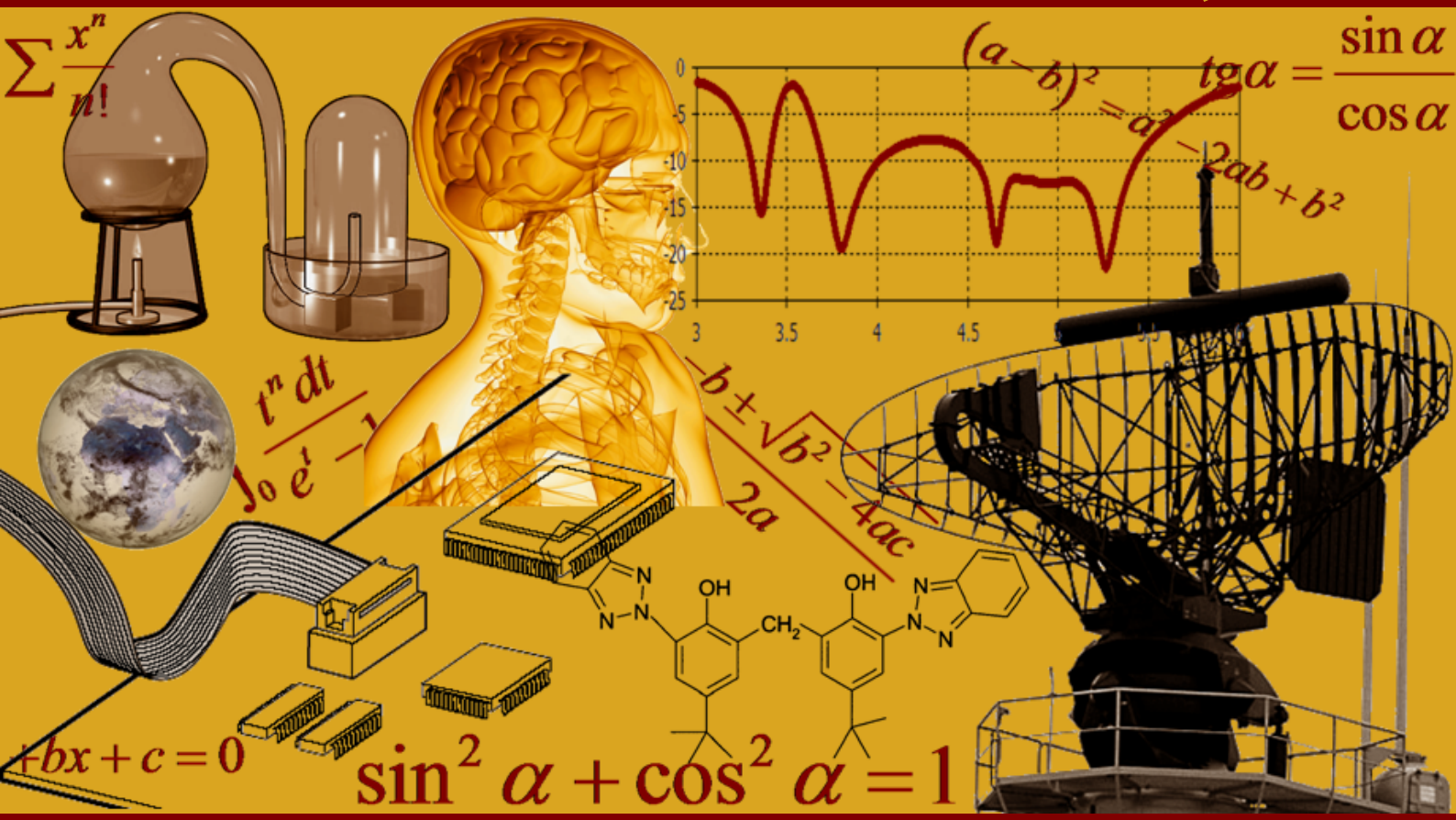
ISSN: 2351-8014 Impact Factor: 2.988

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 25 N. 1 June 2016



International Peer Reviewed Monthly Journal

Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.issr-journals.org/

International Journal of Innovation and Scientific Reseach

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

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

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

Table of Contents

Investigation of Structural and Magnetic properties of Cobalt Manganese Ferrite Nanoparticles	1-7
Improved SPWM Modulation Technique to Reduce Harmonic Distortion in Voltage Source Converter	8-14
Simultaneous determination of sulfonamides residues in treated wastewater samples by On-line solid phase extraction liquid chromatography tandem mass spectrometry: Preliminary occurrence analysis in Tunisia	15-21
DESIGN OF JPEG IMAGE COMPRESSION SCHEME WITH A PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-BASED QUANTIZATION TABLE	22-31
A heuristic Energy aware Real-Time scheduling approach for periodic tasks in homogenous multi-core systems	32-37
Professional Compatibility of the police employees of the Abdulal Idrissi Hospital of mental diseases and its relationship to some demographic factors (Khartoum, Sudan)	38-51
Variations saisonnière et interannuelle de NDVI mises en évidence à partir d'images MODIS 250 m dans le bassin versant de l'Ouémé Supérieur	52-66
PSO based Congestion Management in Deregulated Power Systems using Optimal Allocation of TCSC	67-77
Effect of Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Adhesion Properties of Rubber - Nylon Composite	78-86
Artificial Neural Network Modeling of Sub grade Soil stabilized with Bagasse Ash and Geogrid	87-100
Estime de soi et habileté de communication des agents des entreprises publiques de la ville de goma / RD Congo : Etude menée à la Direction provinciale des impôts, du Fonds de Promotion de l'Industrie et de l'Office National du Café	101-120
Using Fuzzy Logic to Evaluate the Relationship between Designing Training Program and Level of Creativity and Innovation	121-129
Análisis de estudio de casos para estimar la edad basado en detección de rostros en las imágenes digitales	130-140
Implication des paramètres physico-chimiques sur la qualité des eaux de la rivière Lubumbashi (Pont Katuba jusqu'en aval de la rivière Kafubu) Lubumbashi, Haut-Katanga / RD Congo	141-151
Implication des paramètres physico-chimiques sur la qualité des eaux de la rivière Lubumbashi (Pont Tshondo jusqu'en aval de l'affluent de Kamalondo) Lubumbashi, Haut-Katanga / RD Congo	152-162
DO HEALTHCARE PROFESSIONALS EDUCATE PATIENTS ON DRUG-FOOD INTERACTIONS?	163-173
Un éclairage sur le processus entrepreneurial des seniors entrepreneurs marocains : Une approche par la théorie d'effectuation	174-184
Influence of the urban fabric character on emotional conscience of the perceiver: In accordance with revelation of Sir Gordon Cullen's principles reflected in Taj Mahal's physical setting in India	185-195
Maladie de Crohn et grossesse compliquée d'un RCIU: À propos d'un cas et revue de la littérature	196-198
Estimation du niveau de connaissance et Analyse toxicologique chez des manipulateurs de pesticides organophosphorés exposés au Fénitrothion dans la région de Sfax, en Tunisie	199-211
Study of the Effects of Ageing Temperature and Ageing Time on the Microstructure and Some Mechanical Properties of Sand Cast Al-Si-Mg Alloys	212-219
COMPORTEMENT DU CLIMAT FUTUR EN CÔTE D'IVOIRE: CAS DE LA REGION DU GÔH - CENTRE OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE	220-234
Les Représentations Mentales Suscitées par le Slogan « BUTAMU YA KWETU » du Produit SIMBA dans la Ville de Goma en République Démocratique du Congo	235-240
Trend of temperatures in Cotonou between 1970 and 2008 in the context of climate change	241-245
ANALYSE DE LA CORRELATION ENTRE LA POLITIQUE MONETAIRE ET LE NIVEAU GENERAL DES PRIX : CAS DE LA RD CONGO DE 2002 A 2013	246-262
A CRITICAL ANALYSIS OF MINING CHILDREN'S SITUATION IN KALEHE AND MWENGA TERRITORIES IN SOUTH KIVU - THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO	263-270
Socioeconomic and hygienic evaluations of certain actors of the fishing industry settled around certain waters of fishing in south of Benin Republic	271-277
Valeurs nutritionnelles des chenilles comestibles de la ville de Kisangani et ses environs (Province de la	278-286

