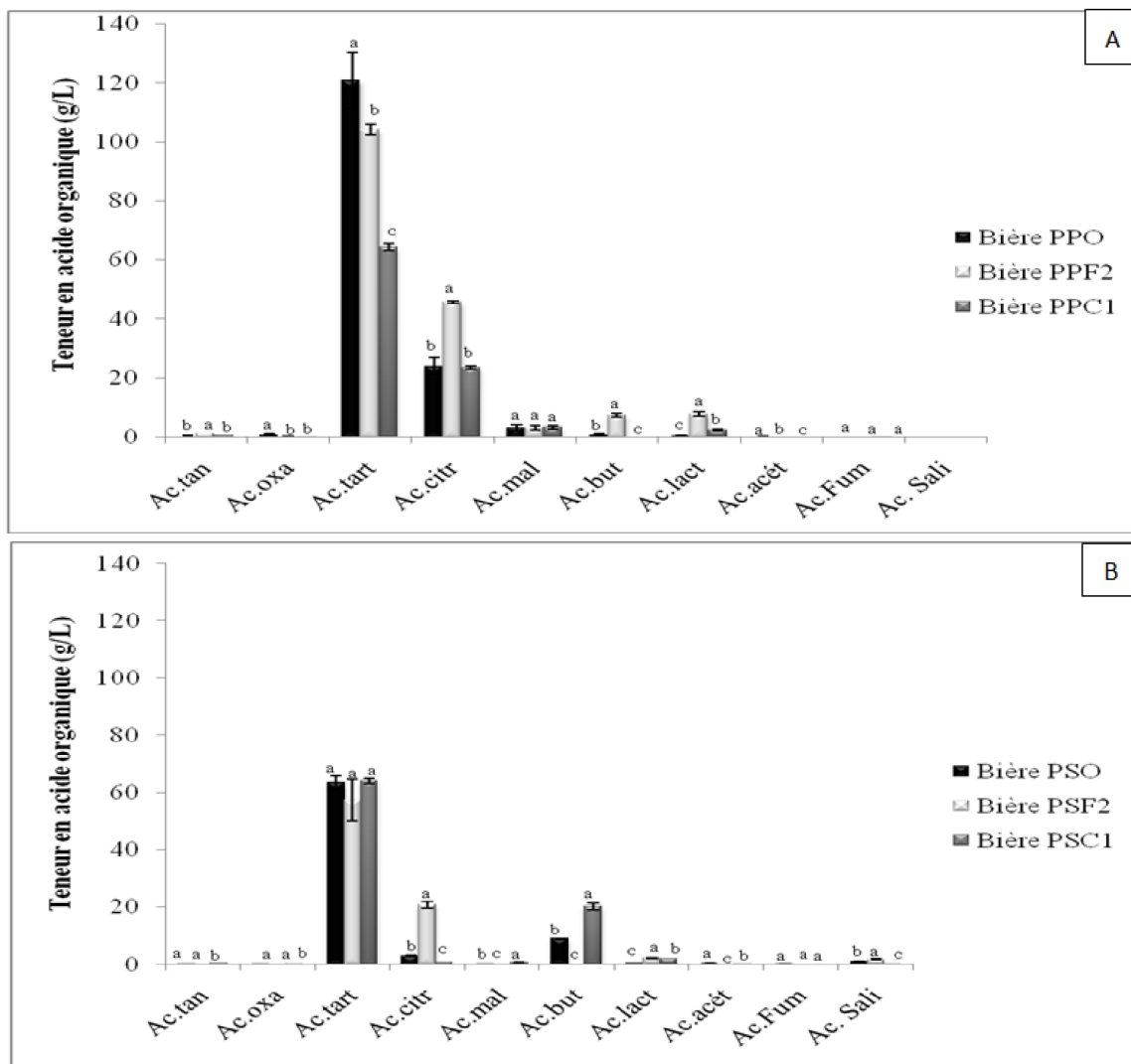


Figure 3: Profil des acides organiques dans les bières PP (A) et bières PS (B) des différentes variétés de plantain

Ac.tan : acide tannique ; Ac.oxa : acide oxalique ; Ac.tart : acide tartrique ; Ac.citr : acide citrique ; Ac.mal : acide malique ; Ac.but : acide butyrique ; Ac.lact : acide lactique ; Ac.acét : acide acétique ; Ac.fum : acide fumarique ; Ac.Sali : acide salicylique ; O = Orishele ; F 2 = French 2 et C 1 = Corne 1

3.6 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP) DES PARAMETRES DES BIERES

L'ACP effectué à partir des 19 paramètres analysés pour chaque bières produites a permis de retenir deux composantes principales (Axe 1 et Axe 2) qui explique 69,13 % de la variance totale des données (Tableau 3). Les variables qui principalement contribuent de façon positive (coefficient > 0,700) à l'Axe 1 sont l'acidité titrable, l'extrait sec refractométrique, Les sucres réducteurs et la teneur en protéines. Le pH, l'acide tartrique, l'acide citrique et l'acide malique contribue de façon négative à l'Axe 1. Sur l'Axe 2, les sucres totaux, le taux d'alcool et l'acide fumarique contribue de façon négative (Tableau 3). La figure 4 permet le regroupement des différentes bières produites. La bière PS Corne 1 est plus rapprochée de la bière PS Orishele sur l'Axe 1 positivement. Elle est caractérisée par une forte teneur en protéines par contre la bière PS Orishele l'est par une forte acidité et un taux de sucres reducteurs élevé. La bière PS French 2 est plus rapprochée de la bière PP Corne 1 sur l'Axe 2 positivement. Elle est caractérisée par une forte teneur en cendres alors que la bière PP Corne 1 l'est par un pH faiblement acide. La bière PP Orishele et bière PP French 2 sont plus rapprochées sur l'Axe 1 négativement. La bière PP Orishele est caractérisée par un pH, des taux d'acides malique, citrique, et malique faibles et une forte teneur en acide tartrique par contre la bière PP French 2 est caractérisée par un fort taux d'alcool.

Tableau 3 : Corrélation des variables des bières PP et PS avec les facteurs de l'analyse en composantes principales après rotation varimax

	Axe 1	Axe 2
PH	-0,920	0,344
AT	0,777	-0,530
ESR	0,806	-0,566
ST	-0,190	-0,932
SR	0,807	-0,586
PROT	0,858	-0,023
Vitamine C	0,676	0,353
T cendre	0,188	0,524
% alcool	-0,548	-0,760
Ac.tan	-0,606	-0,375
Ac.oxa	-0,517	-0,136
Ac.tart	-0,785	-0,394
Ac.citri	-0,879	-0,046
Ac.mal	-0,917	-0,073
Ac.buty	0,580	-0,452
Ac.lact	-0,466	-0,296
Ac.acét	0,101	-0,766
Ac.Fum	-0,052	-0,938
Ac.Sali	0,519	0,358

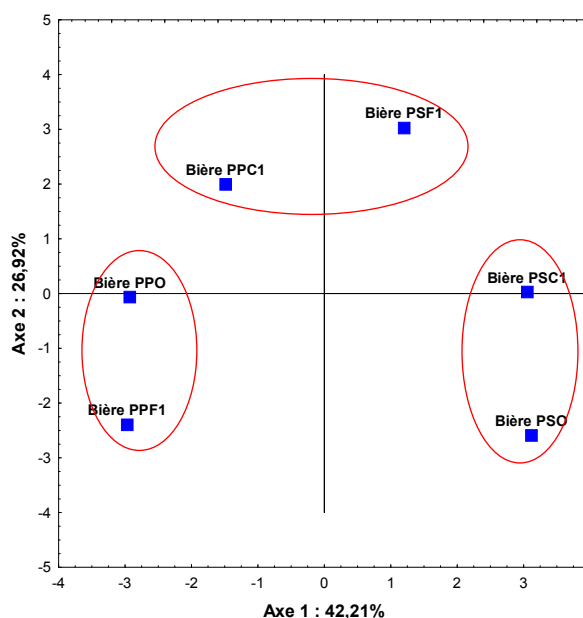


Figure 4 : Diagramme de distribution des caractéristiques des bières PP et PS des différentes variétés de plantain
O = Orishele ; F 2 = French 2 et C 1 = Corne 1

4 DISCUSSION

L'analyse des paramètres physico-chimiques des pâtes des différentes variétés de plantain utilisées au cours de l'étude montre que tous les paramètres (excepté la vitamine C) varient significativement d'une variété de plantain à une autre. Ces résultats sont en accord avec les travaux de [12]. En effet, ces auteurs ont montré que les farines issues des variétés de plantain Orishele et French 2 (*Agnrin*) ont des caractéristiques physico-chimiques significativement différentes. Par ailleurs, nos résultats montrent que les teneurs en sucres totaux et réducteurs de la variété Orishele sont supérieures à celles de la variété French 2. Ce résultat est par contre contraire à celui de ces auteurs. Ceci pourrait être lié au fait que les études n'ont pas été conduites sur le même stade de mûrissement. Notre étude a été effectuée au stade plus noir que jaune tandis que celle des auteurs précités a été réalisée au stade jaune avec des points noirs. Les teneurs en ESR comprises entre 12,1°Brix et 15,3°Brix de même que les teneurs en sucres totaux comprises entre 110,1 g/L et 159,3 g/L sont proches de celles du moût sucré de sorgho rapporté par [26]. Les pâtes contiennent donc suffisamment de sucres pour mener une fermentation alcoolique. Le pH acide des pâtes qui varie de 4,33 à 4,62 témoigne de la présence d'acide organique dans la pulpe à maturité très avancée. Ce résultat corrobore avec les travaux [12]. En effet, ces auteurs ont montré qu'au cours du mûrissement, le pH des variétés Orishele et French 2 (*Agnrin*) diminue significativement respectivement de 6,06 (stade vert) à 4,85 (stade jaune avec point noir) et de 5,86 (stade vert) à 4,06 (stade jaune avec point noir). Pour ces auteurs, cette diminution du pH serait due à une augmentation du taux d'acides dans la pulpe de banane plantain. Les pâtes de plantain utilisées au cours de notre étude renferment au moins 85 % d'eau, cela serait dû à une migration osmotique de l'eau de la peau à la pulpe au cours du mûrissement du fait de la concentration élevée en sucres de ces derniers à la suite de l'hydrolyse de l'amidon en sucre [27],[28]. Ainsi le faible taux d'humidité observé chez la variété French 2 de 85,93 % se justifierait du fait de sa faible teneur en ESR de 12,1°Brix.

Les bières obtenues à la fin de la fermentation alcoolique présentent un pH plus acide (3,88 à 4,26) lorsqu'elles sont produites à partir du plantain additionné de sorgho. Cette acidification s'accompagne dans les trois cas de bière d'une augmentation de l'acidité titrable. Ces observations peuvent s'expliquer par la présence de la farine de sorgho dans le moût du plantain ce qui favoriserait la production d'acides organiques soit par la levure et soit par les bactéries lactiques

contaminants. Aussi, les valeurs de pH des bières pures plantain sont dans le même ordre de grandeur que les valeurs rapportées par [16] pour les bières de plantain de l'espèce *Musa acuminata* et par [17] pour les bières de sorgho produites en Côte d'Ivoire. La présence de sorgho a favorisé l'hydrolyse de l'amidon et des autres sucres complexes en sucres simples et ceci expliquerait une teneur plus élevée de sucres dans les bières PS Orishele et PS Corne 1 que dans les bières PP Orishele et PP Corne 1. Pour ce qui concerne les bières produites à partir de la variété French 2 l'addition de sorgho serait au contraire défavorable à l'hydrolyse des sucres complexes mais favoriserait la consommation de sucres simples par la levure. Ainsi en fin de fermentation le taux de sucres totaux dans les bières PS French 2 est nettement inférieur à celles des bières PP French 2. La dégradation des sucres est due à l' α amylase produite par les levures ou autres bactéries amylolytiques et l'activité de ses enzymes peuvent être influencé par la composition chimique du milieu.

Les teneurs plus élevées en protéines et en vitamine C dans les bières PS respectivement de 0,26-0,33 mg/mL et de 0,89-1,73 mg/100 mL pourraient se justifier par l'utilisation des grains de sorgho germés. La germination est donc un processus qui mobilise plusieurs activités enzymatiques de l'embryon végétal. Ces valeurs de protéines se situent dans la marge trouvée par [17] pour les bières de sorgho mais les valeurs de vitamine C sont inférieures aux valeurs déterminées par [17] et par [16] exceptée la bière PS Corne 1. Chez [17] l'étape de fermentation spontanée est assurée par un milieu complexe dont essentiellement de bactéries et aussi de levures. Ces microorganismes auraient contribué à la synthèse de vitamine C. Dans notre étude ici la levure sélectionnée de *Saccharomyces cerevisiae* utilisée uniquement expliquerait la faible teneur en vitamine C. La plus forte teneur en vitamine C dans la bière PS Corne 1 serait due au taux élevé de cette vitamine dans la pâte. Tout comme dans la bière de sorgho produite en Côte d'Ivoire, les composés toxiques que sont le méthanol et le propanol, identifiés dans certaines boissons artisanales, n'ont pas été détectés dans les bières obtenues. La consommation de la bière de plantain ne présente donc pas de danger en ce qui concerne ces alcools toxiques pour le consommateur. Les bières produites contiennent de l'éthanol à des taux se situant entre 3,6 % et 6,77 %. Ces taux sont similaires aux taux indiqués par [27] pour le tchapalo et [16] pour la bière de banane. Ils sont cependant supérieurs aux taux indiqués pour le burukutu et le pito [29]. Les bières produites sont proches des pourcentages alcooliques des bières industrielles vendues sur le marché ivoirien comprise entre 4,5 % et 8 % de degré alcoolique.

Les acides organiques agissent de façon prépondérante dans la définition des caractéristiques organoleptiques des boissons. Ils agissent aussi en tant que tampon, empêchant ainsi la variation du pH du cytosol des levures et la modification de leur métabolisme [30]. La composition et la concentration de chacun d'eux est par conséquent essentielle pour la qualité du produit final [31]. La plupart des acides organiques identifiés au cours de cette étude ont été trouvés aussi dans les bières modernes comme dans les bières traditionnelles de sorgho mais à des concentrations différentes. Ces différences pourraient être liées à la matière première, au procédé de brassage ou au procédé de fermentation [32],[33]. L'acide tartrique qui est l'acide organique majeur des bières de plantain constitue la base de cette acidité alors que dans les bières de sorgho, c'est l'acide lactique qui en constitue la base [17],[27],[34]. Sa teneur est plus élevée dans les bières PP que dans les bières PS.

L'analyse en composante principale a montré que les six types de bières sont différents quant à leur propriétés physico-chimiques cependant elles ont pu être regroupés deux à deux. La bière PS Corne 1 à la bière PS Orishele, La bière PS French2 à la bière PP Corne 1 et la bière PP Orishele et la bière PP French 2.

5 CONCLUSION

L'étude a montré que, les bières produites à partir des pâtes de plantain au stade de murissement très avancé ont des propriétés physico-chimiques statistiquement variables d'une variété de plantain à une autre. Les plantains Orishele, French 2 et Corne 1 utilisés révèlent une bonne aptitude à produire de la bière, avec des degrés alcooliques qui varient de 3,6% vol.alc à 6,77% vol.alc. L'apport de sorgho, dans la bière de plantain influence le pH du milieu et augmente la qualité nutritionnelle par apport de vitamine C et protéines. Les bières produites ont un pH qui varie de 3,88 à 4,59 et ne contiennent ni méthanol, ni propanol, qui sont des alcools toxiques généralement observés dans les productions artisanales. En outre, l'acide tartrique détecté est l'acide organique majoritaire de tous les types de bières de plantains produites. L'ACP confirme que les six types de bières produites sont différents. Il serait donc intéressant d'étudier l'acceptabilité des bières produites par les consommateurs et de déterminer leurs durées de conservation.

REFERENCES

- [1] R. Nkendah, E. Akyeampong, "Données socioéconomiques sur la filière plantain en Afrique Centrale et de l'ouest." La revue internationale sur bananiers et plantain, 12 (1), 8-13, 2003.
- [2] FAO, "L'économie de la banane 1985-2002," 1p, 2003.
- [3] T. Du Montcel, "Plantain bananas In: The Tropical agriculturalist." The Macmillon Press LTD. London. 103p, 1993
- [4] FAO, Programme cadre pays 2012- 2015. P. 12,2012
- [5] BNETD (Bureau National d'Etude Technique et de Développement), "Rapport final sur le plan directeur du développement agricole," p.12, 1998.
- [6] K. Mosso, M.Lingani, S. Angbo, K.F, Konan, A. Kamenan, "Mise au point de la farine protéinée de bananes plantain: application: fabrication de biscuits secs." *Ind. Aliments Agric.*, 107 (3) : 135-138, 1990.
- [7] IRFA (Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes), "Réduction des pertes post-récolte du plantain," Projet IVC/87/003, PNUD/FAO. Rapport final, 32 p., IRFA Cote d'ivoire, 1991.
- [8] P.I. Akubor, "Production and quality evaluation of a nonfermented beverage prepared from dehydrated plantain pulp," *European Food Research and Technology*, 220: 152-155, 2005.
- [9] A.C. Carreño, S.M. Aristizábal L., "Utilisation de bananes plantain pour produire du vin." *InfoMusa*, 12. 2-4, 2003
- [10] E. Juarez-Garcia, E. Agama-Acevedo, S.G. Sáyago-Ayerdi, S.L. Rodríguez-Ambriz, Bello-Pérze, "Composition Digestibility and Application in Breadmaking of Banana Flour." *Plant Food for Human Nutrition* 61:131-137, 2006.
- [11] B. M. G. Carvalho & D. P. Silva & C. V. Bento & A. A. Vicente & J.A. Teixeira & M. d. G. A. Felipe & J. B. Almedia e Silva, "Banana as adjunct in Beer Production: Applicability and Performance of Fermentative Parameters." *Appl Biochem Biotechnol* 155: 356-365, 2009.
- [12] E. Assemand, F. Camara, F. Kouamé, V. Konan, L. P. Kouamé, "Caractérisation biochimique des fruits de plantain (*Musa paradisiaca* L.) variété « Agnrin » de Côte d'Ivoire et évaluation sensorielle de ses produits dérivés." *Journal of Applied Biosciences* 60 : 4438-4447, 2012.
- [13] k.k.Akouakou, S. Coulibaly, L. O. Atchibri, G. Kouamé, A. Meité, "Evaluation nutritionnelle comparative des fruits de trois hybrides de bananiers (CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21) avec ceux de la variété Orishele," *Tropicicultura*, 30(1), 49-54, 2012.
- [14] S. Coulibaly, F.A. Tetchi, M. Adou, N.G. Amani N.G, "Comparative characterization of some functional properties of flours of new plantain hybrids with the Orishele variety (*Musa* spp.) as control". *Emir. J. Food Agric.*, 25(1), 1-9, 2013
- [15] S.Singh, D. Trupti, S. Kiran, Kulkarni, "Alcoholic banana beverage- Aspects in fermentative production, *Journal of food processing and preservation*," 33: 312-329, 2009.
- [16] A.E.Dahouenon, R. G. Degnom, E. S. Adjou, D. C.K. Sohounhloue, "Stabilisation de la bière produites à partir de matières amylacées locales (*Sorghum bicolor* et *Musa acuminata*) par adjonction de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus*," *Journal of Applied Biosciences*, 51: 3596-3607, 2012.
- [17] S Aka S., Djeni N.T., N'guessan K.T, Kouadio Célestin YAO, Koffi Marcellin DJE. (2008). Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 04(2) 274- 286, 2008
- [18] M.V. Kimaryo, G.AMassawi, Olasupo N.A., Holzapfel W.H. (2000). "The use of a starter culture in the fermentation of cassava for the production of 'Kivunde', a traditional Tanzanian food product." *Int. J.FoodMicrobiol.*, 56: 179-190, 2000.
- [19] AOAC, (2000). Official methods of analysis of AOAC methods; 17th edn. AOAC international Gaithersburg. MD, USA, Official method.920.124, 926.08, 955.30, 2001.14
- [20] M.Dubois, K.A. Gilles, J.K.Hamilton, P.A.Rebers, F. Smith, "Colorimetric method for determinations of sugars and related substances," *Anal. Chem.*, 280: 350-356, 1956.
- [21] P. Bernfeld, "Amylases β and α . In: *Methods in enzymology* 1." SP Colswick, NO Kaplan. Eds. Academic Presse inc, New York, pp. 149-154, 1955.
- [22] O.H.Lowry, J. Rosebroughn, Farr A.R., J.Randallr, "Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275, 1951.
- [23] B. Albuquerque, Fernando C. Lidon and A. Edouardo Leitão "Ascorbic acid quantification in melon samples- the importance of the extraction medium for hplc analysis," Brief communication, *Gen.Appl. Plant Physiology*. 31(3-4), 247-251, 2005.
- [24] F. Karacdeniz, "Main organic acid distribution of authentic citrus juices in Turkey." *Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 267-271, 2004.
- [25] OIV.<http://news.reseau-concept.net/images/oiv/Client/MA-F-INT-00TABMAT%202005%20web.pdf>
Recueil international des méthodes d'analyse des vins et des moûts-OIV- Acides organiques – Méthode générale par HPLC MA-F-AS313-05-ACIORG, (2005)

- [26] M.K. Dje, K.F. N'guessan, T.N. Djeni, T.A. Dadie, "Biochemical Changes during Alcoholic Fermentation in the Production of "Tchapalo" a Traditional Sorghum Beer." *International Journal of Food Engineering* V4, Issue 7 Article 2, 2008.
- [27] Mohapatra Debabandya, Sabyasachi Mishra, Venkatesh Meda. Plantains and their postharvest uses: an overview. *Stewart Postharvest Review*, 5:4, 1-11, 2009
- [28] Kajuna STAR, Bilanski WK and Mittal GS. Textural changes in banana and plantain pulp during ripening. *Journal of Science Food and Agriculture* 1998: 75: 244–250.
- [29] A.I. Sanni, A.A. Onilude, I.F. Fadahunsi, R.O. Afolabi, "Microbial deterioration of traditional alcoholic beverages in Nigeria." *Food Res Int*, 32:163-167, 1999.
- [30] Torija M.J., Beltran M., Novo M., Poblet N., Rozès A.M., Guillamón J.M. (2003). Effect of organic acids and the nitrogen source on alcoholic fermentation: Study of their buffering capacity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51: 916-922, 2003.
- [31] M. Herrero, I. Cuesta, L.A Garcia, M. Diaz, Change in organic acids during malolactic fermentation at different temperatures in yeast fermented apple juice." *J. Inst. Brew.*, 105, 191-195, 1999.
- [32] S. Cortacero-Ramirez, A. Segura-Carretero, M. Hernainz-Bermudez de Castro, A. Fernandez-Gutierrez, "Determination of low-molecular-mass organic acids in any type of beer samples by coelectroosmotic capillary electrophoresis." *J. Chromato. A*, 1064, 115-119, 2005.
- [33] A.Santalad, P. Teerapornchaisit, R. Burakham, S. Srijaranai, "Capillary zone electrophoresis of organic acids in beverages." *LWT-Food Sci. Technol.*, 40(10), 1671-1854, 2007.
- [34] K.F. N'guessan, S. Aka, N.T. Djeni, K.M. Dje, "Effect of traditional starter inoculation rate on sorghum beer quality." *Journal of Food Technology*, 6 (6), 271-277, 2008.

Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R.D. Congo

[Inventory of weeds associated with common bean culture (*Phaseolus vulgaris*) as a guide in a weeding program-farm in the hinterland of Lubumbashi DR Congo]

Assani Bin lukangila Mick¹, Mwangalalo Alal¹, Ekondo okese Augustin¹, Ilunga tshibingu Meschac², Ilunga Maloba Maki², Kalombo Katwebwe Karine³, and Kanyenga lubobo Antoine¹

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

²Antenne légumineuses, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, BP 224, Station de Kipopo, RD Congo

³Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Likasi, BP 1946, Likasi, 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 the hinterland of Lubumbashi characterized by peasant agriculture floristic investigations were conducted in common bean crop (*Phaseolus vulgaris*) during the 2014 growing season in 12 fields spread over two roads which: Kasumbalesa and Kipushi. Thus 10 quadrats 1m side were randomly placed in each field. The inventory identified 24 species grouped into 7 families and 5 biological types including: therophytes 66.66%; Geophytes 12.5%; 8.33% hemicryptophytes chamaephytes and finally Nanophanérophytes 4.16%. However, the species richness was observed Kimono1 (24) and lowest in succession Kalubamba etMwahiseni2 (12) and fairness Shannon showed that competition was multispecies note that a mutual fund (9) species is formed. Some villages (fields) were positively correlated share certain species and the reverse is observed a negative correlation .This study demonstrated the importance of cultural practices in the mastery of weed that starting plowing should be deep up to 30-40cm to place propagating organs in adverse conditions and recovery involved the timing of weeding which must take place preferably when the weeds are in the seedling stage to limit the effects of competition that hinder the growth and development of the culture. The uses of clean seed contamination limit fields and consider other techniques to promote the rapid growth of the culture as fertilization. For weed farmers would no longer like a plague.

KEYWORDS: hinterland, agriculture, weeds, plowing, farmers, common bean, weeding.

RESUME: Dans l'hinterland de Lubumbashi caractérisé par une agriculture paysanne des investigations floristiques étaient menées en culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) au cours de la saison culturale 2014 dans 12 champs repartis sur 2 axes routiers dont : kasumbalesa et Kipushi. De ce fait 10 quadrats de 1m de côté étaient placés aléatoirement dans chacun des champs. L'inventaire a identifié 24 espèces regroupées en 7 familles et 5 types biologiques dont : les thérophytes 66,66% ; Géophytes 12,5% ;Chamaephytes et Hémicryptophytes 8,33% enfin les Nanophanérophytes 4,16%. Cependant la grande richesse spécifique était observée à Kimono1 (24) et la plus faible successivement à Kalubamba etMwahiseni2(12) et l'équitabilité de Shannon a montré que la concurrence était plurispécifique notons qu'un fonds commun de(9) espèces est formé. Certains villages(champs) étaient corrélés positivement ont en commun certaines espèces et l'inverse est observé pour une corrélation négative .Cette étude a démontré l'importance des travaux culturels dans la maîtrise de l'enherbement partant du labour qui doit être profond allant à 30-40cm pour placer les organes de propagation dans des conditions de

reprise défavorables et intervient le choix du moment de sarclage qui doit intervenir de préférence lorsque les mauvaises herbes sont au stade jeune pour limiter les effets de concurrence qui entravent la croissance et développement de la culture. L'usage des semences propres limiterait toute contamination des champs et envisager d'autres techniques visant à favoriser la croissance rapide de la culture tel que la fertilisation. Pour les paysans les mauvaises herbes ne seraient plus comme un fléau.

MOTS-CLEFS: hinterland, agriculture, mauvaises herbes, labour, paysans, haricot commun, sarclage.

1 INTRODUCTION

L'agriculture entretient des interrelations étroites avec la biodiversité, dont elle peut bénéficier, qu'elle peut modifier, et qu'elle peut contribuer à maintenir. La question des relations entre agriculture et biodiversité est donc souvent posée en termes de compromis ou de cohabitations[1] La flore de mauvaises herbes inclut d'habitude plusieurs espèces qui infestent en même temps la même parcelle ou le même champ, si bien que dans la pratique, il est normalement nécessaire d'estimer la perte totale causée par l'ensemble des espèces au lieu d'une seule espèce[2].

Les plantes adventices causent un des plus sérieux problèmes qui se posent aux agriculteurs. Elles sont la source de nombreuses complications. Les pertes de rendement sont généralement plus importantes si la densité des adventices est plus élevée et le sol plus sec. Parfois, une espèce de mauvaise herbe engendre plus de pertes de rendement dans une culture que dans une autre[3]. Les effets des bio agresseurs sur nos cultures ont des impacts ultérieurs sur le rendement c'est ainsi que[4]montrent que dans les conditions des producteurs du Sud-Katanga le meilleur rendement oscille autour de 800 et 1000 kg/ha et jusqu'à 2500 kg/ha avec les variétés améliorées. Par ailleurs selon [5] les adventices des cultures sont responsables de 5% des pertes de récolte en Zone tempérée et généralement de plus de 25% en zone tropicale. D'après [6] l'abondance et la diversité des adventices constituent des contraintes dans les systèmes de culture des savanes d'Afrique Centrale « Les mauvaises herbes sont le premier facteur limitant la production agricole ». Un mauvais désherbage peut conduire soit a une baisse du rendement soit, dans les cas plus graves, à un abandon de la parcelle, car pour la référence [7] le développement et la nuisibilité des flores adventices résultent d'interactions complexes entre peuplement cultivé et adventices sous l'effet des techniques culturales et des conditions du milieu. Cependant [8] montre que l'intervention paysanne dans la gestion des mauvaises herbes au katanga ne se limite qu'aux sarclages manuels pour les petits producteurs et mécanisés chez les grands producteurs.

En Agriculture traditionnelle, l'abandon des champs est rarement lié à la baisse de fertilité chimique du sol ; il résulte le plus souvent du développement des mauvaises herbes devenues de plus en plus difficiles à éliminer. Les herbes qualifiées de « mauvaise », apparaissent au paysan. Comme les symptômes d'un affaiblissement de la fertilité potentielle du sol en culture. La terre a une valeur sacrée ; C'est pourquoi, le paysan sollicite sa générosité par des rituels, la maintient et l'entretient par son travail [9].

En effet, la connaissance de la composition de la flore adventice et sa dynamique avec les pratiques culturales est un préalable nécessaire conduisant à la conduite des stratégies de lutte intégrée [10]. C'est ainsi que la présente étude qui vise l'inventaire floristique en culture de haricot pur cherche à ressortir la richesse spécifique de chaque village partant du recouvrement au sein des quadrats et éventuellement déterminer les types biologiques en vue de comprendre la dynamique des adventices face aux pratiques culturales et envisager une mode de gestion tenant compte des aspects ci-haut cités pour y parvenir, nous émettons les hypothèses suivantes (i) La flore adventice serait-elle la même dans tous les champs cultivés ?(ii)Quelle est la biologie des espèces inventoriées ? (iii)Quelles sont les espèces les plus nuisibles à la culture de haricot?

2 MILIEU MATERIEL ET METHODE

2.1 MILIEU

Les inventaires floristiques ont été réalisés dans 12 villages situés aux alentours de la ville de Lubumbashi et repartis sur 2 axes dont : Axe Kasumbalesa et axe Kipushi à raison de 8 villages pour Kasumbalesa et 4 villages pour Kipushi. Les données relatives aux coordonnées géographiques sont mentionnées dans le **(tableau1)**. Cependant il est à noter que les superficies emblavées n'excédaient pas 1 à 3hectare(s) et le labour était manuel avec des houes de dimensions variées mais la longueur de la lame ne dépassant pas 20cm, le sarclage manuel en fonction de l'agressivité des mauvaises herbes, les semis se font sur

billon de 1m x 5m ou à plat. La culture de haricot n'est pas fertilisée et les semences utilisées sont celles issues de la récolte précédente. Les résidus de récolte sont abandonnés dans les champs, quant aux mauvaises herbes sarclées elles sont aussi enfouies à une faible profondeur à côté des champs ou encore laissées à découvert dans les allées. Après la récolte et avant le prochain semis, le feu de brousse intervient pour contrôler les mauvaises herbes et assurer un apport des éléments minéraux au sol ainsi nous pouvons parler d'une agriculture essentiellement paysanne et familiale.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des villages (champs) investigués pour l'inventaire floristique sur axe Kasumbalesa et Kipushi.

Axe Kasumbalesa	Villages(Sites)	Coordonnées géographiques		
		Latitude	Longitude	Altitude
	Lumata	12°5'56.24" S	27°38'58.51"E	1260m
	Kalubamba	12° 2'20.26"S	27°23'53.11"E	1260m
	Mwahiseni 1	12° 2'21.16" S	27°29'56.29"E	1260m
	Mwahiseni 2	12°2'20.26" S	27°23'53.11"E	1260m
	Mampa	12°8'7.46" S	27°40'49.83"E	1225m
	Muntumpeke	12°5'28.78" S	27°40'14.13"E	1254m
	Kimono1	12°5'55.56" S	27°38'5.7" E	1260m
	Kimono2	12°6'12.11" S	27°38'39.33"E	1256m
Axe Kipushi	Minbulu	11°42' 51.5''S	27° 20' 18.9''E	1200m
	Kaniameshi	11° 45'28.8''S	27° 16' 13.3'' E	1321m
	Mukwato	11° 40'41.1''S	27°19' 12.2'' E	1276m
	Kasombo	11° 40'36.2'' S	27° 19' 08.6'' E	1282m

Au cours de la saison culturale 2013-2014 correspondant aux inventaires, les plus grandes quantités de pluie ont été enregistrées au mois de Février soit 331.6mm et les petites quantités des pluies ont été observées au mois d'Avril soit 113.5mm et quant aux températures, la valeur la plus élevée était observée au mois de Janvier 32°C et la plus faible soit 29.1°C au mois d'Avril et enfin le taux d'humidité le plus élevé a été observé au mois de Février soit 88% et le plus faible taux soit 81% a été observé au mois d'Avril. Seuls au mois de Février où les pluies se sont réparties sur 22 jours contrairement au mois d'avril où il n'a plu que pendant 8 jours. Les conditions climatiques ayant prévalu au cours de notre expérimentation sont données par le (tableau2).

Tableau2. Données climatiques pendant la saison culturale du haricot commun (*Phaseolus vulgaris*)

Mois	Température (°C)			Précipitations		Humidité (%)
	Moyenne	Maximum	Minimum	Quantité pluie (mm)	jours/pluies	
Janvier 2014	21.3	32.0	15.6	277.5	18	87
Février 2014	21.9	29.8	14.8	331.6	22	88
Mars 2014	21.4	30.5	16.0	157.8	13	85
Avril 2014	20.8	29.1	14.8	113.5	8	81

Source : Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (METTELSAT)/Station de la Luano.

Les sols de Lubumbashi et ses environs sont dominés, par les sols ferrallitiques jaune, ocre-jaune et rouge suivant la position topographique et le drainage [11]. La flore et les groupes des végétaux de Lubumbashi et ses environs sont les résultats d'une longue évolution conditionnée par l'action de l'homme, les bioéléments et sols de temps passé et présent, la végétation est constituée par trois types des formations végétales : la savane, la steppe, et la forêt. Cette dernière représente plus de 80% et se présente sous trois aspects : forêts dense sèche, forêts claire et savane steppique [12]

2.2 MATERIEL ET METHODE

Le matériel utilisé pour l'inventaire était constitué d'un cadre en bois de 1m de côté ayant servi de placette, un GPS pour l'enregistrement des coordonnées géographiques des villages (champs) et enfin les espèces des mauvaises herbes inventoriées ont constitué notre matériel biologique.

2.3 METHODE DE COLLECTE DES DONNEES

Pour le prélèvement des échantillons, nous avons utilisé la méthode classique de relevé phytosociologique suivant l'approche traditionnelle et semi-quantitative de Braun-Blanquet d'abondance/dominance est une échelle de 1 à 100% correspondant au recouvrement du sol par les parties aériennes et cela par la mise en place de 10 petits carrés de 1m² posés aléatoirement dans chaque champs suivi immédiatement d'un inventaire floristique au sein de chaque cadre et une description de leur type biologique. Par ailleurs, les espèces non identifiées sur terrain faisaient l'objet d'herbiers de poche et d'une photographie pour une éventuelle identification à l'herbarium de la faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi.

L'inventaire était effectué avril pendant la phase de floraison et la formation des gousses étant donné que pendant cette phase aucun sarclage ne peut plus être fait de peur que la culture ne perde ses fleurs.

3 TRAITEMENT DES DONNEES

Pour cette étude nous faisons recours aux méthodes d'analyses multi variées dont les Analyses en Composantes Principales (ACP) avec 12 variables représentant les villages (champs) enquêtés et 24 espèces (individus) d'adventices inventoriées. Les données collectées ont servi à établir les différents indices de biodiversité dont : L'indice de Shannon (diversité spécifique), la richesse spécifique, la dominance. Pour y parvenir, nous avons utilisé logiciel Past.

4 RESULTATS

4.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Les résultats d'analyse statistique nous montrent que le premier axe (Villages représentant les champs) fournit 36,9% d'informations tandis que le second (Espèces inventoriées) ne fournit que 16,8% et la combinaison des deux axes vaut 53,7%. La **(figure1)**, nous renseigne sur les corrélations entre variables par rapport au centre de gravité à leur projection sur l'axe des variables. De ce fait, nous remarquons que certaines variables sont corrélées positivement selon les valeurs du coefficient de corrélation de Pearson ($0 \leq r_{xy} < 1$) ce qui implique que la majorité des variables varient en moyenne dans le même sens mais de façon plutôt faible. Néanmoins, seules 2 variables (Mukwato et Kasombo) ne sont pas corrélées car étant confondues (r proche de 0). Le premier axe isole la majorité des villages (champs) soit 10 /12 sur sa partie positive. Cet axe oppose les espèces : **BIDOL, ASK, AGC, CELT, BIDP, COMD, PASP, PENPOL, MELI, HYP** caractérisées par une forte représentativité dans les 11 champs. Par contre, l'axe 2 oppose les villages (champs) dont 2/12 champs (Mukwato et Kasombo) caractérisés par les espèces suivantes **SET, BIDOL, ASAF, HYP** qui y sont fortement représentées.

La représentation des variables en fonction du cercle de corrélation nous montre que seuls Mampa et Mwahiseni2 sont mieux représentés sur l'axe des variables par rapport aux 10 autres restant car étant proches du bord du cercle de corrélation seul Kaniameshi est d'autant plus mal représenté sur l'axe des variables car il est proche de l'origine des axes.

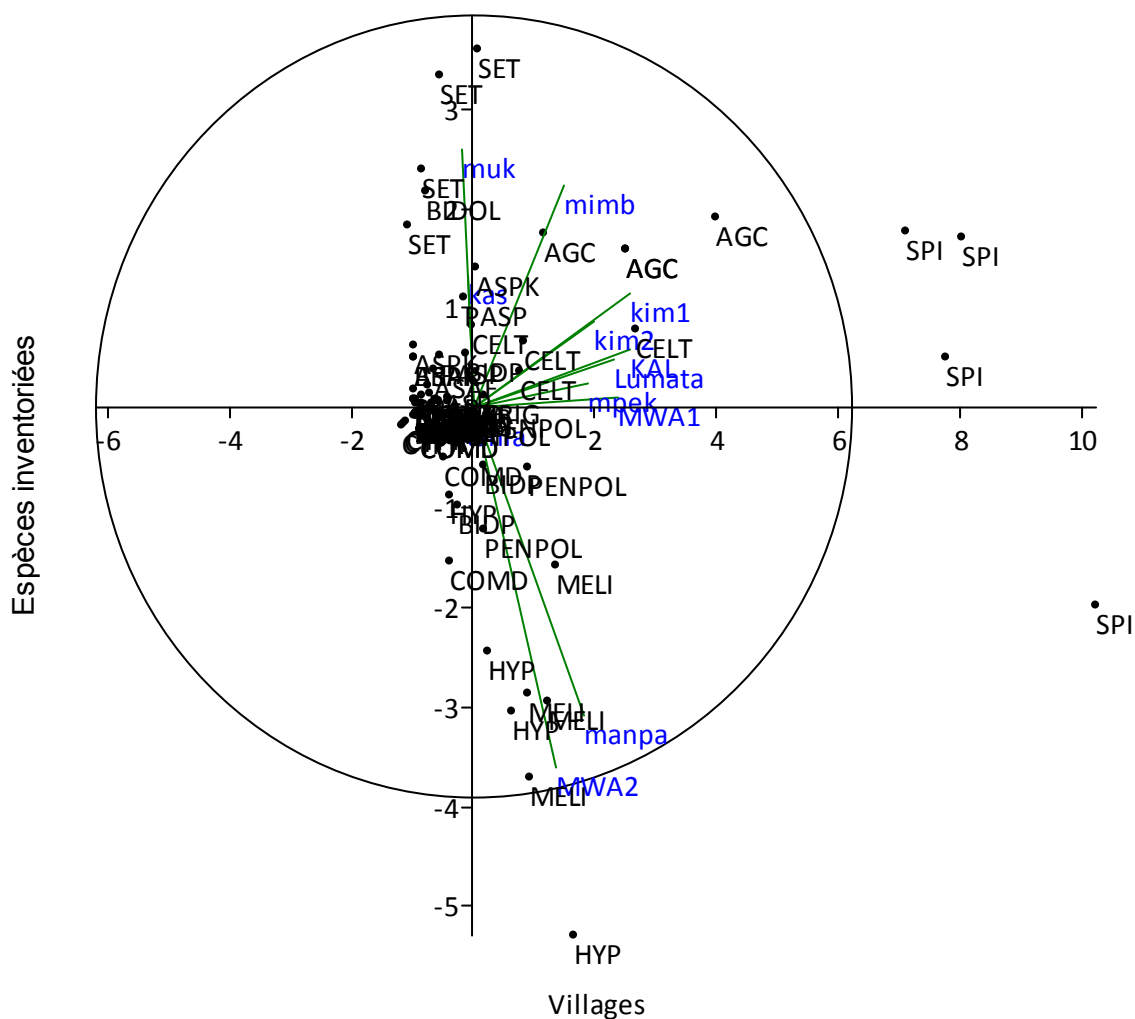


Figure 1. Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R.D.Congo, Corrélations entre variables par la méthode multi variée d'analyse en composantes principales.

Légende :

AGC : *Ageratum conyzoides* ; **AFR** : *Afromom africanum* ; **ASPK** : *Aspilia kotschii* ; **ASAF** : *Aspilia ciliata* ; **BIDP** : *Bidens pilosa* ; **BIDOL** : *Bidens oligoflora* ; **BRAR** : *Brachiaria ruziziensis* ; **COMD** : *Commelina diffusa* ; **COMB** : *Commelina benghalensis* ; **CYP** : *Cyperus rotundus* ; **CELT** : *Celosia trygina* ; **CYN** : *Cynodon dactylon* ; **IMP** : *Imperata cylindrica* ; **NIC** : *Nicandra physaloides* ; **PASP** : *Paspalum dilatatum* ; **PAN** : *Panicum maximum* ; **SET** : *Setaria pumila* ; **SPI** : *Spilanthes oleraceae* ; **TRIF** : *Trifolium sp* ; **AMA** : *Amaranthus spinosus* ; **PENPOL** : *Pennisetum polystachion* ; **MELI** : *Rhynchelytrum repens* ; **ERI** : *Erigeron bourangensis* ; **HYP** : *Hypparhenia diplandra* ; **muk** : *Mukwato* ; **mimb** : *Mimbulu* ; **Kas** : *Kasombo* ; **Kim1** : *Kimono1* ; **Kim2** : *Kimono2* ; **KAL** : *Kalubamba* ; **Lumata** : *Lumata* ; **mpeke** : *Muntumpeke* ; **MWA1** : *Mwahiseni1* ; **MWA2** : *Mwahiseni2* ; **mampa** : *Mampa* ; **Kania** : *Kaniameshi*

4.2 INDICES DE BIODIVERSITE

Table 1. Tableau 3. Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R.D.Congo, indices de biodiversité : R-Spec : Richesse spécifique(S) ; EqShannon : Indice de Shannon-Weaver(H) ; Dom : Dominance(D)

Axe Kasumbalesa	R-Spec	EqShannon	Dom
Lumata	19	2.53	0.10
Kalubamba	12	2.02	0.15
Mwahiseni1	12	2.014	0.16
Mwahiseni2	16	2.511	0.09
Mampa	20	2.375	0.06
Muntumpeke	18	2.66	0.07
Kimono1	24	2.78	0.089
Kimono2	14	2.1	0.14
Axe Kipushi			
Mimbulu	19	2.695	0.08
Kaniameshi	20	2.363	0.013
Mukwato	16	2.275	0.013
Kasombo	15	2.375	0.11

Les indices de diversités sont des paramètres fréquemment utilisés en écologie pour obtenir des renseignements sur l'état de la végétation, le **tableau3** nous montre que : Pour la richesse spécifique, le plus grand nombre d'espèces soit 24 est observé à Kimono1 et le plus petit nombre d'espèces soit 12 est observé simultanément dans deux villages dont Kalubamba et Mwahiseni1. En se référant à [13], nous remarquons que l'indice de Shannon pour tous les villages varie entre (2.02 à 2.78) ce qui veut dire malgré la multiplicité des espèces recensées toutes les espèces ont une même abondance et cela nous renvoi à la notion de concurrence plurispécifique et enfin la dominance est faible inférieure à 20% dans tous les villages. Signalons que 9 espèce dont :

Afromom africanum ; Brachiaria ruziziensis ; Cyperus rotundus ; Cynodon dactylon ; Imperata cylindrica ; Trifolium sp ; Amaranthus spinosus ; Erigeron bouragensis ; Nicandra physaloides ont constitué le fonds commun est représenté par les espèces au tour ou proches de l'origine de axes telle que nous montre la(**figure1**) pour tous les villages (champs) et la dominance est faible moins de 20% pour l'ensemble des champs ce qui expliquerait réellement la concurrence que subit la culture tournée sur plusieurs espèces et non sur une seule.

4.3 SPECTRES BIOLOGIQUES

L'inventaire floristique des adventices au niveau de tous les champs cultivés situés sur l'un ou l'autre axe routier fait apparaitre 5 types biologiques voir (**tableau4**). C'est pourquoi [14] nous donnent la Classification selon le type biologique de RAUNKIER : Les végétaux sont classés selon leur type biologique déterminé par la morphologie générale de l'espèce, qui exprime en partie son adaptation à l'environnement 5 types principaux de végétaux terrestres

- Les nanophanérophites (NPh) : plantes dont l'appareil caulinaire porte à plus de 2-8m du sol les bourgeons.
- Les chaméphytes (Ch) : plantes ayant l'appareil végétatif d'une hauteur inférieure à 40 cm, avec les bourgeons protégés par le débris végétaux.
- Les héli cryptophytes (H) : plantes dont les bourgeons persistant sont enfouis dans le sol.
- Les thérophytes (T) : Plantes qui persistent sous formes de graines.
- Les géophytes : dont les bourgeons de génération sont enfuies dans le sol.

Tableau 4. Inventaire des mauvaises herbes associées à la culture de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) comme guide dans un programme de désherbage en milieu paysan dans l'hinterland de Lubumbashi R.D.Congo, types biologiques des adventices inventoriées à la floraison selon Raunkier.

Types biologiques	Nombre	Pourcentage(%)
Chamaephytes	2	8.33
Hémi cryptophytes	2	8.33
Géophytes	3	12.5
Nanophanérophytes	1	4.16
Thérophytes	16	66.66

Le **tableau 4** montre un nombre très important de Thérophytes 66.66 % de l'effectif total. Bien qu'étant fortement représentés, Les géophytes viennent au deuxième rang et contribuent à 12.5% de la flore, les Chamaephytes et Hémi cryptophytes se tiennent la balance parfaitement par l'équilibre observé et en sont moyennement représentés dans l'ensemble soit 8.33% et finalement viennent les Nanophanérophytes les moins importants de tous les types biologiques par leur faible représentativité soit 4.16%.

5 DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats obtenus pour notre étude d'inventaire montrent que la flore adventice n'est pas homogène quand bien même deux ou plusieurs villages sont situés sur un même axe routier. La multiplicité des espèces et les types biologiques en milieux paysans seraient associés avant tout aux conditions climatiques favorables à leur croissance et développement ayant prévalu avant et pendant l'implantation de la culture telles que nous révèle le (**tableau2**) et par la suite imputée aux techniques culturales dont le labour moins profond <30cm associés aux sarclages superficiels avec des outils inappropriés. Au vue de cette observation [15] ne se sont pas tus, ils ont affirmé que : la température, l'humidité et la lumière ont des répercussions sur la germination des graines et ajoutent qu'une grande profondeur d'enfouissement des graines est une entrave pour la germination. Selon [16] étant de même avis les renforce en énumérant les principaux facteurs structurant la flore adventice par ordre d'importance décroissant sont : le pH du sol, le niveau de précipitation, la texture du sol, la latitude et l'altitude. Les facteurs cités par [16] pourraient justifier la présence du fonds commun des espèces observé formé par les 9 espèces.

L'abondance des espèces à multiplication végétative (Thérophytes) serait due à leur dormance via le stock semencier important tombé dans le sol. Pour [17] les amaranthaceae sont caractérisés par des petites graines dormantes pouvant survivre dans le sol jusqu'à 40ans et un plant peut produire 10.000 à 30.000 graines. Cependant [18] montrent qu'après labour il a été observé une localisation préférentielle des semences entre 10 et 20cm de profondeur en fonction de la taille des semences. La référence[19] a complété en relevant les effets de l'utilisation continue de travail superficiel du sol peut conduire à de plus fortes infestations que le labour normal. Par ailleurs signalons que [20] ont souligné que l'usage quotidien des instruments similaires enterrent les semences dans des proportions similaires à des profondeurs similaires quel que soit le type de sol.

La diversité taxonomique observée dans les différents villages (champs) n'est pas un fait hasardeux, mais plutôt le résultat d'une mauvaise gestion des mauvaises herbes sarclées abandonnées dans le champ. Il est à noter que cette tendance va dans le même sens que celle observée par [21] qui souligne que la présence plus importante de certaines adventices en conservation des sols peut être liée à la forte quantité des résidus en surface qui favorisent le piégeage des semences facilement dispersées par le vent.

Les Hémi cryptophytes, les géophytes se sont révélés comme les types dangereux car ayant à son sein outre l'espèce à tubercule (*Cyperus rotundus*) mais aussi une espèce stolonifère (*Imperata cylindrica*) qui pour leur contrôle nécessite un labour profond impliquant un bon retournement de la terre pour créer des conditions défavorables à leur croissance. Ce mode de gestion a été aussi développé par [22] la suppression des feuilles ou le fractionnement des chaînes de tubercules peut entraîner l'éveil des bourgeons latents et la formation de nouveaux rhizomes. Sans compétition *Cyperus rotundus* peut alors produire 10 à 30 millions de tubercules par hectare en une saison. Le labour profond est aussi d'application à *Imperata cylindrica* car [23] ont montré les effets des différentes techniques de gestion de *Imperata cylindrica* deux mois après semis d'une légumineuse (*Aeschynomene histrix*) sur terrain labouré à la houe que la densité de *I cylindrica* est plus réduite dans les parcelles ayant subi l'arrachage manuel (79plants/m²), moyennement réduite dans les parcelles labourées profondément (81plants/m²) et la forte infestation caractérise les parcelles fauchées (104plants/m²). Outre ces résultats sur la profondeur

de labour, une autre étude menée par [24] ajoutent en ne recommandant que 2 labours à disque croisés à angle droit soient effectués à une profondeur de 30 à 40cm à un intervalle de 2 semaines suivis de 2 hersages à 2 semaines d'intervalle assurent un meilleur contrôle de cette adventice, mais il est sensible à l'ombre et donc il meurt souvent lorsqu'il est soumis à l'ombrage sur une longue période. Il peut prendre 8 à 10 ans pour mourir et être remplacé par la forêt naturelle.

6 CONCLUSION

La dynamique des mauvaises herbes est imputée d'une part aux actions anthropiques et d'autre part aux aléas climatiques. C'est ainsi que une étude d'inventaire d'adventices associées à la culture de Haricot commun menée successivement dans 12 villages (champs) de l'hinterland de Lubumbashi. De cet inventaire 24 espèces ont été recensées et regroupées en 7 familles dont : les asteraceae(7) ; les poaceae(10) ; les commelinaceae(2) ; amaranthaceae(2) ; fabaceae(1) ; zingibéracées(1) ; Cyperaceae(1) Par ailleurs, la protection des cultures ne peut être réalisée à long terme que si elle s'appuie sur une base écologique et biologique. Pour prévenir l'apparition et la dissémination des nuisibles, il serait impérieux de veiller à ce que les pratiques ne soient pas potentiellement favorables à l'apparition des mauvaises herbes. De ce fait certaines espèces des mauvaises herbes se sont révélées les plus dangereuses du point de vue nuisibilité bien que la population est plurispécifique mais chaque espèce cause des dégâts différemment d'une autre. Cette situation implique le recours aux techniques culturales soutenues prenant en compte la nuisibilité de façon générale il s'agit de : *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, *Imperata cylindrica*, *Amaranthus spinosus*, *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*. Labour profond 30et 40cm, sarclage manuel le même jour ou à des intervalles trop rapprochées pour éviter que les parcelles non sarclées ne contaminent celles qui sont sarclées, quant aux mauvaises herbes sarclées elles pourraient être enfouies profondément pour servir ultérieurement d'amendement organique. Vue l'importance que revêtent les travaux de préparation du sol et d'entretien en revanche une autre conception devrait être donnée à la gestion des mauvaises herbes partant des aspects biologiques définis, l'agriculture en milieu paysan ne soit plus une affaire familiale , mais plutôt celle impliquant les professionnelles pour éviter l'inversion de la flore qui se traduit à long terme par l'apparition des espèces résistantes et difficiles à gérer, car dans la gestion des mauvaises herbes l'idéal est de maintenir est de les maintenir à un faible niveau, si possible en dessous du seuil économique. La conception paysanne en matière d'invasion des champs ne ferait plus l'objet d'un cauchemar car ils sont appelés à labourer la même terre et comme actuellement la jachère n'est plus d'usage vue la croissance démographique très importante traduite par des lotissements. Il serait intéressant que pareilles études soient faites en association des cultures pour voir la dynamique des mauvaises herbes et les différents types biologiques.

REFERENCES

- [1] Le Roux X. Barbault R. Baudry J. Burel F. Doussan I. Garnier E. Herzog F. Lavorel S. Lifran R. Roger J. Sarthou J.P. Trommetter M, Sabbagh C. Agriculture et biodiversité, Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective I.N.R.A, Unité Expertise scientifique collective, pp 2-113,2008.
- [2] Berti, A Sattin, M. Effect of weed position on yield loss in soybean and a comparison between relative weed cover and other regression models. *Weed Res*,Vol36, pp249-258, 1996.
- [3] Kenkel, N. C., D. A. Derksen, A. G. Thomas, P. R. Watson. Review: Multivariate analysis in weed science research. *Weed Science* Vol50, n^o3, pp.281-292, 2002.
- [4] A.Kanyenga-Lubobo, C. Funny-Biola, M. Ngoie-Lubwika, J.Mudibu, L. Tshilenge-Lukanda, A. Kalonji-Mbuyi. Yield Performance and Resistance to Angular Leaf Spot Disease in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at Five Agro-ecological Zones of Katanga, Democratic Republic of Congo, *International Journal of Research in Plant science*, Vol2, no.1, pp 16-22, 2012.
- [5] Boudjedjou Lamia. Etude de la flore adventice des cultures de la région de la région de Jijel, Mémoire de MAGISTER, Faculté des sciences, Département de Biologie, Université Ferhat Abbas-Setif, pp 155,2010.
- [6] Eric Vall, Magalie Cathala, Pascal Marnotte, Roland Pirot, Jean Paul Olina Bassala, Bertrand Mathieu, Hervé Guilbert, Krishna Naudin, Aboubakarry, IsmaëlPabameTchinsahbe. Pourquoi inciter les agriculteurs à innover dans les techniques du désherbage ? Etat de la pratique et propositions de la recherche. Acte du colloque, 27-31 Mai, Garoua, Cameroun Prasac, Ndjamen, Tchad, Cirad, Montpellier, France, 2002.
- [7] S. de Tourdonnet, I. Shili, E.Scopel. Utilisation des mulchs vivants pour la maîtrise des flores adventices, *Innovations Agronomiques*, Vol3, pp43-48,2008.
- [8] Emery Kasongo. Système d'évaluation des terres a multiples échelles pour la détermination de l'impact de la gestion agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga ,R.D. Congo, thèse de doctorat , Faculté des Sciences , Université de Gent, Belgique, pp 48-336,2009.

- [9] Alexandre D.Y. *Dynamique de la végétation naturelle en forêt dense de cote d'Ivoire*, Paris, Ors tom, p 101(Collection. Études et thèses),1989.
- [10] Kazi Tani C, Le Bourgeois T, Munoz F. Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (nord-ouest Algérien) : aspects botanique, agronomique et phytoécologique, AFPP–vingt et unième conférence du Columa Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, 2010.
- [11] Mpundu MM, *Contamination des sols en Eléments Traces Métalliques à Lubumbashi (Katanga/RD Congo)*. : *Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de remediation* , thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 432p, 2010.
- [12] F. Malaisse, La couverture végétale de Lubumbashi. In Bruneau J.C., Pain M., (Ed), atlas de Lubumbashi. Edition publidix, université Paris X- Nanterre, pp 30-31, 1990.
- [13] Shannon, C., Weaver, W. The mathematical theory of communication, University of Illinois Press, Urbana, 1949.
- [14] Alain Buhendwa Mushagalusa, Willy Tata Hangy, Biringanine Mugoli Elyse, 2014. Evaluation de l'état de la colonisation de la flore adventice dans le Champs de maïs (*zea mays*) à Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol 6 N°.3, pp. 448-455,2014.
- [15] Maryse L. Leblanc, Daniel C. Cloutier, Gilles D. Leroux et Chantai Hamel. « Facteurs impliqués dans la levée des mauvaises herbes au champ » *Phytoprotection*, vol. 79, n°. 3, p.111-127,1998.
- [16] Fried G. Chauvel B et Reboud X. Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. *Innovations Agronomiques*, p26, 2008.
- [17] Weaver, S. Fiche technique : les amarantes (réfléchie, de Powell et paniculée).Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (Ont), 2001.
- [18] Rah ali A, Makhlor f M., Ben kherbache N. Influence de l'itinéraire technique sur le stock semencier de mauvaises herbes de la zone semi -aride de Sétif. In : Bou zezour H. (éd.), Irekti H (éd.), Vadon B. (éd.). 4. Rencontres Méditerranéennes du Semis Direct. Zaragoza : CIHEAM / ATU-PAM /INRAA / ITGC / FERT, p.153-162 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranées ; n°96),2011.
- [19] Robertes E.H. Studies on the weeds of vegetable crops. Dans: *Effect of different primary cultivation on the weed seeds in cultivated soil*. Vol3, n°.10, pp.133-143, 1963.
- [20] Forcella, F., Buhler, D.D Mc Giffen, M.E. Pest management and crop residues. In Hatfield, J.L. & Stewart, B.A., eds. *Crops Residue Management*. Lewis Publisher, Ann Arbor, Michigan, USA, pp.173-189,1994.
- [21] Hélène Munger. Travail réduit du sol et système sans intrants chimiques : impact sur le rendement, la fusariose de l'épi et la cécidomyie orangée chez le blé panifiable. Québec, Canada, Maîtrise en biologie végétale, p132, 2014.
- [22] O. Ratiarson, A. Falisse. Effet des reprises de labour sur les tubercules de *Cyperus rotundus L* en Nouvelle-Calédonie.II .Viabilité des morceaux de tubercules. *Tropicultura*, Vol25, n°.1, pp12-15,2007.
- [23] A. B. Aboh, M. Ehouinsou et M. Olaafa. *Aeschynomene histrix*, une légumineuse fourragère pour contrôler *Imperata cylindrica* au Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, n°. 47, 2005.
- [24] Terry, P.J, Adjers, G., Akobundu, I.O., Anoka, A.U., Drilling, M.E, Tjitrosemite, S Utomo, M. Herbicides and mechanical control of *Imperata cylindrica* as a first step in grassland rehabilitation, *Agroforestry Systems*, 36, pp151-179, 1997.

Study of crystalluria in goitrous patients

Souad Rabi¹, Malika Echajja¹, Constant Tcheka¹⁻², Najat Elhadiri³, and Mohamed Mbarki¹

¹Department of chemistry and environment,
Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Science and Technology,
Transdisciplinary Team of Analytical Science for Sustainable Development, PB 523, Béni Mellal, Morocco

²Department of Inorganic Chemistry,
University of Yaoundé 1, Faculty of Science, Laboratory of Physical and Theoretical Chemistry,
P.O. Box 812, Yaoundé, Cameroon

³Department of chemistry,
Cadi Ayyad University, Faculty of Science Semlalia, Laboratory of reactivity of materials and process optimization,
PB 2390, Marrakech, Morocco

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

ABSTRACT: The present work reports a comparative study of spontaneous crystalluria for non- and goitrous patients with the aim to determine its correlation with parathyroid gland activity and goiter etiology. The crystalluria was accessed based on optical polarized light microscopy (OPLM). Goiter presents high woman predominance with an average age of 35.6 years. The frequency of majority constituents in crystalluria is age dependent and amorphous complex carbonated phosphates (ACCP) and uric acid (UA) are the frequent chemical species. The observed hyperphosphaturia can be explained by the estrogen's activity on parathyroid cells proliferation. The presence of oxalo-calcic crystalluria confirms hyperparathyroidism as one of the hypercalciuric kidney stone etiology. Clinical goiter diagnostic and treatment could be followed and confirmed by a simple fluctuations follow-up of crystalluria composition according to phosphate and calcium species.

KEYWORDS: Crystalluria, hyperphosphaturia, hypercalciuria, goiter etiology, hyperparathyroidism, kidney stone, OPLM.

1 INTRODUCTION

Goiter is known for a long time as a thyroid disease. Iodine deficiency of human organism is the most frequent reason of the most widespread goiter type commonly called endemic goiter. It has been shown that the mountainous regions undergo a phenomenon of iodine displacement toward of lowest altitude soils. Hence the mountainous populations present a higher frequency of endemic goiter than the one registered for the coasts peoples. Several recent papers have reported low iodine content in ground waters, especially in high altitude regions (Watts et al. 2010, Li et al. 2008, Gbadebo et al. 2010). World health organization (WHO) recommends remedying this problem, iodine addition in the salt (Delange, 2003). This disease is also more widespread in woman than man. Two hormones, parathormone (PTH) and thyrocalcitonine (TCT) play important roles in calcium homeostasis and blood phosphor. The medicines whose TCT is the active principle are in fact, used like hypocalcemic and hypophosphatemic by increasing excretion of calcium and phosphate by urine. Hence the risk of urinary oversaturation in calcium salts, notably in calcic-phosphates lead us to achieve a crystalluria study for a set of hospitalized goiter patients. There is a need of studies on the frequency and the chemical profile of crystalluria in patients presenting endocrinological pathology, such diabetes and goiter. In this present, the question is if the goitrous patient urines are so saturated in calcium salts, like calcium phosphates, that crystalluria frequency of these calcium salts could be relatively more important than in the case of non goitrous patients urines. So, clinician could derive profit of the suspected goitrous patient's

crystalluria study results to solve goiter diagnosis, then to propose a therapeutic treatment and propose prevention measures.

2 MATERIALS AND METHODS

Crystalluria study has been achieved on a set of 185 goitrous patients having been hospitalized, during the period of October 2012 to June 2013, at the endocrinology center of regional hospital in Beni Mellal city, as relevant service for such pathology in Tadla Azilal region. Comparatively, crystalluria study has been also achieved on a set of 169 non goitrous adult persons (age >15 years). Pocket pH - Meter ad 110 pH has been used for the measure of urinary pH while the observation of crystalluria has been done by using an Olympus BX41 optical polarized light microscope (OPLM). Crystalluria is considered positive when the Malassez cell grid contains at least a crystal of the concerned chemical species. Crystals have been identified thanks to their morphological characteristics, polarized light behaviors and urine pH. 180 of the 185 goitrous patients are women. Only two women among the 180 are considered young (age ≤ 15 years) while all patients of the non goitrous set have an age more than 15 years. Three range ages have been chosen for the two sets: the least age group (15 < age ≤ 28 years), the mean age group (28 < age ≤ 40 years), and the adult category (40 years < age). Table I expresses the two patient's distribution sets according to age and gender. For a convenience the results of the 87 non goitrous women and 180 goitrous women have been compared. The average age of non goitrous women was of 42.6 years while the one of the goitrous is of 35.6 years.

Table I: Distribution of the adult patients according to the gender and the age

Age group (years)	Men (number)		Women (number)		Total according gender	
	Non goitrous	Goitrous	Non goitrous	Goitrous	Non-goitrous	Goitrous
15 < age ≤ 28	45	3	20	49	65	52
28 < age ≤ 40	14	2	27	71	41	73
40 < age	23	0	40	60	63	60
Total	82	5	87	180	169	185

3 RESULTS

OPLM crystal micrographs of the most frequent observed crystalluria (calcium oxalates, uric acids and calcium phosphates) are presented in Figure I. Table II illustrates crystalluria frequency of each one of the three age groups for the two sets. Table III gives this frequency distribution on the three age groups. In the non goitrous set, for each mixed crystalluria one chemical species is considered as majority constituent. Only two among all the 20 positive crystallurias (table II) were observed as mixed crystalluria. The frequency of crystalluria is similar as well in non goitrous as in goitrous patients (table II). The frequency evolution of each observed majority constituent of crystalluria is distributed in the three age groups presented in table IV for non goitrous and in table V for goitrous patients.

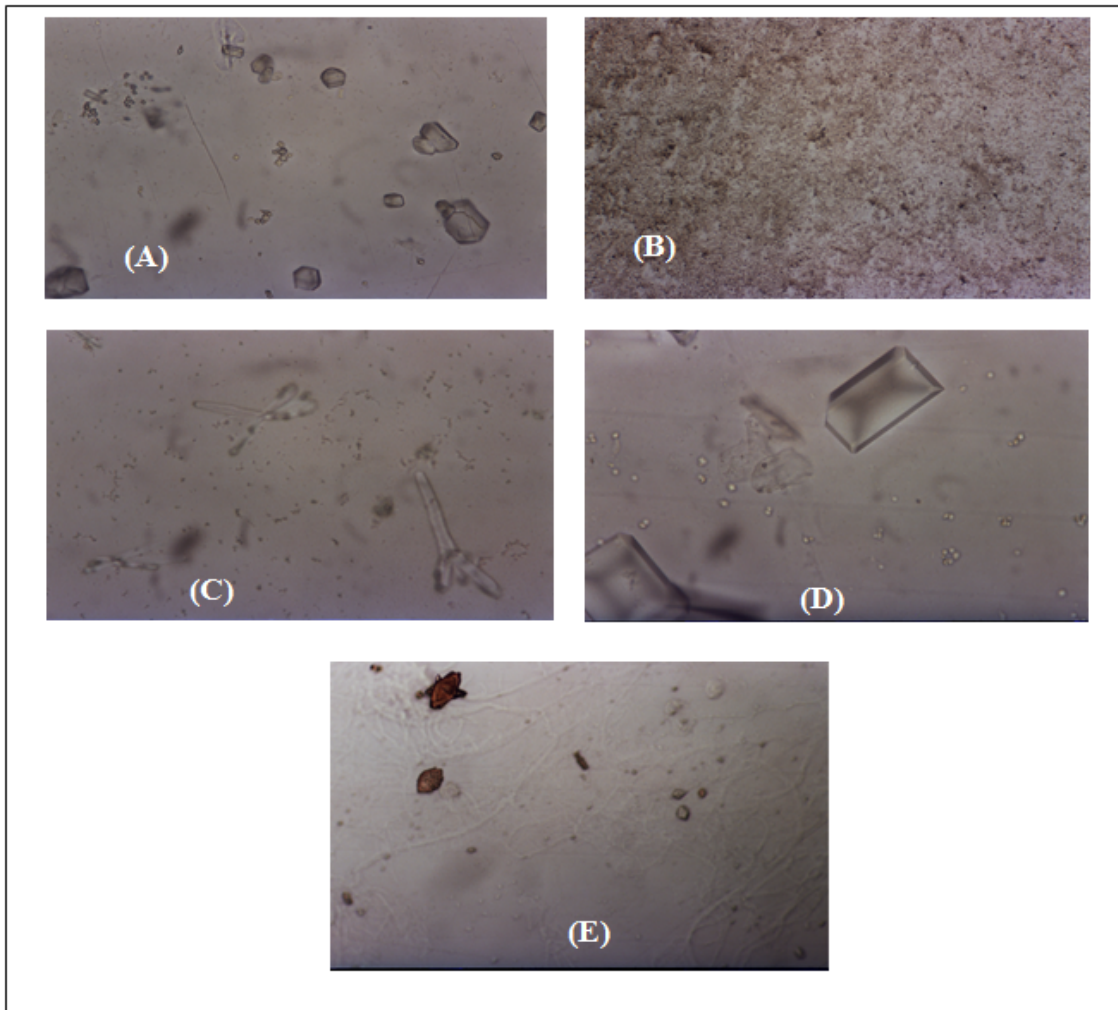


Figure 1: OPLM crystal micrographs (x400) of: uric acid anhydrous and aggregate of calcium oxalate dihydrate (weddellite) and small calcium oxalate monohydrate (whewellite) crystals (A); amorphous complex urate (B); ammonium magnesium phosphate (struvite) crystals (needle shape) and amorphous carbonated complex phosphate (dark cloud shape) (C); two ammonium magnesium phosphate crystals (struvite coffin shape) (D); two uric acid dihydrate crystals (lemon shape) (E).

Table II: Frequency of crystalluria according to age group (non goitrous: N = 87, goitrous: N = 180)

Category	15 < age ≤ 28	28 < age ≤ 40	40 < age	Total
Non goitrous	5 (1/20)	29,6 (8/27)	27,5 (11/40)	23 (20/87)
Goitrous	26.5 (13/49)	21.1 (15/71)	30 (18/60)	25.6 (46/180)

Table III: Distribution of crystalluria frequency according to age, in women (positive crystalluria in non goitrous: N = 20, positive crystalluria in goitrous: N = 46).

Category	Ages (years)			Total	
	15< years ≤ 28	28< years ≤40	40 < years		
Non goitrous	(%)	5	40	55	100
	Number	(1)	(8)	(11)	(20)
Goitrous	(%)	28.3	32.6	39.1	100
	Number	(13)	(15)	(18)	(46)

Table IV: Distribution of crystalluria frequency of the major constituent according to age, in non goitrous women (N = 20).

Age group (years)	Crystalluria % (number)	Calcium oxalates		Uric acid and urates			Calcium phosphates	
		COM*	COD*	UA2*	UA0*	CAU*	ACCP*	AMP*
15< age ≤28	5 (1)	-	-	-	-	100 (1)	-	-
28< age ≤40	40 (8)	-	12.5 (1)	12.5 (1)	12.5 (1)	50 (4)	-	12.5 (1)
15< age ≤40	45 (9)	-	11.1 (1)	11.1 (1)	11.1 (1)	55.6 (5)	-	11.1 (1)
40 < age	55 (11)	(1)	27.3 (3)	27.3 (3)	-	27.3 (3)	9.1 (1)	-
Total of constituent	100 (20)	5 (1)	20 (4)	20 (4)	5 (1)	40 (8)	5 (1)	5 (1)
Total of chemical compound		25 (5)		65 (13)			10 (2)	

COM*: calcium oxalate monohydrate; COD*: calcium oxalate dehydrate; UA2*: uric acid dehydrate; UA0*: uric acid anhydrous; CAU*: complex amorphous urates; ACCP*: amorphous carbonated complex phosphate; AMP*: ammonium magnesium phosphate (struvite).

Tableau V: Distribution of constituent frequency of the major constituent according to age in goitrous women (N = 46).

Age group (years)	Crystalluria % (number)	Calcium Oxalates		Uric acid and Urates		Calcium Phosphates	
		COM	COD	UA2	CAU	ACCP	Brush*
15< age ≤28	28.3 (13)	7.7 (1)	15.4 (2)	23.1 (3)	30.8 (4)	23.1 (3)	-
28< age ≤40	32.6 (15)	6.7 (1)	20 (3)	26.7 (4)	26.7 (4)	20 (3)	-
15< age ≤40	60.9 (28)	7.1 (2)	17.9 (5)	25 (7)	28.6 (8)	21.4 (6)	-
40 < age	39.1 (18)	16.7 (3)	50 (9)	11.1 (2)	5.6 (1)	5.6 (1)	11.1 (2)
Total according to constituent	100 (46)	10.9 (5)	30.4 (14)	19.6 (9)	19.6 (9)	15.2 (7)	4.3 (2)
Total of chemical compound % (number)		41,3 (19)		39,2 (18)		19,5 (9)	

Brush*: Brushite (calcium and hydrogen phosphate dihydrate)

4 DISCUSSION

The average age of goitrous set (35.6 years) is relatively comparable to those reported by other authors (Mahmood et al. 2004, Paul et al. 2004). In fact Mahmood et al. have reported an average age of 29.4 years for a feminine predominance goitrous set while Paul et al have found for their same goitrous set, an average age of 33 years in the case of an advanced goiter and 37.5 years in the case of multinodular toxic goiter. In the present work the global goitrous women/men ratio is of 36/1 (table I). This ratio value confirms the fact that goiter is known like a high feminine predominance disease. In woman the estrogens can influence the thyroid and parathyroid glands development, especially in the case of papillary carcinoma that can appear before the menopause age (Kawabata et al. 2003, Arain et al. 2003, Golden et al. 2004). Moreover, pregnancy has been related to a high endemic goiter risk (Fadayev et al. 2003, Glinoeer 2011, Kung et al. 2002). The phosphaturia seems probably to be correlatively accentuated by the parathyroidal hormone with evolution rate of cyclic monophosphate adenosine in urine (Zung et al. 1997, De Lellis et al. 2009). Almaden et al have suggested that the high phosphates content of urine well as the feminine sex promote the parathyroidal cells proliferation.

The analysis of the urinary samples of our goitrous set showed that the quarter (25.6%) of the samples presents a positive crystalluria (table II). We observe that goiter doesn't make the crystalluria frequency increasing since this frequency increases with age as well in the non goitrous as in the goitrous (table III). This result confirms the fact that the crystalluria frequency increases with age but doesn't sufficiently explain the fact that the lithiasic patients would present a peak beyond the vicinity of the age of 40 years in the crystalluria frequency. In the present work, as well in the goitrous as in the non goitrous persons the majority of the observed crystalluria are so pure that the mixed crystalluria doesn't represent more than a fifth of all observed crystalluria. Urinary stone lithogenesis process constituted of only one chemical species releases around a first microscopic crystalline germ of the same chemical species. However, the fact that an urinary stone is constituted by different chemical species should not mean that it is due to the mixed crystalluria. It is for these considerations in the complex mechanisms of the lithogenesis that the registered homogeneity tendency of crystalluria can be reversed in the case of urinary stones. In this present work, the non goitrous women whose age is not more than 40 years, complex amorphous urates (CAU) is the majority constituent that dominates with a 55.6% frequency (table IV). This dominance is attenuated after this age since it is compensated fairly with anhydrous uric acid dehydrate (AU2: 27.3%) and calcium oxalate dihydrate (COD: 27.3%). In the goitrous women, the majority constituent that dominates (28.6%) before the age of 40 years (table V) is also the CAU and under the age of 28 years, each one of AU0 and ACCP comes in second position, with a 23.1% frequency. Contrarily to this last result, under the 28 years age in the non goitrous women, there is an absence of such phosphate and urate chemical species. Effectively, in this goitrous set, under the age of 40 years (table V) only a quarter of the crystalluria presents an oxalocalcic nature, COD (17.9%) and COM (7.1%) but remarkably, the ACCP as a phosphate chemical species is in the second position of frequency (21.4%) comparing to the non goitrous case (0%). This can be explained by the fact that in the goitrous women the crystalluria chemical nature tendency before the vicinity of menopause age should present an uric-phosphatic chemical character. In the table V, the uric character is expressed in terms of CAU, UA2 and UA0 while the phosphatic one is related to ACCP. Beyond the age of 40 years in the goitrous patients (table V), COD is majority consistent followed by COM in second position but in the case of the non goitrous (table IV), the dominance is equitably shared by the three chemical species CAU, COD, UA2. So, contrarily to the result in the non goitrous set the oxalo-calcic character, from COD and COM, of the crystalluria appears after the menopause age in the goitrous patients. We can observe from the two tables IV and V that, globally, COM crystals are more frequent in the urine of the goitrous than in those of the non goitrous patients. Elsewhere, a work carried out by our research team in the same Tadla Azilal geographical region has associated the relatively high frequency of calcium oxalate monohydrate (COM) urolithiasis to the food style habits of the populations (Oussama et al. 2000). These results show the "crystalluria-stone" correlation (Kaid-Omar et al. 1999) according to the chemical composition, and comes particularly from the transformation of calcium oxalate dihydrate (COD) to its monohydrate shape (COM) when passing from the crystalluria state to the urinary stone one. Moreover, the populations in the region have some non convenient food habits, particularly, excessive consuming of animal proteins and beet sugar (Mbarki et al. 2006). Such habits express all abnormal, metabolic, hereditary and congenital predispositions, of the organism to develop the urinary lithiasis. COD depends more of calcium rate than of the oxalate one and the ACCP depends on calcium and phosphate. So, the frequencies of oxalo-calcic and phosphatic crystalluria are important in the case of the goitrous set, in the present work, to menopause age, since they can be linked to the calciuric and phosphaturic Thyrocalcitonine (TCT) effect (Asch 1978). Effectively, it is known that the PTH leads to a phosphaturia by inhibition of sodium-phosphor co-transport (Blaine et al. 2011). A study at the molecular scale is susceptible to determine whether the genetic parameter plays a role in this trend in phosphate excretion in the urine of patients presenting goiter. Anterior researches (Tomer et al. 2009, Citterio et al. 2013) have reported the etiology of autoimmune thyroid disease and have they highlighted the impact of the environment on genes related to thyroid, parathyroid and hypothyroid disorders. Other studies have noted that the goiter is linked to other diseases such as cardiovascular disease (Patene 2012). So one can understand the fact that thyroid gland firstly plays a

role in the organism growth and that a part of calcium and phosphor, major constituent of bone are eliminated in urines. The phosphates metabolism should be controlled by proteins so-called phosphatonines (Schiavi et al. 2002). Between the puberty and the menopause ages one woman presents a risk of the homoeostasis mess of calcium and phosphor. These two elements are essential at the time of the fetus growth in the pregnant woman. In this work, two third (120/180) of the women are constituted by women whose age doesn't exceed 40 years. Globally, we observe that in the goitrous women (table V) the phosphatic character appears with a 19.5% frequency and the two more frequent characters are oxalo-calcic (41.3%) and uric-uratic (39.2%). In the non goitrous women (table IV) only the uric-uratic character dominates enough extensively (65%). Such a contrast could provide riche information on the goiter epidemiology. Comparable results have been unregistered, in an anterior work done by our team, on a set whose patients present diabetes as another endocrinological pathology (Mbarki et al. 2005).

5 CONCLUSION

As it has been reported by other authors, the present work confirms that goiter in the Tadla Azilal has a feminine predominance. The frequently homogeneous crystalluria of the goitrous woman presents, notably, an "uric-phosphatic" chemical character before menopause age. This uric-phosphatic character decreases after this age since the tendency becomes oxalo-calcic. The decrease of phosphaturia can be related to the reduction of phosphates needs owing to the disappearance of the woman's hormonal metabolisms, in particular with the presence of the fetus growth at the pregnant woman. Thus other crystalluria studies on goitrous can confirm if the evolution of the chemical constituent frequency can give a lot of information for both of the researcher and the clinician. So, clinical analyses for goiter diagnosis and treatment could be accompanied and confirmed thanks to following the fluctuations of the crystalluria composition, notably in calcium phosphate species. Goitrous crystalluria studies can contribute to understand the mechanisms and etiology of such an epidemiology and so, to support better the goitrous patients.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks to the Beni Mellal Regional Center for help for help in collecting the urine.

REFERENCES

- [1] Almaden Y., Felsenfeld AJ., Rodriguez M., Canadillas S., Luque F., Bas A., Bravo J. Proliferation in hyperplastic human and normal rat parathyroid glands: role of phosphate, calcitriol and gender. *Kidney Int* 2003; 64 (6): 2311-2317...
- [2] Arain SA., Shah MH., Meo SA., Jamal Q. Estrogen receptors in human thyroid gland. *Saudi Med J.* 2003 ; 24 (2): 174-178..
- [3] ASCH, L. 1978. Calciuria and phosphaturia during fasting. Effect of calcitonin alone or with thyroid hormone therapy combination. *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 45 (10): 529-533.
- [4] Blaine J., Weinman E.J., Cunningham R. The regulation of phosphate renal transport. *Advances in Chronic Kidney Disease.* 2011. 18 (2): 77-84.
- [5] Citterio C.E.; Machiavelli GA.; Miras, MB., Papendieck LG. Lachan K., Sobrero G. Chiesa A., Walker J., Munoz L., Testa G., Belforte FS, Sarmiento RG, Rivolta C M, Targovnik. H M.. New insights into thyroglobulin gene: Molecular analysis of seven novel mutations associated with goiter and hypothyroidism. *Molecular and Cellular Endocrinology* 2013. 365 (2): 277-291.
- [6] Delange FM.. Control of iodine deficiency in Western and Central Europe. *Cent Eur J Public Health.* 2003; 11 (3): 120-123.
- [7] De Iellis RA, Nikiforov YE.. Thyroid and Parathyroid Glands. *Diagnostic Surgical Pathology of the Head and Neck.* 2009 (Second Edition): 563-646.
- [8] Fadaye V, Lesnikova S, Melnichenko G.. Prevalence of thyroid disorders in pregnant women with mild iodine deficiency. *Gynecol Endocrinol* 2003;17 (5): 413-418.
- [9] Gbadebo AM, Nwufoh CO. Iodine concentrations in blood and urine samples of goitre and non-goitre patients in parts of Ogun State, Southwestern Nigeria. *Journal of Geochemical Exploration.* 2010;107 (2): 169-174.
- [10] Glinoe D.. Pregnancy and iodine. *Thyroid* 2001. 11 (5): 471-481.
- [11] Golden LH, Burrow GN.. Thyroid Disease During Pregnancy. *Medical Complications During Pregnancy, Sixth Edition* 2004; 131-161.
- [12] Kaid-Omar Z, Daudon M, Attar A, Semmoud A, Lacour, B, Addou A.. Corrélation entre cristalluries et composition des calculs. *Progrès en Urologie* 1999 ; 9: 633-641

- [13] Kawabata W, Suzuki T, Moriya T, Fujimori K, Naganuma H, Inoue S, Kinouchi Y, Kameyama K, Takami H, Shimosegawa T, Sasano H.. Estrogen receptors (alpha and beta) and 17 beta-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 and 2 in thyroid disorders: possible in situ estrogen synthesis and actions. *Mod Pathol.* 2003 ; 16 (5): 437-444.
- [14] Kung AW, Chau MT, Lao TT, Tam SC, Low LC.. The effect of pregnancy on thyroid nodule formation. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002; 87 (3): 1010-1014.
- [15] Li S, Wei H, Zheng Q.. Elimination of iodine-deficiency disorders in Tibet. *The Lancet.* 2008; 371 (9629): 1980-1981.
- [16] Mahmood S, Islam MM, Siddiqui NI, Hossain GA, Chakraborty RK, Akhter N, Meah I.. Prevalence of antithyroid microsomal antibody in thyroid patients of endemic goitre area. *Mymensingh Med J.* 2004; 13 (1): 4-10.
- [17] Mbarki M, Jabrane J, Oussama A, Daudon M.. Étude de la cristallurie des sujets diabétiques. *Progrès en Urologie.* 2005 ; 15 (3): 420-426
- [18] Mbarki, M., Oussama A, El Bouadili, A, Semmoud A, Berkani M, Touhami M, Jabrane A J.. Study of spontaneous crystalluria on a series of patients in the Tadla Azilal Moroccan area. *Arch Esp Urol.* 2006 ; 59 (6): 653-659.
- [19] Oussama A. ; Kzaiber F, Mernari B, Hilmi A, Semmoud A, Daudon M.. Analyse des calculs urinaires de l'adulte dans le Moyen Atlas marocain par spectrophotométrie infrarouge à transformée de Fourier. *Progrès en Urologie* 2000; 10: 404-410.
- [20] Patane S. Cardiovascular system and endogenous subclinical hyperthyroidism treatment: The time has come. *International Journal of Cardiology.* 2012; 158 (2): 317-319.
- [21] Paul D T, Mollah FH, Alam MK Fariduddin M, Azad K, Arslan MI.. Glycemic status in hyperthyroid subjects. *Mymensingh Med J.* 2004; 13(1): 71-75.
- [22] Schiavi SC, Moe OW. Phosphatonins: a new class of phosphate- regulating proteins. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2002; 11(4): 423-530.
- [23] Tomer Y, Hube A.. The etiology of autoimmune thyroid disease: A story of gene and environment. *Journal of Autoimmunity.* 2009; 32 (3-4): 231-239
- [24] Watts MJ, O'reilly J, Maricelli A, Coleman A, Ander EL, Ward NI.. A snapshot of environmental iodine and selenium in La Pampa and San Juan provinces of Argentina *Journal of Geochemical Exploration.* 2010; 107 (2): 87-93
- [25] Zung A, Chalew SA.. Effect of age on the response to parathyroid hormone. *Metabolism.* 1997; 46 (11): 1246-1251.

Elimination du fer par procédés d'oxydation et d'adsorption sur charbon de pin d'alep

[Elimination of iron by processes of oxidation and by adsorption on coal of pine]

Ruiti Manel and Bechir Ben Thayer

Department of Management and Environment,
University of Jendouba, High Institute of Rural Engineering and Equipment Medjez El Bab,
Laboratory of chemistry and water quality, Medjez El Bab, Beja, Tunisia

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

ABSTRACT: The aim of our study is to apply of simple, effective and less expensive methods of treatment of the iron of natural water.

For these reasons, we chose oxidation by simple agitation and adsorption on a natural material, coal of the wood of pine.

The tests showed that agitation does not have any effect on elimination of iron in an acid medium

The oxidation of iron by simple agitation is supported by a basic Ph, with pH = 8 the concentration of residual iron in water reached 0,62 mg/l at 15 min of agitation, iron is completely to eliminate with pH = 10.

The tests of adsorption showed that balance is reached at 10 min; the adsorption of iron on coal of pine is a fast phenomenon.

The study of factor which influence the kinetics of adsorption by coal of pine reveal that the output of adsorption increase with the increase in ph (97% with pH= 9).

The variation stirring velocity shows that the good output is obtained at a speed of 100 turns/ min.

The isotherm of adsorption obeys the model of Freundlich.

KEYWORDS: agitation, adsorbent, isotherm, Freundlich, Langmuir.

RESUME: L'objectif de notre étude porte sur l'application des méthodes de traitement simples, efficaces et moins coûteuses pour la rétention du fer des eaux naturelles.

Pour ces raisons, nous avons choisi l'oxydation par simple agitation et l'adsorption sur un matériau naturel, charbon du bois de pin.

Les essais ont montré que l'agitation n'a aucun effet sur l'élimination du fer au milieu acide.

L'oxydation du fer par simple agitation est favorisée par un pH basique. A pH = 8, la concentration du fer résiduel dans l'eau atteint 0,62 mg/l.

Après 15min d'agitation, le fer est totalement éliminer pour une valeur de pH= 10.

Les essais d'adsorption ont montré que l'équilibre est atteint après 10 min, l'adsorption du fer sur le charbon de bois de pin est un phénomène rapide.

L'étude des facteurs qui influent sur la cinétique d'adsorption sur le charbon du bois de pin d'alep révèlent que le rendement d'adsorption augmente avec l'augmentation de pH (97% à pH=9)

La variation de la vitesse d'agitation montre que le bon rendement est obtenu à une vitesse de 100 tours/min.

L'isotherme d'adsorption obéit le modèle de Freundlich.

MOTS-CLEFS: agitation, adsorbant, isotherme, Freundlich, Langmuir.

1 INTRODUCTION

Le fer est le quatrième élément de la croûte terrestre, le deuxième métal le plus abondant dans la terre [1], il est présent principalement dans les eaux souterraines mais également dans les eaux superficielles.