Tshopo, République Démocratique du Congo)

Etat des lieux des capteurs refroidis dans le domaine spatial 287-298

A Novel Image Encryption Scheme Using Chaos and Hybrid Cellular Automata 299-307

MULTI VARIANT GENE SELECTION APPROACH BASED HIGH DIMENSIONAL SUB SPACE CLUSTERING OF BREAST CANCER DATA SET FOR EFFICIENT CLASSIFICATION USING FUZZY RULE SETS AND MULTI GENE IMPACT MATRIX 308-319

HIGH DIMENSIONAL K^N-FAST CLUSTERING BASED INTELLIGENT DECISIVE SUPPORT SYSTEM FOR EFFICIENT DISEASE PREDICTION USING DATA MINING AND RULE SETS 320-331

La géomorphologie de la plage de Sidi Bouzid (littoral atlantique marocain) : étude sédimentologique et minéralogique de ses sables et action anthropique 332-343

Wi-Fi Assisted Communication Network (WACN) - A novel and independent solution for communication over challenged networks 344-351

Performance analysis of Broadcast Neighbors Discovery Protocol for Mobile Ad hoc Networks based on node mobility 352-359

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 1-7
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Investigation of Structural and Magnetic properties of Cobalt Manganese Ferrite Nanoparticles

M. Margabandhu[1], S. Sendhilnathan[2], and G. Vijayakumar[3]

[1]Department of Physics,
Anna University Chennai: University College of Engineering-Ariyalur,
Ariyalur, Tamilnadu, India

[2]Department of Physics,
Anna University Chennai: University College of Engineering-Pattukkottai,
Pattukkottai, Thanjavur, Tamilnadu, India

[3]Department of Civil Engineering,
Anna University Chennai: University College of Engineering-Ariyalur,
Ariyalur, Tamilnadu, India

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

ABSTRACT: Cobalt Manganese Ferrite nanoparticles ($Co_{1-x}Mn_xFe_2O_4$ with x varying from 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0) of size varying from 16nm - 73 nm were synthesized by simple co-precipitation method. The obtained samples were characterized by X-ray diffraction analysis, Fourier Transform Infrared spectroscopy, Vibrating Sample Magnetometer. The structure of the samples was determined by using X-ray diffraction Characterization. X-ray diffraction analysis shows that the synthesized samples were cubic spinel in structure. The obtained XRD result shows that the lattice constant (a_o) increased and the average crystallite size shows decrement with manganese substitution. The average crystallite size of the particles was determined by using Debye Scherrer's Formula. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) in the range 4000-400 cm^{-1} was reported. The water absorption bonds and the spinel structure of crystalline cobalt manganese ferrite nanoparticles were reported. The Vibrating sample magnetometer (VSM) results revealed the magnetic properties of the synthesized samples such as Remenance, Coercivity and saturation magnetization. The VSM results reported that the remenance and Coercivity were in decrement and the Saturation Magnetization found to be decrease and increase with Manganese implementation in cobalt ferrite nanoparticles. The synthesized cobalt manganese ferrite magnetic nanoparticles could be used in ferroelectric and in magnetic recording applications.

KEYWORDS: Co-precipitation, Spinel, Magnetic nanoparticles, Remenance, Coercivity, Saturation magnetization, Morphology.

1 INTRODUCTION

Cobalt Ferrite compounds with metal combination such as manganese gives wide application in magneto elastic stress sensors due to its magnetostriction property [1]. Magnetic nanoparticles (MNPs) possessing super paramagnetic nature can be used in various applications such as targeted drug delivery, hyperthermia, human cell segregation process, correcting repaired tissues, MRI contrast enhancement of immuno assay and detoxification of biological fluids[2, 3]. The basic requirement for the biomedical applications is that the MNPs should possess high magnetization values and the particles should be smaller than 100nm. The MNPs should be nontoxic, biocompatible and should permit targeted drug delivery. These MNPs should possess suitable surface coating so that it can bind with drugs, proteins, enzymes, antibodies and nucleotides which can be allowed to an organ, tissue by using external magnetic field [2, 4]. Cobalt Ferrite MNPs is widely used in various applications such as high density magnetic recording [5, 6], ferrofluids technology [5, 7], biomedical drug

Corresponding Author: M. Margabandhu

delievery [5, 8], magnetic resonance imaging [5, 9], biocompatible magnetic nanoparticles for cancer treatment [5, 10] and magneto optical devices [5, 11]. Vaidhyanathan and Sendhilnathan et.al [12] demonstrated that metal ion M^{2+} substitution in $CoFe_2O_4$ ($Co_{1-x}M_xFe_2O_4$) exhibits enhanced properties such as high chemical stability, high corrosion resistance, excellent magnetostriction and magneto optical characteristics. Hence MNP_S and the metal ion substituted cobalt ferrite MNPs possess various applications in technical and in medicine field. In the present work, an attempt was made to synthesize manganese substituted cobalt ferrite nanoparticles ($Co_{1-x}Mn_xFe_2O_4$ with x varying from 0.0, 0.2, 0.4, 0.6 0.8 and 1.0) and to study its structural and magnetic properties in detail. Magnetic nanoparticles can be synthesized through various processes such as hydrothermal method, sol-gel method, thermal decomposition, ball milling, microemulsion and coprecipitation method. Among the various methods, the coprecipitation technique is the cost effective method for the synthesis of MNPs with homogenous particle size. Hence the whole experiment was carried out with simple coprecipitation technique.