La présence du fer dans les sources naturelles est attribuable à la décomposition des roches et des minéraux, aux eaux acides des drainages des mines, aux eaux de lessivages des décharges contrôlées, aux effluents d'égouts ainsi qu'aux rejets des secteurs industriels qui traitent le fer.

Une surcharge de l'organisme humain en fer peut entraîner une hémochromatose primitive (mauvaise régulation de l'absorption du fer par l'intestin) et même une cancérisation hépatique (risque de cancer du foie), ces troubles interviennent généralement lorsque la concentration du fer dans l'eau est supérieure à 10mg/l [2].

A des concentrations inférieures, les problèmes liés à la présence du fer dans l'eau de boisson sont d'ordre esthétique. En effet, la présence de cet élément en excès engendre la dégradation de la qualité de l'eau, la corrosion et le colmatage des ouvrages de stockage et de canalisation de l'eau [3]. De plus, la précipitation du fer favorise le développement des bactéries qui peuvent provoquer une coloration rougeâtre [4], [5].

L'élimination du fer des eaux fait l'objet de nombreux travaux [6], [7], [8], [9].

Plusieurs méthodes de traitement sont développées dont les procédés les plus employés sont l'oxydation chimique par des oxydants plus ou moins forts (chlore, permanganate de potassium, l'oxygène et l'ozone) et des procédés biologiques qui font intervenir des micro-organismes.

Dans ce cadre, nous avons choisi deux méthodes d'enlèvement du fer des eaux souterraines : l'oxydation par simple agitation et l'adsorption sur charbon de pin d'alep. Le choix de ces deux méthodes est basé sur le rapport coût /efficacité et sur la facilité de manipulation .

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 ECHANTILLONNAGE ET METHODES DE TRAITEMENT

Le prélèvement d'eau à étudier a été effectué à partir d'une source localisée à la région de Ain Drahem, Nord Ouest de la Tunisie, caractérisée par une concentration élevée en fer.

Notre prélèvement d'eau est réalisé d'une manière directe à l'aide d'un flacon polyéthylène de 5L et transporté au laboratoire.

La concentration en fer est mesurée avec un spectrophotomètre de type DR4000/HACH.

L'oxydation du fer par simple agitation est appliquée à l'aide d'un agitateur magnétique.

L'adsorbant utilisé pour la rétention du fer est le charbon de pin d'alep broyé, tamisé à 80µm, séché à l'étuve à 105°C et conservé dans des flacons en polyéthylène.

2.2 DOSAGE DU FER PAR METHODE COLORIMETRIQUE A L'ORTHOHÉNANTROLINE

À l'ébullition, l'acide chlorhydrique libère le fer sous forme ionique. Il est ensuite réduit à l'état ferreux par l'acide ascorbique et dosé colorimétriquement en utilisant la coloration donnée par les sels ferreux avec l'orthophenantroline « Rodier, 1984 ».

Nous effectuons une lecture de la densité optique à une longueur d'onde = 510nm, puis nous déterminons la concentration du fer par interpolation à l'aide de la courbe d'étalonnage.

2.3 DESCRIPTION DES ESSAIS D'OXYDATION ET D'ADSORPTION DU FER

2.3.1 OXYDATION

L'oxydation consiste à faire passer le fer de la forme dissoute Fe^{2+} à une forme insoluble oxydée.

Nous avons appliqué l'oxydation par simple agitation qui consiste à agiter 100ml d'eau à une vitesse d'agitation de 50 tours /min avec une variation de temps d'agitation et de pH par addition des doses croissantes d'acide chlorhydrique (HCl) et d'hydroxyde de sodium NaOH et nous avons mesuré la concentration du fer résiduel à pH (1,5 ; 3 ; 8 ; 10).

2.3.2 ADSORPTION

Dans le but de l'élaboration des supports moins coûteux et efficaces pour la rétention du fer, nous avons testé le pouvoir adsorbant du charbon de bois de pin d'alep.

Les expériences sont déroulées en système « Batch » : nous avons ajouté à 100ml d'eau à analysée une masse de charbon et nous avons agité pendant 10min à une vitesse de 50tours/min et à une température ambiante (16°C ±2°C).

L'échantillon est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre de 45µm de diamètre et nous avons mesuré la concentration résiduelle en fer.

2.4 ETUDE DES FACTEURS QUI INFLUENT SUR LA CINETIQUE D'ADSORPTION

2.4.1 INFLUENCE DE TEMPS D'AGITATION

L'expérience est réalisée en système « Batch » : nous avons ajouté à un volume de 100ml d'eau à traitée 0,1g de charbon du bois de pin d'alep (adsorbant), la vitesse est fixée à 50 tours /min et nous avons fait varier le temps d'agitation.

2.4.2 INFLUENCE DE PH

Le pH joue un rôle primordial dans toute étude d'adsorption, il peut conditionner à la fois la charge superficielle de l'adsorbant et la structure de l'adsorbat.

Nous avons effectué la même procédure en système « Batch » en ajustant pH initial de l'eau à analysée en utilisant des solutions de NaOH (1N) et de HCl (1N) pour différentes pH étudiés (1 ; 3 ; 7 ; 9).

2.4.3 INFLUENCE DE LA VITESSE D'AGITATION

Nous avons appliqué la même procédure d'adsorption en mode statique, nous avons mélangé 0,1g du charbon de bois de pin d'alep avec 100ml d'eau à analyser et nous avons fixé le temps d'agitation à 10min et faire varier la vitesse d'agitation de 50tours/min à 300 tours /min.

2.5 ISOTHERME D'ADSORPTION

L'étude de l'isotherme d'adsorption est fondamentale pour déterminer de la capacité et la nature d'adsorption.

L'expérience a été faite en système Batch : nous avons mélangé 100ml d'eau avec différentes masses d'adsorbant de 0,1g à 1g (avec pas de 0,1) pour une concentration en fer égale à 7 mg/l, à pH de la solution et à température ambiante.

Nous avons appliqué aux données expérimentales mesurées les équations de deux modèles Freundlich et Langmuir.

Rappelons que la linéarisation des équations de Freundlich et de Langmuir s'expriment par :

Equation de Freundlich : $\ln(Q_e) = \ln k + 1/n \ln(C_e)$

Equation de Langmuir : $C_e / Q_e = 1 / (kaqm) + 1 / qm$

Avec : (Q_e) : quantité du fer fixée sur l'adsorbant (mg/g)

(C_e) : la concentration du fer à l'équilibre (mg/l)

K : coefficient de Freundlich, qui représente la quantité du fer adsorbée pour une concentration unitaire dans la solution d'équilibre

n : pente de l'isotherme de Freundlich reflétant le degré auquel l'adsorption est en fonction de la concentration (n = 1 : Isotherme linéaire)

qm : la quantité nécessaire pour couvrir la surface entière avec une monocouche de substance adsorbée (mg/g)

b : constante d'énergie

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 OXIDATION PAR SIMPLE AGITATION

Les essais d'oxydation par simple agitation à différents pH (pH= 1,5 ; pH = 3 ; pH= 8 ; pH=10) (figure 1) montrent que l'agitation n'a pas un effet significatif sur l'élimination du fer en milieu acide, le fer n'est donc pas oxydé par agitation en milieu acide [10].

L'oxydation du fer par simple agitation est favorisée par pH basique, à pH= 10 une élimination totale du fer après 15 min d'agitation.

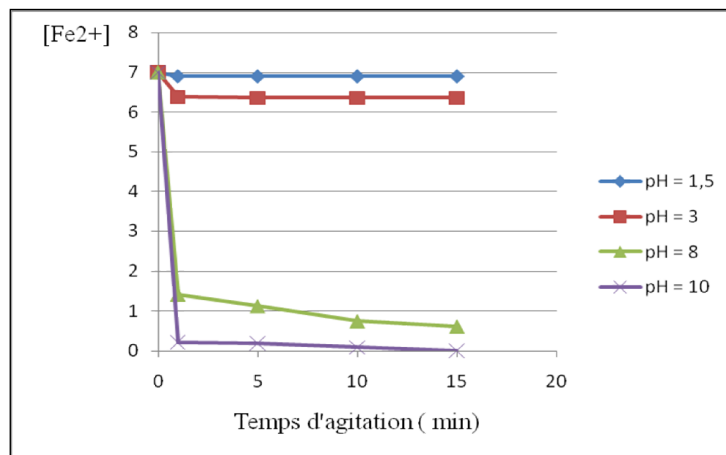


Fig. 1. Elimination du fer par simple agitation à différents pH de milieu

3.2 ADSORPTION

3.2.1 INFLUENCE DE TEMPS D'AGITATION

Les résultats présentés par la figure 2 montrent que la cinétique de fixation du fer sur le charbon du bois de pin d'alep est rapide. Le temps de contact peut être estimé à 10 minutes correspond à un rendement maximal d'adsorption d'ordre de 95%, l'extension de ce temps jusqu'à 20 minutes ne conduit pas à une amélioration de rendement d'adsorption, ce qui justifie l'état de saturation de l'adsorbant.

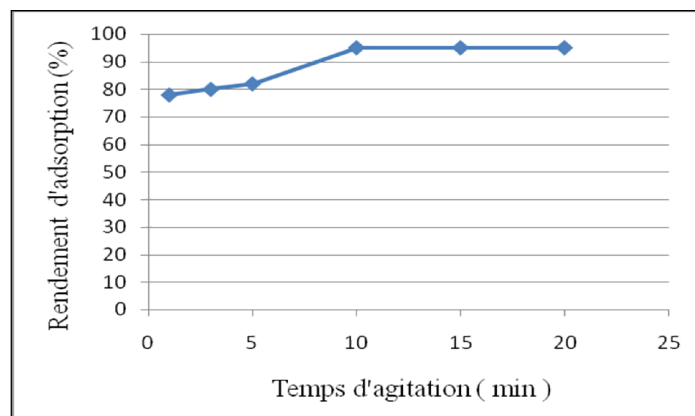


Fig. 2. Influence de temps d'agitation sur le rendement d'adsorption du fer

3.2.2 INFLUENCE DE PH

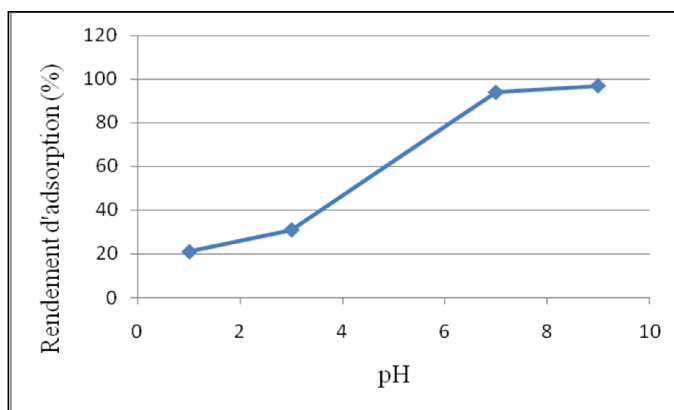


Fig. 3. Influence de pH sur le rendement d'adsorption

Les résultats obtenus (figure 3) révèlent que la rétention du fer est fortement liée au pH de milieu.

Le rendement d'adsorption de fer sur le charbon du bois de pin d'alep augmente avec l'augmentation de pH de milieu pour atteindre 97% à pH= 9.

3.2.3 INFLUENCE DE LA VITESSE D'AGITATION

Le suivie de rendement d'élimination du fer en fonction de la vitesse d'agitation (figure 4) montre que l'augmentation progressive de la vitesse d'agitation fait augmenter le taux d'élimination du fer, jusqu'à une élimination totale à une vitesse d'agitation de 300 tours/min

L'augmentation de la vitesse d'agitation favorise d'une part le bon contact adsorbant /adsorbat, et améliore l'oxygénation du milieu d'autre part, par conséquence l'amélioration de taux d'élimination du fer.

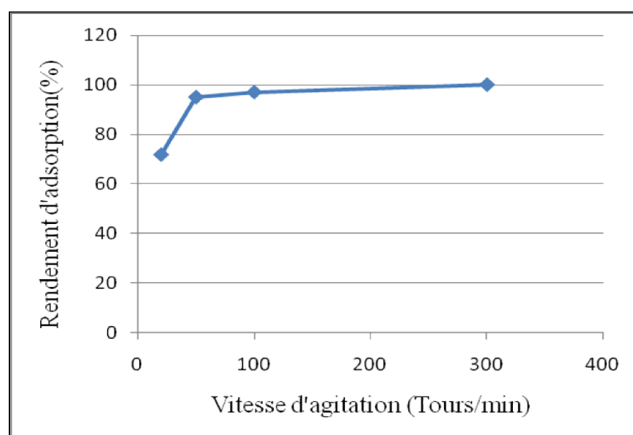


Fig. 4. Influence de la vitesse d'agitation sur le rendement d'adsorption du fer

3.3 ISOTHERME D'ADSORPTION

L'étude de l'équilibre mise en jeu entre l'adsorbant (charbon du bois de pin d'alep) et le fer par méthode d'isotherme d'adsorption (figure 5) montre que l'allure de l'isotherme expérimentale est de type II, par conséquence, le charbon de pin d'alep est un adsorbant microporeux et l'adsorption est multicouche.

Les molécules adsorbés favorisent l'adsorption ultérieure d'autres molécules (adsorption coopérative) et ceci dû aux molécules qui s'attirent par des forces de Van Der Waals et se tassent les unes contre les autres.

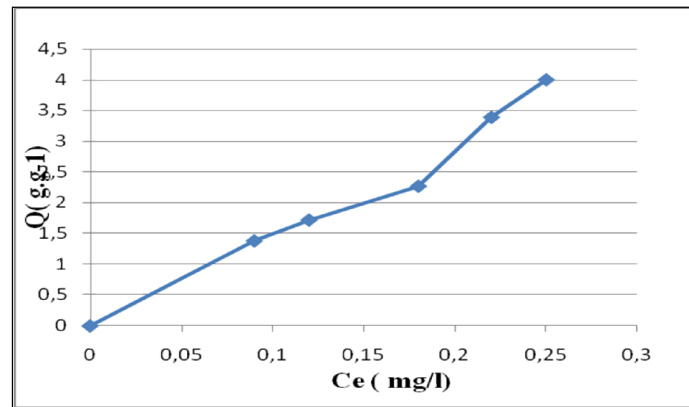


Fig. 5. Isotherme d'adsorption

La modélisation des résultats expérimentaux montre une bonne concordance avec le modèle de Freundlich. En effet, les coefficients de corrélations trouvés sont proches de l'unité ($R^2 = 0,83$), contrairement à celui de Langmuir.

L'isotherme n'obéit pas le modèle de Langmuir et l'adsorption est de type multicouche.

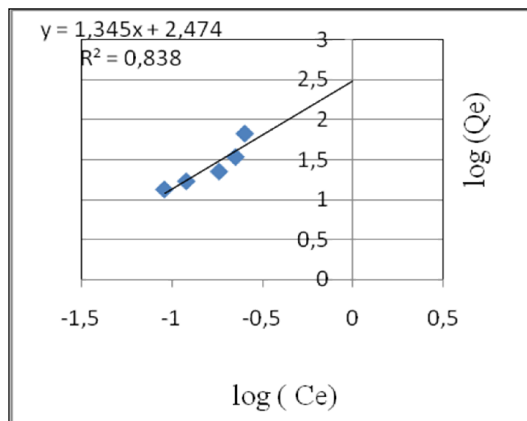


Fig. 6. Isotherme de Freundlich

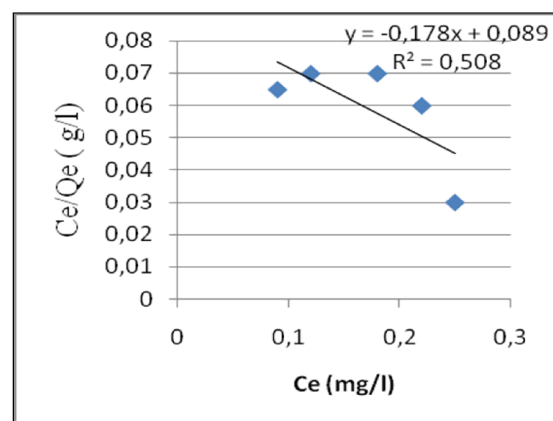


Fig.7. Isotherme de Langmuir

Le tableau 1 résume les paramètres de l'exploitation des résultats expérimentaux selon modèle de Freundlich

Tableau 1. Paramètres des modèles de Freundlich et Langmuir

Type d'isotherme	Paramètres	Valeurs
Freundlich	n	0,81
	K	2,474
	R2	0,83

4 CONCLUSION

L'objectif de notre travail est d'éliminer le fer des eaux naturelles par simple agitation à l'air et par adsorption sur charbon du bois de pin d'alep.

Nos résultats ont bien montré que l'oxydation par simple agitation se fait à pH basique.

L'étude du pouvoir adsorbant de charbon du bois de pin d'alep révèle qu'il s'agit d'un excellent adsorbant du fer et la cinétique d'adsorption dépend de pH, de temps et de vitesse d'agitation.

Le rendement d'adsorption maximal est de l'ordre de 95% après 10min d'agitation et à une vitesse optimale de 50 tours/min.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tout l'équipe de laboratoire chimie et qualité des eaux à l'Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Equipement Rural Medjez El Bab, Tunisie.

REFERENCES

- [1] U. Schwetmann and R.M. Taylor, "The transformation of lepidocrocite to goethite," *Clays and Clays Minerals*, vol. 20, pp. 151–158, 1972.
- [2] K. Fernand, G.D.Lanciné and A.J.Touchard, "Elimination du fer et de manganèse par aération-filtration des eaux de fourrage en zone rurale dans les pays en développement : cas de la région de Tissalé (sud de la côte d'Ivoire)," *European Journal of scientific Research*, vol. 19, no. 3, pp. 558–567, 2008.
- [3] P. Mouchet, "Elimination du fer et de manganèse contenus dans les eaux souterraines : problèmes classiques, progrès récents," *water supply*, vol. 3, pp. 137–149, 1985.
- [4] L.D. Benefield, J.F. Judkins and B.L. Weand: *Process chemistry for water and wastewater treatment*, Prentice-Hall, New-Jersey, 1982.
- [5] B.J. Ahmad, W.H. Cheng, W.M. Low and M.J. Megat Mohd Noor, "Study on the removal of iron and manganese in groundwater by granular activated carbon", *Desalination*, vol.182, PP347-353, 2005.
- [6] W. Stumm and G.F. Lee, "oxygenation of ferrous iron," *Industrial and Engineering chemistry*, vol. 53, pp. 143–146, 1961.
- [7] M.M.Ghosh, J.T.O'Connor and R.S.Elgelbrecht, "Precipitation of iron in aerated ground water," *Journal of the Sanitary Engineering Division, ASCE*, vol. 92, pp. 199–213, 1966.
- [8] S. Azzaoui, E.M. Hanbali and M. Leblanc, "Cuivre, plomb, fer et manganèse dans le bassin versant de Sebou: sources d'apport et impact sur la qualité des eaux de surface", *Water Qual.Res .J . Canada*, vol.37, no.34, pp 773-784.
- [9] V.A.Pacini, A.Ingallinella and G.Sanguinetti, "Removal of iron and manganese using biological roughing up flow filtration technology," *Water research*, vol. 39, pp. 4463–4475, and 2005.
- [10] Y.Boukari, G.Matejka, B.Parinet and P.Simon, "la mise à l'équilibre des eaux tropicales : conséquences sur la déferisation", *Revue Sciences de l'Eau*, vol.1, no.4, p 339-353,1988.

Hepatoprotective Properties of methanolic extract of *Canscora decussata* (Schult) against paracetamol induced liver toxicity in rabbits

Muhammad Shoaib Akhtar¹, Muhammad Imran Qayyum², Nadeem Irshad³, Muhammad Yaseen⁴, Abid Hussain², Hamza Altaf², Saif-ur-Rehman², and Nazir Suleman²

¹Department of Pharmacology, Faculty of Pharmacy, University of Sargodha, Sargodha-40100, Pakistan

²Departement of pharmacy, faculty of medical and health sciences, The university of Poonch Rawalakot AJ&K, Pakistan

³Hamdard Institute of Pharmaceutical sciences, Hamdard university Islamabad campus, Pakistan

⁴Mohi-ud-Din institute of pharmaceutical sciences MirPur AJ&K, 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: Liver dysfunction is a major health problem. Excessive drug therapy, free radicals, environmental pollutants, and alcoholic intoxicants are the main causes of liver disorders. The present investigation was designed to evaluate its *in vivo* hepatoprotective properties of *Canscora decussata* (family Gentianaceae) whole plant methanolic extract against paracetamol toxicity in rabbits. Hepatoprotective activities of methanolic extracts of *C. decussata* were examined against paracetamol induced liver damage in rabbits using silymarin as control. Enzyme activities of Serum Glutamate Oxaloacetate Transaminase (SGOT), Serum Glutamate Pyruvate Transaminase (SGPT), and Alkaline Phosphatase (ALP), bilirubin total and direct bilirubin were analyzed. Oral administration of methanolic extract exhibited significant hepatoprotective activity.

KEYWORDS: *Canscora decussata*, Silymarin, Hepatoprotective, Intoxicants, Free radicals.

1 BACKGROUND

The liver is a vital organ of paramount importance involved in the maintenance of metabolic functions and detoxification of the exogenous and endogenous challenges like xenobiotics, drugs, viral infections and chronic alcoholism.[1] Many traditional practitioners have claimed that numerous medicinal plants and their formulations can be effectively used for the alleviation of different types of liver diseases [2]. Plant-derived natural products have received considerable attention in recent years due to their diverse pharmacological actions including antioxidant and hepatoprotective activity [3],[4]. Diverse homeostatic mechanisms are affected if liver function is impaired, with potentially serious consequences. About 20, 000 deaths occur every year due to liver diseases. Hepatocellular carcinoma is one of the ten most common tumors in the world with over 2, 50,000 new cases each year. Although viruses are the main cause of liver diseases, excessive drug therapy, environmental pollution and alcoholic intoxication are not uncommon. Liver disease is a worldwide problem; Conventional drugs used in the treatment of liver diseases are sometimes inadequate and can have serious adverse effects. Herbal medicines are in great demand in the developed as well as developing countries for primary healthcare because of their wide biological and medicinal activities, higher safety margins and lesser costs. [5] Modern drugs have very little to offer for alleviation of hepatic ailments, whereas most important representatives of phytoconstituents used for liver diseases chiefly on regional basis include drugs like silymarin (*Silybum marianum*) and catechin (*Anacardium occidentale*) in Europe, Glycyrrhizin (*Glycyrrhiza glabra*) in Japan and chizandrins (*Schizandra chinensis*) in China.[6]

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 CHEMICALS

Methanol, Ethanol, Paracetamol, Formalin, Diagnostic kits (SGPT, SGOT, ALP, DB and TB), Xylene, Paraffin wax, Eosin, Hematoxylin and were purchased from Merck, Darmstadt, Germany. Silymarin and Pentothal sodium were acquired from Abbott Laboratories, Pakistan. Olive oil was purchased from the local market prepared by P. Sasso, Italy. All the chemicals were of analytical grade.

2.2 PLANT MATERIAL AND EXTRACTION PROCEDURE

The whole fresh plants were collected in sufficient amount from the Raiwind Lahore, Pakistan. These were identified and authenticated by the taxonomist of University of Sargodha, Sargodha. The plants were shade dried and powdered finally with a Chinese herbal grinder. The powder was stored in well closed cellophane bags in the refrigerator at 4 °C. [7] The coarse powder (3000 g) of plant material was macerated in 9 L of methanol for approximately 3 days with frequent shaking. The extract was filtered and marc left behind. Extract was concentrated under reduced pressure on Rotary evaporator until a semisolid residue is obtained. Marc was further extracted under the same conditions twice. The semisolid residues, collected after extraction, were combined and evaporated to dryness by vacuum at temperature below 60 °C. At the end, a dark brown solid residue was obtained (yield; 20.7%). Silymarin (a standardized extract from *Silybum marianum*) was used as a reference hepatoprotective agent, which has been administered previously from 50-200 mg/kg in various animal studies. [8],[9].

2.3 ANIMALS

Healthy rabbits of either sex (local breed), weighing from 1.5-2 kg were purchased from local market. They were kept in the animal house of Faculty of Pharmacy, University of Sargodha. The animals were maintained at standard housing conditions and fed a standard pellet diet and water *ad libitum* [10] All procedures were performed as per approval of the Institutional Animal Ethics Committee.

2.4 PARACETAMOL INDUCED HEPATOTOXICITY

Thirty six healthy rabbits used in the study were randomly divided into six groups (n = 6 in each group). Group I (control) animals were administered with distilled water (1 ml/Kg) daily for seven days. Group II (paracetamol) received distilled water (1 ml/Kg) once daily for seven days and received paracetamol (2 g/kg) on day 7. Group III received standard drug silymarin (100 mg/kg) orally once daily for seven days. Test group animals (group IV-VI) were administered orally doses of 150, 300 and 500 mg/kg of aq MeOH extract, respectively, in the form of aq suspension, once daily for seven days. Groups III-VI was simultaneously administered paracetamol: distilled water (1:1, 2 g/kg) on day seven after 30 min of administration of silymarin and extracts. Animals were sacrificed 48 h after the last treatment. Blood was collected, allowed to clot and serum was separated by centrifugation at 2500 rpm at 37°C for 15 min and analyzed for various biochemical parameters [11].

2.5 BIOCHEMICAL DETERMINATIONS

The biochemical parameters like Serum Glutamate Oxaloacetate transaminase, Serum Glutamate Pyruvate Transaminase, alkaline phosphate total bilirubin and direct bilirubin were assayed using standard assay kits [9] [12].

2.6 HISTOPATHOLOGICAL STUDIES

One animal from the treated group showing maximal activity as indicated by improved biochemical parameters from each group were utilized for this purpose. The animals were sacrificed and the abdomen was cut open to removal the liver. The livers were quickly preserved in neutral buffered formalin. Histological liver sections were prepared as described previously by Luna et al., 1968. 5 mm thick pieces of the liver were fixed in different concentrations of EtOH, then embedded in paraffin, and stained, using haematoxylin eosin dye and finally observed under microscope for histopathological changes in liver architecture and their photographs were taken to check the inflammation and necrosis of hepatocytes [13], [14].

2.7 DATA ANALYSIS

All data are expressed as means \pm SD. ANOVA was used to evaluate the difference between multiple groups. $P < 0.05$ was considered to be significant.

3 RESULTS

3.1 PHYTOCHEMICAL ANALYSIS

Extracts subjected for phytochemical study showed the presence of flavonoids, alkaloids, carbohydrates, proteins, amino acids, phenolic compounds and cardiac glycosides [15]

Table 1. Effect of methanolic extract of *C. decussata* and Silymarin on biochemical parameters of the rabbits treated with paracetamol

S. No	Groups	ALT [IU/L]	AST [IU/L]	ALP [IU/L]	DB (g/dl)	TB (g/dl)
1.	Normal Control	61.05 \pm 1.85	57.55 \pm 2.49	138.31 \pm 4.57	0.91 \pm 0.03	0.18 \pm 0.07
2.	Paracetamol Control	160.43 \pm 8.60	109.61 \pm 5.12	363.50 \pm 6.56	3.27 \pm 1.11	1.23 \pm 0.21
3.	Silymarin + Paracetamol	46.45 \pm 2.34**	67.85 \pm 3.22**	121.70 \pm 3.06**	0.53 \pm 0.09**	0.33 \pm 0.07**
4.	Methanolic extract (150 mg/kg) + Paracetamol	106.79 \pm 4.94*	98.15 \pm 4.61*	159.86 \pm 2.59**	1.46 \pm 0.11*	0.87 \pm 0.17**
5.	Methanolic extract (300 mg/kg) + Paracetamol	93.42 \pm 1.58**	90.79 \pm 2.13*	192.41 \pm 2.51**	1.08 \pm 0.07**	0.69 \pm 0.11**
6.	Methanolic extract (500 mg/kg) + Paracetamol	79.11 \pm 4.04**	72.37 \pm 2.56**	164.35 \pm 4.33**	0.84 \pm 0.02**	0.36 \pm 0.09**

Where, DB= Direct bilirubin and TB= Total bilirubin

Data are presented as mean \pm SEM (n=6). Means were compared using one-way analysis of variance (ANOVA). * $p < 0.05$, and ** $p < 0.01$ vs. paracetamol control group.

3.2 BIOCHEMICAL OBSERVATIONS

In biochemical analysis tests were performed to assess hepatocellular membrane integrity and liver injury and the results were given in Table 1 and Fig 1. It is well known that carbon tetrachloride is used as a hepatotoxic agent on various animals [16] Administration of paracetamol to rabbits produced hepatotoxicity showed by significant increase in the serum levels of SGOT, SGPT, ALKP TB and D.Bil in comparison to control group. The aqueous methanolic extract of *C. decussata* showed a significant decrease in the serum enzymes when compared to the paracetamol compared control groups. Standard drug, silymarin (100 mg/kg) also exhibited similar results. The rabbits treated with methanolic extract of *C. decussata* showed (Table 1) significant reduction in all the biochemical parameters elevated by paracetamol. This reduction in biochemical parameters is similar to silymarin. There was also a significant dose-dependent difference in the activities of the high-dose and the low-dose groups. The elevations in liver function parameters as found in this work are not such that should discourage or indicates its non-hepatotoxic effect.

3.3 HISTOPATHOLOGICAL OBSERVATIONS

The histopathological profile of the rabbits treated with aq methanolic extract showed no visible changes, confirming the safety of the extract at selected dose (Figure 1). The control group (group I) also showed normal cellular architecture with well brought out central vein, well presented cytoplasm and prominent nucleus (Figure 2). The liver sections of paracetamol treated animals showed hepatic cells with severe toxicity characterized by disarrangement and degeneration of normal hepatic cells with intense centrilobular necrosis (Figures 3). Rabbits treated with silymarin and intoxicated with paracetamol showed less disarrangement and degeneration of hepatocytes, indicating marked regeneration activity.

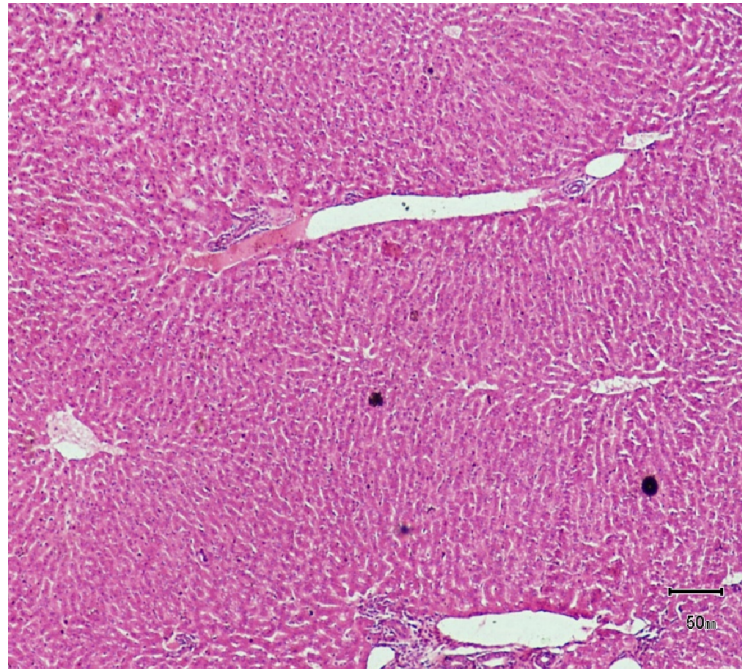


Figure 1. Liver of rabbit treated with aq methanolic extract of *C. decussata*.

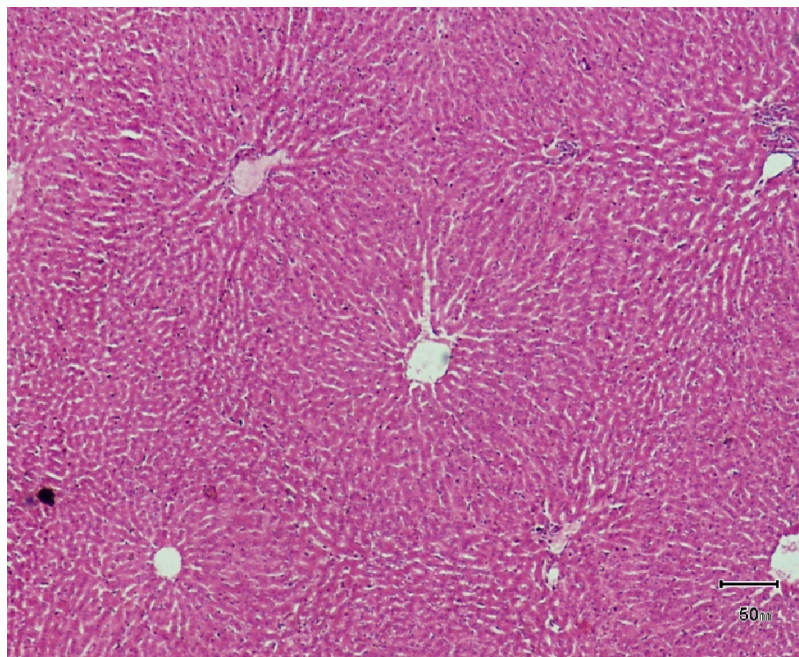


Figure 2. Liver of rabbit treated with normal diet

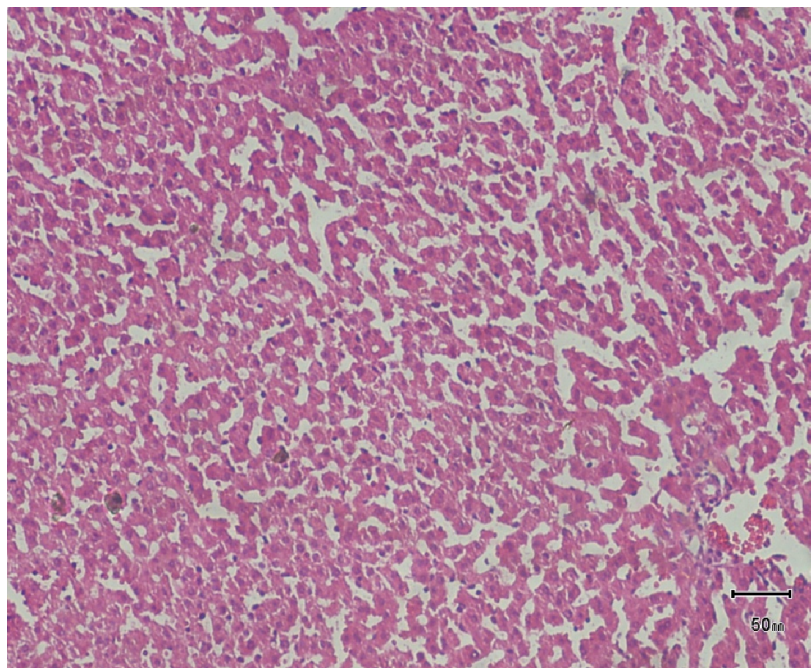


Figure 3. Liver of rabbit treated with paracetamol.

4 DISCUSSION

Liver injury can be caused by toxic chemicals, drugs, and viral infiltration from infection by ingestion. Paracetamol an analgesic and antipyretic is assumed be safe in low doses [17] Poisoning due to paracetamol intoxication is very common worldwide. In the United Kingdom and the United States it is the most widespread cause of acute liver injury [18]. Small doses are eliminated by conjugation followed by excretion but increased doses produce liver necrosis [19]. Liver injury induced by paracetamol is the best characterized system of xenobiotics induced hepatotoxicity in human being. Paracetamol intoxication in normal rabbits elevated the levels of SGPT, SGOT, ALKP T.Bilirubin and D.Bilirubin significantly, indicating acute centrilobular necrosis. The rabbits treated with methanolic extract of *C.decussata* showed (Tables 1) significant reduction in all the biochemical parameters elevated by paracetamol. This reduction in biochemical parameters is similar when compared with that of silymarin. Since the phytochemical analysis of the extracts had shown the presence of flavonoids and phenolic compounds, which had been known for their antioxidant and hepatoprotective activities [20], thus it can be concluded that possible mechanism of hepatoprotective activity may be due to the presence of flavonoids and phenolic compounds in the extracts. More work needs to be conducted to elucidate viable potentials of *C.decussata*.

5 CONCLUSION

Methanolic extract of the *C.decussata* offers protective effect against paracetamol induced hepatotoxicity in experimental rabbits. The mechanism of action is yet to be investigated but may be due to the antioxidant effects of flavonoids found to be present in the methanolic extract.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are thankful to Mr. Khurseed Alam, Mr Imran Rasheed, Mr Rashid and Mr Naveed for their contribution in the work.

REFERENCES

- [1] Bhardwaj A, P Khatri. Soni P M.L, Ali D.J. Potential herbal hepatoprotecti. *J.Adv.Sci.Res. ve sdrug- a reviw*, 2(2), 15-20. 2011.
- [2] Dash DK, Yeligar VC, Nayak SS, Ghosh T, Rajalingam D, Sengupta P, Maiti BC, Maity TK. Evaluation of hepatoprotective and antioxidant activity of *Ichnocarpus frutescens* (Linn.) R.Br. on paracetamol-induced hepatotoxicity in rats. *Trop J Pharm Res*, 6(3), 755-765. 2007.
- [3] Wang BJ, Liu CT, Tseng CY, Wu CP, Yu ZR. Hepatoprotective and antioxidant effects of *Bupleurum Kaoi* Liu. (Chaoet Chuang) extract and its fractions fractionated using supercritical CO₂ on CCl₄ induced liver damage. *Food Chem Toxicol*, 42, 609-17. 2004.
- [4] DeFeudis FV, Papadopoulos V, Drieu K. *Ginkgo biloba* extracts and cancer: a research area in its infancy. *Fundam Clin Pharmacol*, 17, 405-17. 2003.
- [5] Chattopadhyay RR, Bhattacharyya SK. *Terminalia chebula*: An update, *Pharmacog*, 1(1), 439–45. 2007.
- [6] Hikino H, Kiso Y. Natural products for liver diseases. Economic and Medicinal Plant Research. Vol. II, Academic Press, London p, 39-67. 1988.
- [7] Akhtar MS, Amin M, Maqsood M and Alamgeer. *Hepatoprotective effect of Rheum emodi* roots (Revand chini) and Akseer-e-Jigar against paracetamol-induced hepatotoxicity in rats. *Ethnobotanical Leaflets*. 13, 310-315. 2009.
- [8] Arshad AN, Kausar M and Savita DP. Hepatoprotective effect of *Cocculus hirsutus* linn. against carbon tetrachloride induced liver damage in albino wistar rats. *IJPI's J Pharmacol and Toxicol*, 1(1): 1-7. 2010.
- [9] Eminzade S, Uras F and Izzettin FV. Silymarin protects liver against toxic effects of anti-tuberculosis drugs in experimental animals. *Nutr Metab (Lond)*, 5, 18-25. 2008.
- [10] National Institute of health. Guide for the care and use of laboratory animals. NIH contact no. NOI-RR-2-2135. NIH, Bethesda, MD, 11-28. 1985.
- [11] Prochezian E, Ansari SH. Hepatoprotective activity of *Abutilon indicum* on experimental liver damage in rats. *Phytomed*, 12, 62-64. 2005.
- [12] Kind PRN, King EJ. 1954. Estimation of plasma phosphatase by determination of hydrolysed phenol with aminopyrine. *J. Clin. Pathol*, 7, 322-326. 2005.
- [13] Luna LG. Manual of Histology, Staining Methods of Armed Forces, Institute of Pathology, 3rd ed., McGraw Hill Book Co., New York, 43. 1968.
- [14] Yasmin S, Kashmiri M A and Anwar K. Screening of aerial parts of *Abutilon bidentatum* for hepatoprotective activity in rabbits. *J of Medicinal Plants Research* 5(3), 349-353. 2011.
- [15] Khandelwal KR. Practical Pharmacognosy, XIV ed. Nirali Prakashan, Pune, pp, 149-153.
- [16] Recknagel RO. A new direction in the study of carbon tetrachloride hepatotoxicity. *Life Sci*, 33, 401-408. 1983.
- [17] Recknagel RO, Glende EA, Jr Dolak JA, Waller RL. Mechanism of carbon tetrachloride toxicity. *Pharmacol. Ther*, 43, 139-154. 1989.
- [18] Larson AM, Polson J, Fontana RJ, Davern TJ, Lalani E, Hynan LS, Reisch JS, Schiødt FV, Ostapowicz G, Shakil AO and Lee WM. Acute Liver Failure Study Group. Acetaminophen- induced acute liver failure: results of a United States multicenter, prospective study. *Hepatology Baltimore, Md*, 42 (6), 1364–1372. 2005.
- [19] Dahlin DC, Miwa GT, Lu AY, Nelson SD. N-acetyl-pbenzoquinone imine: a cytochrome P- 450 mediated oxidation product of acetaminophen. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 81: 1327-1331. 1984.
- [20] Di Carlo G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F. Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sci*, 65, 337-353. 1999.

The impact of Public Procurement Act 663 on the procurement of essential water treatment chemicals at Ghana Water Company Limited

Jaylee Synyenlentu¹, Eric Badu², and Opoku Maxwell Peparah²

¹MSc Procurement Management, Procurement Department, Liberian Water and Sewer Corporation, Monrovia, Liberia

²MSc Disability, Rehabilitation and Development, Department of Community Health, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

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: *Introduction:* This article discusses the extent to which the promulgation of Public Procurement Act (PPA) 663 has affected the acquiring of water treatment chemicals which is pivotal to the operations of Ghana Water Company Limited (GWCL). The purpose is to find out from officials within the company about their impressions with the coming into force of the act for more than a decade now.

Methods: A descriptive study with quantitative methods was conducted with workers of GWCL; procurements and materials, operations/project management unit and projects planning and development in Accra. Questionnaires were administered to 85 workers within GWCL through a purposive sampling method. Data analyses involved descriptive statistics using SPSS version 20.

Results: Out of 85 participants, 88.2% revealed that all contracts are made available to interested individuals to apply through sources such as website of GWCL and newspapers. Most workers agreed that procurement management has improved efficiency and effectiveness in procurement of essential water chemicals (mean=4.08). Finding further revealed that the PPA has significant (65.9%) and very strong effect (27.1%) on procurement of essential water treatment. However, the structure has been plagued by lapses affecting procurement of water treatment chemicals. These include bureaucracy and centralization which has negative impacts on procurement activities.

Conclusion: The study concludes that since the coming into force of the act, there has been institutionalization of structures to handle procurement within GWCL. Therefore, measures to decentralize the activities of GWCL will further help in enhancing efficiency within GWCL and other entities to a larger extent.

KEYWORDS: Public procurement, public procurement act, water treatment chemicals, decentralization, centralization, bureaucracy.

1 INTRODUCTION

Parliament of Ghana passed the public procurement Act, Act 663 in 2003 and it received presidential assent on 31st December, 2003 [1]. The coming into force of the Act makes non-enforceable the District Tender Board Regulations, 1995 (L.I.1606) and repeals the Ghana National Procurement Agency Decree 1976 (SMCD 55) and the Ghana Supply Commission Law, 1990, PNDCL 245 [2]. A provision was made for the establishment of Public Procurement Board (PPB) which is central authority created to harmonize the process. The PPA has been mandated to ensure efficiency as well as transparency in the process [1, 3]. In addition, procurement entities such as state owned enterprises, hospitals, public universities, state owned banks and District Assemblies initiate procurement process and tender review board makes approval for recommendations as the contracts are awarded by committees [2, 4].

The Act seeks to guide against fraudulent practices, provide best guide for procurement practices, make a strong case for value for money and maintain the integrity of the procurement process [4-6]. In addition, the Act seeks to lay a strong

foundation for a standard system which takes into account Ghana's decentralization system. The Act essentially provides a framework for the development as well as strengthening procurement institutions and making sure their activities are geared towards poverty reduction, good governance and anti-corruption [1, 2].

Procurement process is seen as a bureaucratic but it is important to follow key steps in any procurement exercise. Procurement processes aim to achieve the best value while ensuring competition and fairness. The procurement cycle follows certain documented steps for identifying a requirement or need of the company through the final step of the award of the product or contract. The procurement process involves stages which can help check procurement activities. Also, following a proven and tested step-by-step cycle will result in effective management to successfully achieve its goals. This process is common to all procurement activities anywhere [2, 7-10].

There are various phases of public procurement being followed by countries as well as international organization and bodies. For instance Abrams [11] suggested seven public procurement processes for member states of United Nation Capital Development Fund. These are as follows; Planning, preparation, search, evaluation, decision, delivery and payment [11]. In addition, OECD [8] identified three phases of public procurement which include pre-tendering (assessment, planning and budgeting, definition of requirements and choice of procedures), tendering (invitation to tender and award of contract) and post-tendering phase (contract management, order and payment, Monitoring and Evaluation). Furthermore, [12] agreed with these generally three phases of procurement process. The phases outlined by UNDOC [13] and OECD [8] are similar to the processes documented in the Procurement Act 663 of Ghana.

Ghana's achievements in the implementation of the Public Procurement Act 663 have been recognized by the OECD Development Assistance Committee as an important tool for checking corruption in the country [14]. However, studies have revealed that even though Ghana's Procurement Act was enacted on the principles of transparency, accountability, efficiency, economy and sustainability, there is growing perception that contracts in public intuitions like GWCL [14, 15] are awarded not on the basis of factors including competence through evaluation criteria of specification, personnel, resources, experience, financial capacity and equipment holding but rather on the basis of affiliations [16, 17].

2 METHODS

2.1 STUDY DESIGN

The study employed descriptive methods in examining procurement processes being used at GWCL. Quantitative methods provided the researcher the opportunity to subject collected data to statistical analysis. Quantitative method in this study focused on numbers and frequencies. Questionnaires were issued to workers and were analyzed statistically. A quantitative data collection method employs ordinal summation of data collected from respondents.

The Ghana Water Company head office in Accra was chosen for the study because information needed could only be provided by the head office in Accra. GWCL was chosen for the study because it is the only company in the country mandated by law to make water available to people of Ghana. Besides, water treatment chemicals is essential in their operations therefore there is the need to research into how it is purchased taking into consideration procurement act.

2.2 PARTICIPANTS

The target population consisted of officials of Ghana Water Company Limited specifically those in charge of procurement in the Accra office. These included officials in charge of procurements and materials, operations/project management unit and projects planning and development. In all, a total of 100 questionnaires were issued out to workers of GWCL, however, 85 workers from various departments responded and enrolled in the study. Additionally, participants were selected based on the role they play in the procurement of chemicals.

2.3 SAMPLING TECHNIQUE

In conducting research, it is at times not possible or too costly to collect data from all potential respondents [18]. Hence, a smaller number of units (sample) are chosen to represent the whole population. Therefore, the sampling methods chosen for this study was a purposive sampling. With regard to purposive sampling, the researcher employed his or her own expert judgment about who to include in the sample frame which is based on appropriate characteristics required from sample member [18-20]. In addition, David and Sutton [21] added "the units are selected according to the researchers own knowledge and opinion about which ones they think will be appropriate to the topic area". Therefore, the researcher

selected the sample on the basis of their suitability and purpose of the study. In line with this, workers of Ghana Water Company Limited within Accra office (Procurements and materials, Operations/Project management unit and Projects Planning and Development) were purposively chosen as the sample for this study.

2.4 DATA COLLECTION AND ANALYSIS

The researchers administered questionnaires to collect information from officials of Ghana Water Company in Accra who handle procurement of chemicals for water. The questionnaires were structured based on the variables under the objectives of the study. The questionnaires involved both closed and open-ended questions. The data was entered into Statistical Package for Social Sciences Software (SPSS) version 20 which made the data entry quicker than manual process and reduced human errors. Results were generated using descriptive statistics. Data were summarized using frequency and percentage for categorical variables. Results were also presented in tables and figures. The analysis then followed interpretation of the tables and figures and discussions based on the findings from the study.

2.5 ETHICAL ISSUES

An approval was sought from Procurement Department of the GWCL before commencing the study. The Principal Investigators (PIs) then obtained a letter from the head of Procurement Unit at GWCL showing their approval of the study. The PIs then explained the potential benefits of the study participants, the purpose of the study and what will be required from participants prior to their enrolment into the study.

3 RESULTS

3.1 BACKGROUND OF RESPONDENTS

Table 4.1 presents the background information of respondents enrolled in the study. Responses indicate that slightly half (50.6%) of the respondents were within the age group of 31 – 40 years while 36.5% were within 41 – 50 years. Only 5.9% were, however, above 50 years of age with an average age being 39 years. Respondents were mostly made up of males (81.2%) with 18% constituting females. The majority (45.9%) of respondents had Polytechnic Education qualification, 28.2% Bachelor degree, with 3.5% having Master's degree. The majority (74.1%) of respondents were married while 25.9% were single. Christianity (78.8%) was a dominant religious sect among respondents. The results showed that 55.3% of the staff had experiences ranging from 6 years to 10 years while 32.9% had worked with GWCL for 5 years and below.

Table 1: Background information of respondents

Variable		Frequency	Percentage
Age			
–	≤ 30	6	7.1
–	31 – 40	43	50.6
–	41 – 50	31	36.5
–	> 50	5	5.9
		Mean=39years	
Gender			
–	Male	69	81.2
–	Female	16	18.8
Educational Level			
–	SHS/O' Level	19	22.4
–	Polytechnic	39	45.9
–	Bachelor Degree	24	28.2
–	Master's Degree	3	3.5
Marital status			
–	Single	22	25.9
–	Married	63	74.1
Religion			
–	Christianity	67	78.8
–	Islam	18	21.2
Years of working with GWCL			
–	≤ 5 years	28	32.9
–	6 – 10 years	47	55.3
–	> 10	10	11.8

3.2 PROCUREMENT OF WATER TREATMENT CHEMICALS

To be able to examine the procurement of essential water treatment in GWCL, there was the need to find out the extent to which such procurement was complying with the principles established by the Public Procurement Act, 663. Table 2, Figure 1 and 2 present responses on how procurement of essential water treatment conforms to the Act. All responses indicated that the GWCL has a procurement officer. Respondents further mentioned the Department they worked within the GWCL including Procurements and materials (58.8%), Operations/Project management unit (11.8%) as well as Projects Planning and Development (29.4%). The study again elicited information on the number of contracts awarded for essential water chemicals in the last year and the maximum days open to tenderers. All responses indicated that a maximum of four contracts were awarded such that a maximum of six weeks were open to tenderers. The majority (88.2%) of respondents further indicated that they make all contracts available to interested individuals to apply. Respondents mentioned the sources of making information available to the public including the website of GWCL and newspapers such as Daily graphic which is largely read in Ghana.

Respondents further mentioned the stages involve in the procurement of essential water treatment to include; Tender Publication, Testing of Chemical sample, Tenders evaluations, Approval by Review Committee and Contract Award or Administration. On the average, a typical period of procurement of chemicals was 98 days as reported by the respondents. In addition, the study asked respondents the extent to which procurement of chemicals at GWCL conforms to the PPA. The majority (76.5%) indicated that most of the time it conforms to the PPA whiles 21.2% disclosed all the time. However, 2.4% indicated that procurement of chemicals sometimes conform to the Act. According to the responses, procurement handled at the head office use the competitive tendering process whiles at the regional level, there is not much strict adherence to the PPA guidelines in all cases.

Table 2: Extent to which procurement of essential water treatment conforms to the Procurement Act

Variables	Frequency	Percentage (%)
Department worked within GWCL		
– Procurements and materials	50	58.8
– Operations/Project management unit	10	11.8
– Projects Planning and Development	25	29.4
Procurement methods used on chemicals for essential		
– Competitive	85	100
Period for procurement of chemicals for essential water treatment		
– 30days		
– 90 days	5	5.9
– 100 days	54	63.5
– 150 days	11	12.9
Average days	15	17.6
	98	
Number of contracts awarded on chemicals for essential water in the last year		
– 4 contracts		
	85	100
Maximum time/days open to tenderers		
– 6 weeks	85	100
Sources of making information available to the public		
– Through GWCL website	56	65.9
– Newspaper	29	34.1



Figure 1: Availability of procurement officer and fair opening of contracts

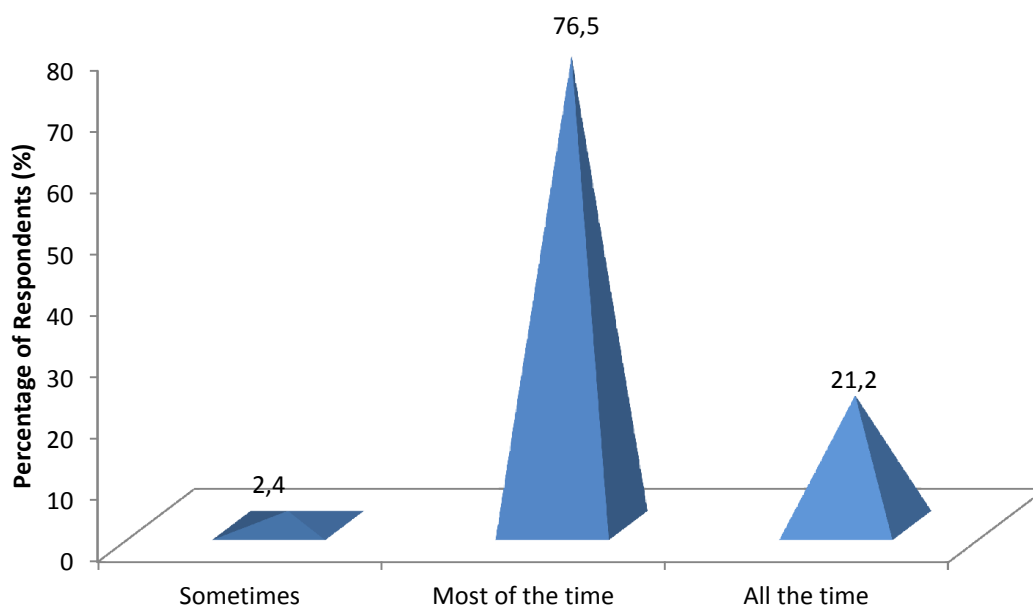


Figure 2: Extent to which procurement of essential water chemicals conform

3.3 IMPACTS OF PROCUREMENT ACT

The study further sought to examine how procurement management using the PPA enhances procurement of chemicals for water treatment at GWCL. As shown on Figure 3 and 4, respondents view has been ranked with a Likert scale of five (5) responses ranging such as strongly disagree (1), disagree (2), not sure (3) agree (4) and strongly agree (5). As shown in Figure 3, the majority of respondents agree that using the PPA ensures that smaller and bigger companies have same access to procurement of chemicals at GWCL (mean=4.15). Also, respondents agree that procurement management improves efficiency and effectiveness in procurement of essential water chemicals (4.08). Responses were again in agreement that management of procurement using the PPA is not sufficient to check transparency on procurement of essential water chemicals (mean=3.71). The mean responses indicated that respondents agree that the PPA was too bureaucratic which affected the procurement of chemicals for essential water (mean=3.64). On the contrary, respondents disagreed that procurement management based on the PPA was too expensive to companies. They further disagreed that it has too many requirements which impedes the process (mean=2.27).

The study further elicited information on respondents overall view on the extent to which the procurement management has impacted on procurement of essential water chemicals. Majority 65.9% indicated that, it has significant effect whereas 27.1% cited very strong effect. The remaining 7.1%, however, believes that procurement management using the PPA has moderate effect on procurement of essential water chemicals as shown on Figure 4.

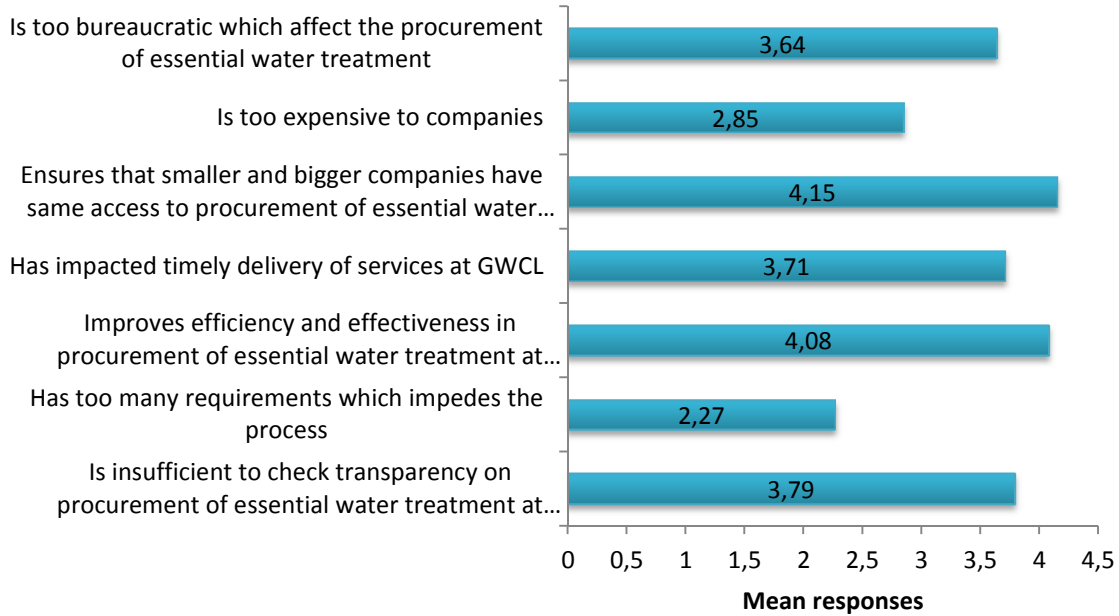


Table 4 Mean responses of how the Procurement Act enhances Procurement of essential water chemical at GWCL

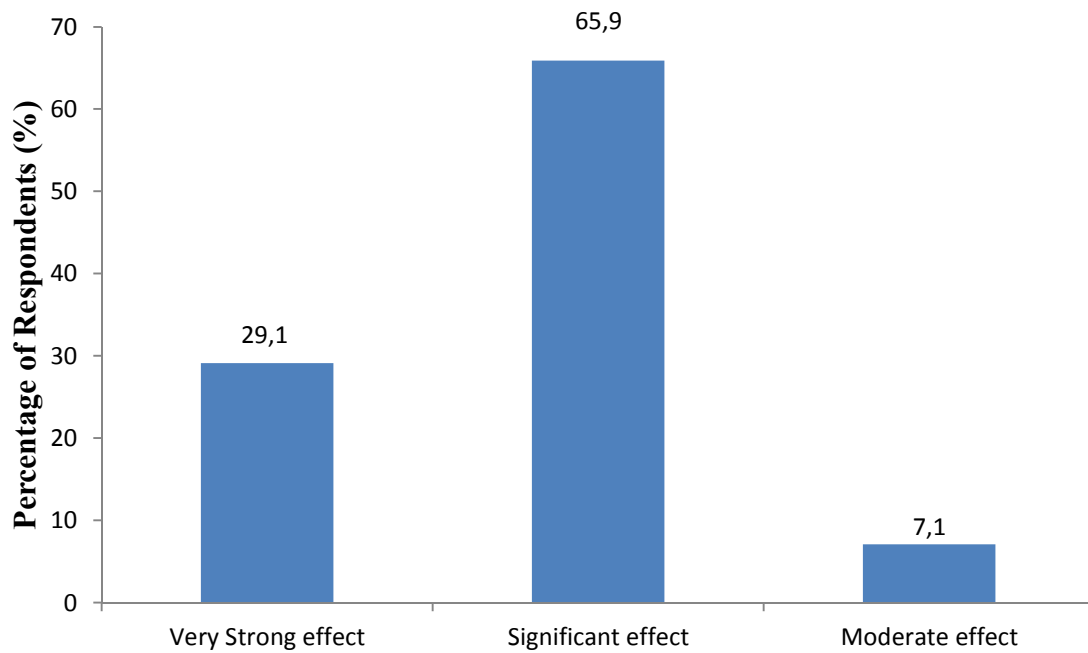


Figure 4: Extent to which PPA impacted positively on procurement of essential water treatment

4 DISCUSSIONS

The aim of the study was to examine the impact of procurement act 663 on the operations of GWCL in relation to the procurement of essential water treatment chemicals. The study found out that the procurement act 663 of Ghana was purposefully formulated to enhance efficiency and effectiveness in all governmental agencies. The study results are consistent with previous findings [5, 6, 8]. According to their study, the aim of procurement is to ensure that public officials use public funds to finance public purchases in a way satisfactory and taking advantage of the market in order to get the best deal [5, 6]. Public procurement practitioners are public servants who have been entrusted with public funds so there is the need for them to be guided in the utilization of the funds. In this case, they will be bound by their code of conduct and

account for their stewardship [8]. This seems to be the situation at GWCL as officials are entrusted with various duties to perform all with the ultimate purpose of getting the best deal for the agency.

Additionally, the study found that there are structures in place to help handle procurement activities at GWCL. It was found that the procurement activities of the company are channeled through laid down structures. Similarly, the laid down structures has enabled systematic contract awarding processes. The processes are in order and it conforms to the procurement act 663 and key among them is the element of advertisement before the award of contracts. This is likely to attract interesting companies who might probably be interested to apply. It might be fair to suggest that procurement principle used on chemicals for essential water treatment is competitive. This is likely to result in efficiency and fairness in the procurement process as well as opening the market up for new players to enter. This might help to achieve transparency, value for money, economy and efficiency, and limit favoritism [1, 8]. This is consistent with studies by Abebe [22], Sánchez Graells [23], Fiorentino [13] and Basheka [24]. These studies discussed the importance of the phases of procurement in the life of a project or purchase of items for a given public entity. According to [12], [10] and [9], this is likely to attract the attention of potential bidders who become aware of any contract opportunity with a government agency or entity. This could induce fair competition among bidders as well as resulting in equal treatment given all prospective awardees. This finding collaborates with previous studies [8, 11, 12, 25, 26].

The Procurement Act 663 is carefully created to enhance the timely delivery of goods and services for Public Institutions like GWCL. Therefore, a strong and efficient procurement management in accordance with the PPA has significant effect on service delivery whereas a weak one may have adverse effects. The results of the study further states that the procurement processes of GWCL face a major task with regards to bureaucracy in the processes. Bureaucracy is a challenge in public institutions in Ghana due to centralization of activities and this has pervaded into the operations of GWCL with the coming into force of the procurement Act 663. This might affect the effectiveness of the act and its ability to achieve the expected outcome desired. This is consistent with studies which established that there is an established bureaucracy and unnecessary delay arising out of administrative procedure [14-16]. This study result further emphasized that the bureaucracy in the process comes from other institutions which are involved in the procurement process like the Ghana Standard Board.

5 CONCLUSION

The results from the study demonstrate that using the PPA in procurement management ensures that smaller and bigger companies have same access to procurement of chemicals for essential water treatment at GWCL. The study further concludes that using the PPA in procurement management ensures efficiency and effectiveness in procurement of essential water. Despite these, responses suggested that using the PPA in procurement management is not sufficient to check transparency on procurement of chemicals for essential water treatment such that the process is too bureaucratic. Overall, the results from the study found that procurement management has significant effect on the procurement of essential water chemicals at GWCL.

IMPLICATION FOR POLICY

Ghana has established the Public Procurement Authority (PPA) which provides information on regulations and procedures involved in purchasing and spending in public institutions. The study findings make it clear that there are policies or measures that should be addressed as a forward. In the first place, there should be decentralization of activities to agencies of GWCL in the regional and districts capitals. This to a larger extent could make room for congestions which probably lead to delays during the procurement cycle. Additionally, the study result demonstrated that the procurement of essential water treatment at GWCL indeed adheres to various principles and procurement phases such that procurement was on competitive bases. It is therefore recommended that efforts be made to strengthen the current practices to further make the procurement of essential water treatment more effective.

REFERENCES

1. Public Procurement Authority (PPA), *Manuals-Public Procurement Act, 2003 (Act 663)*. 2006, PPA: Accra, Ghana.
2. Sarfo, P.A. and R. Baah-Mintah, *Assessing the Effect of the Procurement Act (663) on the Public Financial Management in Ashanti Region*. *Nature*, 2013. **1**(4): p. 91-98.
3. Public Procurement Authority (PPA), *Annual Report 2011*. 2011, PPA: Accra.
4. World Bank. *Ghana's Comprehensive Approach to Public Procurement Reform*. 2013 [cited 2014 June 3,]; Available from: <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/02/04/Ghana-8217-s-Comprehensive-Approach-to-Public-Procurement-Reform>.
5. Schapper, P.R., J.V. Malta, and D.L. Gilbert, *An analytical framework for the management and reform of public procurement*. *Journal of public procurement*, 2006. **6**(1/2): p. 1.
6. Adu, J.A. *Managing Public Sector Procurement In A Developing Country*. 2011 [cited 2014 June 4,]; Available from: <http://www.ghanaweb.com/GhanaHomePage/NewsArchive/artikel.php?ID=223717>.
7. Wittig, W.A., *Public procurement and the development agenda*. International Trade Centre, Geneva, 2003.
8. OECD, *Principles for Integrity in Public Procurement*. 2009: France.
9. Matechak, J.P., *Fighting Corruption in Public Procurement*. Center for International Private Enterprise CIPE. Feature Service Articles. Retrieved February, 2002. **12**(2004): p. 1047-1055.
10. Walker, D.H. and K.D. Hampson, *Procurement choices*. 2003: Oxford: Blackwell Publishing.
11. Abrams, J., *Procurement for local development: A guide to best practice in local government procurement in least developed countries*, J. Lynch, D. Yang, and J. Engen, Editors. 2013: New York.
12. United Nations Office On Drugs And Crimes (UNODC), *Guidebook on anti corruption in public procurement and management of public finances. Good practices in ensuring compliance with article 9 of the United Nations Convention against Corruption*. 2013, UNODC: Vienna.
13. Fiorentino, L. *Public Procurement and Competition*. in *Second International Public Procurement Conference*. 2006.
14. Oppong, D., *The Impact of the Implementation of Public Procurement Act 2003 (Act 663), on the Timely Delivery of Goods and Services: A Case Study of Ghana Water Company Limited (GWCL)*. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*, 2013. **2**: p. 107 - 121.
15. Ofosu, S.A. and J.A. Owusu, *Procurement Practices in Urban Water Supply in Ghana*. Research Desk, 2013: p. 237-248.
16. Ameyaw, C., S. Mensah, and E. Osei-Tutu. *Challenges facing the smooth implementation of Ghana's public procurement law, 2003, Act 665 in West Africa built environment research (WABER) conference 19 - 21 2011*. 2011. Accra, Ghana.
17. Bokpe, S.J., *Project to promote transparency in public procurement unveiled*, in *Daily Graphic*. 2014, Daily Graphic: Accra, Ghana.
18. Osuala, E.C., *Introduction To Research Methodology*. 2005, Onitsha, Nigeria: Africana—First Publishers Limited.
19. Babbie, E.R., *The practice of social research*. 2013: Cengage Learning.
20. Payne, G., *Key concepts in social research*. 2004: Sage.
21. David, M. and C.D. Sutton, *Social research: The basics*. 2004: Sage.
22. Abebe, G. *Efficiency, Accountability and Transparency In Public Procurement: The Level of Compliance in Africa (Ethiopian Case)*. in *5th International Public Procurement Conference*. 2012. Ethiopia: International Public Procurement.
23. Sánchez Graells, A., *Competition and the Public Buyer Towards a More Competition-Oriented Procurement: The Principle of Competition Embedded in EC Public Procurement Directives*. Available at SSRN 1928724, 2009.
24. Basheka, B.C., *Procurement planning and accountability of local government procurement systems in developing countries: Evidence from Uganda*. *Journal of Public Procurement*, 2008. **8**(3): p. 379-406.
25. Ayitey, F.K., *Assessing the level of compliance with the Public Procurement Act 2003, (663) in Public entities in Ashanti Region of Ghana*. 2012, Kwame Nkrumah University of Science and Technology: Kumasi, Ghana.
26. Public Procurement Authority (PPA), *Manuals-Public Procurement Act, 2003 (Act 663)*. Accra, PPA: Ghana.

Youth friendliness of sexual and reproductive health service delivery and service utilization in the Kwadaso Sub-Metro of the Ashanti Region, Ghana

Seth Christopher Yaw Appiah¹, Eric Badu², Jonathan Mensah Dapaah³, Harriet Takyi⁴, and Mohammed Abubakari⁵

¹MPhil Sociology (Student), Department of Sociology and Social Work, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

²MSc Disability, Rehabilitation and Development, Department of Community Health, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

³Lecturer, Department of Sociology and Social Work, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

⁴Lecturer, Department of Sociology and Social Work, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

⁵Department of Planning, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana

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: *Background:* Incidence and prevalence of reproductive health difficulties have been shown to be higher among younger people. In Ghana, youthfriendly sexual and reproductive health services and facilities are very limited. The study aimed at examining the friendliness of sexual and reproductive health service delivery and utilization.

Methods: Across sectional design with both qualitative and quantitative methods was conducted to examine the friendliness and utilization of reproductive health services among youth in the Kwadaso Sub-Metro of Ashanti Region, Ghana. A multi-stage stratified sampling was used to enroll 170 youth (150 in-school and 20 out of school youth) aged 10 - 24years. Data analysis involved descriptive statistics using SPSS software version 20.

Results: Findings demonstrated that out of the 150 in-school youth sampled, 56% ever had a boyfriend or girlfriend, however, about one third(39.3%) did not recall the length of stay with partner, 58% have heard about sexual reproductive health services offered in the study area. A total of 55.8% of all categories of youth had used at least one or more reproductive health service before. Findings again revealed that 37.2% and 44% respectively of youth who had used sexual reproductive health considered the services received at a facility to be very friendly and friendly, yet, a few 18.6% indicated unfriendliness with services received at the facility.

Conclusion: An integrative and comprehensive approach is required to scale up youth utilization of sexual reproductive health services especially facility based. This requires baseline survey of youth users of reproductive health services and the quality of services offered.

KEYWORDS: Youth friendliness, sexual and reproductive health, service delivery, service utilization, Ghana.

RESEARCH HIGHLIGHTS

A little over a half of the youth studied utilized sexual and reproductive health service with a low proportion accessing service at the facility. Notwithstanding, services was rated as highly youthfriendly among the small proportion who utilized services.

INTRODUCTION

The youth are the trust of every country. According to a report by the United Nations Children's Fund (UNICEF) over 2.6 million young people aged 10 to 24 across the globe die annually due to preventable causes such as unsafe births, abortions, HIV/AIDS and [1]. Critical among the factors derailing family planning programmes in sub-Saharan Africa in particular is how to address the reproductive health needs of young persons during the periods of sexual initiation and exposure to the risk of pregnancy [2].

Conceptually, there is no unanimous definition for youth. The United Nations define youth to encompass all persons aged 15-24 years[3]. Though this appears to be universal in nature, country specific definitions exist due to differences in national policies. Within the Ghanaian context, the National Youth Policy (NYP) defines all persons 15-35 years to constitute youth. There is an overlap of adolescents and children between 15 and 19 years and beyond the 24 year-old cut-off used by the United Nations. This study defines and operationalizes youth as those aged 10-24 years combining adolescents aged 10-19 years and youth aged 15-24 years [3].

Several reproductive health challenges confront youth globally and more pervasive in developing countries where services and facilities are absent. Townsend[4] argues that amid the difficulties in youth accessing reproductive health services despite the unavailability, outreach programs can show the way forward. The UNPF report in 2012 using DHS data indicated huge number of young persons who are sexually active[5, 6]. The report cites that in Mali and Zambia, a high 50 and 53 per cent of youth surveyed were sexually active. Notwithstanding, vast variations exist in modern contraceptive usage among the young people. In Zambia and Mali respectively, only 33 per cent and 7 per cent of sexually active youth use modern contraceptives[5]. There was, however, a lower level in comparison of contraceptive prevalence rate for modern methods for the same countries (for all women aged 15-49). Teenage births and Adolescent birth rates per 1,000 women aged 15 to 19 ranges from a lower 70 in Ghana to 190 in Mali. This establishes the need for tailoring services that are at the preference of youth. In Ghana, the Guttmacher Institute [7] reports that while 12 percent of adolescents 15-19 years and one percent of their male counterparts have ever had a child, one in 10 births occurs among adolescent mothers. This is against the background that 16 percent of women and 11 percent of men 12-24 years in Ghana who have ever had sex have attempted at aborting the pregnancy.

Several policy-related barriers exist for young persons which places them at a much greater sexual risk. In most countries, abortion services remains illegal despite the high levels of unsafe adolescent abortions which account for 60% of the estimated 2.4 million unsafe abortions occurring in Africa[6]. It is not surprising to find out that abortion constitute one of the leading causes of maternal mortality in Africa. A study by Sedgh [8] has demonstrated some improvement in quality of service delivery to young people at the clinic in the areas of: privacy, respect, and emphasis on dual protection. Prior to Sedgh study, [9] also reported that during the post evaluation stage of their youth friendly project intervention in Ghana, the youth who were engaged in the evaluation indicated satisfaction with services provided in 12 out of 18 clinics in all the facility used as the intervention setting. In a related study, Kane and Colton [10] reported on the Pathfinder Intervention that there has been a positive change of attitude among members of the project communities towards condoms especially among the youth. This study, however, was not geared towards addressing how to prolong early sexual initiation but rather on how to reduce sexual risk of STI Infection, abortion and HIV AIDS.

The need to have a source reduction approach in risky sexual behaviour from the extant of literature has been poorly advocated and integrated in efforts towards reducing risky sexual behaviour among youth[11]. The 2008 Demographic Health Survey (GDHS) in Ghana found that the use of any modern contraception by all female aged 15-19 years was 5.2% and for females of same age who are married, it was a little higher with 7.6%. The national averages stood at 13.5 percent and 16.6 percent for the same age group respectively while modern contraceptive usage for the age group 20-24 nationally was 13.6%. The contraceptive usage for the age group 15-24 is 28.4%.

Though this is projected to increase by a marginal 0.4 percent per annum from 2010 to 2020[12], more youth tailored services is required to even realized the projected estimates. There has been a minimal education and recommendation by reproductive right activist and scholars on abstinence as a family planning option or method. The abstinence message though often cited in reproductive health education as the option one in the ABC of sexually transmitted disease infection contraction and medium of preventing risky sexual behavioural outcomes, it has received very limited prioritization[13] and focus in terms of reproductive health campaigns as well as research and funding. It has been left to the clergy to do the education which often is done without recourse to the medical and health benefits but rather grounding in religious and cultural values [14, 15].

Youth friendly sexual and reproductive health services (YSFRHS) have been recognized as an appropriate and effective strategy to addressing the Sexual and Reproductive Health (SRH) needs of the youth following the international Conference

on Population and Development in Cairo; Egypt, 1994 [16, 17]. Senderowitz, Hainsworth [18] admit that the essence of the friendliness of Sexual and Reproductive Health Services for the youth are because of the specific biological and psychological needs of the youth, the high risks of STIs, HIV, and pregnancy, disproportionately high risk of sexual abuse. The national Youth council of Malawi defines Youth Friendly Reproductive Health Services as health facility-based sexual and reproductive health services provided to the adolescents or the youths in a youth-friendly manner [19]. These services include provision of educational services, contraceptives, STI treatment, post-abortion and antenatal services. It must, however, be acknowledged that what constitute a youth friendly manner is subject to national protocols. This is because the variety of reproductive health services offered across countries is limited in some extent due to legal boundaries that exist in some countries. In developing countries like Ghana, while the service protocols that define friendliness is all involving, it differs in package and volume from that offered by Ethiopia, Kenya and Uganda and South Africa.

This is due to the fact that youth friendliness as a concept is beginning to gain ground in Ghana with myriad challenges [12] hence the need for research to evaluate the intervention and improve upon it. While studies have indicated that the barriers faced by the youth in the utilization of services is attributed to the quality of the sexual reproductive health care offered [20], others view cultural norms as a critical component that continues to influence youths' behaviors and actions with regards to sexual and reproductive matters [21]. There are even instances where facilities are not available to the youth [22]. This stems from the absence of a proper appreciation for the importance of sexual health care complemented with the current rapid social, political and economic transformations which has profound impacts on the social norms affecting the youths [23, 24]. Other studies also hold the same view concerning cultural norms serving as barriers to the youth in accessing proper sexual health care services [25-27]. Tilahun, Mengistie [28] and Mbugua [29] have shared the view that the health workers in the various health centers are reluctant to teach the youths issues regarding sexual reproductive. This makes services unfriendly as the attitude pose a barrier to the youth in reproductive health service access. Pathfinder international [9] opines that inadequate behavioural change among service providers and as well as the youth remain major barriers to making sexual reproductive health service youth friendly. The paper examines the friendliness and utilization of youth sexual and reproductive health services in the Kwadaso Sub-Metro of the Ashanti Region, Ghana.

METHODS

Study Area

Ghana is a lower middle-income West African country, with an estimated total population of 24,658, 823 (GSS, 2012). The average life expectancy at birth for Ghanaian males is 60 (59 for male and 60.7 for females). The study was conducted in the Kwadaso Sub-metro district of Ghana. It is one of the Sub Metro district constituting the Kumasi metropolis located in the western part of Kumasi. It shares boundary with Atwima Nwabiagya (Nkawie) to the north, Bantama to the South Nhiaeso to the east and the Atwima Kwawoma (Ofoase) to the west with a population of 220,798 out of which 84,083 [12] are youth aged 10-24 years. The sub-metro district is an urban setting with several educational establishments. One of the nation's public Universities is located in this sub metro district; the University of Education Winneba-Kumasi campus. The Sub Metro Council has more than five hospitals within its boundaries. It has a very youthful population with several artisanal and apprentice's shops located in the area.

Study Design and Sampling

The study used a cross sectional design involving qualitative and quantitative methods to assess the youth friendliness on sexual and reproductive health services in the Kwadaso Sub Metro Council in Ghana. The study administered structured questionnaire to 150 youth in classrooms and a voice recording interview with 20 youth in affiliated category to obtain a total sample size of 170 participants. The two stage sampling procedure was adopted. At the primary stage one, the Kwadaso Sub Metro Council was randomly sampled out of the nine Sub Metros in the Kumasi Metropolis. The schools in the study area were stratified according to level of education.

Three schools were purposely selected out of the Tertiary, Senior High and Junior High School categories in the Sub Metro Council. The stage two sampling involved the application of the stratified sample according to the class of the students in the categories. Through the stratified sampling, out-of-school youth were classified into "affiliated youth" and "unaffiliated youth" after which ten respondents were sampled from each category randomly.

The proportional allocation of 50 sample size to each of the three purposely selected schools aided in the sampling process. In each school, the classes formed the strata. Fifty questionnaires were distributed proportionally by a 15:15:20 to first, second and third year students in the Tertiary (Nursing Training) and Secondary school. The proportion of 20:30 formed the basis for collecting data from the Junior high school students as the first year (JHS1) pupils were considered too young by

the researchers to be able to appreciate into detail the questions asked. The dependent variable was “utilization of sexual and reproductive health services” and “satisfaction with sexual and reproductive health service” with the independent variable being youth friendliness. The data collection instruments were pre-tested at Elite College; a mixed sex secondary school after which modifications were made.

Statistical Analysis

The data was analyzed using descriptive statistics to generate frequencies and percentages. Analysis was carried out by means of the SPSS 20.0 statistical software package SPSS. The qualitative data was analyzed through content analyses which involved the examining of the recurring themes in the transcribed data.

Ethical Clearance

The study conformed to the Ethical clearance standards from the Department of Sociology and Social Work. Additionally, the researcher sought informed consent from the heads of the schools, the students engaged in the study and the out-of-school youth.

RESULTS

Table 1: Youth knowledge of family planning method

<i>Variable</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percentage</i>
○ Pill	37	24.7
○ IUD	18	12.0
○ Injections	29	19.3
○ Foam/Jelly	6	4.0
○ Condoms	60	40.0
○ Female sterilization	1	0.7
○ Male sterilization	9	6.0
○ Natural method	17	11.3
○ Withdrawal	12	8.0
○ Herbs	3	2.0
○ Abstinence	20	13.3
○ None	30	20.0

Table 1 provides results on youth knowledge on family planning options known. Knowledge about the family planning method known to the youth was obtained by asking the youth to tick against the method known to them. A total of 60 respondents representing 40.0% of the youth said they were more aware of condom usage than any other method of family planning. Another 37(24.7%) of the respondents revealed that they were more knowledgeable about the usage of pill. The use of injections was also known to 19.3% of the youth. The rest of the methods youth were aware of per the study were IUD (12.0%), Natural method (11.3%), withdrawal (8.0%), foam/Jelly (4.0%) and Herbs (2.0%). The study, however, revealed that 30 respondents representing 20.0% claimed they did not know of any of the methods. This notwithstanding, a total of 20 youth representing a percentage of 13.3% claimed they knew about abstinence a family planning method.

Table 2: Whether in-school youth has heard of Youth friendly sexual and reproductive health services (YFSRHRS)

<i>Variables</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percentage (%)</i>
Heard about YFSRHRS		
○ Yes	87	58.0
○ No	63	42.0
Total	150	100.0

Table 3: Whether out of school youth has heard of sexual and reproductive health services (YFSRHS)

		Out of school youth		Total
		Affiliated youth n (%)	Unaffiliated youth n(%)	
○	Yes	5 (50)	6 (60)	55.0
○	No	5 (50)	4 (40)	45.0
Total		10 (100)	(10)	100.0

Table 2 and Table 3 present whether youth has heard about youth friendly sexual and reproductive health. With respect to the number of youth who had heard about youth friendly reproductive health services, the majority of in-school youth (58.0%) had heard about such services. Nonetheless, 42.0 %of in-school youth indicated they had not heard about such services. The number of proportion of out of school youth who had heard about youth friendly sexual reproductive health services was relatively lower than their counterparts in school (55%).

Structured Interviews conducted with the out of-school-youth (Affiliated and unaffiliated category) showed that 60% (6/10) of youth who were in Unaffiliated category (street sellers, traders at the Sofo line area and vendors on Ohwimase road) had heard much in relative terms about youth friendly reproductive health than their counterparts belonging to the affiliated/apprentices and trade learning category (50%).An interview with an airtime seller (unaffiliated youth) affirmed service use by indicating “I have heard about reproductive health services and used one before. It was access at a hospital down there”.

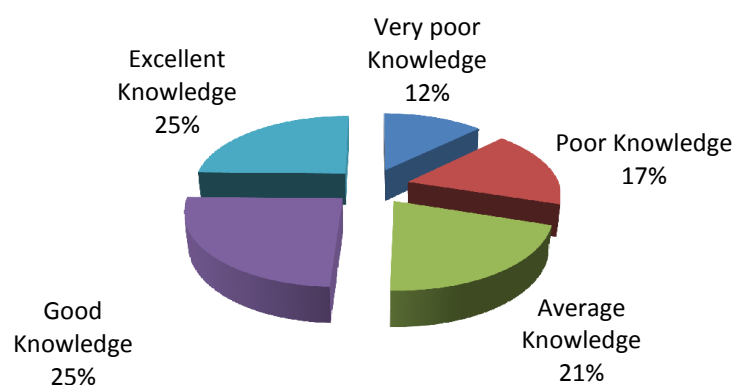


Fig 1: Assessment of youth knowledge on youth friendly sexual and reproductive health services

In assessing the knowledge levels of the study participants on YFSRH matters from the perspective of the in- school youth, it was revealed that 25% of the youth had excellent knowledge about YFSRH matters, 25% had good knowledge while 21% of youth rated the knowledge they had as average. On the other hand, 17% of the youth revealed that in assessing the YFSRH matters they had poor knowledge while another 12% added that overall very poor knowledge have been acquired. The implication is that half (50.0%) of the youth consider the knowledge level as being above average.

Table 4: Youth visit to resource center in the last six months

Variables	Frequency	Percentage (%)
Visit to the resource center in the last six months		
○ Yes	19	12.6
○ No	24	16.0
○ Don't Know of any Resource Centre	107	71.4
Total	150	100.0
Reason for visiting the resource center		
○ Meet friends	6	31.6
○ Recreational activities	3	15.7
○ Get reproductive health information	8	42.2
○ Share reproductive health information	2	10.5
○ Use internet services	19	100
Total		

Youth knowledge of the existence of a youth center in the study area was very minimal (28.6%). Out of the total of 43 who were in the known of an existing youth center in the study area, less than half 19 (44.2%) visited the youth center in the past half year as presented in Table 4. In a sharp contrast, none of the out-of school youth who were interviewed knew about the availability of a youth resource center in the district. A male youth who was a store keeper indicated that “there is no Youth center here, are you talking about the community center, we don't know of any youth resource center”

Among the reasons cited by the youth who had visited resource centers were 10.5% (2/19) to obtain reproductive health information, 3.3% (6/19) to meet friends, 15.7% (3/19) recreational activities, 10.5 % (2/19) share reproductive health information. This however implies that the majority of youth who accessed the resource center within the last six months 42.2 % (8/19) went to get information on reproductive health.

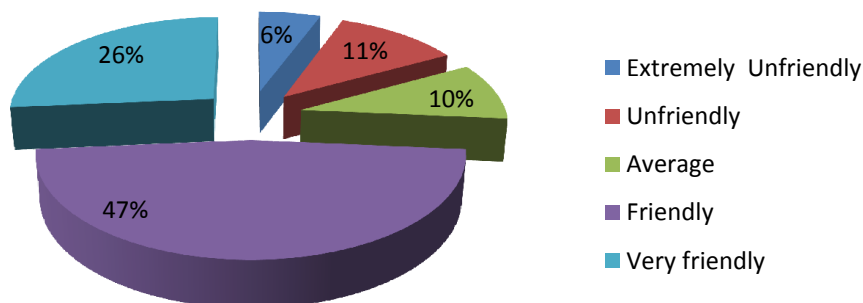


Fig 2: Youth assessment of peer counselor level of friendliness

In evaluating the peer counselor's level of friendliness during youth last encounter, the majority (47%) of the respondents said the peer counselor was friendly, 26% said very friendly, 10% considered the peer counselors friendliness as average. On the contrary, a total of 11% of the respondents opined the counselor was unfriendly whilst 6% revealed they were extremely unfriendly.

Table 5: The use of reproductive health services at hospital by In-school youth in the last six months

<i>Variables</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percentage (%)</i>
Visit to Hospital for RH in the last six months		
○ Yes	30	20.0
○ No	120	80.0
Total	150	100.0
Reason for visiting the hospital for RH		
○ Treatment for STIs infection	10	33.3
○ Family planning	5	16.6
○ Counseling	13	43.3
○ Abortion and pregnancy	2	6.6
Total	30	100

In gathering information about whether youth had visited the hospital or clinic in the last six months for reproductive health services, 120 respondents representing 80.0% said they had not while 30 respondents representing 20.0% said they had visited a hospital or clinic for reproductive health services in the last six months. Among respondents who visited the hospital for RH services, the majority (43.3%) said they visited there for counseling services, 33.3% visited there for STIs treatments, 16.6% for family planning and 6.6% received services on abortion and pregnancy related issues.