2 EXPERIMENTAL PROCEDURE

2.1 SYNTHESIS

The magnetic nano particles prepared via co-precipitation method depends on parameters such as molarity, temperature, pH of the solutions etc [12]. In this process, magnetic nanoparticles are prepared by mixing $FeCl_3$, $MnCl_2$, $CoCl_2$ mixtures in Sodium Hydroxide solution. The ratio between the mixed solutions was maintained as 2:1. The boiling solution of sodium hydroxide with the above mentioned chemical constituents were subjected to stirring process at 70 deg Celsius for one hour duration. The time period left for stirring process is enough for the transformation of metal salts into hydroxides. In few seconds the added salt solutions get transformed into metal particles. The sufficient amount of obtained fine particles at the end of stirring process will be deposited as residue. The obtained residue was washed repeatedly with double distilled water several times to remove impurities. Finally the particles are collected using magnetic segregation. The obtained nanoparticles were washed with acetone to remove other chemical agents and the residue was allowed to dry at normal temperature [12].

2.2 PARTICLE CHARACTERIZATION

X-ray powder diffractometer using Cu K∝ (λ = 1.54060 Å) radiation was used to record the X-ray diffraction patterns. Complete tracing process was carried out in prescribed step size, measurement time and at normal room temperature. The average size of the obtained nanocrystalline powders was measured using Debye-Scherrer formula.

$$D_{xrd} = \frac{0.89\lambda}{\beta cos\theta} \quad (2)$$

D_{xrd} – Average crystalline size in nm, θ-Bragg's diffraction angle, λ - X-ray Wavelength in Å, β – is the full width half maximum [12, 13].

2.3 MAGNETIC MEASUREMENTS

Vibrating sample magnetometer (VSM) was used to calculate the important magnetic parameters such as Retentivity, Coercivity and Saturation magnetization at normal temperature with maximum magnetic field limits of 15000 (G). The obtained values revealed the basic magnetic properties of the Magnetic nanoparticles.

2.4 SPECTRAL MEASUREMENTS

Fourier transform infrared spectra were recorded for the cobalt manganese magnetic nanoparties of different molar ratio between 4000 cm^{-1}-400cm^{-1}. The obtained results pointed out the water absorption bands and metal oxide bonds respectively.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 STRUCTURAL CHARACTERIZATION

X-ray diffraction pattern was used to identify the basic crystalline parameters such as size, lattice constant and even distribution of the particles. In Table.1, the variation of average crystallite size and lattice constant with manganese substitution in cobalt manganese ferrite was clearly shown.

Table 1. Summary of Lattice constant (A°) and Average crystallite size(D_{aveXRD})(nm) of $Co_{1-x}Mn_xFe_2O_4$ with x varying from 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 & 1.0

Samples	Lattice Constant (A°)	Average Crystallite size (D_{aveXRD})(nm)
$CoFe_2O_4$	8.382	31.89
$Co_{0.8}Mn_{0.2}Fe_2O_4$	8.432	26.29
$Co_{0.6}Mn_{0.4}Fe_2O_4$	8.430	22.19
$Co_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$	8.449	17.95
$Co_{0.2}Mn_{0.8}Fe_2O_4$	8.469	15.93
$MnFe_2O_4$	8.489	8.12

All the obtained powders of different molar ratio were being with single phase cubic spinel structure. The sharp end obtained from (311) plane, represents that the samples are in single phase cubic spinel in structure [15]. The strongest peaks at various reflection planes of (511) (422) (400) (311) and (440) showed the presence of single phase cubic spinel structure [5]. The increment in latticle constant (A^0) with manganese substitution in cobalt manganese ferrite nanoparticles was due to the occupying nature of Mn^{2+} ions in the position of Co^{2+} ions [14]. The linear value increment in lattice constant is because of the larger atomic radii of Mn^{2+} ions than Co^{2+} ions.

3.2 MAGNETIC MEASUREMENTS

Vibrating sample magnetometer was used to determine the magnetic properties of the obtained samples at normal temperature. The strength of the applied magnetic field was in the range of 15000 Guass to -15000 Guass and the results were revealed in emu. The variation in magnetic parameters such as coercivity, remanance, saturation magnetization of cobalt manganese ferrite samples of different molar ratio were shown in Fig. (1a, 1b, 1c, 1d and 1e).

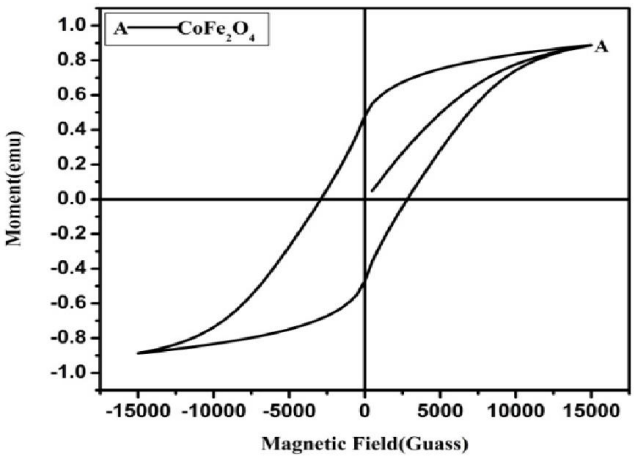


Fig 1a: Magnetization curve of $CoFe_2O_4$

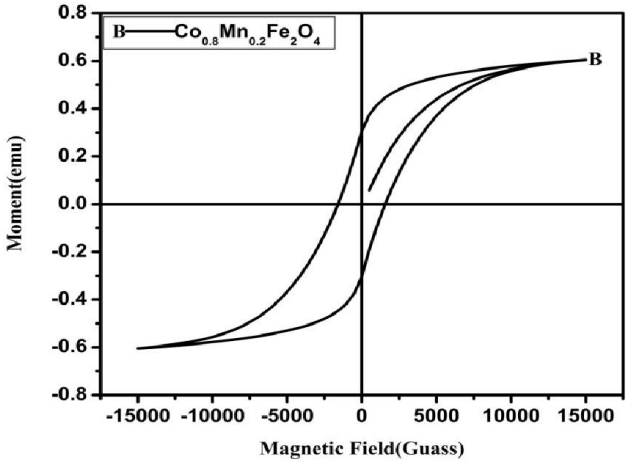


Fig 1b: Magnetization curve of $Co_{0.8}Mn_{0.2}Fe_2O_4$

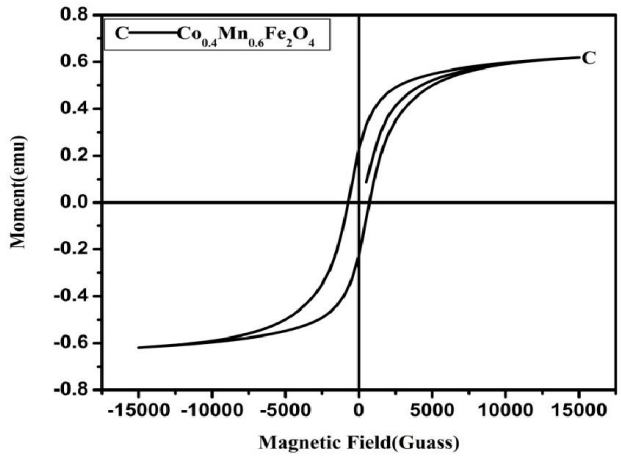


Fig 1c: Magnetization curve of $Co_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$