Table 6: Youth satisfaction with the attitude of the nurses and the nature of the services received

<i>Variables</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percentage (%)</i>
○ Very satisfied	19	50.0
○ Satisfied	6	15.8
○ Neither satisfied nor dissatisfied	8	21.0
○ Dissatisfied	5	13.2
Total	38	100

A total of 19 youths who had used facility based representing half the total youth who had ever utilized facility based sexual reproductive health services said they were very satisfied with the attitude of the nurses and also the type of the services they received. Another 15.8% said they were satisfied while 21.0% were ambivalent about the services received and such were neither satisfied nor dissatisfied. However, five of the youth signifying 13.2% were dissatisfied with the attitude of the nurses and also the nature of services they received from the health facility. Out of the five (5) out-of-school youth who were interviewed and had used facility based reproductive health services, three (3), of them considered the attitude of nurses friendly as well as the nature of the services

Table 7: Youth assessment of the friendliness of FBSRHS received

<i>Variable</i>	<i>Frequency(N=43)</i>	<i>Percentage (%)</i>
▪ Very friendly	17	39.5
▪ Friendly	19	44.1
▪ Unfriendly	5	11.6
▪ Extremely unfriendly	2	4.6
Total	43	100

Table 7 presents responses on respondents who had used any facility-based sexual and reproductive health service. The total number of youth who had used facility-based sexual and reproductive health services was 43 comprising 38 in-school youth and 5 out-of school youth. This represents 25.2% of all the youth studied. The respondents gave an overall assessment of the facility-based sexual and reproductive health services received about 39.5% of the respondents considered services as very friendly and 44.1% said the services were friendly. On the contrary, 11.6% of the youth said facility-based sexual and reproductive health services utilized were unfriendly and 4.6% said they were extremely unfriendly.

DISCUSSION

The aim of the study was to explore the friendliness of sexual and reproductive health service provision and utilization. The findings of the study revealed that 58% of youth had knowledge on YFSRH. In fact, knowledge on youth friendly sexual reproductive health is relevant to the youth in ensuring healthy sexual behaviour as previous research have demonstrated [22]. Most of the youths who visited resource centre in the past six months did so in order to get reproductive health information. However, nearly one third visited the centres just to meet friends and others went there to undertake recreational activities as well as to share reproductive health information. Accessibility of the youths to Youth counsellors outside the domain of hospitals is very fundamental as attested by [4] who proposed that friendliness of reproductive health services should focus on youth and peer out-reach programmes which are innovative platform in identifying and reaching the youth in variety of places. Finding again corroborated with previous study by [30]. In contrast to [30] on the specificity of reproductive health outreach programmes, community outreach programmes were absent and almost non-existing according to the findings of this study.

Youth further indicated that the reproductive health services they accessed were very friendly. This implies that the service providers are leading the frontier to ensuring that youth have a welcoming reproductive health services. However, the finding of friendly reproductive health services fail to concur with previous studies in Kenya [29] and Ethiopia [28] respectively, where sexual and reproductive health services provided to adolescence were rated unfriendly. Consistently, the friendliness of the services offered to the youth at the facility support earlier finding by [9] and [8]. Despite this, the satisfactory/friendliness level of services delivered unto the youth in the previous study were lower than the results accounted for in this study. Though the study of Sedgh [8] depicted some level of satisfaction among the youth; its level was not as much as the level of satisfaction expressed in this particular research. Less than a fifth of the youth rated the services they received as extremely unfriendly. Furthermore, the finding revealed that a relatively low number (27%) of youth have ever used modern contraceptive. This finding corroborates similar studies by the UNFPA (2012A) and Prata, Weidert [6] though the modern contraceptive usage reported in this study is lower than the national average for the same age group.

Interestingly, greater number indicated that they would not visit the reproductive health centre for services despite the greater satisfaction they received. This goes contrary to the argument held by [20], [10] and [9] that youth friendly services are able to attract the youths and succeed in retaining them for continuity of care. The fact that the youth would not visit health facilities despite their greater satisfaction could be fuelled by Maclean [11] viewpoints that encouragement for young people to access services at health facilities is very poor. That is, despite the levels of satisfaction affirmed by the few youth who have ever accessed; little is done to encourage first timers to access reproductive health services subsequently.

Large number of the youth indicated that they have never used reproductive health service and are not aware of any youth friendly services rendered to them; though some (marginal) expressed awareness of the service. This goes on the same path with Senderowitz and Kirby [22] finding that high level of youth awareness increases their knowledge on reproductive health services and their utilization.

CONCLUSION

The findings of this study highlight the need for multi-sectorial approach and diverse strategy of interventions in encouraging youth to utilize sexual reproductive health service. Such intervention should have as their focus, providing services that directly meet the needs of young persons as they are involved in the design of the interventions. It is significant to add that out of facility services will be tailored for the youth to increase service access. This requires that both out of school youth and in-school youth are factored involve schools in the design of programmes to promote healthy lifestyles.

LIMITATION OF THE STUDY

The study design was a cross-sectional. The researcher included both lifetime and current explanatory variables. It will therefore be difficult establishing temporality and causal associations. Additionally, most of the responses were confined to forced-choice responses (e.g., yes/no). This has a potential of precluding more detailed and in-depth responses as the results of the qualitative aspects are presented only on out of school youth. In interpreting the quantitative results one should be guided by the possible greater detail and appreciation of issues discussed through the in-depth qualitative findings. The data collected were retrospective and as such the need of recall by the youth. Studying such an area as sexual behaviour may give respondents a difficulty as respondents might resort to guessing at times about their past sexual engagements. However, the study was subjected to rigorous scientific methods; pre-testing, probability sampling which did not affect the validity of the findings.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

ASCY conceptualized and designed the study, interpreted the results, wrote the manuscript and approved the final manuscript as submitted; EB collaborated in interpreting the data and preparing the manuscript; JDM and TH both collaborated in the final review of the manuscript and in preparing the manuscript; AM collaborated in organizing data collection and input and also preparing the manuscript; All authors have read and approved the final manuscript.

REFERENCES

- [1] UNICEF, *Children in Ghana*. 2009, UNICEF/Ministry of Women and Children's Affairs: Accra, Ghana.
- [2] Blanc, A.K. and A.A. Way, *Sexual behavior and contraceptive knowledge and use among adolescents in developing countries*. Studies in family planning, 1998: p. 106-116.
- [3] Kesterton, A.J. and M. Cabral de Mello, *Generating demand and community support for sexual and reproductive health services for young people: A review of the Literature and Programs*. Reprod Health, 2010. **7**: p. 25.
- [4] Townsend, J.W., et al., *Sex education and family planning services for young adults: alternative urban strategies in Mexico*. Studies in Family Planning, 1987: p. 103-108.
- [5] Greene, M., *By Choice not by chance: Family Planning, Human Rights and Development*, R. Kollodge, et al., Editors. 2012, United Nations Population Fund: United States.
- [6] Prata, N., K. Weidert, and A. Sreenivas, *Meeting the need: youth and family planning in sub-Saharan Africa*. Contraception, 2013. **88**(1): p. 83-90.
- [7] Guttmacher Institute. *Adolescents in Ghana: Sexual and Reproductive Health*. 2004 July, 2004 [cited 2012 June 30, 2012]; Available from: <http://www.guttmacher.org/pubs/rib/rib1-04.html>.
- [8] Sedgh, G., *Abortion in Ghana*. Issues in brief (Alan Guttmacher Institute), 2010(2): p. 1-4.
- [9] Pathfinder International, *Youth-Friendly Services: Ghana nnd of program evaluation report*. 2005, Pathfinder International: USA.
- [10] Kane, M. and T. Colton, *Integrating SRH and HIV/AIDS services: Pathfinder Internationals experience synergizing health initiatives*. 2005.
- [11] Maclean, A., *Community involvement in youth reproductive health and HIV prevention: A review and analysis of the literature*. Family Health International/YouthNet, 2006.
- [12] Ghana Statistical Services, *Population & housing census: Summary report of final results 2010*. 2012, Ghana Statistical Service Accra, Ghana.
- [13] Inyang, M.P. and O.P. Inyang, *Nigerian secondary school adolescents' perspective on abstinence-only sexual education as an effective tool for promotion of sexual health*. F1000Research, 2013. **2**.
- [14] Underhill, K., D. Operario, and P. Montgomery, *Abstinence-only programs for HIV infection prevention in high-income countries*. Cochrane database syst rev, 2007. **4**(4).
- [15] Trenholm, C., et al., *Impacts of abstinence education on teen sexual activity, risk of pregnancy, and risk of sexually transmitted diseases*. Journal of Policy Analysis and Management, 2008. **27**(2): p. 255-276.
- [16] DeJong, J., *The role and limitations of the Cairo International Conference on Population and Development*. Social Science & Medicine, 2000. **51**(6): p. 941-953.
- [17] McIntosh, C.A. and J.L. Finkle, *The Cairo conference on population and development: A new paradigm?* Population and development review, 1995: p. 223-260.
- [18] Senderowitz, J., G. Hainsworth, and C. Solter, *A rapid assessment of youth friendly reproductive health services*. 2003.
- [19] National Youth Council of Malawi (NYCOM), *Youth Friendly Reproductive Health Services training manual for health providers*. 2001, National Youth Council of Malawi Malawi.
- [20] Senderowitz, J., *Making reproductive health services youth friendly*. 1999: FOCUS on young adults.
- [21] Godia, P., *Sexual reproductive health service provision to young people in Kenya; what is the best model?* 2012, University of Liverpool.
- [22] Senderowitz, J. and D. Kirby, *Standards for curriculum-based reproductive health and HIV education programs*. Arlington, VA: Family Health International/YouthNet, 2006.
- [23] Blum, R.W., *Youth in Sub-Saharan Africa*. Journal of Adolescent Health, 2007. **41**(3): p. 230-238.
- [24] Ham, F., *Aids in Africa - How Did it Ever Happen*. 2004, Malawi: Kachere Series,. 224.
- [25] Kaler, A., *AIDS-talk in everyday life: the presence of HIV/AIDS in men's informal conversation in Southern Malawi*. Social science & medicine, 2004. **59**(2): p. 285-297.
- [26] Kaler, A., *"My Girlfriends Could Fill A Yanu-Yanu Bus": Rural Malawian Men's Claims About Their Own Serostatus*. 2003.

- [27] Chege, J., *Interventions linking gender relations and violence with reproductive health and HIV: rationale, effectiveness and gaps*. Gender, Culture and Rights, Agenda Special Focus, 2005. **115**: p. 114-123.
- [28] Tilahun, M., et al., *Health workers' attitudes toward sexual and reproductive health services for unmarried adolescents in Ethiopia*. Reprod Health, 2012. **9**(1): p. 19.
- [29] Mbugua, N., *Factors inhibiting educated mothers in Kenya from giving meaningful sex-education to their daughters*. Social Science & Medicine, 2007. **64**(5): p. 1079-1089.
- [30] Bond, K., *Key issues in the implementation of programmes for adolescent sexual and reproductive health*. 2004.

FINANCE ISLAMIQUE : EVALUATION DEPUIS 1970 A NOS JOURS

[ISLAMIC FINANCE: EVALUATION FROM 1970 TO TODAY]

Ahmed Alouani

PH.D. of Economics 2007, CEMAFI,
University of Nice-Sophia Antipolis,
Nice, France

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: Despite the skepticism regarding the adaptation of Islamic finance in the international financial system, large banks are buying Islamic bonds and creating branches that operate around the world by applying their methods of financing, the principle of sharia, namely prohibition of interest. Generally, they apply to investment operations, procurement of goods, services or assets. In what follows, we will evaluate the experience of Islamic finance since the 70s to the present, while studying its appearance, its main funding patterns and trends across the world, to finish with the challenges by the latter, which was deemed obsolete again, now rival the current financial system and becomes his redoubtable challenger.

KEYWORDS: Islamic Finance, Sharia, banning, interest, evaluation, evolution, challenges.

RESUME: Malgré le scepticisme concernant l'adaptation de la finance islamique au système financier international, les grandes banques achètent des obligations islamiques et créent des succursales qui opèrent partout dans le monde en appliquant dans leurs modes de financement, le principe de la charia, à savoir l'interdiction de l'intérêt. D'une manière générale, ils s'appliquent à des opérations d'investissement, d'achat de marchandises, de services ou d'actifs immobilisés. Dans ce qui suit, on va évaluer l'expérience de la finance islamique depuis les années 70 à nos jours, tout en étudiant son apparition, ses principales modes de financement et son évolution à travers le monde entier, pour finir avec les défis à relever par cette dernière, qui, était jugée autre fois obsolète, rivale aujourd'hui avec le système financier actuel et devient son redoutable challenger.

MOTS-CLEFS: Finance Islamique, charia, interdiction, intérêt, évaluation, évolution, défis.

JEL : G15, G21, G24.

1 INTRODUCTION: HISTORIQUE ET APPARITION

L'idée de créer des banques islamiques remonte déjà aux années 40, et la première tentative de création a été faite au Pakistan durant la décennie suivante, mais elle n'a pas duré. En 1963, et dans une ville du delta du Nil (Mit Ghamr), en Egypte, a eu lieu la création d'une banque d'épargne rurale. L'efficacité de la mobilisation des ressources par ces caisses d'épargne rurales a été impressionnante, mais l'expérience n'a pas duré longtemps pour des raisons politiques (surtout en 1967). Néanmoins cette expérience a ouvert la voie aux banques islamiques ultérieures, telle que la Nasser Social Bank en 1971, la première banque islamique qui a lancé des services à caractère social pour les groupes à bas revenu. L'objectif de la banque d'épargne islamique de Mit Ghamr a été d'entreprendre l'industrialisation des villages égyptiens, sans ingérence de l'Etat. Pour aboutir à cet objectif, il a fallu intégrer la population de la région au processus de la mobilisation de l'épargne, la

banque d'épargne a influencé considérablement la région, son impact a été ressenti sur le plan économique comme sur le plan social.

– Sur le plan économique

Il y eu une augmentation des dépôts et un accroissement des actifs et des profits de la banque. Le nombre de caisses d'épargne est passé de zéro en 1963 à deux en 1971. Le nombre de clients avait atteint un million en 1971. La banque a développé l'agriculture de la région, a contribué à la construction de logements et industrie légères sur base de participations.

– Sur le plan social

La banque a changé l'attitude des villageois qui est passée de l'indifférence, de la passivité et du fatalisme à la positivité. Il est certain qu'un tel succès n'était possible si la banque avait négligé les valeurs islamiques de la population. La banque d'épargne islamique de Mit Ghamr a démontré que, d'une part, les musulmans aspirent à posséder leur propre système bancaire, d'autre part, l'établissement d'une banque islamique est faisable et est souhaitable, car c'est la seule institution financière susceptible de gagner la confiance de ces peuples. Donc c'est à partir de la seconde moitié des années 70, que les banques islamiques ont effectué leur percée tant au niveau du monde arabe qu'au niveau des pays musulmans non arabes. D'où les années 80 ont été le théâtre d'une prolifération des banques islamiques à travers le monde. On comptait en 2008 plus de 300 institutions financières islamiques réparties dans plus de 50 pays. Le Moyen-Orient et l'Asie sont deux des principaux marchés sur lesquels les banques islamiques prospèrent. L'Arabie saoudite, Bahreïn, les Émirats arabes unis, le Koweït et le Qatar, sont actifs au Moyen-Orient, suivis de près par l'Égypte, le Liban, Oman et la République arabe syrienne. En Asie, la Malaisie est d'ores et déjà dotée d'un système de finance islamique pleinement développé (banques, *Takaful*, ou assurance, des opérations sur le marché des capitaux et sur le marché monétaire). Parmi les autres protagonistes de pays en développement figurent Brunei Darussalam, l'Indonésie, le Pakistan, les Philippines et la Thaïlande. La croissance de ces marchés est en partie alimentée par la demande naturelle de la population musulmane de ces pays. Avec la plus grande prise de conscience de la finance islamique et à mesure que les banques islamiques élargissent leurs services, même des clients non musulmans se tournent vers ces établissements. En Malaisie, par exemple, dans certains cas jusqu'à la moitié de la clientèle des banques islamiques n'est pas musulmane. En occident, les banques sont aussi en concurrence pour se tailler une part du gâteau lucratif que représente la banque islamique. Le premier établissement de finance islamique, la Islamic Finance House a été créé au Luxembourg à la fin des années 70, suivi par la Islamic Finance House du Danemark, la Islamic Investment Company de Melbourne, Australie, et la American Finance House LARIBA aux États-Unis. La Islamic Bank of Britain a été fondée au Royaume-Uni en 2004, et en 2008 cinq banques islamiques avaient vu le jour dans le pays. Citibank, HSBC, Standard Chartered, ABN Amro et Deutsche Bank sont quelques-unes des banques conventionnelles qui ont fait leur entrée dans le secteur de la banque islamique. Dans un premier temps, le secteur s'est concentré sur les activités de banque de détail et commerciale alors que les activités liées au marché des capitaux, comme la gestion de fonds islamiques et d'obligations islamiques (*Sukuk*) a connu une envolée après les années 90. Avec le développement des activités sur le marché des capitaux, de plus en plus de pays prennent le train en marche.

En 2007, Singapour a créé sa première banque islamique, The Islamic Bank of Asia, et aspire à devenir la première place financière islamique en Asie. Hong Kong (Chine) et le Japon affichent les mêmes objectifs. Le développement du marché des capitaux permettrait à ces pays non-musulmans de tirer parti des investisseurs aisés du Conseil de coopération du Golfe (CCG) et de continuer à jouer un rôle de premier plan sur les marchés internationaux des capitaux.

2 LES PRINCIPAUX MODES DE FINANCEMENT ISLAMIQUES UTILISES PAR LES BANQUES ET INSTITUTIONS FINANCIERES

La finance islamique repose sur des modes de financement qui ne font pas intervenir le paiement d'intérêt¹. D'une manière générale, ils s'appliquent à des opérations d'investissement, d'achat de marchandises, de services ou d'actifs immobilisés.

Les banques islamiques assurent le financement en utilisant deux méthodes principales : La première méthode s'applique aux opérations de participation aux profits et aux pertes en faisant intervenir la *Mudaraba* et la *Musharaka*. Dans ce cas, la rémunération n'est pas fixée à l'avance et dépend des résultats réalisés en aval de l'opération de financement. La seconde

¹ « Dieu a rendu licite le commerce et illicite l'intérêt » Coran, Sourate Al Baqarah II, verset 275

s'applique aux opérations de vente de marchandises ou de services à crédit et conduit donc à un endettement de la partie qui achète ces biens et services. Elle fait intervenir un certain nombre de modes de financement tels que la *Murabaha*, l'*Ijarah*, le *Salam*, et l'*Istisnaa*. La rémunération de la banque dans ces cas est une partie du prix de vente.

2.1 LA MUDARABA

C'est un contrat entre deux parties : le propriétaire du capital (*rabb-al-mal*) et un entrepreneur (manager) appelé *mudarib*. Le profit est distribué entre les deux parties selon un ratio qu'il convient de déterminer au moment de la signature du contrat. La perte financière incombe au propriétaire du capital ; la perte du manager étant le coût d'opportunité de sa propre force de travail qui a échoué de générer un surplus de revenu. En dehors du cas de violation du contrat ou d'une négligence, le manager n'a pas à garantir ni le capital investi, ni la réalisation d'un profit. Bien que le pourvoyeur de fonds puisse imposer, dans les termes du contrat, certaines conditions que le manager accepte d'ailleurs, mais il n'a aucun droit de se mêler dans le travail quotidien du *mudarib*.

2.2 LA MUSHARAKA

La *Musharaka* est un contrat similaire à la *Mudaraba*, avec la différence que dans le cas de la *Musharaka*, les deux parties participent dans le capital et dans la gestion, et aussi dans les profits et les pertes réalisées. Les profits sont partagés selon des ratios déterminés et convenus par les deux parties, alors que les pertes sont supportées selon la participation en capital de tout un chacun.

2.3 LA MURABAHA (CONTRAT DE VENTE AVEC MARGE DE BENEFICE)

La *Murabaha* est une double vente, entre un vendeur et un acheteur dans ce contrat, le client donne ordre à la banque islamique d'acheter pour son compte une certaine marchandise à un prix donné, au comptant, tout en s'engageant d'acheter cette marchandise auprès de la banque une fois que celle-ci l'aurait effectivement acquise à un prix différent comportant une marge de bénéfice au profit de la banque.

2.4 L'IJARA : (CREDIT-BAIL OU LEASING)

Est la mise à disposition d'un bien moyennant un loyer (c'est un équivalent du crédit-bail ou de location avec promesse de vente). L'objet principal du contrat de crédit-bail est l'usufruit généré dans le temps par un bien tel que les machines, les avions, les bateaux ou les trains. Cet usufruit est vendu au locataire à bail à un prix prédéterminé. Le bailleur garde la propriété du bien avec tous les droits et les responsabilités qui en découlent. En tant que formule de financement utilisée par les banques islamiques, le contrat prend la forme d'un ordre du client envers sa banque lui demandant l'achat d'un équipement donné, s'engageant par la même occasion, de le louer auprès de la banque une fois que celle-ci l'aurait acquis. Par conséquent, ce mode de financement comprend un ordre d'achat, une promesse de location et un contrat de crédit-bail.

2.5 LE SUKUK

Est l'équivalent islamique d'une obligation où l'intérêt devient un profit prévu à l'avance à risque quasi nul. Cette forme d'obligation est particulièrement utilisée pour les financements immobiliers.

2.6 L'ISTISNA

Est un contrat de construction par lequel le client demande à un constructeur d'édifier un ouvrage payable par l'intermédiaire d'un financier, d'avance, à terme ou à tempéraments, conformément à un cahier des charges.

2.7 LE SALEM

Le *Salem* est un contrat dans lequel le prix est payé à l'avance au moment de la signature du contrat alors que la livraison de la marchandise /service se fait à une date future bien spécifiée. Le contrat *Salem* ne convient pas à toutes les marchandises. D'une manière générale il ne s'applique qu'aux biens tangibles.

3 TYPOLOGIE DES BANQUES ISLAMIQUES

Il n'existe pas de modèle unique de banques islamiques. On distingue des banques à caractère social, commercial, des banques d'affaires ou intergouvernementales. Depuis la création des banques islamiques, les banquiers musulmans ont donné à leurs initiatives différentes formes, d'après leur propre interprétation du commerce ou de l'économie islamiques ; mais, surtout, en fonction des circonstances réelles dans lesquelles ces banques doivent opérer. La typologie des banques islamiques nous montrera que le Système des Banques Islamiques (SBI), est plus diversifié que ne pourraient le laisser croire les simples oppositions "local international" et "privé-public".

3.1 BANQUES À CARACTÈRE SOCIAL

La première banque islamique, qui a lancé des services à caractère social pour les groupes à bas revenus, est la NASSER SOCIAL BANK (NSB). Créée en Egypte, en 1971, la NSB était financée et contrôlée par le Ministère des Affaires Sociales et des Finances. Elle assumait en quelque sorte le rôle d'une organisation de bienfaisance, en assistant les personnes défavorisées qui n'avaient pas accès à une autre banque conventionnelle. Bien qu'elle ait réalisé des bénéfices considérables, elle ne peut être considérée comme une véritable banque islamique car ses ressources principales provenaient des taxes gouvernementales, à savoir 2% des bénéfices nets des entreprises publiques. La NSB est placée sous le contrôle de la Banque Centrale d'Egypte, soucieuse d'intégrer les institutions islamiques au système bancaire du pays. Afin d'assumer son rôle en tant que banque sociale, la banque octroie des prêts sans intérêts aux catégories sociales défavorisées et assiste les personnes en nécessité et leur accorde une aide financière appelée "QUARD HASSAN". Elle a également élaboré un système de pensions et d'assurances sociales pour ceux qui ne bénéficient pas des régimes de pensions et d'assurances existants. En 1979, elle avait 25 branches dans toute l'Egypte, ses bénéfices pour l'exercice 1978-1979 étaient de 17,3 millions de dollars US. La NSB était le précurseur des banques islamiques ; elle a apporté son expérience et son aide pour les nouvelles banques.

3.2 BANQUES À CARACTÈRE COMMERCIAL

On peut distinguer deux types de banques à caractère commercial :

- Les banques commerciales d'investissement ;
- Les banques commerciales de financement.

Elles sont soit privées (la Jordan Islamic Bank), soit mixtes avec une participation importante de l'Etat (Kuwait Finance House). Les deux catégories effectuent toute une série d'opérations bancaires, commerciales, de financement et d'investissement, sur le plan national et international.

Banques Commerciales ²	Banques d'affaires et d'investissement
-Dubai Islamic Bank, 1975 ; -Kuwait Finance House, 1977; -Faysal Islamic Bank d'Egypte et du Soudan, 1977; -Jordan Islamic Bank, 1978 ; -Massraf Faysal Al-Islamic, unité offshore, 1982.	-Al Baraka Bank ; -Islamic Investment Company of the Gulf, Sharjah, 1978; - Sharia Investment Services, Geneve, 1980; -Bahrian Islamic Investment Bank, Manama, 1980; - Islamic Investment House, Amman, 1981.

3.3 BANQUES INTERNATIONALES ET SOCIÉTÉS D'INVESTISSEMENT DE PORTEFEUILLE ISLAMIQUE

Cette catégorie comprend les "banques de clientèle" qui concentrent leurs opérations sur la clientèle non financière, les ménages et les entreprises ; elles récoltent les dépôts, les emploient sur base de partage des bénéfices et des risques. On a aussi des sociétés d'investissement de portefeuille islamique, qui recherchent leurs moyens d'action sur le marché national

² La plupart de ces banques opèrent, essentiellement, sur le plan régional et national. Elles sont, généralement, de petite taille ; seule, la Kuwait Finance House figure parmi les 100 principales banques arabes de "the Banker's".

et international et auprès de grosses entreprises, plutôt que via un réseau d'agences locales. Par leur vocation internationale, ces types de banques sont axés sur la haute finance et ont un champ d'action mondial. Cependant, certaines de ces banques opèrent massivement sur les deux marchés, national et international. La plupart de ces institutions ont été créées au début des années 80. Elles ont joué un rôle innovateur pour le SBI, en introduisant une coordination et une organisation des opérations des banques islamiques au niveau international. Ce sont notamment les banques suivantes :

- Islamic Investment Company, Nassau, 1977 ;
- Islamic Investment Company of the Gulf, Sharjah, 1978;
- Sharia Investment Service, Genève, 1980;
- Bahrian Investment Bank, Manama, 1980;
- Dar Al-Maal Al-Islami, Bahamas, 1981;
- Dar Al-Maal Al-Islami Ltd, Genève, 1981.

Le groupe Dar Al-Maal Al-Islami (DMI), fondé en 1981, par des personnalités et chefs des gouvernements de Bahrian, d'Égypte, de Guinée, du Koweït, de Malaisie, du Pakistan, du Qatar, du Soudan et des EAU. Le groupe a créé un réseau mondial de banques filiales islamiques, de sociétés d'investissement et d'assurance ainsi que des sociétés de développement à caractère commercial.

Dotée de 2 milliards de dollars, dont 70% sont détenus par des Saoudiens, la DMI est enregistrée comme fonds fiduciaires aux termes des lois des Bahamas (DMI Ltd). Sa société d'exploitation qui est une filiale à 100%, effectue la majorité de ses activités dans les pays islamiques ; elle entreprend toutes les opérations financières demandées par les musulmans et investit dans un contexte économique islamique. Elle a déclaré participer à l'économie des pays hôtes par des financements des projets. Depuis sa création, de nombreux projets ont été réalisés, en particulier dans les pays pauvres. La DMI dispose de filiales islamiques, des Takaful Compagnies (sociétés d'assurances islamiques) et des banques d'affaires dans de nombreux pays.

3.4 BANQUES INTERGOUVERNEMENTALES DE DÉVELOPPEMENT

Bien que toutes les banques islamiques soient, de part leur nature même, des banques de développement, la création de la Banque Islamique de Développement (BID) en 1975 à Jeddah, constitue un événement important de l'histoire de la banque islamique. Par la création de la BID, une dimension nouvelle est donnée au mouvement des banques islamiques. La BID est une institution intergouvernementale, dotée de 2 milliards de dinars islamiques (= 2 milliards de DTS) souscrits par 43 pays membres de l'Organisation de la Conférence Islamique (OCI). La BID occupe une place assez particulière sur la scène du SBI, à la hauteur de celui de la Banque Africaine de Développement, pour ne citer qu'un exemple. Les principaux actionnaires sont : Arabie Saoudite 25%, Lybie 16%, Emirats Arabes Unis 14%, Koweït 13% et Autres pays islamiques 32%.

La BID a pour objectif de "favoriser le développement économique et le progrès social dans les pays membres et dans les communautés musulmanes suivant les principes de la loi islamique". De par sa nature particulière à la fois internationale et axée sur le développement, ce type de banque requiert une organisation interne différente de celle des autres banques islamiques. Le risque que court la banque, est différent de celui des autres banques qui travaillent à partir des capitaux déposés par des particuliers et des institutions privées. Organe de développement, la BID fournit des prêts non assortis d'intérêt pour les projets de développement ; elle est également engagée dans le financement du commerce international et apporte son assistance technique aux pays du Tiers-Monde. La plupart des investissements sont orientés vers des projets à long terme, en particulier les projets d'infrastructure des services sociaux.

3.5 AUTRES TYPES DE BANQUES ISAMIQUES

Le système bancaire comprend aussi :

- *Une banque centrale unique (Banque Islamique d'Iran) ;
- *Des agences islamiques pour l'échange avec des banques européennes (ex : en Égypte, 25 agences opérant pour le compte des banques conventionnelles égyptiennes) ;
- *Des sociétés à forme bancaire (ex : la société "Al-Baraka" pour l'investissement et le développement à Jeddah) ;
- *Des sociétés d'assurances islamiques (ex : les filiales du groupe Al-Barak et de la Dar Al-Maal Al-Islami).

A côté des institutions financières islamiques créées à travers le monde, certains pays ont islamisé, intégralement, leur système bancaire : Le Pakistan et l'Iran, le Soudan est dans la même voie. De même, le gouvernement de Jordanie et de la Malaisie ont montré une attitude positive vis-à-vis des banques islamiques, en introduisant des mesures législatives exceptionnelles qui faciliteraient leurs activités.

D'autres gouvernements, principalement dans la région du Golfe, comme ceux de l'Arabie Saoudite, du Koweït, des Emirats Arabes Unis et du Bahreïn, après des réticences, se sont également mis à islamiser le système financier. Néanmoins, il ne s'agit là que de mesures à portée limitée n'ayant aucun effet réel. D'autres pays musulmans ont adopté une attitude très prudente vis-à-vis des banques islamiques et n'ont pas encore autorisé l'installation de telles banques sur leur territoire, craignant des transferts d'argent massifs des banques conventionnelles vers les banques islamiques. Cependant, un seul pays musulman s'est engagé, depuis 1977, dans le processus d'islamisation de toute l'économie, donnant un exemple à suivre : le Pakistan.

4 EVALUATION DE LA FINANCE ISLAMIQUE DEPUIS LES ANNEES 70 A NOS JOURS

4.1 EVOLUTION DE LA FINANCE ISLAMIQUE DANS LE MONDE

Considérée autre fois comme une aberration, la finance islamique s'est tracé un chemin dans le milieu de la finance internationale contre toutes les attentes des spécialistes. En seulement 30 ans d'existence (1975 – 2006), la finance islamique moderne enregistre aujourd'hui une croissance forte estimée par l'agence de notation Standard & Poor's à 15% par an sur ces dix dernières années. Le sous secrétaire aux finances et à l'économie de l'Etat de Bahreïn, estimait les actifs gérés par la finance islamique à 200 milliards de Dollars US en 2001. En 2007, les actifs de la finance islamique étaient évalués à plus de 500 milliards de Dollars US soit une croissance de plus de 150% en l'espace de six ans. Quant au nombre d'institutions financières islamiques, il était d'environ 85 en 1996 (Annexe1), 200 en l'an 2000 et aujourd'hui (2008), on estime ce chiffre à 300 institutions financières islamiques réparties dans 75 pays dans le monde alors qu'il n'y avait qu'une seule banque en 1960 (la caisse d'épargne du Mit Ghamr). Elles sont pour la plupart concentrées dans les pays du Moyen-Orient et en Asie. Selon certains experts, la croissance de la finance islamique est liée à la forte demande des musulmans dont le nombre est estimé à 1,5 milliards (Annexe2), de personnes dans le monde ; et qui recherchent des services financiers conformes à leur conviction religieuse. Cette croissance de la finance islamique s'explique aussi par l'augmentation de la manne pétrolière qui a carrément fait exploser la demande de financement dans la région du golf. L'une des causes de cette croissance se trouve être aussi le caractère compétitif des banques islamiques et de la majorité de leurs produits.

Les pays du Moyen-Orient à leur tour connaissent, actuellement, un essor économique et une croissance boursière, à l'image du marché boursier de l'Arabie Saoudite dont la capitalisation a été multipliée par 10 et le PER (Price Earning Ratio³), a été multiplié par deux en l'espace de 5 ans (Annexe3).

Concernant les obligations, le marché obligataire est très actif dans la plupart des pays musulmans en particulier ceux du Conseil de Coopération du Golf (CCG). En effet, le marché de la dette demeure le secteur le plus florissant de la finance islamique. Connues sous le nom de sukuk, les obligations islamiques sont des titres adossés à des actifs réels et sont structurées en fonction des règles de la finance islamique. Les investisseurs en sukuk sont propriétaires de l'actif sous-jacent par l'intermédiaire d'un instrument ad-hoc c'est-à-dire un actif sous-jacent faisant l'objet d'une location comme dans les opérations d'Ijara. L'organisation de la comptabilité et de l'audit pour les institutions financières islamiques reconnaît 14 types de sukuk dont les plus répandus sont :

- Les sukuk al Ijara (à partir de contrat de leasing)
- Les sukuk al Mousharaka (fondé sur des contrats de copropriété)
- Les sukuk al Moudaraba (fondé sur des contrats de gestion de sous-jacent)

³ Le Price Earning Ratio (PER, ou P/E) désigne un indicateur utilisé en analyse boursière ; il est également appelé « ratio cours sur bénéfices » (C/B), « multiple de capitalisation d'une société », « coefficient de capitalisation des résultats » (CCR), « multiple cours sur bénéfices », « coefficient de capitalisation des bénéfices ». Le PER se calcule en divisant la capitalisation boursière par le résultat net, ou en divisant le cours d'une action par le bénéfice net par action.

Les stocks d'obligations islamiques étaient évalués à 47 milliards de Dollars US en 2006 par le FMI. Ce chiffre reste important même s'il est très faible par rapport aux 4700 milliards de Dollars d'émissions d'obligations d'entreprises dans le monde la même année.

En 2004, l'Asie particulièrement la Malaisie, représentait 90% des émissions de sukuk. Les titres islamiques représentaient 45% de l'encours total de la dette privée et 25% des obligations en circulation en Malaisie pour l'année 2004. On a enregistré au Qatar la plus forte émission de sukuk pour un montant de 700 millions de Dollars pour une échéance de 7 ans. En 2004, le Land Allemand de Saxe-Anhalt a été le premier emprunteur non musulman à solliciter le marché international de la dette islamique, levant quelques 100 millions d'Euros.

En 2006, l'Etat de Dubaï a effectué deux émissions de sukuk de 3,5 milliards de Dollars US, ce qui souligne une fois de plus l'importance des émissions de titres islamiques dans cette région du monde. Quant aux Emirats et la Malaisie, à travers des entreprises comme Nakheel development (Emirats) et le Nucleus Avenue (Malaisie), ces deux pays représentaient à eux seuls 40% des émissions des sukuk pour l'année 2006. Selon les mêmes sources d'information, la banque mondiale a émis en 2005 son premier sukuk pour un montant de 760 millions de Ringgit (monnaie Malaisienne) soit 200 millions de Dollars à l'époque. Et au mois de Juin de la même année, la BID émettait un emprunt obligataire (sukuk) de 500 milliards de Dollars US.

Selon les prévisions des analystes du marché monétaire, les Etats et les entreprises devraient émettre plus de 30 milliards de Dollars US de sukuk par an sur les trois prochaines années portant ainsi le marché de ces titres à plus de 150 milliards de Dollars (Annexe 4).

Nous remarquons que l'Afrique est quasiment absente sur ce marché alors que ce dernier pourrait lui permettre de lever d'importants fonds et financer son développement. En effet, le marché des sukuk n'est pas exclusivement réservé aux Etats arabo- islamiques comme on pourrait le croire. Des émissions de sukuk ont été enregistrées aux Etats-Unis et au Royaume-Uni. Les autorités des Etats africains doivent trouver les moyens pour intervenir sur ce marché surtout ceux qui possèdent déjà une banque islamique. Ces Etats peuvent se servir de ces banques islamiques pour lever des fonds au niveau national et international et par la même occasion favoriser le développement de la finance islamique sur leur territoire. La finance islamique, dans son évolution a intégré aussi le milieu de l'assurance et de la réassurance (takaful et retakaful) où comme dans le secteur bancaire elle gagne progressivement du terrain. Le marché du takaful est aujourd'hui évalué par les experts entre 2 et 5 milliards de Dollars US.

Concernant le marché des fonds d'investissement, le rapport Vernimmen 2006 soutient qu'en 2005, il y avait environ 100 fonds islamiques de private equity dont le total des actifs excédait 5 milliards de Dollars. En 2004, en Malaisie on enregistrait 71 fonds de placement. Concernant les actions, en 1999 deux indices ont été lancés pour servir de repère aux investisseurs des institutions financières islamiques, on peut citer le GIIS (Global Islamic Index Service) du Financial Times Stock exchange et le DJIM (Dow Jones Islamic Market index) au Bahreïn. Le Standard & Poor's a lancé en 2006 une série d'indices islamiques sous la marque S&P, on peut citer : le S&P500, le S&PME Europe 350, S&P Japan 500...

4.2 LA REPARTITION DES INSTITUTIONS FINANCIERES ISLAMQUES SUR LES CINQ CONTINENTS

Les institutions financières islamiques sont éparpillées partout dans le monde, elles sont présentes sur les cinq continents. D'une banque en 1960, on est passé à plus de 300 institutions financières islamiques réparties dans 75 pays en 2007.

Estimée à plus de 1,5 milliards de personnes dans le monde aujourd'hui, des prévisions sur la taille de la population musulmane mondiale portent ce chiffre à 2,5 milliards individus à l'horizon 2020. Les banques classiques occidentales ne pouvaient passer à coté de cette part de marché importante que représente cette population en forte croissance. Ce qu'explique la création de guichets et agences islamiques en occident ou dans les pays du golf afin de bénéficier de cette manne que représentent les pétrodollars. Nous pouvons citer le cas des grandes banques comme le HSBC, Deutsche Bank et le Citigroup qui disposent de fenêtres islamiques (guichets islamiques) en Europe et au Moyen-Orient.

On trouve aussi des institutions financières islamiques sur le continent américain en particulier en Amérique du Nord. Ainsi au Canada depuis 1991 il existe une société islamique de financement hypothécaire dénommée Islamic Co-operate Housing Corporation Ltd à Toronto. Aux Etats-Unis on rencontre les banques islamiques pour la plupart dans les régions de Détroit et de la Californie. Ainsi on y dénombre une dizaine de banques islamiques avec quelques trois grandes institutions financières islamiques qui sont : Al Baraka Bancorp (Chicago), American Finance House et l'University Islamic Financial Corporation (Ann Arbor). Aux Etats-Unis la plupart des banques islamiques ont fermé à la suite des attentats du 11 Septembre 2001.

L'Europe aussi n'est pas restée en marge de cette islamisation bancaire puisqu'aujourd'hui on y trouve un nombre important de banques islamiques. En Europe, le Royaume-Uni a été le premier Etat à autoriser l'ouverture de banques islamiques sur son territoire. Les autorités britanniques ont opté pour une politique favorable au développement des banques islamiques allant jusqu'à apporter des modifications à la réglementation bancaire afin de permettre à ces banques de fonctionner sans les contraintes réglementaires. L'Angleterre en agissant ainsi souhaite attirer les capitaux du golf et intégrer les musulmans britanniques dans le système bancaire. Avec ses 2,5 millions de musulmans, les autorités du Royaume-Uni comptent faire de Londres la plaque tournante de la finance islamique selon les propos de Gordon Brown en 2006 alors ministre des finances. Cette volonté a donné naissance à l'Islamic Bank of Britain (IBB), la première banque islamique en Europe, qui compte aujourd'hui environ 40.000 clients. Sur cette lancée, le Royaume-Uni a même créé un deuxième marché de sukuk, un département spécialisé au sein de la banque d'Angleterre et en octobre 2006, l'Institut de la bourse britannique en partenariat avec l'Ecole supérieure des affaires libanaise, a créé le premier diplôme mondial de finance islamique : l'Islamic Finance Qualification.

L'idée de banque islamique autrefois rejetée en France parce que l'on craignait d'aggraver la crise des banlieues en créant des « banques communautaires », les autorités françaises souhaitent aujourd'hui accueillir des banques islamiques afin de bénéficier à l'instar de l'Angleterre des capitaux du golf. Avec ses 6 millions de musulmans, le marché de la France représenterait environ trois fois celui du Royaume-Uni.

Pourtant au niveau international les banques françaises sont présentes sur le marché de la finance islamique à l'image des grandes banques comme la Société Générale et le BNP Paribas qui ont des succursales et des « fenêtres islamiques » dans les pays du golf. Le BNP Paribas a lancé en 2006 le premier fonds commun de placement (FCP) islamique de la France nommé l'Easy ETFDJ Islamic Market Titans 100. Le 6 Décembre 2006, la France a organisé son premier forum de la finance islamique sous le haut parrainage du président français Sarkozy et du ministre de l'économie et des finances Christine Lagarde. Ce forum devrait être une occasion pour les autorités françaises de donner suite aux demandes d'agrément déposées au nom de la FS international Partners basée en Suisse et du Tassyr Bank qui devrait être la première banque islamique de la France.

Dans les autres pays Européens à l'image de la France, on note aussi un regain d'intérêt pour la finance islamique. Ainsi en Belgique et en Espagne des demandes d'agrément ont été déposées aux noms du RVL-Bank⁴ et de la banque islamique d'Espagne.

La région Moyen-Orient regroupe la majeure partie des institutions financières islamiques, toutes les grandes banques islamiques sont regroupées dans cette partie du monde à l'instar de la BID (à Djeddah). Elle abrite aussi le plus grand marché financier islamique du monde (international islamic financial market) et les plus importants fonds d'investissement islamiques.

Quant à l'Afrique, les banques islamiques se sont implantées sur le continent et y exercent leurs activités depuis 1983, à l'image de la Banque Islamique du Sénégal (BIS), la banque islamique du Niger pour le Commerce et l'investissement et la banque islamique de la Guinée Conakry. Aujourd'hui on note la présence des banques islamiques dans tous les pays du Maghreb, en Gambie et en Afrique du Sud sans oublier le Soudan qui a complètement islamisé son système bancaire. Du nombre de 9 banques en 1996, on est passé à une vingtaine en 2007. Standard & Poor's publiait en 2007 un classement des régions selon la taille du marché bancaire islamique, où l'Afrique Sub-saharienne occupait la 15ème place sur 16 et l'Afrique du Nord la 5ème place. Malgré la croissance rapide de la finance islamique dans le monde, il faut cependant noter que les banques islamiques en Afrique n'occupent qu'une position marginale par rapport à l'ensemble du système bancaire.