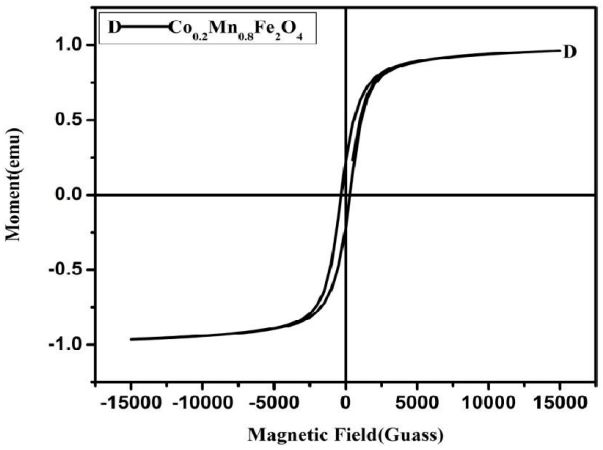


Fig 1d: Magnetization curve of $Co_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$

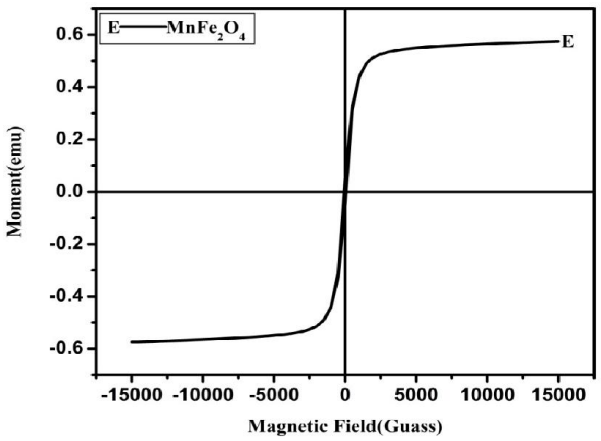


Fig 1e: Magnetization curve of $Co_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$

Fig.1a, 1b, 1c, 1d and 1e Magnetization curves at Room temperature of Cobalt Manganese Ferrite ($Co_{1-x}Mn_xFe_2O_4$ with x varying from 0.0, 0.2, 0.4, 0.6 0.8 and 1.0) magnetic nanoparticles

The figure shows that the coercivity and remanance decreases due to manganese substitution and saturation magnetization was found to in decrement and increment with manganese implementation in cobalt ferrite nanoparticles.

Table.2 Magnetic Properties of Manganese substituted $CoFe_2O_4$ nanoparticles ($Co_{1-x}Mn_xFe_2O_4$ with x varying from 0.0, 0.2, 0.4, 0.6 0.8 and 1.0) Magnetic nanoparticles

Samples	Magnetic Parameters		
	Hc(G)	Mr(emu)	Ms(emu)
$CoFe_2O_4$	2751	0.46992	0.87992
$Co_{0.8}Mn_{0.2}Fe_2O_4$	1579.0	0.30399	0.59942
$Co_{0.4}Mn_{0.6}Fe_2O_4$	719	0.21950	0.60989
$Co_{0.2}Mn_{0.8}Fe_2O_4$	301.5	0.22199	0.95999
$MnFe_2O_4$	75.95	0.04959	0.56982

In Table.2, it can be seen that the coercivity and remanance decreases with manganese substitution in Cobalt manganese ferrite nanoparticles of different molar ratio. The saturation magnetization reduced, increased and again reduced with manganese substitution in Cobalt ferrite nanoparticles. The variations in magnetic parameters of cobalt manganese ferrite nanoparticles was due to super exchange interaction mechanism occurring between the metal ion in the A and B sub lattices. The manganese nonmagnetic ion substitution has preferentially A site occupancy results in the reduction of the exchange interaction between A and B sites [15, 16]. Changing the amount of manganese ions implementation was possible to vary magnetic parameters of the powdered samples. The implementation of Mn^{2+} in cobalt manganese ferrite nanoparticles of different molar ratio an exchange interaction between A and B sites lowered results in strengthening of B-B interaction and weakening of A-B interaction due to which the saturation magnetization decreased [12, 16]. The results revealed that the magnetic parameters such as remanance and coercivity decreases to a minimum value [12].

3.3 SPECTRAL MEASUREMENTS

Fourier transform infrared spectra (FTIR) of cobalt manganese ferrite nanoparticles of different molar ratio was shown in Fig. 2. The results were in coincidence with previously found out ftir values [17]. The vibrational bands in range 3688-3299 cm^{-1} correspond hydroxyl groups which represents hydroxyl groups. It represents that the water is being attached to the surface of iron layer and the molecules were adsorbed to the total surface [18, 19].

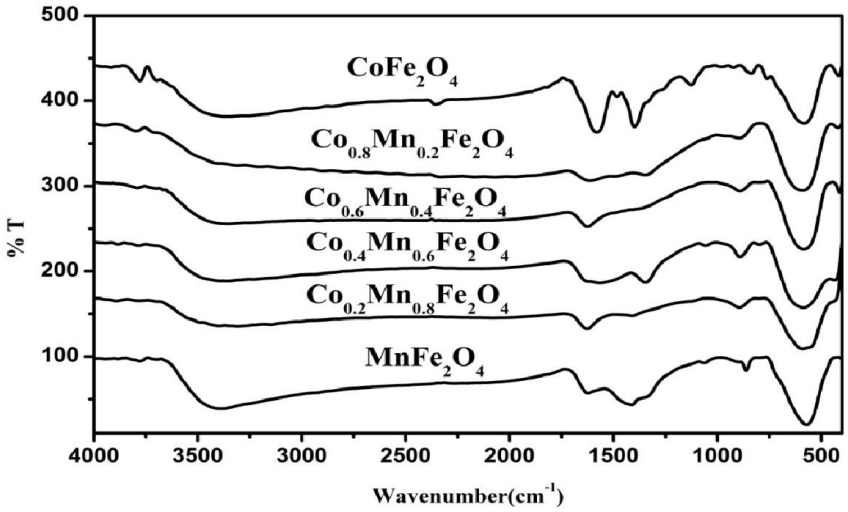


Fig.2 FTIR Spectra of Cobalt Manganese Ferrite nanoparticles

The range 1579-1619 cm^{-1}.correspond to the hydroxyl groups opted for in-plane bending vibrations [18]. The range 976-859 cm^{-1} corresponds to the out-of-plane bonds [19]. The obtained result clearly shows that the cobalt manganese ferrite nanoparticles retains the hydroxyl groups during synthesis process. The range 589-569 cm^{-1} represents the octahedral and tetrahedral structural vibrations and it confirms the existence of metal oxygen bonds in obtained nanoparticles [16][18]. The existence of tetrahedral structures was found to more than octahedral structures, it was the reason for the prevalence of short bond lengths [16]. The range in between 589-569 cm^{-1} was the evidence for the existence of metal oxygen bonds [19].

4 CONCLUSION

The co-precipitation technique for the synthesis of metal substituted magnetic nanoparticles was considered as the simplest technique and it has been confirmed. Cobalt manganese ferrite magnetic nanoparticles ($Co_{1-x}Mn_xFe_2O_4$ by varying x from 0.0 to 1.0) were synthesized and reported. Manganese substituted cobalt ferrite nanoparticles formed a cubic spinel structure which was confirmed by x ray diffraction. In xrd analysis, the lattice constant was found to increase with the increase in manganese substitution and the average crystallite size D_{avg} decreased with increase in manganese substitution. From the results of VSM, it was confirmed that the Coercivity (H_c) and Retentivity (M_r) decreases with the manganese substitution and the specific saturation magnetization (M_s) was found to be increase and decrease with manganese substitution. Hence from the above work, it was clear that the samples shows super paramagnetic behavior which was identified from the hysteresis loop. From the very small area of hysteresis loop of $MnFe_2O_4$, it was found that the sample was not to be considered as a hard magnetic material. The soft magnetic nature of $MnFe_2O_4$ possesses various usages in magnetic recording, ferromagnetic optical devices and in ferro fluid technology. The presence of –OH vibrations and Metal oxide bonds confirms the absorption of water by the surface of the samples and the Fe-O and Co-o bonds from FTIR spectra.

ACKNOWLEDGMENT

Dr. S. Sendhilnathan gratefully acknowledges the DST (Ref. no. SERC no.100/IFD/7194/2010-11 dated 12.10.10) for the financial assistance received through the project.

REFERENCES

[1] J. A. Paulsen, A. P. Ring, C. C. H. Lo, J. E. Snyderand D. C. Jiles, “Manganese-substituted cobalt ferrite magnetostrictive materials for magnetic stress sensor application”, *Journal of Applied Physics,* Vol. 97, no.4, pp. 044502-1-044502-3, 2005.

[2] S. Laurent, D. Forge, M. Port, A. Roch, C. Robic, L. V. Elst, R. N. Muller, “Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization, Physicochemical Characterizations, and Biological Application”. *Chemical. Reviews,* Vol. 108, no.6, pp. 2064-2110, 2008.

[3] A. K. Gupta, M. Gupta, "Synthesis and surface engineering of iron oxide nanoparticles for biomedical applications", *Biomaterials,* Vol.26, no. 18, pp. 3995-4021, 2005.
[4] M. Chastellain, A. Petri, A. Gupta, K. V. Rao, H. Hofmann, "Superparamagnetic silica-iron oxide Nanocomposites for application in hyperthermia", *Advanced Engineering Materials,* Vol. 6, no. 4, pp. 235-241, 2004.
[5] N. Sanpo, C. C. Berndt, C. Wen, J. Wang, " Transition metal-substituted cobalt ferrite nanoparticles for biomedical application", *Acta Biomaterialia,* Vol. 9, pp. 5830-5837, 2013.
[6] M. Sugimoto, "The past, present, and future of ferrites", *Journal of the American Ceramic Society,* Vol. 82, no. 2, 1999.
[7] MP. Pileni, "Magnetic fluids: fabrication, magnetic properties, and organization of nanocrystals", *Advanced Functional Materials,* Vol.11, pp. 323-36, 2001.
[8] C. Liu, B. Zou, A. J. Rondinone, Z. J. Zhang, "Reverse micelle synthesis and characterization of superparamagnetic $MnFe_2O_4$ spinel ferrite nanocrystallites", *The Journal of Physical Chemistry B,* Vol. 104, pp. 1141, 2000.
[9] L. Zhen, K. He, C. Y. Xu, W. Z. Shao, "Synthesis and characterization of single-crystalline $MnFe_2O_4$nanorods via a surfactant-free hydrothermal route", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials,* Vol. 320, no.21, pp. 2672-2675, 2008.
[10] D. H. Kim, D. E. Nikles, D. T. Johnson, C. S. Brazel, "Heat generation of aqueously dispersed CoFe2O4 nanoparticles as heating agents for magnetically activated drug delivery and hyperthermia", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials,* Vol. 320, no. 19, pp. 2390-96, 2008.
[11] D. Jamon, F. Donatini, A. Siblini, F. Royer, R. Perzynski, V. Cabuil, "Experimental investigation on the magneto-optic effects of ferrofluids via dynamic measurements", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials,* Vol. 324, pp. 1148-1154, 2009.
[12] G. Vaidyanathan, S. Sendhilnathan, R. Arulmurugan, "Structural and magnetic properties of Co1_xZnxFe2O4 nanoparticles by co-precipitation method", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials,* Vol. 313. Pp. 293-299, 2007.
[13] P. C. Morais, V. K. Garg, A. C. Oliveira, L. P. Silva , R. B. Azevedo, A. M. L. Silva, "Synthesis and characterization of size-controlled cobalt-ferrite-based ionic ferrofluids", Vol. 225, no. 1-2, pp. 37-40, 2001.
[14] C. Dong, "A Windows-95-based program for powder X-ray diffraction data processing", *Powder X Applied Crystallography (Copenhagem),* Vol. 32, no.4, 1999.
[15] J. Amighian, E. Karimzadeh, M. Mozaffari, "The effect of Mn^{2+} substitution on magnetic properties of $Mn_xFe_3O_4$ nanoparticles prepared by co-precipitation method," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials,* Vol. 332, pp. 157-162, 2013.
[16] S. Singhal, T. Namgyal, S. Bansal, K. Chandra, " Effect of Zn Substitution on the Magnetic Properties of Cobalt Ferrite Nano Particles Prepared Via Sol-Gel Route", *Journal of Electromagnetic Analysis & Applications,* Vol. 2, pp. 376-381, 2010.
[17] F. A. Miller and C. H. Wilkins, "Infrared Spectra and Characteristic Frequencies of Inorganic Ions Their Use in Qualitative Analysis", *Analytical chemistry,* Vol. 24, no.8, 1952.
[18] A. Pradeep and G. Chandrasekaran, "FTIR Study of Ni, Cu and Zn Substituted Nanoparticles of MgFe2O4," *Material Letters,* Vol. 60, No. 3, pp. 371-374, 2006.
[19] Huixia Wu, Gang Liu, Xue Wang, Jiamin Zhang, Yu Chen, Jianlin Shi, Hong Yang, HeHu, Shiping Yang, "Solvothermal synthesis of cobalt ferrite nanoparticles loaded on multiwalled carbon nanotubes for magnetic resonance imaging and drug delivery,"*Acta Biomaterialia*, Vol. 7, pp. 3496-3504, 2011.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 8-14
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Improved SPWM Modulation Technique to Reduce Harmonic Distortion in Voltage Source Converter

K. Lakshmikhandan[1], Andy Srinivasan[2], and M. Dharani[1]

[1]Department of Electrical and Electronics Engineering,
Anna University,
Chennai, Tamil Nadu, India

[2]Department of Electrical and Electronics Engineering,
Valliammai Engineering College,
Chennai, Tamil Nadu, India

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

ABSTRACT: This paper addresses the timely issue of analyzing the custom power controllers based on an improved Pulse-Width Modulation (PWM) technique called the Inverted - Sine PWM (ISPWM). These controllers are also named as Distribution - Flexible AC Transmission System (DFACTS). DFACTS are a new generation of power electronics based equipment aimed to enhance the reliability and quality of power flow in low-voltage distribution networks. The proposed ISPWM technique can be used to control Voltage Source Converters (VSC) of custom power devices. This switching technique uses a sinusoidal reference signal and an inverted-sine as carrier signal. The ISPWM technique generates low voltage Total Harmonic Distortion (THD) in comparison with conventional Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM) technique. This type of switching technique called the ISPWM has been used on a simple VSC for analyzing its impact.