4.3 LES DEFIS QU'AFFRONTENT LA FINANCE ISLAMIQUE

La finance islamique est actuellement un des domaines les plus intéressants des marchés financiers. Le FMI estime que la croissance du secteur de la finance islamique a été en moyenne de 10 % sur les dix dernières années et que la croissance du secteur de la finance islamique a été en moyenne de 15 % depuis 2003 pour atteindre 500 milliards de dollars fin 2006, dont la moitié détenue par des banques islamiques (Jobst, 2007). Cette expansion est alimentée par la conjonction de divers facteurs comme l'afflux de pétrodollars (dû au nouveau renchérissement des hydrocarbures), le développement des communautés musulmanes dans les métropoles occidentales, la progression du microcrédit dans les pays en

⁴ La RVL Bank espère séduire quelque 500.000 clients en Belgique avant la fin de l'année 2004

développement, mais aussi et sans doute la réaction contre le capitalisme financier international et la résurgence du fondamentalisme musulman. Mais comme toute industrie naissante, la finance islamique n'est pas à l'abri de certains défis, à savoir :

- La mise en place de la finance islamique nécessite des aménagements de la loi bancaire, ce qui n'est pas du goût de certaines autorités monétaires et de régulation au sein même de certains pays musulmans.
- La faible capitalisation de la plupart des institutions financières islamiques nécessite deux actions difficilement réalisables: la création de nouvelles institutions financières islamiques fortement capitalisées et la nécessité de procéder à des fusions et des acquisitions au sein même des institutions déjà en place pour pouvoir s'ouvrir à l'économie de marché et consolider davantage ce nouveau segment d'activité.
- Partant de son fondement éthique et de son potentiel de croissance, la finance islamique ne doit pas cibler la population musulmane exclusivement, elle doit s'affirmer sur le terrain en attirant des clients d'autres confessions, un phénomène déjà observé dans certains pays en occident et dans les pays à minorité non musulmane.
- Le manque de compétences hautement qualifiées dans les modes de financement islamiques risque de faire perdre la confiance du grand public.
- L'intensification de la concurrence occasionnée par la croissance fulgurante de la globalisation financière ne laisse pas de place aux faibles. Les institutions financières islamiques doivent investir davantage dans la R&D et s'ingénier à offrir des produits attractifs en matière de mobilisation et de fructification des fonds collectés, dans le respect de la charia bien sûr.
- L'intégration de la finance islamique dans le système financier international est conditionnée par l'harmonisation des avis fiqhiques et la bonne interaction des règles de la charia islamique avec les systèmes juridiques et le droit civil en place.
- Même si la finance islamique n'a pas connu encore de crises graves, la bonne gouvernance et la gestion efficace des risques demeurent des impératifs à l'heure de l'intensification de la globalisation financière et de la diversification des institutions.

5 CONCLUSION

En conclusion, la finance islamique, jugée désuète et peu créative il n'y a pas encore si longtemps, séduit aujourd'hui pour ses principes éthiques, sa capacité à résister à la crise et ses actifs en croissance depuis une dizaine d'années. Ses perspectives de développement dans le monde, avec une importante population musulmane, sont réelles. Après des débuts modestes dans les années 1990, la finance islamique brasse maintenant mille milliards de dollars. On estime que la finance islamique est promise à un futur brillant en raison d'une démographie favorable et de l'augmentation des revenus des communautés musulmanes. Même à l'extérieur du monde islamique, certaines des plus grandes banques mondiales ont ouvert des filiales dédiées à ce secteur porteur. Longtemps raillé pour être un système financier très peu lucratif, la banque islamique apparaît désormais comme un refuge pour les banques occidentales malmenées par la crise. Certains observateurs considèrent déjà que les principes de la finance islamique seraient une bonne alternative au monde financier occidental dont la crise de 2008 a révélé les limites. Les centres financiers non musulmans (Londres, Singapour et Hong-Kong) ont adopté des lois spécifiques pour faciliter les opérations des banques islamiques et des institutions financières qui leur sont associées.

A travers notre étude, on a essayé de tracer le parcours de la finance islamique, en commençant par son apparition et son mode de fonctionnement, en passant par l'étude de son évolution à travers le monde, pour terminer avec les défis à relever par cette dernière. On peut dire au final que, certes la finance islamique est partie à la conquête du monde entier, et elle réalise d'un jour à l'autre un nouvel exploit, la preuve chaque année des dizaines d'agences ou succursales s'installent quelque part sur la planète terre pour satisfaire les besoins d'une communauté musulmane qui connaît une augmentation grandissante, mais aussi une communauté non musulmane attirée par les lois régissant le fonctionnement des institutions financières islamiques et qui leur conviennent mieux que le système traditionnel qui n'as pas vraiment prouvé son efficacité. Cependant le développement de la finance islamique se heurte à de nombreux obstacles d'ordre réglementaire, fiscaux et symbolique. Si certains ont compris et cerné le problème à l'instar des anglais, chez d'autres la prise de conscience a été plus lente (comme en France par exemple). D'autre part pour que la finance islamique soit efficace, il est certain que cette dernière, nécessite quelques aménagements : d'ordre fiscaux pour supprimer des doubles taxations qui pourraient intervenir lors d'opérations d'achat revente; d'ordre législatifs pour permettre le transfert de responsabilité lors d'opérations distinguant le propriétaire d'un bien et son bénéficiaire et également d'ordre réglementaires pour intégrer la comptabilité des produits de la finance islamique dans la comptabilité bancaire du pays en question (c'est à dire le pays qui adopte un système financier islamique).

Enfin, il faut dire que la finance islamique a connu beaucoup de progrès, d'une seule banque pendant les années 70, le monde entier ou presque est envahi par les institutions financières islamiques. Mais, malgré les efforts consentis pour développer ce secteur, il reste beaucoup à faire dans un monde où la globalisation financière s'annonce intense et inégale (ne profitant pas à tous).

REFERENCES

- [1] Association internationale des régions francophones (AIRF). Guide des financements internationaux pour le développement des régions francophones, volume1, édition 2007
- [2] Ausaf A, I. Munawar et T. Khan. *Défis au système bancaire islamique*, IIRF- document occasionnel n°2, Djeddah- Arabie Saoudite, 99 pages
- [3] Barro I. (2004), Thème n°5 : *micro-finance et financement des PME et MPE*, rapport final, Août
- [4] Chehata C.(2005), *Essai d'une théorie générale de l'obligation en droit musulman*, Dalloz
- [5] Damak M. et A.Hassoune (2007), *Les habits neufs de la Finance Islamique*, Master asset management-Standard & Poor's, Paris, mai
- [6] DIOUF G. M. (2006), *Problématique du financement des PME-PMI au Sénégal*, mémoire de Bachelor 2005-2006, 56 pages
- [7] Einas A. (1989), "Banques islamiques et sociétés d'investissements", publication- Université Montesquieu, Bordeaux IV, pp.39-48
- [8] El Qorchi M. (2005), " La Finance Islamique est en marche ", *Finances & Développement*
- [9] Galloux G. (1993), " Les banques islamiques privées : référent religieux, logique commerciale. Le cas égyptien ; L'Esprit d'entreprise ", Ed. *AUPELF-UREE John Libbey Eurotext*, pp. 47 I-484
- [10] Grangereau P. et M. Haroun (2004), " Banques Islamiques: la problématique de la mise en place de cofinancements ", *BANQUEmagazine* N° 657/Avril 2004, pp.56-60.
- [11] Grangereau P. et M. Haroun (2004), " Financements de projets et financements islamiques Quelques réflexions prospectives pour des financements en pays de droit civil", *BANQUE & DROIT* n° 97 – septembre-octobre, pp.52-61
- [12] Guéranger F. (2009), *Finance islamique : une illustration de la finance éthique*, Paris, Coll. Marchés financiers, Dunod, 262p.
- [13] Hamid A. (1990), *Les banques islamiques*, édition Economica, 254 pages
- [14] IIRF- acte de séminaire n°37 : Introduction aux techniques islamique de financement, Nouakchott- Mauritanie, banque Al baraka, 206 pages
- [15] Iqbal Munawar et Mabid Ali Al-jarhi ; *Banques islamiques : réponses à des questions fréquemment posées*, IIRF- document périodique n°4, 83 pages
- [16] Jobst A., P. Kunzel, P.Mills et A.Sy (2007), " La demande de titres conformes à la charia augmente rapidement ", *BULLETIN DU FMI* OCT 2007, pp. 182-183
- [17] Karich I (2002), *Le système financier islamique. De la religion à la banque*, Coll. Cahiers financiers, Bruxelles, Larcier, 136p
- [18] Lachemi S. (2001), *Le fonctionnement des organisations dans les milieux de culture intense, le cas des banques islamiques ; thèse de Doctorat HEC Montréal, Sept 2001, Tome 1, 368 pages.*
- [19] Martens A. (2001), *La Finance Islamique : Fondements, théorie et réalité, centre de recherche et de développement économique*, Université de Montréal, cahier 20-2001, 30 pages
- [20] Napoleoni L. et C. Segre (2009), " Une alternative: mécanismes du crédit fondés sur un code éthique ", *Horizons et débats*, 23 mars, no 10, p. 8
- [21] Quiry P., Y. Le fur, M. Sethom et M.Younès (2006), *Actualité : Finance Islamique*, Vernimmen n°51, Octobre
- [22] Ruimy M. (2008), *La finance islamique*, Coll. finance d'aujourd'hui, Paris, éditions Arnaud Franel, juin, 215 pages
- [23] Taha M. (1998), *Promotion et financement des micro-entreprises*, IIRF-acte de Séminaire n°42, 193 pages

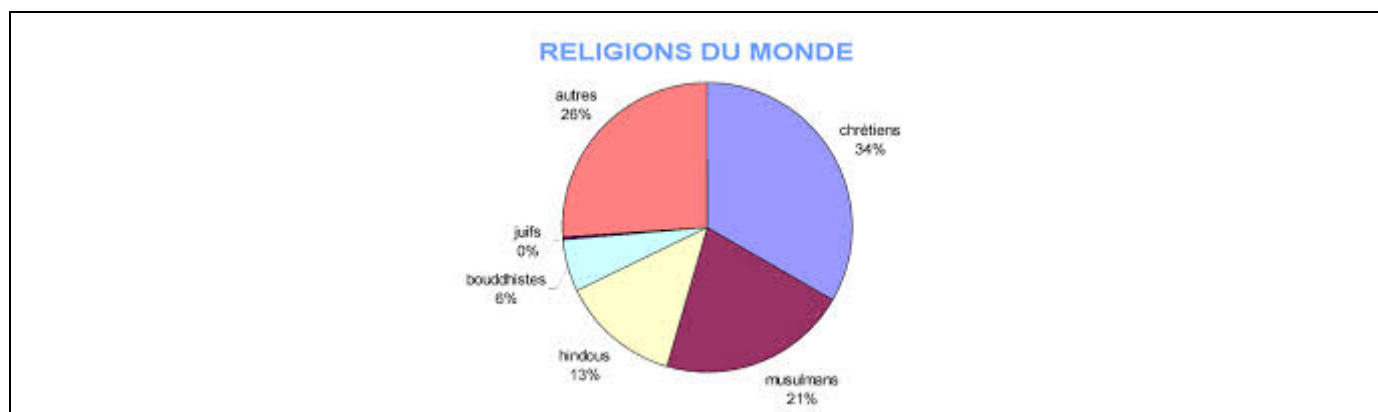
ANNEXES

ANNEXE1 : INSTITUTIONS FINANCIERES ISLAMIQUES PAR REGION

Région	Nombre d'institutions financières	%
Asie du Sud et du Sud-Est	36	42,4%
Pays du golfe	19	22,4%
Et autres du Moyen-Orient	13	15,3%
Afrique	9	10,6%
Europe et Amérique	8	9,4%
Total	85	100%

Source : SOULEIMANI R. (2010), *La finance islamique: évolution et de Licence fondamentale en sciences économique et gestion*, Université Hassan II Casablanca Maroc

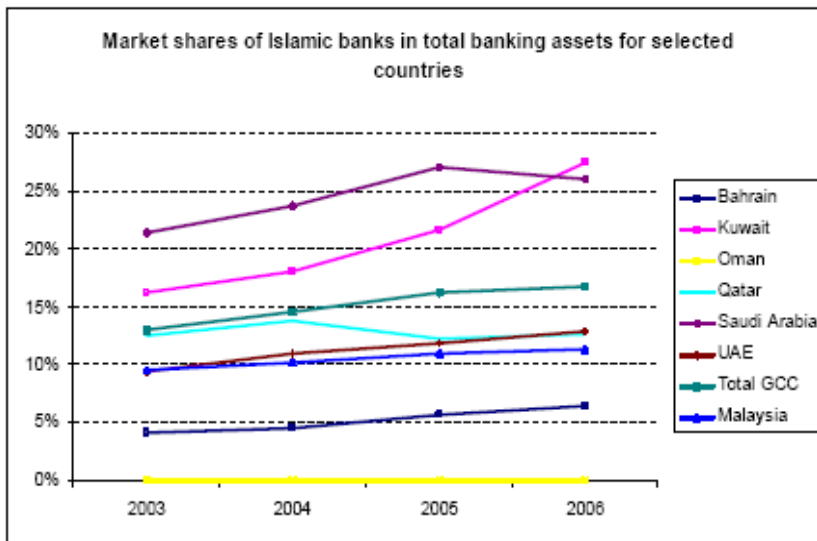
ANNEXE 2 : POPULATION MUSULMANE DANS LE MONDE



Source : *l'International Bulletin of Missionary Research 2008*

ANNEXE 3

Parts de marché des banques islamiques dans une sélection de pays:
à la hausse!



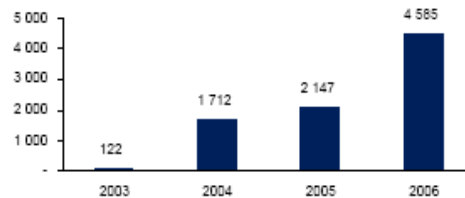
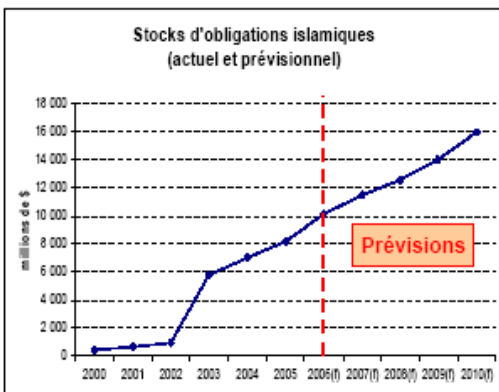
Les marchés bancaires islamiques sont peu désintermédiés, ce qui donne aux banques islamiques une mainmise importante sur les marchés de financement des particuliers et de certaines corporates (*middle market*)... Au total, les banques contrôlent une part de marché d'environ 17%

Source : standards & poor's

ANNEXE 4

Le marché des sukuk cotés doit se développer davantage: seulement \$10-15 mds aujourd'hui

Emission de sukuk dans la région du Golfe (en M\$)



2006: 1^{er} semestre
Sans prise en compte de la dette souveraine
Source: Trowers & Hamlin / Financial Times

Source : standards & poor's

La crise financière internationale : retour sur l'histoire d'un phénomène planétaire

[The international financial crisis: return on the story of a global phenomenon]

Ahmed Alouani

PH.D. of Economics 2007, CEMAFI,
University of Nice-Sophia Antipolis,
Nice, France

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 current financial crisis is the worst that the world has known since the 1930s, it marks the end of an era of credit expansion based on the dollar as the international reserve currency. This crisis is different from previous crises were part of a cycle of boom and bust. The problems started in spring 2007 with the crisis in the American mortgage (subprime) resulting in bankruptcies, including one of America's greatest institutions markets, in what follows we will analyze and determine the causes, consequences of the crisis and proposed solutions to circumvent it.

KEYWORDS: Financial Crisis, Subprime, Causes, Consequences, Solutions.

RESUME: La crise financière actuelle est la plus grave que le monde ait connue depuis les années 1930, elle marque la fin d'une ère d'expansion du crédit fondée sur le dollar comme monnaie de réserve internationale. Cette crise est différente des crises précédentes qui faisaient partie d'un cycle d'expansion et de récession Les difficultés ont commencé au printemps 2007 avec la crise du marché du crédit immobilier américain (*subprime*) qui a entraîné des faillites en chaîne, dont celle des plus grands établissements américains, dans ce qui suit on va analyser et déterminer les causes, les conséquences de la crise et les solutions envisagées pour la contourner.

MOTS-CLEFS: Crise financière, Subprime, Causes, Conséquences, Solutions.

JEL: G15, G21, G33.

1 INTRODUCTION

La crise actuelle est la plus grave que le monde ait connue depuis les années 1930, elle marque la fin d'une ère d'expansion du crédit fondée sur le dollar comme monnaie de réserve internationale. Cette crise est différente des crises précédentes qui faisaient partie d'un cycle d'expansion et de récession, elle est le pic d'un « super-boom » qui a duré plus de vingt-cinq ans.

Les difficultés ont commencé au printemps 2007 avec la crise du marché du crédit immobilier américain (*subprime*¹) qui a entraîné des faillites en chaîne, dont celle de l'un des plus grands établissements américains, l'American Home Mortgage (AHM). Les Etats-Unis enregistrent des déficits extérieurs depuis deux décennies, accumulant une dette internationale énorme estimée à 3000 milliards de dollars. Cette dette est portée par des créanciers étrangers, qu'il s'agisse des bons du

¹ Crédits hypothécaires dont le risque est plus élevé du fait de la moindre qualité des emprunteurs.

Trésor américains détenus par la Banque centrale chinoise, ou de la dette immobilière des ménages américains rachetée par les banques et les investisseurs étrangers, européens notamment.

Conséquence de la mondialisation financière, la crise américaine s'est propagée aux pays dont les banques ont participé au financement très rentable de l'immobilier aux États-Unis. Ainsi en Allemagne, la banque IKB, acteur majeur du financement des petites et moyennes entreprises (PME), s'est trouvée piégée par son exposition aux risques du marché immobilier américain. Elle a dû faire l'objet d'un sauvetage en urgence par les autorités allemandes, pour éviter une contagion aux systèmes bancaires allemand et européen, ce qui ne s'était pas vu depuis la grande crise des années 1930 !

La crise financière s'intensifie désormais avec la débâcle des *Hedge Funds* (fonds spéculatifs) et des *Private Equity Funds*. Bénéficiant de taux d'intérêt très bas, d'une fiscalité très favorable et d'un grand laxisme des autorités financières, ces acteurs ont pris une place centrale sur les marchés financiers. Empruntant massivement auprès des banques, les *Private Equity Funds* ont racheté de nombreuses entreprises en pratiquant des opérations de *leveraged buyout* (LBO²). En d'autres termes, avec un apport de fonds propres réduit à 10%, ces investisseurs ont acheté à crédit des entreprises dans le seul but de les revendre rapidement en réalisant d'appréciables plus-values.

Cette technique du LBO est doublement scandaleuse. D'une part, ces acquisitions à crédit, ou par effet de levier, permettent aux fonds et aux dirigeants de s'enrichir rapidement sur le dos des entreprises et de leurs salariés en faisant rembourser par la société rachetée, via le versement de généreux dividendes, l'essentiel du coût de son acquisition. D'autre part, les LBO ont contribué à gonfler d'une manière excessive les crédits bancaires, ce qui est un des facteurs actuels de déstabilisation des systèmes bancaires. Le resserrement du crédit consécutif à la crise financière actuelle, ainsi que la hausse des taux d'intérêt décidée par les banques centrales, met en difficulté ces prédateurs financiers dont certains ont déjà fait faillite. Ce qui risque d'entraîner la fermeture des entreprises contrôlées par ces investisseurs, avec d'importantes destructions d'emplois à la clé.

Les comportements de spéculation et de prédation des principaux acteurs de la finance internationale (*Hedge Funds*, *Private Equity Funds* et banques) sont largement responsables de la crise financière actuelle, encouragés par le laxisme des autorités financières et monétaires. Celles-ci n'ont pas voulu s'opposer aux pratiques irresponsables qui mettent aujourd'hui en danger la stabilité des systèmes financiers. Cette crise, qui risque de s'étendre, menace la pérennité des entreprises victimes des acteurs de la finance dont le seul objectif est de réaliser des gains à court terme. Dans ce qui suit, on va passer en revue les vraies causes de la crise en particulier son point de départ, ses conséquences et les solutions envisagées pour mettre fin à ce désastre planétaire.

2 LES CAUSES DE LA CRISE FINANCIÈRE

Le capitalisme financier est en crise : faillites bancaires, des milliards de dollars envolés, une croissance mondiale en berne, des gouvernements impuissants, des pertes colossales ont provoqué la faillite de certaines banques (Lehman Brothers, quatrième banque d'investissement de Wall Street, tandis que Merrill Lynch a été reprise par Bank of America. Mais quelles sont les causes de la crise financière mondiale ?

Tout a commencé quand le marché immobilier américain s'est effondré subitement, alors qu'il bénéficiait d'une hausse continue depuis plusieurs années.

Crise immobilière aux États-Unis

Pour financer leur consommation et l'acquisition de leur logement, les ménages américains n'hésitent pas à s'endetter à des niveaux qui dépassent largement leurs salaires. En contrepartie, ils mettent leur bien immobilier en gage. Ce bien est une garantie pour les banques, car si le débiteur ne parvient pas à payer, il voit son bien vendu pour honorer le traitement de sa dette. Lorsque le phénomène prend de l'ampleur et touche un grand nombre de ménages, la vente de leurs biens immobiliers entraîne l'effondrement de la valeur de ces biens. Cette perte de valeur est un manque à gagner pour tout un ensemble d'acteurs. Pour illustrer les causes de cette crise, on va suivre son départ étape par étape.

² *Leveraged Buy Out* : rachat d'entreprise à crédit avec effet de levier

2.1 ETAPE 1 : LE POINT DE DEPART DE LA CRISE FINANCIERE

La crise a débuté à l'été 2007, aux Etats-Unis, à cause des "subprimes" qui sont des prêts hypothécaires consentis à la classe moyenne américaine. En temps normal, un particulier qui souhaite acquérir un appartement peut emprunter en fonction de son salaire et de sa capacité à rembourser, c'est-à-dire que l'emprunt est proportionnel au salaire. Autrement dit un particulier qui n'a pas un salaire élevé ne peut pas consentir un emprunt important. Aux Etats-Unis on a créé ce qu'on appelle les subprime : on emprunte ce qu'on veut (même si le salaire n'est pas très élevé) mais c'est la maison qui est en garantie. En clair, si on ne peut pas rembourser, la banque récupère la maison et la vend. Mais quand les prix de l'immobilier baissent, les banques se trouvent en situation de perte, cas de figure classique : un emprunteur ne rembourse plus, la banque décide donc de vendre sa maison et de tout récupérer. Mais comme les prix de l'immobilier ont baissé, la banque perd de l'argent sur la vente, c'est la crise des subprimes : certaines banques qui avaient eu trop recours à ce type de prêt se sont retrouvés dans une situation financière critique. Et plus de 2 millions de personnes se retrouvent ruinées aux Etats-Unis, faute de pouvoir rembourser les emprunts.

2.2 ETAPE 2 : EFFET NEFASTE DE LA TITRISATION

Pour tenter de limiter les risques de ces crédits d'un nouveau genre, les banquiers ont eu recours à la titrisation. Ils ont transformé ces emprunts en titre sur les marchés boursiers. Concrètement, si un particulier emprunte 1000 euros, il doit en rembourser 1200 euros à la banque avec les intérêts. Pour gagner plus rapidement de l'argent, les banques ont émis des titres de dette, c'est-à-dire un papier donnant droit à ces 1200 euros. Ces titres de dette se sont échangés sur les places boursières.

Quel est l'intérêt pour les acheteurs de ces titres ? Si l'acquéreur achète son titre à 1100 euros, il sait qu'il a la garantie de recevoir 1200 euros. Or, à partir du moment où celui qui doit rembourser l'emprunt pour l'achat de sa maison ne peut plus payer, le titre n'a plus aucune valeur. Ce sont ces montages financiers complexes qui expliquent la chute de la bourse car toutes les banques étrangères, notamment européennes, se sont aperçues qu'elles possédaient des titres de subprime qui ne valaient plus rien. Tout le monde en avait mais personne ne savait vraiment combien.

2.3 ETAPE 3 : LES BANQUES SONT MEFIANTES NE SE PRETENT PLUS D'ARGENT

Dans un premier temps, les banques étrangères se sont voulues rassurantes mais petit à petit la panique gagne alors les marchés car plus personne ne se sent à l'abri. A partir de là, les banques vont se méfier les unes des autres et ne plus vouloir se prêter de l'argent entre elles. Cette crise de confiance des marchés interbancaires va entraîner la faillite de certaines banques, malgré l'injection de milliards de dollars de la réserve fédérale américaine.

2.4 ETAPE 4 : ABSENCE DE LIQUIDITES ET FAILLITE DE CERTAINES BANQUES DES 2007

Souvent les banques n'ont pas les liquidités nécessaires pour accorder des crédits (le flux entre l'argent déposé par des épargnants et l'argent prêté aux autres n'est jamais équilibré à l'instant T). Elles empruntent donc de l'argent à une autre banque pour pouvoir verser la "réserve obligatoire" à la banque centrale afin de pouvoir accorder le crédit au client. C'est une pratique courante : les banques se soutiennent et se prêtent de l'argent entre elles. Mais quand il y a une crise de confiance, c'est tout le système qui est mis en question. Pour éviter un effondrement général, la banque centrale "injecte" des milliards, c'est-à-dire qu'elle permet aux banques de récupérer des liquidités à très faible coût. Malgré cela, certaines banques se sont retrouvées asphyxiées très rapidement : elles ont perdu des sommes colossales avec les subprimes, et elles n'ont pas réussi à poursuivre leur activité de crédit car les autres banques, méfiantes, ont refusé de leur prêter des liquidités pour faire face. De nombreuses banques se sont donc retrouvées dans des situations difficiles : en Grande Bretagne, la Northern Rock a dû être nationalisée, sous peine de disparaître.

2.5 ETAPE 5 : « CONTAGION » DES MARCHES FINANCIERS EN 2008

La plupart des économistes pensaient que le gros de la crise était passé début 2008. Une fois que la crise des subprimes est bien identifiée, que les banques ont revendu ces titres à risques, la crise financière était sur le point de se terminer fin 2007. Mais la crise est repartie de nouveau en février 2008 quand les banques ont arrêté leurs comptes annuels. Les pertes se sont avérées plus importantes que prévu, elles se sont montées à plusieurs dizaines de milliards de dollars. Dès lors, la crise financière qui était d'abord une crise bancaire va se transformer en krach boursier. A chaque mauvaise nouvelle ou publication des comptes d'une banque, le titre de la banque chute sur les marchés financiers. Les banques ont alors des pertes colossales, et comme en 2007, ont du mal à trouver des liquidités. Vu la situation de crise, comme en 2007,

les banques ne se font plus confiance et le marché interbancaire s'écroule. Certains établissements de crédit ont donc vu leur valeur boursière chuté en quelques semaines. Par exemple, AIG (numéro 1 de l'Assurance) a perdu 45% de sa valeur en une semaine et 79% sur un an. Lehman Brothers, la quatrième banque d'affaires de Wall Street, a perdu 45% de sa valeur en une seule journée et 94% sur un an. Certaines banques européennes qui ont investi aux Etats-Unis (et en particulier dans l'immobilier) risquent de lourdes pertes financières, voire la faillite. Par exemple, la cinquième banque anglaise l'est quasiment et les banques allemandes sont très mal prises. En Belgique, on parle de menaces sur Fortis, ce qui aura bien sûr une répercussion sur le reste de l'économie. Jamais des chutes aussi énormes n'avaient été constatées depuis la crise de 1929.

3 LES CONSÉQUENCES DE LA CRISE

Il est trop tôt pour tirer les conséquences de cette crise mais certaines remarques peuvent néanmoins être faites :

3.1 UNE AUGMENTATION DE L'AVERSION A L'EGARD DES RISQUES

Depuis 3 ans, le risque du crédit a été massacré par les marchés, les investisseurs, etc. ; les primes de risque ont été anormalement basses. Jean-Claude Trichet³ parle ainsi à juste titre de "normalisation du risque", l'effet de la crise sera sans doute ressenti pendant quelques années.

3.2 BAISSÉ DE LA CONSOMMATION DES MENAGES

La consommation aux États-Unis constitue l'un des canaux de transmission importants des effets de cette crise. Certains ménages américains sont actuellement victimes d'un double effet de richesse négatif : la chute de la bourse et la baisse des prix des logements. Cette conjugaison de deux effets de richesse négatifs, l'un sur l'immobilier, l'autre sur les actifs financiers, ne s'est pas retrouvée depuis quelques temps. La consommation des ménages américains va ralentir, ces ménages qui font de l'épargne négative vont recommencer à faire de l'épargne positive, ce qui va alimenter le ralentissement américain. Un taux de croissance de 2%, ou un peu moins, ne doit toutefois pas être considéré comme une récession. Par ailleurs, la réactivité de la FED pourra être l'un des vecteurs permettant d'éviter cette récession.

3.3 LES BANQUES DEVIENNENT MEFIANTES ET SELECTIVES

Ce n'est pas prendre de risque que de dire que les banques vont être plus sélectives dans la distribution des crédits. Un "credit crunch", c'est-à-dire une suppression des crédits, semble impensable. Les banques, tout comme les marchés, vont devenir plus sélectifs. Cela se traduira sans doute par une baisse des taux de croissance des crédits en rythme annuel de 10-11% par an, par exemple, pour les crédits à l'habitat dans la zone euro ou en France, à des rythmes qui seront peut-être plus soutenables. Là aussi, ce sera en quelque sorte un retour à la normale.

3.4 LE DOLLAR DEVIENT DE PLUS EN PLUS FRAGILE

Cette crise financière ne revigore pas le dollar, loin de là. Elle renforce sa fragilité qui existait avant la crise et qui est accentuée par les comportements différenciés de la FED et de la BCE.

Dans les mois à venir, le problème que l'Europe devra gérer ne sera pas monétaire mais politique, et il l'est d'ailleurs déjà. Il s'agit du problème du taux de change de l'euro.

Le taux de change va rapidement atteindre 1,40 dollar pour un euro, voire plus. A l'Assemblée générale du FMI et de la Banque mondiale en octobre, sera évoqué le problème de la "guerre monétaire larvée ". En effet, les Américains sont satisfaits de la baisse du dollar ; les Japonais ne veulent surtout pas que le yen monte et la Banque du Japon maintient ses taux très bas (0,5% pour les taux courts). Quant aux Chinois, ils font semblants de réévaluer leur devise. La zone dollar, de fait, s'est agrandie considérablement vers l'Asie. Ce sont donc les Européens qui en subissent les conséquences : l'euro et la livre sterling montent, le franc suisse ne suit pas.

³ *Président de la Banque Centrale Européenne.*

4 SOLUTIONS ENVISAGEES POUR SORTIR DE LA CRISE : UNE TENTATIVE DE SAUVETAGE A COUT DE CENTAINES DE MILLIARDS

Face à ce qui s'apparente à une banqueroute généralisée, les banques centrales et les Etats tentent de venir en aide à tous les établissements les plus fragiles pour éviter des faillites qui auraient des conséquences très importantes sur l'économie réelle. Trois sorties de crise sont exploitées :

-Les banques centrales injectent de nouveau des liquidités pour que ces banques puissent emprunter. Mais cette solution a des limites : la création monétaire doit être fortement encadrée sinon, il y a un risque très élevé d'inflation. Les prix pourraient s'envoler et accélérer ainsi la propagation de la crise dans l'économie réelle.

-Les banques centrales volent au secours de certaines banques en récupérant à leur compte les titres dépréciés, comme les subprimes. C'est ce qu'a fait la banque centrale américaine en mars pour sauver la banque d'investissement Bear Stearns. La banque centrale américaine a récupéré 29 milliards d'actifs toxiques (dépréciés et peu sûrs) et facilité la reprise de Bear Stearns par une autre banque JP Morgan. Là encore, cette solution a des limites. La banque centrale américaine ne peut effacer d'un seul coût des milliards de perte pour chaque banque.

-Le gouvernement américain tente de sauver certains établissements pour éviter un effondrement de tout le système bancaire. Par exemple, Freddie Mac et Fannie Mae, deux géants américains du crédit hypothécaire, ont été placés sous la tutelle du gouvernement. Le trésor américain va dépenser 200 milliards de dollars pour sauver ces deux établissements. Seulement, le gouvernement américain ne peut sauver toutes les banques en difficulté : d'abord parce que cela coûte des milliards de dollars aux contribuables, et ensuite parce que cela donnerait de très mauvais signes aux marchés financiers, qui auraient l'impression de bénéficier d'une certaine impunité. A quoi bon assainir le système si les Etats sont prêts à aider tout le monde à coût de plusieurs centaines de milliards de dollars ? Voilà pourquoi le Trésor américain a refusé de voler au secours de la banque Lehman Brothers, qui a donc fait faillite. De nombreuses banques sont dans des situations difficiles. Le gouvernement américain tente de convaincre le congrès de voter un plan de sauvetage de 700 milliards de dollars. Les marchés financiers sont toujours aussi volatiles, la confiance n'est pas revenue. Tout ceci va avoir des conséquences sur l'économie réelle en France et en Europe : les banques vont durcir les conditions de crédit pour les particuliers (les prêts immobiliers sont plus difficiles à obtenir) et pour les entreprises. Le capitalisme financier connaît donc l'une des plus graves crises depuis le krach boursier de 1929.

Cette crise frappe par sa rapidité et son enchaînement : la crise immobilière américaine s'est transformée en crise financière et bancaire, elle-même entraînant une crise économique mondiale avec des risques de récession aux Etats-Unis, en Europe et partout ailleurs. Signe que la crise est sérieuse, la croissance française ne devrait être que de 1% en 2008, et les chiffres du chômage sont très mauvais au mois d'août : il y aurait entre 30 000 et 40 000 demandeurs d'emploi en plus. Il faut remonter à 1993 pour trouver une hausse aussi brutale du taux de chômage en France.

5 CONCLUSION : QUELQUES ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE CETTE CRISE ET DES RECOMMANDATIONS POUR LIMITER LES DÉGÂTS

La crise a été lente à venir, mais elle aurait pu être anticipée plusieurs années plus tôt. En 2000, la Fed a ramené le taux des fonds fédéraux de 6,5% à 3,5% en l'espace de quelques mois seulement, en 2003 la Fed a baissé ce même taux à 1% et est resté à ce niveau-le plus bas depuis un demi-siècle-durant plus d'un an. Le crédit bon marché a engendré une bulle immobilière, ainsi que d'autres excès.

Certes la difficulté de résoudre cette crise est plus grande qu'en 1930, cependant beaucoup d'économistes⁴ voient une sortie dont les piliers sont : une relance budgétaire, une restructuration du système hypothécaire, une recapitalisation du système bancaire et une réforme du système financier.

1- La relance budgétaire : le plan de relance est déjà avancé mais il sera long à mettre en œuvre et ne sert qu'à limiter la casse. Il faut donc l'accompagner par une réorganisation des deux systèmes hypothécaire et financier.

2-La restructuration du système hypothécaire : Il y a désormais un grand risque que les prix de l'immobilier baissent trop et cette baisse grève les banques, pour cela il faut réduire le nombre de saisies et faciliter la propriété du logement tant pour les

⁴ En particulier Georges Soros, président du Soros Fund Management, financier international avisé, il est connu pour ses prises de position dans le domaine de la finance mondiale.

nouveaux accédants que pour les propriétaires en place. En outre il faudra refondre complètement le système hypothécaire, le remplacer par un système nouveau exempt des défauts qui sont à l'origine des difficultés actuelles.

3-La recapitalisation du système bancaire : à ce niveau le modèle espagnol présente quelques caractéristiques enviables et avoir su, mieux que le système américain, tenir le choc d'un tel crash immobilier.

REFERENCES

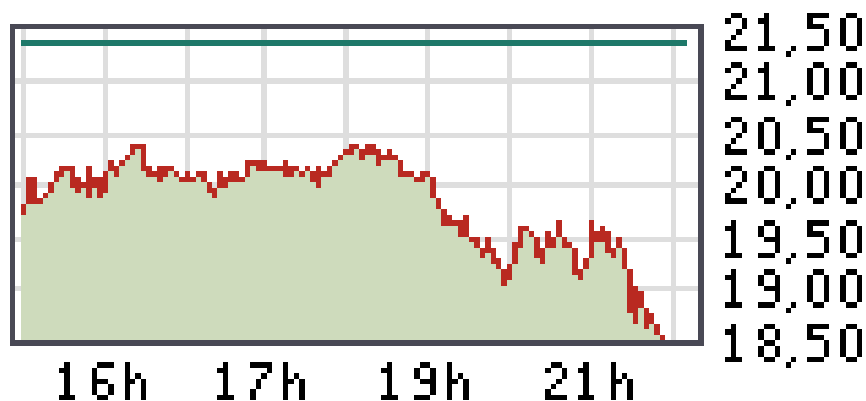
- [1] **Abadie L.** (2008), *La crise financière en 2008-2010*, éd. Edouard Valys.
- [2] **Artus P.** (2008), *La crise financière : causes, effets et réformes nécessaires*, Les cahiers du cercle des économistes.
- [3] **Aglietta M.** (2008), *L crise. Pourquoi on est en arrivé là ? Comment en sortir ?* Ed. Michalon
- [4] **Aglietta M.** et L. Berrebi (2007), *Désordres dans le capitalisme mondial*, éd. Odile Jacob
- [5] **Attali J.** (2009), *La crise, et après ?*, Livre de poche
- [6] **Baverez N.** (2009), *Après le déluge la grande crise de la mondialisation*, Perrin
- [7] **Blache D.** (2009), *La régulation des banques de l'Union européenne face à la crise*, éd. : Revue Banque.
- [8] **Boyer R., M. Dehove et D. Plihon** (2004), *Les crises financières*, Rapport du Conseil d'analyse économique.
- [9] **Kindleberger C.** (1994), *Histoire mondiale de la spéculation financière*, éd. PAU.
- [10] **Jacquillat B. et V. Lévy-Garboua** (2009), *Les 100 mots de la crise financière*, PUF
- [11] **Jorion P.** (2008), *La crise. Des subprimes au séisme financier planétaire*, Fayard
- [12] **Le Monde Diplomatique**, mercredi 8 août 2007.
- [13] **Le Point**, 14 octobre 2008
- [14] **Lordon F.** (2008), *Jusqu'à quand? Pour finir avec les crises financières*, éd. Raison d'agir.
- [15] **Pastré O. et J. M. Sylvestre**(2008), *Le roman vrai de la crise financière*, Perrin
- [16] **Pigasse M. et G. Finchelstein** (2009), *Le monde d'après Une crise sans précédent*, éd Plon.
- [17] **Quatrepoint J.M.** (2008), *La crise globale*, Fayard
- [18] **Questions D'Europe** (2007), N°77, 29 octobre
- [19] **René R.** (2008), *Rapport sur la crise financière*
- [20] **Soros G.** (2009), *Mes solutions à la crise*, Hachette Littératures, septembre
- [21] **Soros G.** (2008), *La Vérité sur la crise financière*, Denoël

ANNEXES



Merrill Lynch & Co Inc

Le 15/10/08 - 21:50



18,53 USD

-13,21 %

Détail Cours : 7,5 milliards de dollars de pertes pour Merrill Lynch au troisième trimestre

The Feasibility of Movement to a Customs Union (CU) in the Southern African Development Community (SADC)

Vincent Itai Tanyanyiwa¹ and Constance Hakuna²

¹Department of Geography and Environmental Studies, Zimbabwe Open University, P. O. Box MP 1119, Mt. Pleasant, Harare, Zimbabwe

²Ministry of Foreign Affairs, Munhumutapa Building, Samora Machel Ave P.O. Box 4240 Harare, Zimbabwe

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

ABSTRACT: The predecessor of the Southern African Development Community (SADC) was the Southern African Development Co-ordination Conference (SADCC), established in 1980 in Lusaka, Zambia. In 1992, Heads of Government of the region agreed to transform SADCC into SADC, whose focus is on integration of economic development. SADC members are Angola, Botswana, DR Congo, Lesotho, Madagascar, Malawi, Mauritius, Mozambique, Namibia, Seychelles, South Africa, Swaziland, Tanzania, Zambia and Zimbabwe. The targets and timeframes for the integration milestones are as follows: Free Trade Area, Customs (CU), Common Market, Monetary Union and Single Currency. A Customs Union is where a group of countries that have established a free trade area agree on common external tariffs and a common external trade policy. The first major challenge of the proposed transition from the SADC Free Trade Area to a SADC CU is the establishment of a single Common External Tariff (CET), which is a complex process to negotiate. Within SADC there are currently 11 individual tariff policies that will need to converge into a single and uniform tariff regime. Addressing the conflicts that may arise from attempting to service obligations from membership in multiple regional and international bodies, such as customs unions and common markets is difficult and the development of policies and strategies that are targeted at supporting vulnerable groups, rural and urban poor, small businesses, informal operators and women within SADC is insurmountable. For the SADC to succeed, the creation of SADC Customs Union (CU) will be obligatory. The goal of this paper is to analyze various economic and political-economy-related issues associated with the process of creating an SADC CU whose thrust is liberalization of intra-union trade that creates incentives for all parties to reduce their remaining tariffs.

KEYWORDS: common external tariff, customs union, free trade area, regional integration, SADC

1 INTRODUCTION

This research probed into the neo-classical theory of regional integration and how it has shaped the idea of regional integration in SADC. Migrating to a customs union (CU) is the next stage in achieving deeper regional integration within SADC if the linear model of regional integration, as posited by the neo-classical theory is to be adhered to. Literature reviewed tends to mostly look at how SADC has missed its deadline for the CU and the implications of a CU in SADC. There is dearth of literature on the feasibility of a customs union in SADC hence this study tries to address this anomaly. Customs unions are arrangements among countries in which the parties do two things: (a) agree to allow free trade on products within the customs union, and (b) agree to a common external tariff (CET) with respect to imports from the rest of the world. Customs unions and preferential trade arrangements have become increasingly important in recent years. The most famous example of a customs union is the European Union (EU). Trade among the member states of the EU flow tariff free, and regardless of which country in the EU imports a product, the same tariff is paid. The CET is what distinguishes a customs union from a free trade area. In a free trade area, trade among the member states flow tariff free, but the member states maintain their own distinct external tariff with respect to imports from the rest of the world. The North American Free Trade Agreement (NAFTA)

is the best known example of a free trade agreement. Canada, the United States, and Mexico (member states of NAFTA) do not share a common external tariff, despite allowing free trade on products traded among the three countries.

2 OBJECTIVES

The study sought to establish the feasibility of a Customs Union within SADC.

3 THEORETICAL FRAMEWORK

The theories surrounding regional integration (RI) are many, and these include functionalism, relativism, inter-governmentalism, neo-classical theory, trade theory among others. However this research is premised on the neo-classical theory.

3.1 NEO-CLASSICAL THEORY

Neoclassical theory starting with Viner in 1937, further refined first by Meade and later by Balassa in 1961 developed a six-stage model of economic RI. Each step is regarded as a precondition for reaching the next as it provides the required achievements for further regional integration. The underlying principle of the neo-classical theory is that of market integration, implying that increasing liberalization of goods, services, labour and capital is the path to a fully integrated region and this should happen through linear stages [1] The stages are as follows;

- Preferential trade area-an arrangement in which members apply lower tariffs to imports produced by other members than to imports produced by non-members. Members can determine tariffs on imports from non-members.
- Free trade area - a preferential trade area with no tariffs on imports from other members, as in preferential trade areas, members can determine tariffs on imports from non-members.
- Customs union - a free trade area in which members impose common tariffs on non-members, members may also cede sovereignty to a single customs administration.
- Common market - a customs union that allows free movement of the factors of production (such as capital and labour) across national borders within the integration area.
- Economic union - a common market with unified monetary and fiscal policies, including a common currency.
- Political union - is the ultimate stage of integration, in which members become one nation. National governments cede sovereignty over economic and social policies to a supranational authority, establishing common institutions and judicial and legislative processes including a common parliament. Countries can start with any of these arrangements but most begin by removing impediments to trade among themselves. They then introduce deeper and wider integration mechanisms [2].

[3] however highlights that the limited achievement of the market integration efforts following independence has opened a debate about the efficacy of such a policy under present African conditions. Critics have declared market integration a failure. They argue that the model, taken from the experience of highly industrialized European countries that have a high level of trade among them, is not relevant to Africa, where both trade among countries and the levels of industrialization are low. The range of tradable commodities is seen as limited, and the transport and communication infrastructure inadequate. They recommend that the market integration approach be abandoned and that a new approach that emphasizes broadening the regional production base take its place.

[1] argue that theory and practice often differ when it comes to implementation of the market integration approach in developing economies. In the case of RI, the discrepancies between the neoclassical theoretical approach and reality have been particularly big when applied to RI amongst developing countries; hence this could be a reason why regional integration has been largely unsuccessful in Africa. He however criticizes the model when he emphasizes that the neoclassical approach to regional integration does not usually sufficiently take into account the differences in the resource endowment, political power and economic opportunities between the member states of a regional integration scheme. He also concurs with [3] that pure neoclassical approaches tend to overlook developmental requirements of RI outside the industrialized North as the concept was not developed for developing countries, further highlighting that the approach does not offer any real strategy for regionally integrated developing countries to react to the challenges of globalization. [4] posit that African governments have been preoccupied with negotiating preferential agreements and have given less attention to the real issues: the non-competitiveness of products of member states compared with third-country suppliers, the high cost of doing business, the shortage of foreign exchange and credit, and the restrictions on free trade, services and movement.