KEYWORDS: IPWM, ISPWM, Power quality, Harmonics, VSC, THD.

1 INTRODUCTION

Problems related to electrical system always occur regardless of time and place. This may cause impact to the entire electricity supply system. The last decade has marked with tremendous increase in the deployment of end-user equipment that is highly sensitive to quality electricity supply. Several large industrial users are reported to have faced large financial losses as a result of even minor lapses in the quality of power supply [1], [2]. Great efforts have been made to overcome the situation, where solutions based on the use of the latest power electronic technology figures out prominently.

Indeed, in custom power technology, the low voltage counterparts, which are more widely known are flexible AC transmission system technology [3]. Installed at low-voltage distribution applications (named DFACTS), has emerged as a credible solution to solve many of the problems related to continuity of supply up to the end-user level. At present a wide range of flexible controllers, which capitalize on newly available power electronics components are emerging for custom power applications [4]. Among those, the Distribution Static Compensator (D-STATCOM) and the Dynamic Voltage Restorer (DVR), both of them based on the VSC principle are the controllers which have gained the prime attention [5], [6]. Inverters based on Voltage Source Converters are widely used as a basic component in custom power devices. These devices will improve power quality problems such as voltage sag, swell, flicker and harmonics [7]. These controllers produce voltage harmonics due to switching operation of power electronic converters [8]. The harmonics in the output voltage of power electronic converters can be reduced using Pulse-Width Modulation switching techniques.

2 VOLTAGE SOURCE CONVERTER

Voltage Source Converter technology has been selected as the basis for several recent projects due to its controllability, compact modular design, ease of system interface and low environmental impacts. Reactive power compensation using VSC technology has certain attributes which can be beneficial to overall system performance. In FACTS concept, the voltage source converter is the building block of STATCOM, Static Synchronous Series Compensator (SSSC), Unified Power Flow Controller (UPFC), Interline Power Flow Controller (IPFC) and any other controllers [9], [10]. Converters applicable to FACTS controllers would be of the self-commutating type.

In voltage source converter, the DC voltage always has one polarity and the power reversal takes place with the help of the DC current polarity reversing. Some FACTS devices made use of VSC based controller, which increased power transmission capability as well as improved power quality over existing transmission and distribution circuit. VSC based FACTS controller are capable of providing fast voltage support and active power flow control to improve the power transfer capability over available congested transmission path [11], [12]. The three phase voltage source converter is the basic building block of most new FACTS and custom power equipments. The converter may be employed as a shunt compensator, series compensator or even a hybrid of both.

In recent years, VSC technology has made significant progress through the development and advancement of high power controlled type semiconductor devices such as Gate TurnOff Thyristor (GTO), Insulated Gate Bipolar transistor (IGBT) and Integrated Gate Commutated Thyristor (IGCT). There are several VSC topologies currently in use in actual power system operation. The Common aim of these topologies is to minimize the switching losses of the semiconductors inside the VSC and to produce high quality sinusoidal voltage waveforms with minimum harmonics or no filtering requirements.

2.1 BASIC SCHEME OF VOLTAGE SOURCE CONVERTER

The Voltage source converter is a Power electronic device which can supply variable voltage, variable frequency and variable phase angle sinusoidal supply. They have been widely used for speed control of the electrical drive system which is used in power quality improvement purpose [13]. The basic voltage source converter scheme for reactive power generation is shown in the form of a single line diagram as in Fig 1.

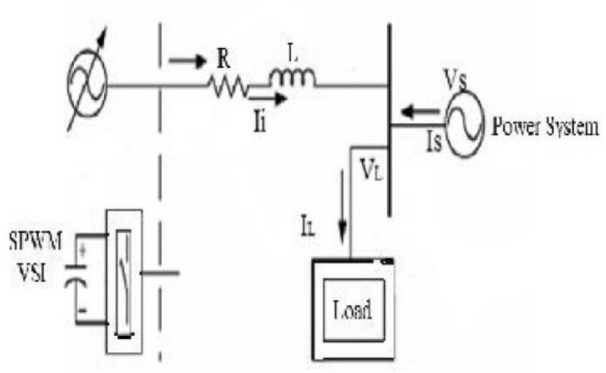


Fig. 1. Standard Voltage Source Converter Scheme

From DC voltage source, provided by the charge capacitor, the converter produces a set of controllable three phase output voltages with the frequency of the AC power system. By varying the amplitude of the output voltages produced, the reactive power exchange between the converter and the AC system which can be controlled in the following ways. If the amplitude of the output voltage is increased above that of the AC system voltage, then the current flows through the tie resistance from the converter to the AC system and the converter generates reactive power for AC systems. If the output voltage is decreases below that of the AC system, the reactive current flows from the AC system to the converter and the converter absorbs reactive (inductive) power [14]. If the amplitude of the output voltage is equal to that of the AC system voltage, the reactive power exchange is zero. VSC is widely used in adjustable-speed drives, but can also be used to mitigate voltage dips [15], [16].

3 MODULATION TECHNIQUES

3.1 EXISTING SPWM TECHNIQUE

In general, the PWM technique for high power applications has a switching frequency that is fixed and low [17]. The PWM method reduces the harmonics by shifting the frequency spectrum to the vicinity of high frequency band of carrier signal. In the case of sinusoidal PWM scheme, the control signal is generated by comparing a sinusoidal reference signal and a triangular carrier signal. The SPWM technique is effective which means to control the voltage, frequency and magnitude. The SPWM in VSC is used only because of its technical behavior. It also provides most complex calculations relating to VSC behavior. The SPWM technique. However, inhibits poor performance with regard to maximum attainable voltage and power.

3.2 PROPOSED ISPWM TECHNIQUE

A novel PWM technique called ISPWM for harmonic reduction of the output voltage of AC -DC converters are presented in this paper. In addition, the control scheme based on ISPWM maximizes the output voltage for each modulation index. In this paper, the ISPWM switching technique has been developed for controlling the VSC based inverters, which has lower THD than other conventional techniques. The proposed ISPWM for DC to AC conversion in inverter has new forms of carriers namely carrier1 and carrier2. The capability of ISPWM schemes for improving frequency spectrum and thereby reducing the THD in output can be seen in Fig.2. We can say that the proposed ISPWM technique has always lower THD than the conventional SPWM techniques.

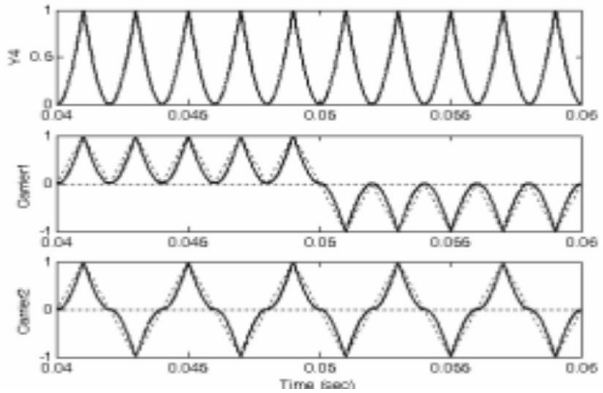


Fig. 2. Proposed ISPWM Carrier

It is obvious that the line voltage V_{ab} has no triple harmonics. The Fig.2 shows the carriers of the proposed ISPWM technique. It includes the carrier1 and carrier2 with its time in seconds. Fig.3 shows the triggering pulse used in the propounded technique.

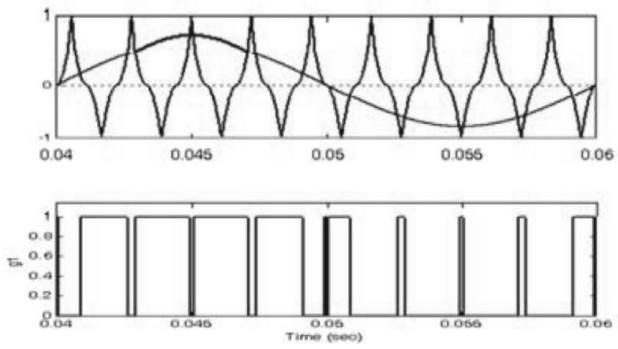


Fig. 3. Firing pulses generation in the proposed ISPWM Technique

3.3 ADVANTAGES OF ISPWM

1. It has a better spectral quality and a higher fundamental component compared to the conventional sinusoidal PWM without any pulse dropping. 2. The ISPWM strategy enhances the fundamental output voltage specified at lower modulation index ranges. 3. There is a reduction in total harmonic distortion and switching losses. 4. The appreciable improvement in the total harmonic distortion in the lower range of modulation index attracts drive applications where low speed operation is required. 5. Harmonics of carrier frequencies or its multiples are not produced.

4 HARDWARE IMPLEMENTATION



Fig. 4. Hardware setup for analyzing ISPWM in Voltage Source Converter

The Fig.4 shows the hardware implementation for performing the analysis of ISPWM technique. We have made a voltage source converter in which we are using SPWM and ISPWM technique to generate the triggering pulse.

After providing the pulse, we have analyzed the output obtained for both the technique. Fig. 5 shows the actual pulse generated using ISPWM technique and shows the comparison between the VSC output & Harmonic spectrum. It includes the triangular wave and the carrier wave as seen in the Fig. 5. These generated pulses will be given to the switching devices so that the output obtained can be analyzed.

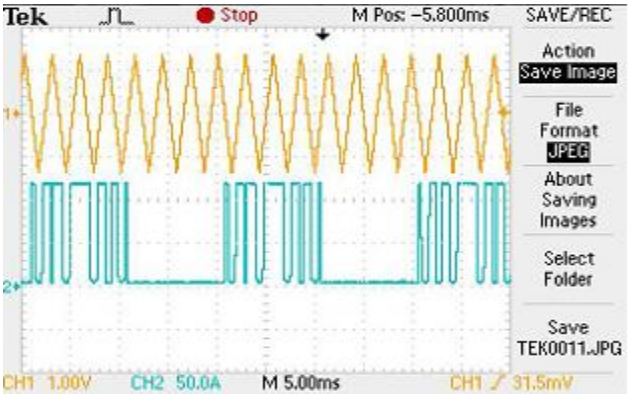


Fig. 5. Pulses generated using ISPWM Technique

The generated pulse is now given to the VSC and when the triangular carrier wave is given to the arrangement for the study, the output obtained is as shown in Fig.6.

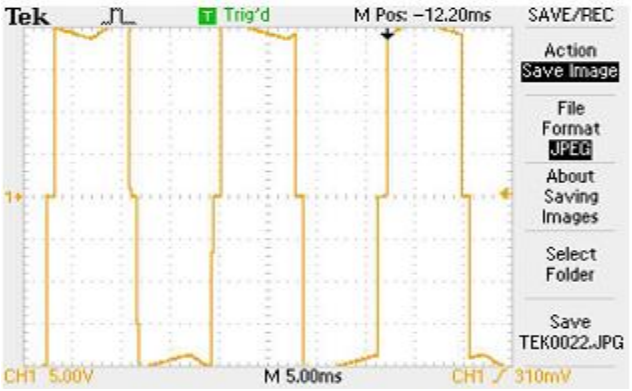


Fig. 6. Output at triangular carrier wave

After that we gave the inverted sine carrier wave to the test arrangement. The output obtained from the input is as shown in Fig.7.

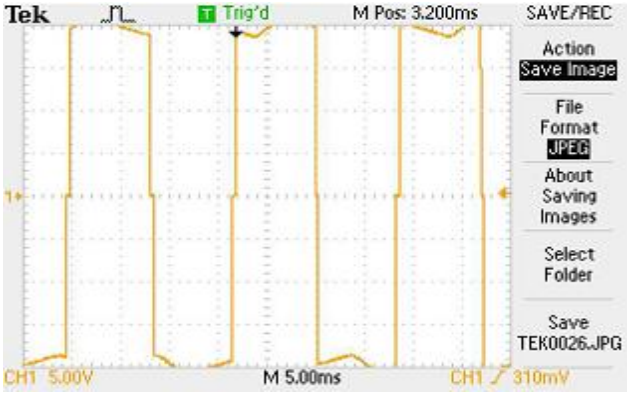


Fig. 7. Output at Inverted Sine carrier wave

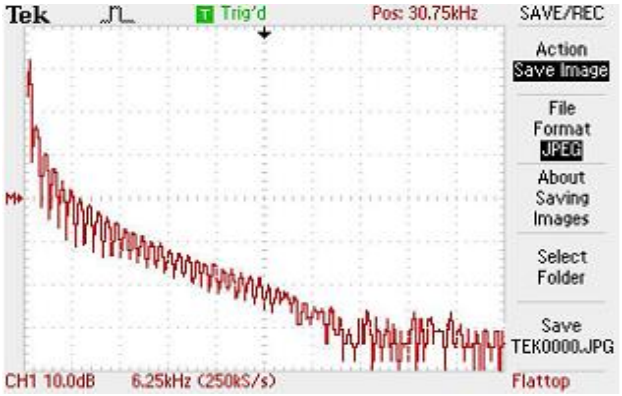


Fig. 8. Fast Fourier transform of the VSC output with SPWM technique

The Fast Fourier Transform (FFT) analysis of the output obtained from VSC using SPWM is shown in Fig.8. It shows that there are more harmonics in the system output when SPWM modulation technique is employed for the system.