[5] further criticizes the neo-classical model highlighting that part of the problem of African RIAs may lie in the paradigm of linear market integration, marked by stepwise integration of goods, labour and capital markets, and eventually monetary and fiscal integration. She argues that this model tends to focus more on border measures such as the import tariff, whereas supply-side constraints may be more important. She highlights that the modern trend in regional integration now describes a deeper integration agenda to include services, investment, competition policy and other behind-the-border issues which can address the national-level supply-side constraints far more effectively than an agenda which focuses almost exclusively on border measures and that African RECs should consider adapting to these trends in order to obtain the most out of regional integration.

4 MOVEMENT TO A SADC CUSTOMS UNION

SADC's road map for deepening regional integration aims to follow the neo-classical approach to integration through progression through the various stages of integration. To achieve this, SADC laid out benchmarks for achieving deeper regional integration objectives. According to [6] SADC was scheduled to have an FTA by 2008, a Customs Union by 2010, a Common Market by 2015, a Monetary Union by 2015 and a regional currency by 2018, as highlighted in the Regional Indicative Strategic Development Plan (RISDP), a document that provides direction with respect to SADC programmes, projects and activities [7]. However these plans have been stalled as the FTA is still not consolidated. An audit portrayed in [8] shows that the Southern African Customs Union (SACU) countries within SADC (Botswana, Lesotho, Namibia, Swaziland and South Africa) have completed their tariff liberalisation commitments under the SADC FTA, other countries are lagging behind, Zimbabwe has requested for derogation from implementing tariff phase downs on certain products and DRC, Seychelles and Angola are not yet participating in the FTA. As a result, migrating to the next stage of a customs union presents challenges as all members have to be on the same page with regards to tariff phase downs under the FTA.

[6] argues that the lack of technical and financial capacity of the SADC Secretariat was the main driving force behind the failure by SADC to launch a Customs Union in the planned timeframe. The Customs Union launch, once missed in 2010 was rescheduled for 2012, then 2014 and now is scheduled for implementation after 2016. According to Peters-Berries (2010), the positive effects to be expected from abolishing internal trade barriers within the FTA are increased intraregional trade (within the region) and increased intraregional investments (inside the FTA) from within and from outside the FTA. The creation of an FTA increases the market volume in terms of potential customers and makes it thus attractive for businesses to invest. If an FTA has achieved its objectives (abrogation of internal tariffs), its member states may feel it is time to progress to the stage of a CU. In contrast to an FTA, a CU has not only liberalized its internal trade, but also unified the external customs tariffs of its members.

5 BENEFITS OF A CUSTOMS UNION

The positive effects to be expected from the establishment of a CU can be summarized as follows according to [1]

- Efficient allocation of production factors in the most suitable country within the union: if all countries have the same external customs tariffs and there are no tariffs inside the regional grouping, new investments will naturally take place in the country where the best conditions can be found.
- Trade creation effects as a result of the efficient allocation of production.

6 LIMITATIONS OF A CUSTOMS UNION

However, [1] also highlights that CUs are far from being the ultimate and most efficient stage of regional integration. They also have potential inherent problems that express themselves most often as;

- An increase of the joint external tariffs, which enhances the immediate danger of trade diversion.
- An unequal distribution of customs revenue, which causes friction between member states.

Schiff and Winters (2003) propose that from the neoclassical point of view, a CU only makes economic sense if the effect of trade creation outweighs that of trade diversion. Under most circumstances, Customs Unions are more efficient than FTAs and allow greater market integration, but they also require more coordination and place tighter constraints on individual member policies and sovereignty. A major worry for FTA members is trade deflection; the redirection of imports from third countries through the FTA member with the lowest external tariff. The usual solution is rules of origin, the apparently reasonable requirement that goods qualifying for tariff free trade should be produced in a member country rather than just pass through member countries.

In practice, rules of origin often become instruments of protection. Trade diversion will result if the rules of origin create an incentive for producers in one partner to purchase higher cost inputs from another even though cheaper inputs can be had from the rest of the world. The more restrictive the rules of origin, the greater the scope for trade diversion on intermediate products. At some point, however, the rules become so restrictive that producers opt to source inputs from outside the free trade area and forgo duty-free access. Rules of Origin (RoOs) also pose governance problems for developing countries. They take considerable effort to negotiate and are opaque and complex to operate [9] According to [10] the importance of flexible rules of origin is witnessed by the experience of Lesotho under the African Growth Opportunities Act (AGOA). As a developing country, Lesotho is allowed more flexible RoO than non-LDCs where it is allowed to source textiles from anywhere in the world to use in its garment manufacture and these exports still classify as originating from Lesotho. Since 2001, Lesotho has seen its exports to the USA increase by 63% to US\$130 million, and the garment sector is now the largest employer in the country. What this derogation in the RoO allows is for Lesotho to source from the cheapest producer of fabric and therefore its exports are more competitive.

However, SADC Rules of Origin are restrictive, and are hence a contentious issue. Migrating towards a Customs Union without reaching a consensus on the SADC RoOs is highly unlikely as member states may not be cooperative. [11] in [10] argue that the current rules of origin [in SADC] are both complex and restrictive and the continuation of this approach to rules of origin will seriously impede regional integration in SADC, even when tariff barriers on intra SADC trade disappear. Furthermore they will make SADC, at best, irrelevant in promoting integration and competitiveness of SADC industries in the global economy. However, [9] further explain that Customs Unions have common external tariffs and so do not formally need rules of origin. Provided that they also define and enforce any non-tariff protection measures at the bloc level, they can, at one stroke, avoid all the administrative costs and distortions associated with rules of origin. Hence a Customs Union could eliminate all the conflicts within SADC with regards to RoOs.

The formation of Customs Union between neighbours is to reduce the transactions costs involved in border formalities. [9] highlight that these are often more important hindrances to trade than customs duties and are far more likely to be avoidable between contiguous than between distant countries. Even for neighbours, however, eliminating these costs can be a complex process; the EU took from 1957 until the mid-1990s to get close to having “invisible borders” between even a subset of its members. However, in Africa, such Non-Tariff Barriers to trade are prominent. Non-tariff barriers to trade may have similar effects to tariffs: they can increase domestic prices and impede trade to protect selected producers at the expense of other economic agents; they may also tax exports [12]

According to [13] shipping a car from Japan to Abidjan costs US\$ 1,500, while shipping that same vehicle from Addis Ababa to Abidjan would cost US\$ 5,000. This implies high transport costs within Africa as compared to other regions. Therefore unless NTBs, such as, regional infrastructure and reduction in border formalities through harmonized procedures are addressed to facilitate trade, formation of a customs union may not necessarily reduce NTBs and hence member states may not benefit from the Customs Union as is expected and this reduces the feasibility of a Customs Union. [9] also highlight that a customs union can also help avoid the costs of smuggling or tax competition. Senegal has long sought to form a customs union with The Gambia to remove the incentive for its citizens to smuggle in imported manufactures from that country. [14]; [9] estimates that for many years such smuggling generated a significant proportion (an estimated 25 percent in 1980) of The Gambia’s revenues from import duties at Senegal’s expense. Harmonizing non-tariff barriers, however, is a demanding requirement. In effect; a customs union needs to have not only a common external tariff (CET) but also a trade policy that is common in all respects. Customs unions are thus a good deal more complex to create than FTAs. Although they offer greater market integration and lower costs, they also require more ongoing coordination. Adopting a CET means reconciling the interests of member states and then establishing continuing political arrangements to deal with subsequent adjustments for example, modifications stemming from global trade talks, or the imposition of temporary safeguards, antidumping duties, or anti-subsidy duties. Those arrangements may imply substantial loss of sovereignty over trade policy instruments and revenue sources. For the SADC Secretariat, a Customs Union would entail more work in terms of on-going coordination and other administrative requirements. However, with the current low levels of technical and financial capacity of the REC, this may be an insurmountable task. It is therefore crucial for the SADC Secretariat to be adequately capacitated before the movement to a Customs Union.

7 INTRA-SADC TRADE

Regional Economic Communities (RECs) have fostered trade development through programmes aimed at achieving a free-trade area, a customs union, and a common market. However, numerous initiatives and decades of experimentation with integration in Africa have brought no significant improvements to intra-REC and intra-African trade [13].

According to [12] the main regional driver of trade within SADC, in terms of both exports and imports, is South Africa. Its regional importance is much more pronounced as a source of other members' imports than as a destination for their exports. Angola is a lesser, but increasingly important regional partner in terms of its imports as well as its exports (which are concentrated in fuels). All SADC countries depend heavily on the EU for export sales. Botswana has the highest dependence, selling 76 percent of its exports to the EU (primarily diamonds in the mining sector). Other SADC countries send between 28 percent (Zambia) and 39 percent (Malawi and Mozambique) of their total exports to the EU. There is little trade among the SADC countries, with the exception of South Africa being an important destination for [15].

[16]; [12] point out that empirical evidence on the effectiveness of regional trade agreements in promoting intra-African trade is limited. By this they thus entail that RIAs do not necessarily promote intra-African trade. However, one can argue that other RIAs such as the EU and the ASEAN have experienced massive growths in intra-REC trade which has spurred economic development in their member states. One intended effect of a regional trade agreement (RTA) is, through the reduction and removal of tariffs, to enable more efficient producers in a region expand production (and reap economies of scale and scope) to the advantage of consumers and the detriment of less competitive producers. However, this potential may be limited unless other barriers to trade are also addressed, and harmonized. The process of fostering closer regional integration means developing new policy tools. This includes the development of regional Non-Tariff Measures (NTMs) to increase intra-regional trade flows, such as harmonized standards to facilitate trade, as well as rules of origin (RoO) which are required to avoid trade deflection [12]. [12] in their analysis on impediments to intra-SADC trade also suggest that the imposition of Non-Tariff Barriers (NTBs) by SADC countries is usually handled better by non-SADC than SADC countries, and within SADC by the economically larger members. In light of these results, initiatives aimed at tackling NTBs and their impacts on trade at the regional level become even more important.

[12] further revealed that because intra-regional trade in Africa covers only a small percentage of total trade, any trade (and hence economic) effect of lower tariffs is likely to be small. Others have therefore argued that an alternative approach could be to foster deeper integration through the harmonization of trade rules and standards and institutional co-operation [17]: [12] The reduction of NTBs and harmonization of other non-tariff measures (NTMs) such as standards and customs clearings procedures constitute a deeper form of integration, with the potential for more dynamic gains in terms of trade creation if harnessed correctly. [18] argues that a greater potential for welfare gains exists from trade between countries with vastly different factor endowments. This could take the form of the inclusion of a more developed country within South-South FTAs, leading to North-South-South arrangements. It is usually emphasized that countries with more diversified exports base are suitable candidates for a successful RTA [19]. Given that SADC countries have concentrated and similar comparative advantages, an analysis carried out by [19] suggested that the room for further trade within SADC is limited.

Sub Saharan Africa (SSA) has the lowest share of intra-regional exports as a proportion of total trade in the world and this has been the case since the 1980s. There has been growth in intra-regional exports since the 1990s, from 6% in 1990 to 12% in 2000, compared to an increase of just 3% between 1980 and 1990. But this growth has not been sustained: intra-regional exports were 12% of total exports in 2008, the same level as in 2000. Despite this, it is important to point out that unlike some other regions such as developing America; SSA has not seen its intra-regional exports decrease. But nor has it seen a rapid increase in intra-regional exports as other regions such as developing Asia, which managed to almost double its intra-regional exports over the period 1980–2008 [12].

[19] point out that some results and ongoing researches show that development of intra industry trade might have trade creation effects in the region. Even though regional integration might be seen as a tool to increase the power of negotiation vis-à-vis other trading blocs, it is important that SADC countries give weight to their national industrial development strategy which can be complementary to the regional initiative. Chauvin and Gaulier (2002) further posit that indeed, regional trade integration by itself is not a sufficient tool to contribute to economic development. In this respect and as an example, the improvement in infrastructure may be a prerequisite for successful trade integration and growth. There are hence a number of other factors to consider in the development of the regional integration agenda within SADC. Movement to a customs union should be preceded by measures which will enhance intra-SADC trade in order for the successful implementation of a customs union.

8 MEASURES TO IMPROVE THE IMPLEMENTATION OF THE CUSTOMS UNION IN SADC

A number of measures could be co-opted to improve the movement of SADC into a customs union and finally into a single currency regional bloc. Some of these measures include the following ;

- Establishment of Effective Monitoring and Evaluation Mechanisms: There is need to institute effective monitoring and evaluation mechanisms to measure achievements of milestones and accomplished targets. This should be preceded by timely and effective dissemination of agreed decisions at the SADC level to the operatives for implementation.
- Consider instituting measures to enhance adherence by Partner States to the provisions of the CU Protocol and timely implementation of Community Decisions: This will also aid transparency and uniform application and implementation of the Treaty and CU Protocol across all Partner States, This could be in the form of penalties, sanctions or compensations should such delays cause injury to the economies of the other Partner States
- Embark on maintaining uniform protection of sensitive products and avoid arbitrary pre budgetary reviews at national levels: The protection of sensitive products should remain uniform within all the Partner States. This will, not only discourage smuggling but also, enhance predictability and credibility in the eyes of investors.
- Streamline the application of rules of origin: Effort should be made to avoid delays in the issuance of certificates of origin. This is particularly important for traders of perishable products such (as dairy products, vegetable, fruits, etc) and will go a long way in bringing into the formal sector the small-scale traders involved in informal cross-border trade. This will also help in capturing more of the unrecorded cross-border trade.
- Evaluate the value of the exemptions and remissions system: Remissions should be harmonized with the national investment incentive packages in order to rationalise the incentive regime throughout the region.
- Simplify and rationalize cross-border trade procedures: Disparities in the administration and application of clearance procedures in major border points should be removed. This is brought about by shortages of various customs documents and in-adequacies of staffing levels which affect the duration and other requirements for cross-border trade. There is need to standardise all procedures and ensure all documents are readily available.
- Accelerate harmonisation, development and implementation of SADC standards: For successful operation of the CU, the issue of standards is very critical and must be address quickly. Lack of standards means that goods cannot move freely within the region or are traded with national standards which must be certified first by the national bureaus of standards, often leading to delays. Harmonization, adoption and implementation of regional standards not only ease the flow of goods across borders, but they also guarantee quality and safety of traded goods.
- Domestication and sensitization about SADC competition law: There is need for all Partner States to domesticate the regional laws into the existing national competition laws and regulations.
- Establish rapid response units to address reported NTBs: the establishment of rapid response units within the ministries of trade will facilitate faster and effective means of dealing with reported cases of NTBs: , most of which arise out of ignorance or lack of information on the part of technical officials or temptations for rent seeking. In addition, this will allow the national NTB monitoring committees to deal with .These focal points should be established within the ministries of trade with contacts (mobile telephone numbers, e-mail addresses) which should be accessible twenty four hours.
- Augment knowledge regarding the customs union: The study established a relatively low level of awareness about the customs union, this could be improved in form of lectures, briefs, workshops, press interviews, meetings, etc. greater awareness about the CU and its potential advantages (such as existing production and market opportunities) will stimulate further intra-regional trade in both agricultural and manufactured commodities.
- Assess and reinforce the penalties for distortion of clearance documents and related fraud cases: Cases of falsification of clearance documents by traders lead to loss of revenues, but also encourage 'rent-seeking' thereby enhancing hidden trade costs.
- SADC need not discard everything to do with, e.g., the European integration model as totally unbecoming for Africa to follow because there are lessons which Africa can learn from the way regional integration progressed in these countries which can be beneficial for SADC to follow. For example, SADC could follow the route being followed by most RECs in the developed world nowadays, of pursuing regional value chains or component manufacture of products, where a raw material for a certain good may be produced in one country, processed in another country and marketed in another leading to an end result which can be labelled a SADC product.
- CU needs to be supported by other measures such as development of infrastructure and addressing member states' supply-side constraints and link production areas to markets. In addition, measures to support development of human resources across the region are similarly important.
- Due to the limited diversification of industrial output in African economies, SADC member states are presented with an opportunity in diversifying their products through creativity and innovativeness in order to gain a competitive edge within the large market created by the SADC trading bloc.

9 CONCLUSION

The study sought to establish whether the customs union, (which is the next stage that SADC seeks to achieve according to the linear model proposed in the neo-classical approach to integration) is feasible. The study found out that the establishment of a customs union is to a larger extent, not feasible in the short term given the current state of affairs within SADC but could be considered as a long term objective, provided the status quo changes.

REFERENCES

- [1] C. Peters-Berries. (2010), *Regional Integration in Southern Africa – A Guidebook*, Capacity Building International, Germany
- [2] J.L.Mambara, (2007), *Assessment of benefits of regional integration in SADC and COMESA-a gender analysis*, Trade and Development Studies Centre [TRADES CENTRE] Harare, Zimbabwe
- [3] F. Cameron (2010), *The European Union as a model for Regional Integration*, Foreign Relations Press, Berlin[Online] Available: <http://www.cfr.org/world/european-union-model-regional-integration/p22935> (August 23, 2014).
- [4] Clapham. C. et al (2001), *Regional Integration in Southern Africa: Comparative International Perspectives*, South African Institute of International Affairs, Natal Witness Print, South Africa
- [5] T.Hatzernberg. (2011), *Regional Integration in Africa*, Trade Law Centre for Southern Africa (TRALAC), South Africa
- [6] Malhotra et al (2012), *Regional Integration in Southern Africa: Binding Obstacles and Practical way Forward*, Woodrow Wilson School of Public and International Affairs, Graduate Policy Workshop Report, USA
- [7] SADC (2012) *Resource Mobilisation Strategy*, Areas Dynamics, Gaborone Botswana
- [8] P. Kalenga (2012), *Regional Integration in SADC: Retreating or forging ahead?* Trade Law Centre (TRALAC), South Africa
- [9] M. Schiff and Winters L.A. (2003), *Regional Integration and Development*, World Bank, Washington D.C
- [10] H. McLeod. (2003), *Regional Integration and the Role of Donors*, published in *Monitoring regional integration in Southern Africa: yearbook*. - Stellenbosch: TRALAC, ZDB-ID20862763.-Vol.3.2003, p.220-242 [Online] Available: <http://faculty.ksu.edu.sa/mahmoud/DocLib7>(August 10, 2014).
- [11] F. Flatters. 2002. "SADC Rules of Origin: Undermining Regional Free Trade". Prepared for TIPS Forum, Johannesburg, South Africa. Website: ffthai.com
- [12] Keane et al, (2010), *Impediments to Intra-Regional Trade in Sub-Saharan Africa*, Overseas Development Institute, London Kritzinger, (undated) *Regional Integration: Concepts, Advantages, Disadvantages and Lessons of Experience* [Online] Available: <http://siteresources.worldbank.org/EXTAFRREGINICOO/Resources/Kritzinger.pdf> (August 30, 2014).
- [13] United Nations Economic Commission for Africa (UNECA) (2010), *Assessing Regional Integration in Africa IV: Enhancing Intra-African Trade*, Addis Ababa, Ethiopia 14 Robson, P. 1998. *The Economics of International Integration*, 4th edition. London, Routledge.
- [15] L. Jeffrey D., S. Robinson and K. Thierfelder (2002), *Free Trade Agreements and the SADC Economies*, Washington D. C., the World Bank, Africa Region working paper 27. (Pub. in *Journal of African Economies*, vol. 12, no.2, pp. 156-206, 2003). Lewis et al (2002), *Free Trade Agreements and the SADC Economies*, Africa Region Working Paper Series No. 27, World Bank
- [16] Y.Yang and S. Gupta S. (2007), "Regional Trade Arrangements in Africa: Past Performance and the Way Forward", *African Development Review*, vol. 19, n. 3, pp. 399 - 431.
- [17] K.R., Holmes, Feulner, E.J., & O'Grady, M.A. 2008. 2008 Index of Economic Freedom. The Heritage Foundation, Washington D.C. and Dow Jones & Company, Inc., New York.
- [18] T. Venables (2003), "Winners and Losers from Regional Integration Arrangements," *The Economic Journal*, Volume 113 (490) pp 747-761
- [19] S.Chauvin and G.Gaulier (2002), *Prospects for Increasing Trade among SADC Countries*, *Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII)*, CEPII Working paper No2002-12, Trade and Industrial Policy Strategies.

QUELQUES ASCPECTS SÉISMIQUES PRECEDANT L'ÉRUPTION DU NYAMULAGIRA 6 NOVEMBRE 2011, REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

[SOME SISMIC ASPECTS PRIOR THE NOVEMBER 06, 2011 NYAMULAGIRA ERUPTION, DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO]

Silvanos Fiam Bondo¹, Clarisse Balegamire Njovu¹, Jean Robert Nshokano², and Justin Lonji Lubula¹

¹Département de Géophysique,
Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN/Lwiro),
Sud Kivu/DS Bukavu, RD Congo

²Centre de Recherche Géologique et Minière,
Station du Sud – Kivu/Lwiro, 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: The Nyamulagira volcano enters in eruption approximately each 2 years and the last eruption of November 06, 2011 was started 22 months after that of January 02, 2010. The aim of this work is the characterization of some aspects of seismicity prior the Nyamulagira eruption on 2011 by temporal analysis of the hypocenters (epicenters and depths), earthquake number and spectral frequency. A temporal evolution showed that the seismicity rate, the hypocenters, the corner frequency and energies release vary and give a comprehension of the behavior of the volcanic activity. 10 months before the eruption, earthquakes were deep (10 - 30 km) and scattered with weak corner frequencies (< 2.6 Hz) in the field of Nyamulagira. That confirms a partial melt or deep magmatic intrusion with weak displacement. The magmatic migration starts between April and October 2011 with shallow earthquakes (0 - 5 km) and high corner frequency and high energy. This period prepares a pathway of magma to the surface. The frequency and energy were then higher in the last swarms of 04 and 05 November 2011, 2 days prior the eruption. This last seismicity denote at the same time a magmatic intrusion, a fracturing of the weakness zones and an extrusion of the lava at the surface. A deep investigation of these parameters on several eruptive cycles would facilitate the knowledge of the magmatic dynamics of Nyamulagira volcano and also the predictive approach of its eruptions.

KEYWORDS: Hypocenters, corner frequency, swarms, energy release, earthquake number.

RESUME: Le volcan Nyamulagira entre en éruption environ chaque 2 ans et la dernière éruption du 06 Novembre 2011 s'est produit 22 mois après celle du 02 janvier 2010. L'objet de ce travail est la caractérisation de certains aspects sismiques précédant l'éruption du Nyamulagira en 2011 par analyse temporelle des hypocentres (épacentres et profondeur), nombre des séismes et la fréquence spectrale. Une évolution temporelle a démontré que le nombre de sismicité, les hypocentres, la fréquence coin et les énergies varient et donnent une compréhension du comportement de l'activité volcanique. 10 mois avant l'éruption, les séismes ont été profonds (10 – 30 Km) et dispersés avec des fréquences coin faibles (< 2.6 Hz) dans le champ du Nyamulagira. Cela confirme une fusion partielle ou une intrusion magmatique en profondeur avec faible déplacement. La migration magmatique commence entre Avril et Octobre 2011 avec des séismes superficiels (0 – 5 Km) et à haute fréquence coin et énergie élevée. Cette période prépare une voie de passage au magma pour la surface. La fréquence et l'énergie étaient alors plus élevées dans les derniers essaims du 04 et 05 Novembre 2011, soit deux jours avant l'éruption. Cette dernière sismicité dénote à la fois une intrusion magmatique, une fracturation des zones de faiblesse et une extrusion

de la lave à la surface. Un approfondissement de ces paramètres sur plusieurs cycles éruptifs faciliterait la connaissance de la dynamique magmatique du volcan Nyamulagira et aussi l'approche prédictives de ses éruptions.

MOTS-CLEFS: Hypocentres, fréquence coin, essaims, énergie libérées, nombre des séismes.

1 INTRODUCTION

L'éruption du volcan Nyamulagira du 06 novembre 2011 avait commencé à 17h55 minutes TU dans son cratère et ensuite sur le flanc Sud Est, zone dans laquelle toute la grande activité s'y était concentrée pendant environs trois mois. Cette éruption a eu lieu seulement 22 mois après celle du 02 Janvier 2010. Le lieu de cette éruption était localisé non loin de l'ancien cône nommé Kimanura lors de l'éruption de 1989, soit à quelques 10 km dans la partie est du cratère central. Cependant, le cône de l'éruption 2011 est à 11 Km du cratère ayant pour coordonnées géographiques latitude 01°23'04"S et longitude 029°18'22.2"E et altitude 1738 m (Figure 1). La fontaine de lave associée à cette éruption a atteint 100 m de haut (Figure 1).



Fig.1: Le cône et la fontaine de lave associés à l'éruption du Nyamulagira 06 Novembre 2011 (gauche). La coulée de lave (droite), (© OVG).

Selon les informations fournies par le Service de Protection Civile de Goma, les produits volatils du volcan (les cheveux de Pellés, des cendrées volcaniques,...) ont causé beaucoup de dommages dans les villages localisés à l'ouest de Virunga, principalement les villages de Kabati, Kilorihwe, Kimoka, Kingi, Rusayo. Il s'est avéré que les champs et les pâturages ont été pollués et quelques brebis ont trouvé la mort. Beaucoup d'autres dommages ont été enregistrés les champs et pâturages dans les contrées de Kelengera, Katala and Rumangabo dans la partie est.

Dix mois avant l'éruption, trois essaims de séismes volcaniques à longues et courtes périodes ont été enregistrés aux stations de l'OVG respectivement le 09 Janvier, 30 Septembre, 04 et 05 Novembre 2011. Les essaims séismiques sont fréquemment observés avant les éruptions du Nyamulagira. L'activité séismique associée aux éruptions du volcan Nyamulagira a fait objet de plusieurs études ([1], [2], [3], [9], [34], [4]). [3] examinant les essaims des séismes volcaniques dans la région des Virunga a observé que le m- value de Ishimoto – Ida correspondaient à 0,9 et 1,6 pendant la période calme et à 1,7 et 3,23 avant les éruptions du Nyamulagira durant la période de 2000 et 2006.

D'autre part, les caractéristiques séismiques associées à l'activité du volcan Nyamulagira ont été étudiées par plusieurs auteurs ([1], [2], [3], [5], [6], [9], [34]). Ils trouvèrent donc que les essaims séismiques composés essentiellement des séismes longue période (LP) précèdent environ 2 ou 3 à 5 mois les éruptions du Nyamulagira ([1], [7]). [8] démontrent que l'essaim observé du 06 au 15 Juillet 1996 fut un grand précurseur de l'éruption du volcan Nyamulagira le 1^{er} Décembre 1996. [34]

examinant les séismes volcaniques associés à l'éruption du volcan Nyamulagira le 27 Novembre 2006 et localisèrent ces événements 11 mois avant cette éruption. Ils observèrent une croissance du nombre de séismes. Cette croissance réside dans l'apparition des essais composés principalement de séismes LP (Type B ou C et hybrides) durant cette période.

Cependant, les différentes séquences séismiques sont apparues sur les séismogrammes des stations de l'Observatoire Volcanologique de Goma (OVG) entre Janvier et Novembre 2011 ; le suivi temporel de leurs caractéristiques révélerait une particularité sur la surveillance des volcans actifs des Virunga et contribuerait à la prédiction des éruptions de ces volcans.

Cette étude s'est limitée donc au seul suivi de la variation temporelle des séquences séismiques de l'activité éruptive du 06 Novembre 2011 entre Janvier et Novembre 2011. Une analyse fréquentielle a intervenu pour la catégorisation de ces séquences. L'étude a donc pour objet de mettre en évidence quelques traits séismiques qui ont précédé l'éruption du Nyamulagira (06 Novembre 2011). Une analyse fréquentielle a permis de faire une caractérisation temporelle de la fréquence coin caractérisant les séismes volcaniques et leur variation hypocentrale. L'évolution temporelle de l'activité séismique : le nombre des événements, les hypocentres (épicerentre et profondeur des séismes) a touché également le cœur de ce travail.

La distribution des épicerentres de séismes volcaniques longues périodes à partir du mois de Juillet à Décembre 2011 a montré plus de concentration au nord-est du Nyamulagira et a coïncidée avec le lieu de l'éruption (Figures 8 et 9). Les épicerentres de séismes hautes fréquences (type A) ou séismes résultant de cassure sèche ont été peu profonds, plus au moins 5 Km et ont été alignés sur un jeu de fracture presque perpendiculaire à la grande fracture qui relie Nyamulagira et Nyiragongo (Figure 9). Un coup d'œil sur la période des tremors volcaniques faite sur base des données obtenues du réseau séismique de l'OVG avant, pendant et après la dite éruption a montré deux bandes de tremors volcaniques. Celle comprise entre 10,5 et 6,5 secondes observée au Mont Goma et l'autre de courtes périodes située entre 6,0 et 1,0 secondes. L'analyse de la variation du paramètre spectral (la fréquence coin) montre une évolution croissante du début du cycle éruptif jusqu'à l'éruption qui avait eu lieu au Nyamulagira le 06 Novembre 2011 dans certains essais qui caractérisent cette activité.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 LE NYAMULAGIRA DANS LA REGION DES VIRUNGA

Le volcan Nyamulagira ou Nyamuragira est localisé dans la Région des Virunga, au nord du lac Kivu dans la branche Occidentale du Système des Rifts Est Africains (SREA). Le Volcan Nyamuragira (1.42°S; 29.2°E, 3056 m) est un volcan basaltique localisé à 25 km au nord du lac Kivu dans la province du Nord Kivu, République Démocratique du Congo. Ce volcan est à 13 Km au nord – ouest de son voisin le Nyiragongo ([9], [11], [14], [34]) (Figure 1). La région des Virunga est subdivisée en trois groupes d'édifices volcaniques avec 8 massifs volcaniques [12]: la partie Est, Centrale et Ouest. La Figure 2 illustre bien cette distribution. Les 8 volcans sont alignés suivant l'orientation Est – Ouest perpendiculairement à la direction du Rift [13].

Parmi ces 8 volcans, seuls les Nyiragongo and Nyamuragira qui sont les plus actifs, alors que les autres sont considérés comme endormis. Ces deux volcans sont également considérés comme étant parmi les plus actifs du monde [14], [10], [34]. Depuis 1980, le volcan Nyamulagira entre en éruption au moins chaque 2 ans [14]. Ses éruptions sont souvent du type hawaïen avec une fontaine de lave effusive [15]. Un lac de lave a persisté dans son cratère depuis 1921 jusqu'à 1938 [16]. Ce lac a complètement disparu pendant l'éruption de 1938 qui a perduré pendant 2 ans [8].

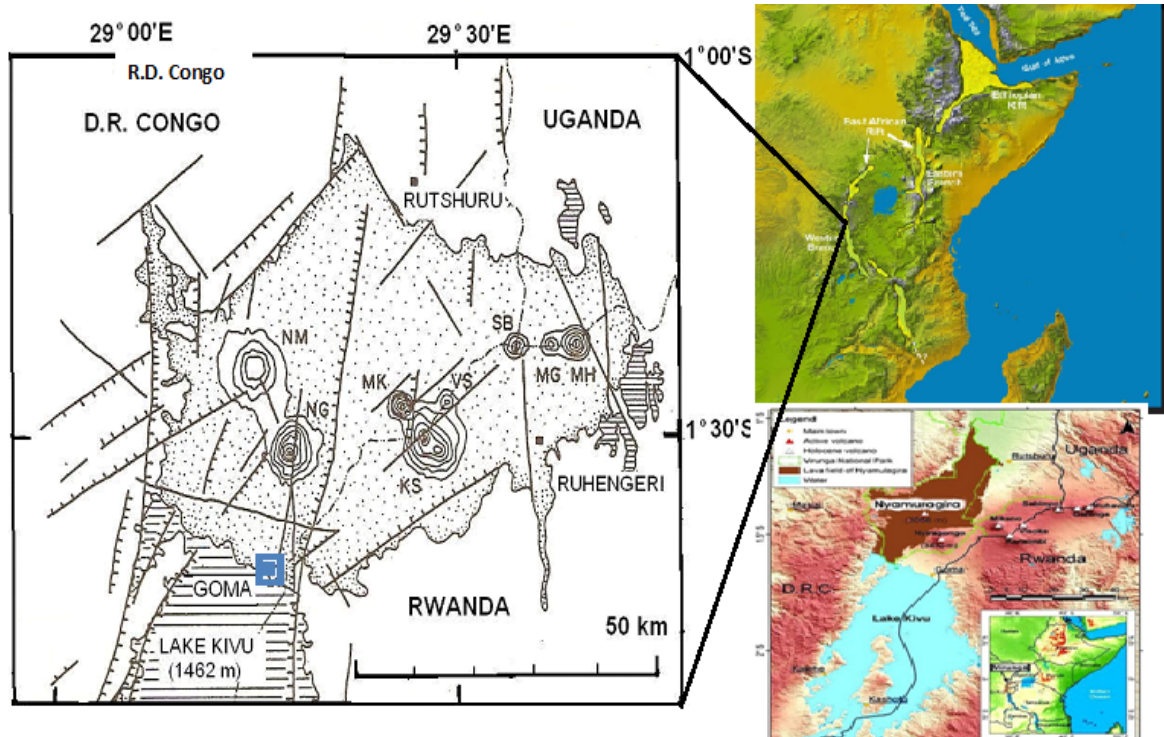


Fig. 2: Un extrait de la géologie et distribution des principaux systèmes volcaniques dans la région des Virunga. Les lignes circulaires représentent le système volcanique dans cette branche occidentale du SREA.

 : Principales Failles (Villeneuve, 1980). NM : Nyamulagira; NG : Nyiragongo; MK : Mikeno; KS : Karisimbi; VS : Visoke ; SB : Sabinyo ; MG : Gahinga ; MH : Muhavura. ([19], modifié).

Toutes les éruptions du Nyamulagira se produisent sur les flancs sauf celle de 1938 qui fut sommitale. Les récentes éruptions de ce volcan sont celles du 27 Janvier 2000, 05 Février 2001, 25 Juillet 2002, 08 Mai 2004, 27 Novembre 2006, 02 Janvier 2010 et celle du 06 Novembre 2011. Ces éruptions sont associées à une grande activité sismique qui serait le principal élément précurseur.

2.2 DONNÉES ET MÉTHODES

L'activité sismique dans le Virunga a été suivie grâce au réseau de l'OVG pour observer l'activité des volcans Nyiragongo et Nyamulagira. Les stations sismiques suivantes ont été à la base des enregistrements sismiques : Stations de Kibumba (KBB), Luboga (LBG), Kunene (KNN), Rusayo (RSY), Bulengo (BLG) et Goma (GOM) (Figure 3) équipées de sismomètres Kinematics SS-1 ranger à courte période ($T_0=1\text{sec}$) de composantes verticales et des enregistreurs portables PS-2. Les senseurs digitaux sont de types Lennartz.

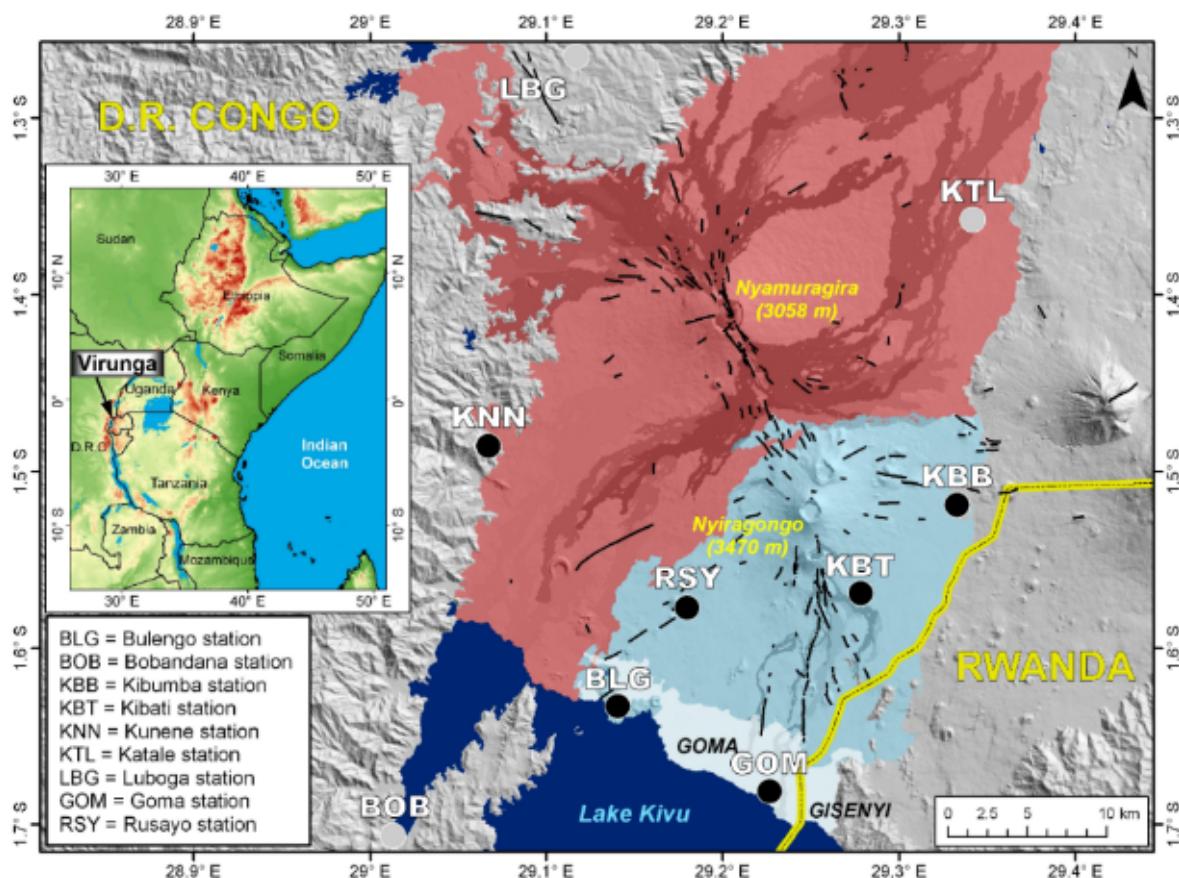


Fig. 3: La carte de la partie ouest de la région des Virunga représentant les volcans Nyiragongo et Nyamuragira (ou Nyamulagira). Les cercles représentent les stations sismiques du réseau sismique de l'Observatoire Volcanologique de Goma (OVG/ D.R. Congo).

Les séismes enregistrés aux stations sismiques digitales de l'OVG ont été analysés pendant la période précédant l'éruption du Nyamulagira 2011, soit de Janvier à Novembre 2011. Les trois composantes (EHZ, EHE et EHN: vertical et les deux horizontales respectivement) (Figure 4).

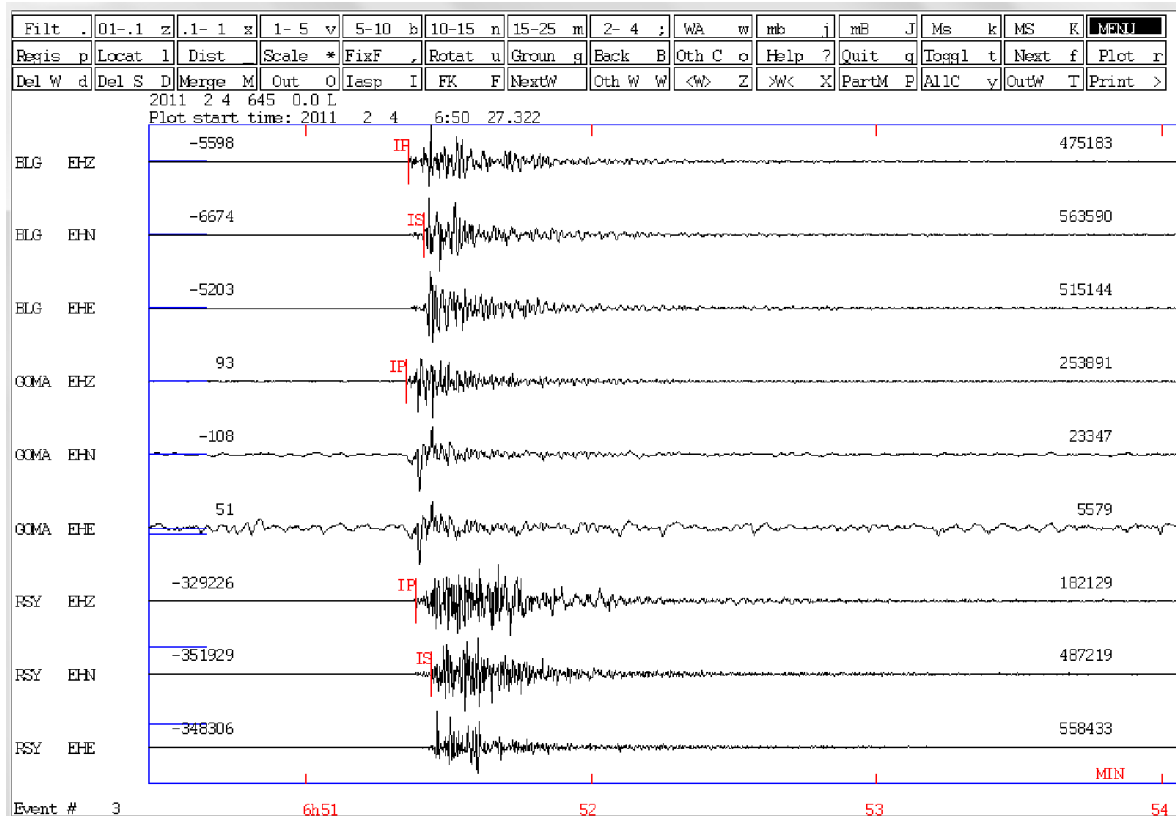


Fig. 4: Exemple d'un séisme enregistré par les stations sismiques de l'OVG sous le logiciel de post-traitement SEISAN 9.1.

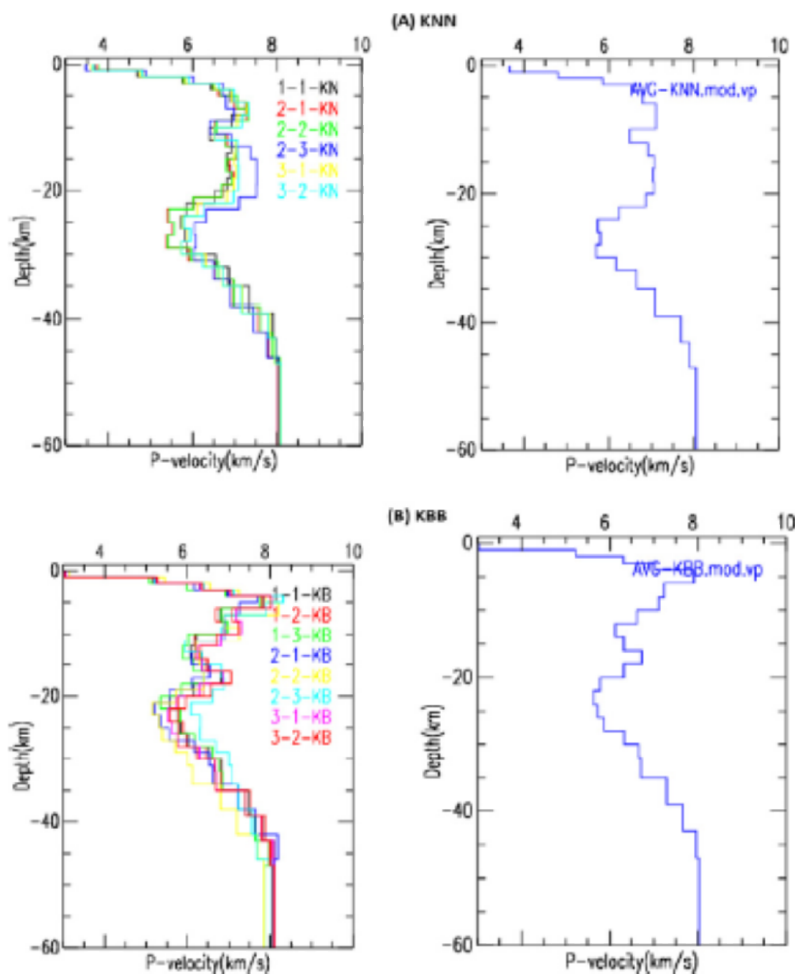
Les séismes isolés et se produisant sous forme d'essaims enregistrés avant cette éruption ont été analysés. Les exemples des essaims sismiques sont donnés dans les figures 10 a et b. [1], [2], [6], [17] avaient déjà analysé ces événements sismiques de la région des Virunga en utilisant les données digitales et ils conclurent ce qui suit:

1. Les séismes de type A: séismes avec les phases P et S très clairs et impulsives et de fréquences dominantes supérieures à 5 Hz. Ils sont dus à la cassure sèche sous l'effet de la pression et la température magmatique ;
2. Les séismes de type B sont regroupés en deux :
 - a. Le premier groupe a les phases P impulsives et S émergentes et non claires. Ils sont de fréquences dominantes faibles entre 1 et 3 Hz ;
 - b. Le deuxième groupe est celui des séismes hybrides, ayant une combinaison des hautes et basses fréquences dont les hautes sont au début du signal [18]. Leurs phases P sont remarquablement similaire aux séismes de type A ([19], [20]), ils reflètent à la fois la cassure sèche et le mouvement du magma ;
3. Les séismes de types C: ils ont des phases P et S obscures avec une bande fréquentielle de 1 – 3 Hz. Ceux – ci sont dus à l'agitation magmatique ou à la résonance dans la chambre ou conduit magmatique et
4. Les tremors volcaniques: qui sont des séismes de longue période apparaissant sur le sismogramme sous forme de sinusoïde de longue durée. Ils caractérisent le mouvement magmatique dans le conduit volcanique.

La sismicité associée à l'activité volcanique de Nyamulagira a été étudiée par plusieurs auteurs ([1], [2], [6], [8], [9], [17], [21], [22] [34]). Ils ont trouvé que les éruptions liées au Nyamulagira sont souvent précédées des essaims sismiques des séismes de types B et C et quelques fois en association avec les types A et son taux de sismicité (nombre de séismes pour chaque intervalle de temps) augmente 2 – 3 mois ou quelques jours à quelques heures avant ces éruptions ([20], [23]).

La localisation des événements sismiques a été faite par la méthode des pics des ondes P et S en utilisant le logiciel SEISAN [24] (Figure (4)). Cette méthode est basée sur l'estimation des temps d'arrivée des ondes de volumes P et S dans le

séisme (Figure 4). L'exemple de pic des ondes P et S est fourni dans la figure 4. Le modèle de vitesse (Table 1) accepté pour ce travail est celui de [9] établi par l'analyse de fonctions réceptrices dans le champ volcanique des Virunga (Figure 5).



he (A) KNN and (B) KBB stations. The same three initial models were used for both KNN and KBB. The models derived from the the

Fig. 5 : Exemples de Modèle de vitesse aux stations de Kunene (KNN) (droite et au-dessus), de Kibumba (KBB) (gauche et au – dessous) et moyenne de la vitesse partant de ces modèles (droite) respectivement pour les stations KNN et KBB ([9]).

Les zones de faible vitesse sont rencontrées à la profondeur comprise entre 20 et 30 Km à la station KNN et entre 18 et 28 Km pour la station de KIBUMBA (KBB). Les vitesses moyennes retenues pour ces stations sont respectivement 5,9 km/s et 6,0 km/s. La zone à faible vitesse pourrait être causée par la présence d'une chambre magmatique ou encore par la fusion partielle des roches. Ce modèle montre une grande vitesse (6,8–7,4 km/s) sous les stations de KNN et KBB aux profondeurs de 3 - 20 Km et 3 – 10 Km, respectivement, et indiquant une accumulation de magmas sous le volcan. Le modèle de vitesse moyenne aux stations de KNN et KBB a fait alors objet d'une simplification de modèle structurale (Table 1) que nous avons utilisé pour la détermination des hypocentres des séismes volcaniques dans la région des Virunga.

Table 1 : modèle de structure de vitesse dans le champ volcanique des Virunga [9].

Vp (km/s)	5,40	6,40	6,85	7,69	7,96	8,00
Top of the layer (km)	0,0	4,0	32,0	39,0	43,0	47,0

Les épicentres des séismes ainsi déterminés, leur mise sur carte se faite en GMT.

La fréquence coin a été déterminée sous le logiciel SEISAN dans la composante de l’analyse spectrale des séismes [24]. La caractérisation de cette fréquence a été catégorisée suivant les séquences séismiques importantes produites lors de cette activité volcanique, comme les essaims séismiques. Cependant, tous les formats INGV (twf ou wf) de données séismiques ont été transformés en format « seisan » pour uniformisation de la base de données afin de travailler. Ceci a facilité aussi l’analyse des tremors volcaniques sélectionnés sur différentes stations. La variation des énergies dégagées estimées sous RSAM a été manipulée sous Matlab partant des scripts de [25].

3 RÉSULTATS

Avant l’éruption du Nyamulagira 6 Novembre 2011, 219 et 196 séismes (Figure 6) ont été enregistrés le 4 et 5 Novembre 2011 respectivement, soit deux jours avant la dite éruption.

Peu de séismes à courte période (type A) ont été observés, excepté dans l’essai du 4 Novembre 2011.

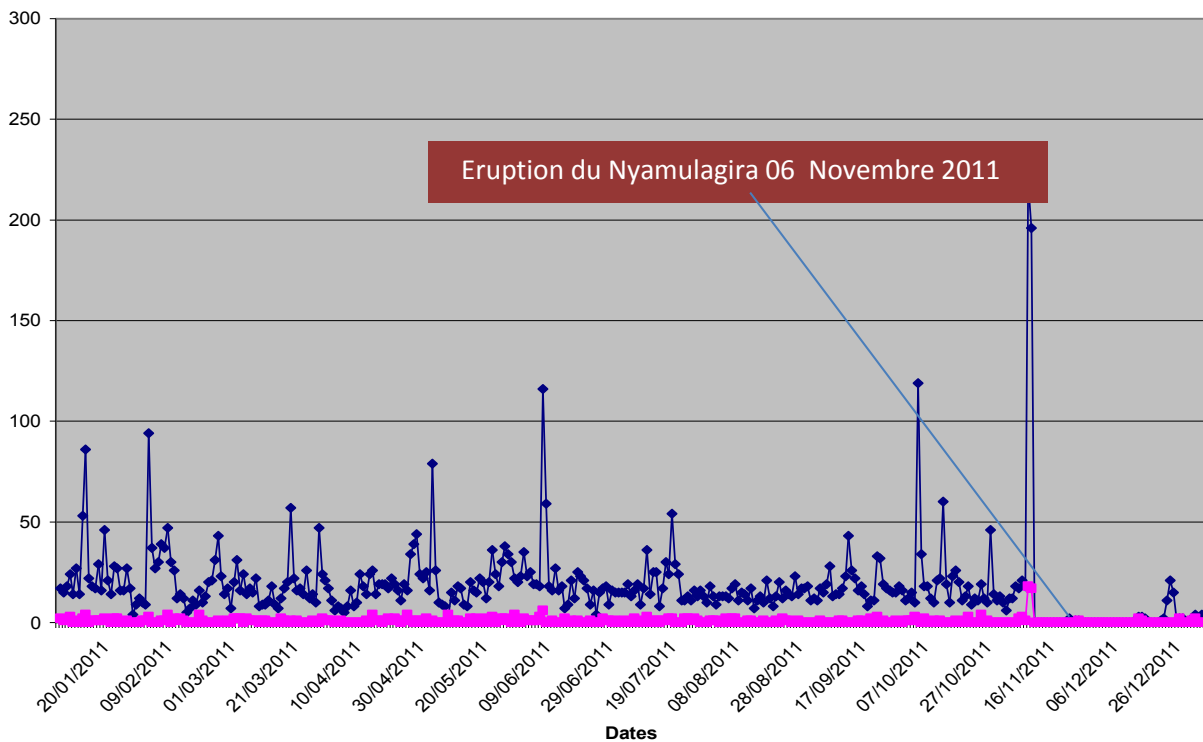


Fig. 6: Nombre de séismes volcaniques (longue et courte périodes) par jour entre Janvier et Décembre 2011. La couleur bleu représente les séismes Longue période (type B, C et Hybrides) et la couleur rose les séismes courtes périodes ou de type A.

La variation des séismes courtes périodes (type A) n’est pas percevable dans la figure 6. Les séismes longues périodes (Types B et Hybrides, surtout ces derniers) ont caractérisés cette activité volcanique jusqu’à l’éruption. Les séismes hybrides présents dans les essaims par exemple du 04 et 05 novembre 2011, caractérisent à la fois une fracture sous l’édifice volcanique et une dynamique des fluides magmatiques [35]. Entre Juin et Octobre 2011 il y a observation d’une grande

diminution de la sismicité longue période (Figure 6) et une petite croissance en mi – Octobre 2011. Ces différentes séquences montrant une chute et une augmentation de la sismicité, montrent bien une variation de la dynamique magmatique du Nyamulagira en 2011.

La figure suivante montre une variation des énergies libérées sous RSAM entre Juillet et Novembre 2011. Un fort changement commence en Octobre lorsque la courbe cumulée de ces énergies commence à croître et pour une forte détection des événements (Figure 7). Un grand taux de croissance énergétique s'est manifesté deux mois avant l'éruption (Figure 7).

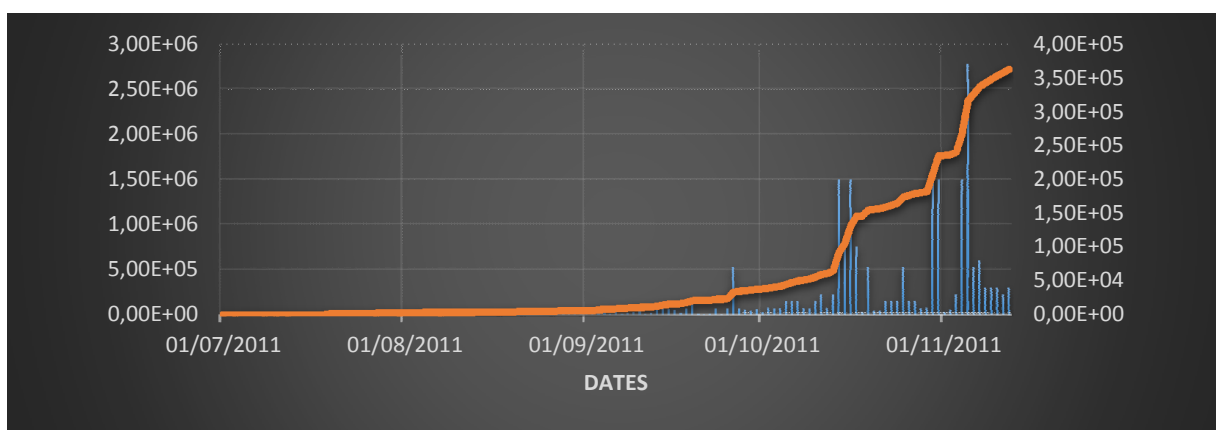


Fig. 7 : Énergies libérées par les séismes volcaniques par RSAM entre Juillet et Novembre 2011. La couleur orange représente l'énergie cumulée et les barres en bleu les détections énergétiques des événements sismiques.

Une constance en énergie est observée dans la courbe cumulée (Figure 7) entre Juillet et Septembre 2011 et une croissance lente commence en Septembre et Octobre 2011. Une ascension magmatique est alors observée entre Septembre et Novembre 2011 par corrélation de la migration des séismes vers des profondeurs comprises entre 0 et 5 Km (Figures 8 et 9).

Cependant, les profondeurs des séismes longues périodes ont été déterminées entre 10 et 30 Km entre Janvier et Mars 2011, environ 10 mois avant l'éruption du Nyamulagira 2011 (Figure 8). Ces séismes profonds sont éparpillés, alors qu'entre Avril et Juin une migration systématique a été observée vers les faibles profondeurs et vers le lieu de l'éruption (Figure 8). Ce phénomène continue jusqu'en Septembre 2011 et début Novembre 2011 (Figure 9). Cependant, une reconfiguration des épicentres se concentre plus vers le lieu éruptif. Ces épicentres ont été à des profondeurs mixtes (faibles et profondes) juste deux jours avant l'éruption au mois de Novembre 2011 (Figure 9).

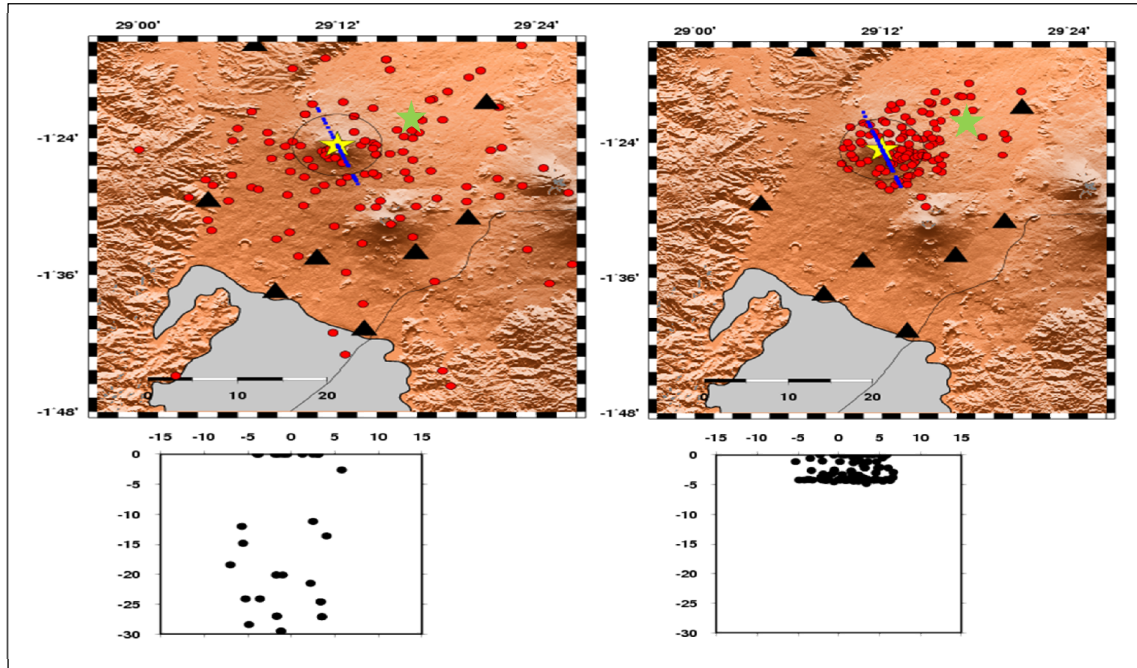


Figure 8 : Distribution des Hypocentres (épicesentres et foyers ou profondeurs des séismes volcaniques) des séismes de longues périodes (Types B, C et Hybrides) entre Janvier et Mars 2011 (gauche) et ceux d'Avril à Juin 2011 (droite), avant l'éruption du 06 Novembre 2011. Etoiles vertes représentent le lieu éruptif du Nyamulagira 06 Novembre 2011.

Depuis Avril jusqu'à Octobre 2011, les événements ont été localisés à faible profondeurs plus au moins concentrés autour du cratère du Nyamulagira. De même aux mois de Septembre et Novembre 2011 la majorité des séismes ont été localisés entre 0 et 5 Km (Figures 9). Certains essais sismiques localisés à très forte profondeurs autour de 10 – 30 km (Figures 8 et 9) seront dus probablement à une intrusion magmatique en profondeur. Et ceux localisés à des faibles profondeurs confirmeraient une intrusion magmatique avec un déplacement notable.

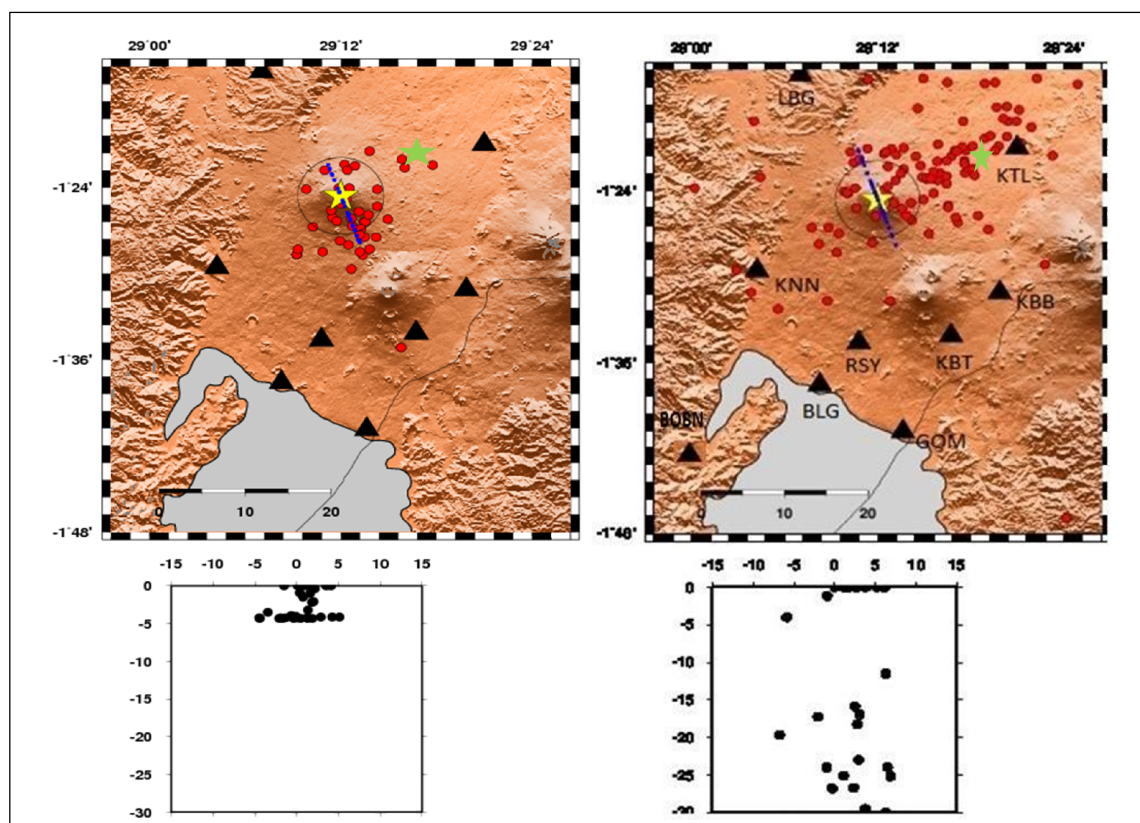


Fig. 9 : Distribution des Hypocentres des séismes de longues périodes observés entre Septembre et Novembre 2011 (gauche) et au mois de Novembre 2011 (droite). Les séismes au mois de Novembre sont plus du type Hybride et volcano – tectonique (type A). Les séismes sont superficiels. Etoiles vertes représentent le lieu éruptif du Nyamulagira 06 Novembre 2011.

Les épïcètres de séismes hautes fréquences ou séismes résultant de cassure au courant du mois de Novembre 2011 ont été superficiels et ont confirmés la direction de la fissure ébranlée. Il ressort certes, que 10 mois avant cette éruption la sismicité a été profonde avec quelques cas isolés des séismes superficiels. Cette sismicité a été essentiellement caractérisée par les séismes de longues périodes ou faible fréquences (type B et C).

L'activité de tremors volcaniques associée à cette éruption dénote une particularité pour la station GOMA. Les observations des tremors volcaniques ont montré deux types de période prédominante; soient $6,6 \leq T_o \leq 10,8$ secondes ayant une grande amplitude au Mont Goma plusieurs mois avant et pendant l'éruption du Nyamulagira du 06 novembre 2011. Elle a été par contre de courte période $1 \leq T_o \leq 6,3$ secondes à la station de KBB, RSY et BLG. Aucune évolution temporelle de ces périodes n'a été observée avant, pendant et après l'éruption. Les grandes amplitudes des tremors volcaniques ont été enregistrées plusieurs mois avant l'éruption alors que leur diminution s'observa juste après le début de l'éruption, soit le 07 Novembre 2011.

Pendant la période allant de Janvier 2011 jusqu'à Novembre 2011 une variation de la fréquence coin a été observée dans certains essais sismiques. Pour ce faire les séquences du 09 et 29 Janvier 2011 ont les fréquences coin comprises entre 1 à 2,8 Hz; et 1 à 1,3 Hz, respectivement.

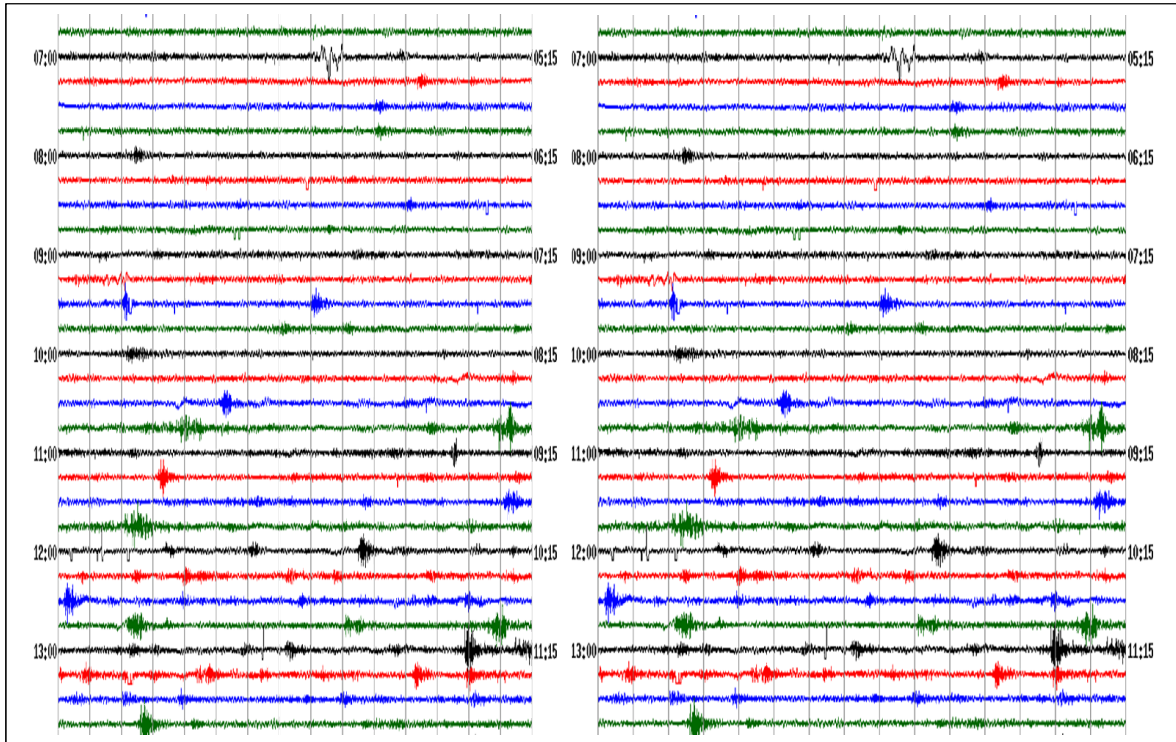


Fig.10 a : Exemples des séismogrammes (séismes longues périodes) : essai du 29 Janvier 2011 (gauche) avec une fréquence coin entre 1 et 1,3 Hz ; et celui du 30 Septembre 2011 (droite) avec des fréquences coin comprise entre 1,5 et 7,3 Hz.

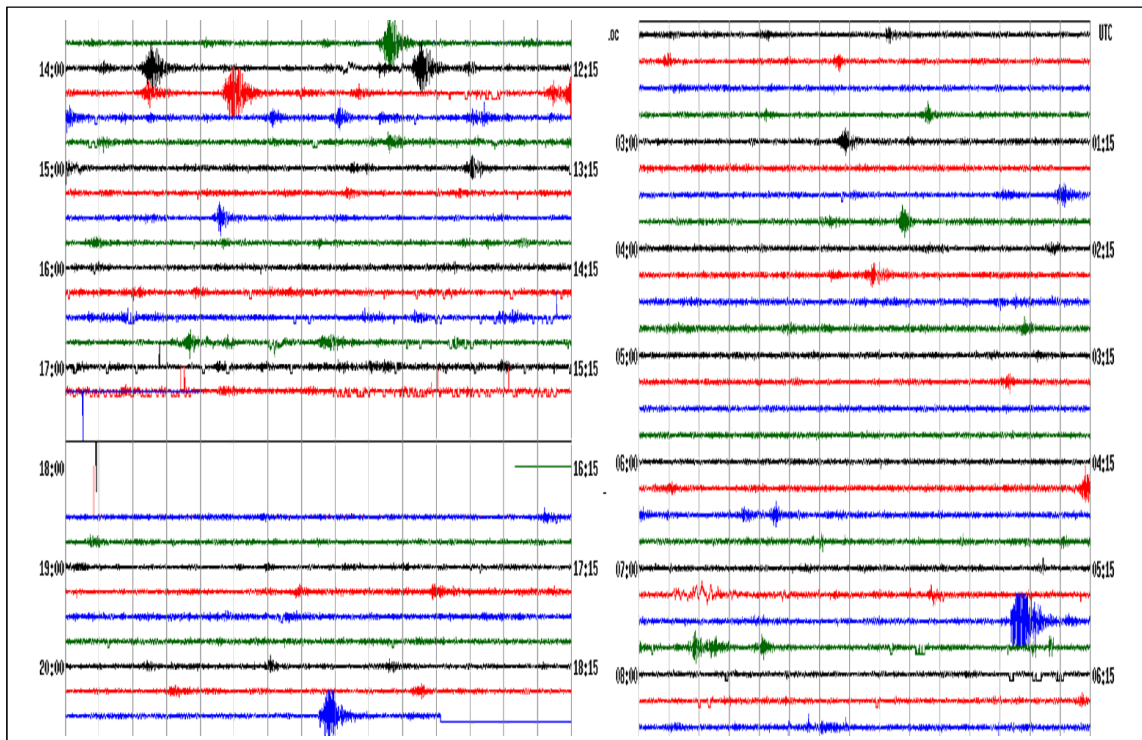


Fig.10b : Exemples des séismogrammes (séismes hybrides et types A) pour les essais du 04 (gauche) et 05 (droite) Novembre 2011 avec des fréquences coin comprise entre 1 et 7.4 Hz et de Septembre 2011 (droite) avec des fréquences coin comprise entre 3,8 et 9,2 Hz, respectivement.

Une bande fréquentielle de 1 à 1,5 Hz a été observée dans l'essai du 30 juillet 2011. Cependant, l'essai du 30 Septembre 2011 se caractérise par une fréquence coin de 1,5 à 7,3 Hz (Figure 10a). Le mois d'Octobre se détermine aussi par l'estimation des grandes fréquences coins (1,7 à 8,2 Hz) dans ses essais. Une fréquence coin de 1,7 à 8,3 Hz se manifeste le 01 Novembre 2011. Les essais du 04 et 05 Novembre sont caractérisés respectivement par des fréquences de 1 à 7,3 Hz et 3,7 à 9,5 Hz (Figure 10b). Cette variation de la fréquence coin dans les essais a été suivie de l'éruption du 06 Novembre 2011 qui a commencée à 17h55' TU.

4 DISCUSSION

Les essais séismiques ont été observés et tous n'ont pas accompagnés l'éruption du Nyamulagira 2011. Les essais séismiques représentent probablement une intrusion magmatique à faible profondeur (Figures 8 et 9), mais certains séismes dans l'essai et ceux accompagnant l'éruption en Novembre 2011 ont été profonds (10 et 30 Km). Ce qui confirme une intrusion magmatique en profondeur. La variation du nombre de séismes également observée dans la figure 6 illustre aussi bien un changement dans l'activité du volcan. Certes, [26] pense que la croissance du nombre de séismes serait une possible conséquence du mouvement magmatique vers le haut ou vers la surface.

La migration des hypocentres des essais séismiques associés à l'activité volcanique est considérée comme étant un des grands indicateurs de la propagation des magmas ([27], [28]). Cependant comme nous le constatons dans les figures 8 et 9, la migration des hypocentres donne certains détails sur cette activité éruptive. D'une manière générale la sismicité associée à l'activité volcanique du Nyamulagira 2011 fut essentiellement superficielle, soit entre 0 et 5 Km de profondeur. Les séismes LP profonds sous les édifices volcaniques sont souvent associés à la présence du magma et corrélient avec l'activité éruptive [29]. Alors la localisation de ces séismes entre 10 et 30 Km sous le volcan Nyamulagira en Janvier – Mars 2011 fut le signe de la mise en place du magma qui doit ainsi remonter quelques mois après, soit d'Avril jusqu'en Novembre 2011. C'est alors une zone de faible vitesse [9] et de fusion partielle (Figure 7). Les séismes profonds au mois de Novembre 2011 coïncident également avec le lieu de cette éruption et proche de l'ancienne zone de fracture due à l'éruption de 1989. Ces observations sont supportées par celles faites par [29] pour certains volcans et [30] dans le champ volcanique de Taipei en Taïwan. Les essais séismiques enregistrés entre Avril et Octobre 2011 s'avèrent être superficiels (0 - 5 Km), soit 7 mois avant l'éruption de 2011 ; ces familles de séismes superficiels pourraient être générées par le passage du magma dans le conduit volcanique. C'est ce qu'observa également [31] au volcan Popocatepetl au Mexique.

Partant des figures 10a et b; l'analyse de la variation de la fréquence coin, montre une spécification dans les séquences séismiques dues à l'activité volcanique depuis le début du cycle éruptif jusqu'à l'éruption qui a eu lieu le 06 Novembre 2011. Ainsi du point de vue géodynamique, les valeurs de fréquence coin allant de 1 à 2,6 Hz observées depuis le début du cycle éruptif (mois de Janvier 2010) jusqu'au mois de Mars 2011, correspondraient à un glissement le long des fractures existantes sous l'édifice volcanique pendant le mouvement magmatique. C'est donc un mouvement magmatique en profondeur (Figure 7) et correspondant à une zone de faible vitesse due à la fusion partielle (Figure 5) [9]. Par conséquent cette période correspondrait donc à une intrusion en magma en profondeur et remplissage des fractures. C'est donc la confirmation de la présence du magma à grandes profondeurs [32].

Par contre depuis Avril jusqu'à Novembre 2011, les événements ont migré pour atteindre une profondeur comprise entre 0 et 5 Km sous l'édifice volcanique du Nyamulagira. Ces événements séismiques présentent cependant une forte fréquence coin (1,5 – 8 Hz). L'énergie cumulée estimée sous RSAM présente une allure croissante à partir du mois de Septembre 2011, avec des événements localisés entre 0 et 5 Km de profondeur. Au mois de Novembre 2011, les événements profonds et superficiels sont localisés mais avec une fréquence coin comprise entre 1,7 et 9,3 Hz. Ces hautes fréquences coin sont caractérisées par les séismes de type A et longues périodes mais avec prédominance des séismes de type Hybride. Cependant, cette période d'Avril à Novembre 2011 correspondrait à la fois au mouvement magmatique vers la surface et une fracturation des zones de faiblesse. D'autre part, d'après [33] les séismes hydrides pouvaient être caractérisés par les hautes fréquences coin qui témoigneraient la cassure sèche tandis que les basses fréquences sont celles due à une rupture faible de la fracture (Figure 10a). Ceci confirme l'intrusion de la chambre magmatique (~ 5 Km, [9]) à partir de la profondeur et une fracturation qui se révèle par une énergie élevée (Figure 7) et une haute fréquence coin (Figure 10b) et un taux de sismicité (Figure 6) également élevé.

5 CONCLUSION

Une observation sur la sismicité précédant l'éruption du volcan Nyamulagira en Novembre 2011 a été faite et quelques aspects caractéristiques ont été décelés. Il ressort que les séismes de longue période (types B, C et Hybrides et tremors volcaniques) ont été plus observés que les séismes de type A. Cette sismicité a été cependant plus caractérisée par les séismes hybrides surtout à l'approche de l'éruption et les événements ont été superficiels. Environ 10 mois avant, la sismicité était très profonde (10 – 30 Km) avec des événements des faibles fréquences coin témoignant la présence magmatique, la fusion partielle ou encore l'intrusion magmatique sans déplacement notable.

Un mouvement magmatique se dénonce entre Avril et Novembre 2011 vers les profondeurs comprises entre 0 et 5 Km avec des événements sismiques de hautes fréquences coin. Cette période correspond à une intrusion magmatique vers la surface, une fracturation de la zone de faiblesse. Les derniers essais du 04 et 05 Novembre 2011 ont été à hautes fréquences coin et plus énergétiques avec présence des séismes profonds et superficiels. Les séismes hybrides caractérisant cette période constituent à la fois le témoin du mouvement magmatique suivant le chemin déjà préparé aux mois d'Avril – Octobre 2011 et aussi une cassure sèche dans la zone de fracture existante comme les séismes de type A.

Il est cependant clair que les éléments comme le nombre de séismes ou taux de sismicité, la variation des hypocentres, de la fréquence coin et de l'énergie, pourraient être des bons indicateurs de l'évolution de l'activité magmatique du volcan Nyamulagira. Un approfondissement de ces paramètres sur plusieurs cycles éruptifs faciliterait la connaissance de la dynamique magmatique du volcan Nyamulagira et aussi l'approche prédictives de ses éruptions.

REFERENCES

- [1] N. Lukaya, M. Ciraba, T. Mavonga, and M. Wafula, Main Pattern of Waveforms observed in the Virunga Volcanic Zone, Western Rift Valley of Africa. *Tectonophysics*, 209, 261-265, 1992.
- [2] T. Mavonga, S. Kavotha, N. Lukaya, O. Etoy, J. Durieux, Seismic activity prior to the May 8, 2004 eruption volcano Nyamuragira, Western Rift Valley of Africa. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 355 – 360, 2006.
- [3] B.K. Rusangiza., Mavonga T., Lesage P., Kavotha K.S., Wafula M., Lukaya N, Ciza A.,. About Swarms of Long – Period Earthquakes at Volcano Nyamuragira of the Virunga Region, Western Rift Valley of Africa (D.R. Cong. *Geographica Pannonica*. Volume 16, Issue 1, 10-17 (March 2012). ISSN 0354-8724 (hard copy) ISSN 1820-7138 (online), 2012.
- [4] K. Tanaka and H. Hamaguchi, Spatial distribution of volcanic tremors in and around Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira *Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira: Geophysical Aspects, Tohoku University, Sendai, Japan, 1983.*
- [5] Berg Ed., et Janssen, Th., Microséismes et Séismes précédant l'éruption du Nyamulagira - Kitzimbanyi (Afrique Centrale) 1958. (O. d. internationale, Éd.) *Bulletin Volcanologique (IUGG) , série II, Tome XXIII, pp. 63 – 78, 1960.*
- [6] M. Wafula et M. Bagalwa., Classification des Séismes dans la Région des Virunga suivant leurs Fréquences observées. *Mus. roy. centr., Tervuren (belg), Dépt. Géol., Min. Rapp. Ann. 1997 & 1998, 299 – 308, 1999.*
- [7] N.Zana, M.Kamba, S.Katsonga, T. Janssen, Recent seismic activity of the Kivu Province, Westesrn Rift Valley of Africa. *Phys. Earth Planet, Inter., 58, 52 – 60, 1989.*
- [8] Wafula M., D. Atiamutu et M. Ciraba., Activité Séismique dans les Virunga (Rép. Dém. Congo), liée aux éruptions du Nyiragongo et du Nyamuragira, de Novembre 1994 à Décembre 1996, *Mus. roy. centr., Tervuren (Belg), Dépt. Géol., Min. Rapp. Ann. 1997 & 1998, 309-299 – 308, 1999.*
- [9] T. Mavonga, N. Zana, R.J. Durrheim, Studies of crustal structure, seismic precursors to volcanic eruptions and earthquake hazard in the eastern provinces of the Democratic Republic of Congo. *Journal of African Earth Sciences* 58, 623–633, 2010b. doi:10.1016/j.jafrearsci.2010.08.008.
- [10] J-C Komorowski et al., The January Flank eruption of Nyiragongo volcano (Democratic Republic of Congo) : Chronology, Evidence for a Tectonic Rift trigger, and Impact of lava flows on the City of Goma, *Acta Vulcanologica*, Vol. 14 (1 -2), 27 – 62, 2003.
- [11] C. Wauthier, V. Cayol., F. Kervyn., and N. d'Oreye, Magma sources involved in the 2002 Nyiragongo from an InSAR analysis. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 117, B05411, doi:10.1029/2011JB008257, 2012.
- [12] M. Kasahara and N. Zana, L'activité Eruptive Récente des volcans Nyiragongo et Nyamuragira. dans *Les Recherches Géophysiques des Volcans Nyiragongo et Nyamuragira. CRSN, pp. 7- 17, Mai1989.*
- [13] H. Hamaguchi, N. Zana, K. Tanaka, M. Kasahara, M. Mishina, S. Ueki, S. S. Katsongo and K.Tachibana, Observations of Volcanic earthquakes and Tremors at Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira in the Western Rift Valley of Africa. (In H. Hamaguchi, Éd.) *Tôhoku Geophys. Journ. Sci. Rep. Tôhoku Univ., ser. 5, 29(1), 41 – 56, 1982.*

- [14] B. S. Fiama, M. Wafula, M. Kasereka and D. Damien, Seismic activity prior the Nyamuragira eruption of November 06, 2011 observed at Lwiro station, *Cahiers du CERUKI, Numéro Spécial Alphonse Byamungu Nakahazi (2014)*, pp. 1-13, en presse.
- [15] S. Hayashi, M. Kasahara, K. Tanaka, H. Hamaguchi, Major elements chemistry of recent eruptive products from Nyamuragira volcano, Africa (1976-1989), In: Hamaguchi, H. (Ed.), *Geophysical Study on the Hotspot Volcanoes in the African Continent*. Publ. Faculty of Science, Tohoku University, Sendai, Japan, pp. 83-87, 1992.
- [16] H. Hamaguchi and N. Zana, Introduction to volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira. In H. Hamaguchi, (Éditeur), *Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira, Geophysical Aspects*, Tohoku University, Sendai, Japan. pp. 309 – 3019, 1983.
- [17] K. Tanaka, Seismicity and Focal mechanism of the Volcanic Earthquakes in the Virunga Volcanic Region. (In H. Hamaguchi, Éd.), *Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira: geophysical Aspects*, Tohoku University, Sendai, Japan. pp.19 – 28, 1983.
- [18] A. Miller, R. Stewart, R. White, R. Lockett, B. Baptie, W. Aspinall, J. Latchman, L. Lynch, and B. Voight, Seismicity associated with dome growth and collapse at the Soufriere hills volcano, montserrat. *Geophysical Research Letters*, 25:3401-3404, 1998.
- [19] M.D. Wafula, N. Zana, M. Kasereka and H. Hamaguchi, The Nyiragongo Volcano: A Case Study for the Mitigation of Hazards on an African Rift Volcano, Virunga Region, Western Rift Valley, [Online] Available: http://iugggeorisk.org/presentations/pdf/Wafula_volcano_Africa.pdf. (2011).
- [20] M.D. Wafula, H. Hamaguchi and B.S. Fiama., Temporal Variation of Seismicity Pattern Related to Nyamulagira Eruptions 1991 and 2006. *Cahiers du CERUKI, Nouvelle série 41*, pp. 256 – 266, 2012.
- [21] S.K. Kavotha, T. Mavonga, J.Durieux, K. Mukambilwa, Towards a more detailed seismic picture of the January 17th, 2002 Nyiragongo eruption. *Acta Vulcanologica* 15, 87-100, 2003.
- [22] S. Ueki, Recent Volcanism of Nyamuragira and Nyiragongo. In H. Hamaguchi (Editor), *Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira: Geophysical Aspects*. Tohoku University, Sendai, Japan, 7 – 18, 1983.
- [23] M. Kasahara, H. Shintaro, M. Seto, K. Tanaka, Hamaguchi H., Zana N., Kamba M., and Katsongo S., L'Eruption Fissurale du Nyamuragira - Kitatsungulwa de 1986. In H. Hamaguchi, (Éditeur), *Volcanoes Nyiragongo and Nyamuragira, Geophysical Aspects*, Tohoku University, Sendai, Japan. pp. 18 – 26, 1989.
- [24] Havskov, J. and L. Ottemöller, editors. SEISAN: The earthquake analysis software for Windows, SOLARIS, LINUX and MACKINTOSH Version 8.2. Manual, Department of Earth Science, University of Bergen, Norway, 2008.
- [25] Lesage Philippe, Interactive Matlab software for the analysis of seismic volcanic signals, *Computers & Geosciences* **35**, 2137-2144, 2009.
- [26] A. Fadeli, Volcanic Earthquakes at Merapi (Central Java) During the java Dome Building beginning in October 1986, in *Volcanic Seismology* (P. Gaspérini, R. Scarpa and K. Aki, Eds), IAVCEI Proceedings in Volcanology 3, pp. 62 -73, 1992.
- [27] Y. Morita, S. Nakao and Y. Hayashi, A quantitative approach to the dike intrusion process inferred from a joint analysis of geodetic and seismology data for the 1998 earthquake swarm off the east coast of Izu Peninsula, Central Japan, *J. Geophys. Res. – Solid Earth*, 111 (B6), 2006.
- [28] T.L. Karpin and C.H. Thurber, The relationship between earthquake swarms and magma transport: Kilauea volcano, Hawaii, *Pure App. Geophys.*, **125**, 971 – 991, 1987.
- [29] M.L. Nichols, S.D. Malone, S.C. Moran, W.A. Thelen, J.E. Vidale, Deep long-period earthquakes beneath Washington and Oregon volcanoes, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **200**, 116-128, 2011.
- [30] Kim Kwang-Hee, C. H Chang, K-F Ma1, J-M Chiu and K-C Chen, Modern Seismic Observations in the Tatun Volcano Region of Northern Taiwan: Seismic/Volcanic Hazard Adjacent to the Taipei Metropolitan Area; *TAO*, Vol. 16, No. 3, 579-594, August 2005.
- [31] J.M. Espindola, A. Zomora – Camacho and Z. Jiménez, Earthquakes families in the seismicity of Popocatepetl volcano, *Geofisica International*, Vol. 44, Num. 2, pp. 169 – 176, 2005.
- [32] W. Matsubara et al., Distribution and characteristics in waveform and spectrum of seismic events associated with the 2000 eruption of Mt. Usu, *Journal of Volcanology and Geothermal research*, **136**, 141 – 158, 2004.
- [33] R.M. Harrington and E.E. Brodsky, Volcanic hybrid earthquakes that are brittle – failure events. *Geophysical Res. Lett.*, Vol. 34, L06308, doi: 10.1029/2006GL028714, 2007.
- [34] T. Mavonga, S. K. Kavotha, N. Lukaya, O. Etoy, W. Mifundu, K. B. Rusangiza, J. Durieux, Some aspect of seismicity prior the 27 November 2006 of Nyamuragira Volcano and its implication for volcano monitoring and risk mitigation in the Virunga area, Western Rift Valley of Africa; *Journal of African Earth Sciences*, **58**, 829-832, 2010a.
- [35] J. Lahr, B. Chouet, C. Stephens, J.Power, and R. Page, Earthquake classification, location, and error analysis in a volcanic environment : implications for the magmatic system of the 1989-1990 eruptions at redoubt volcano, alaska. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 62 (1-4) :137-151, 1994.