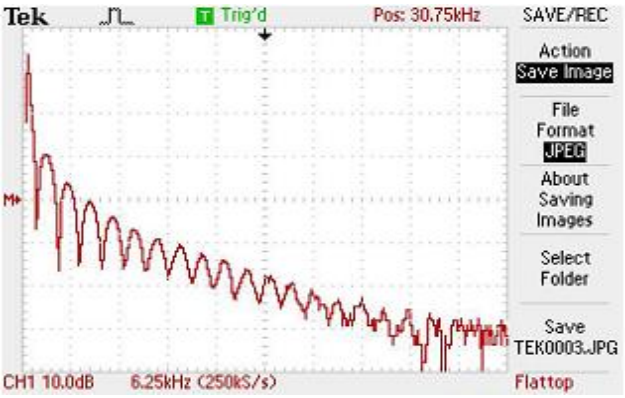


Fig. 9. FFT of VSC output with ISPWM

While the same Fourier analysis of the output obtained from VSC using ISPWM is shown in Fig.9. It shows that there is much reduction of harmonics in the system output when compared to the SPWM modulation technique. The capability of ISPWM schemes for improving frequency spectrum and hence reduction of THD output can be seen from the above results. Hardware results show that the output of VSC is of high quality when ISPWM technique is employed. Hence it can be seen that the proposed ISPWM technique has always lower THD than the conventional SPWM.

5 CONCLUSION

Many new modulation techniques were found out for use in power electronic devices. These techniques have been analyzed and implemented in industrial applications. It is seen that such techniques are more advanced compared to the traditional ones. Likewise the VSC based on proposed switching technique has a lower THD than the conventional SPWM technique. The Hardware results show that the output voltage is more pure with lower harmonic distortion using ISPWM technique. This proposed work is carried out on a simple VSC hardware model and the results are obtained. As ISPWM technique gives good quality output than SPWM, reactive power injected into the system is almost a sine wave which increases the power quality of the system.

REFERENCES

[1] Saeid Esmaeili Jafarabadi "A New Modulation Approach to Decrease Total Harmonic Distortion in VSC Based D-FACTS Devices", European Journal of Scientific Research, Vol.25, pp.325-338, 2009.

[2] Sonali Raj, Abhinav Raj "Reduction of harmonics in Flexible Power Electronic Transformer", International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 8, August 2015.

[3] Professor Stephen J.Bitar, "PWM Techniques : A Pure Sine Wave Inverter", Worcester Polytechnic Institute Major Qualifying Project, 2010-11.

[4] Ibrahim Hasan Mohammed Salih, M.Sushama, "Simulated design of a Multilevel STATCOM for reactive power compensation, "International Journal of Scientific Engineering and Technology Research, Vol. 02, Issue 10, pp.978-983, September 2013.

[5] Robertw. ericson "fundamental of power electronics" second edition Secaucus , N J USA: Kluwer academic Publisher.

[6] G.Vijayalakshmi, M.Vijaykumar, "Development of Multicarrier PWM technique for five level voltage source inverter", Advanced Engineering and Applied sciences: An International Journal, January 2015.

[7] N. Hingorani, Flexible AC transmission systems, in Proc. IEE 5th Int. Conf. AC DC Transmission, London, U.K., Pub.345, pp. 1–7, 1991.

[8] A. Ghosh, "Power quality enhancement using custom Power devices", Khuvar Acadamic Publishers, 2002.

[9] S.Malathy, Dr.R.Ramaprabha, "Trapezoidal inverted sine PWM techniques for fundamental fortification in PV fed multilevel inverters" in International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering , Vol. 2, Issue 4, April 2012.

[10] Maswood, A.I. "A switching loss study in SPWM IGBT inverter", Power and Energy Conference, IEEE 2nd International, pp. 609-613, 2008.

[11] Olimpo Anaya-Lara and E. Acha, "Modeling and Analysis of Custom Power Systems by PSCAD/EMTDC", IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 17, No.1, Jan. 2002

[12] V.Arun, B.Shanthi and S.P.Natarajan, "A Comparative study on various unipolar PWM strategies for single phase seven level Switch asymmetrical 15-level inverter", Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology", March 2014.

[13] S. Jeevananthan, P. Dananjayan and S. Venkatesan, "SPWM-An Analytical Characterization, and Performance Appraisal of Power Electronic Simulation Softwares", Proceedings of International Conference on Power Electronics and Drive Systems, Malaysia, pp. 681-686, 2005.

[14] N. Suresh and R. Samuel Rajesh Babu "Review on Harmonics and its Eliminating Strategies in Power System" Indian Journal of Science and Technology, Vol. 8, No. 13, July 2015.

[15] Bindeshwar Singh, Nupur Mittal, Dr.K.S.Verma, "Multilevel inverters: A literature survey on topologies and control strategies", International Journal of reviews in Computing, Vol. 10, July 2012.

[16] R. Seyezhai and Dr.B.L.Mathur, "Investigation of Variable Frequency ISPWM control method for an Asymmetric Multilevel Inverter", International Journal of Electrical and Computer Sciences, Vol.09, No.10, pp. 98810-2323, Dec. 2009.

[17] Panithi Sanjit and Apinan Aurasopon, "Asymmetrical PWM for Harmonics Reduction and Power Factor Improvement in PWM AC Choppers Using Bee Colony Optimization", Journal of Power Electronics, Vol. 15, No. 1, pp. 227-234, Jan. 2015.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 15-21
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Simultaneous determination of sulfonamides residues in treated wastewater samples by On-line solid phase extraction liquid chromatography tandem mass spectrometry: Preliminary occurrence analysis in Tunisia

Bilel Moslah[1-2-3], Hmida Naouali[1], Amel Jrad[1], and Abderrazek Hedhili[2-3]

[1]Tunis International Center for Environmental Technologies CITET, 1080 Tunis, Tunisia

[2]Department of Toxicology, Laboratory of Environment and Toxicology LR12SP07, Urgent Medical Assistance Center (CAMU), 1089 Tunis, Tunisia

[3]Faculty of pharmacy, 5000 Monastir, Tunisia

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

ABSTRACT: Many studies attest to the pollution of surface water, wastewater and water intended for human consumption by organic molecules including emerging drug residues at trace levels. These emerging micropollutants are mostly little or not removed by sewage treatment plants and can consequently be found in the natural environment. The occurrence of antibiotic drug Sulfonamides in influent and effluent samples from three Tunisian Wastewater Treatment Plants was evaluated. The application of optimized multi-residue method for the simultaneous quantification and confirmation of 9 commonly used antimicrobials was carried out by on-line solid phase extraction liquid chromatography tandem mass spectrometry (SPE–LC–MS/MS). Isotopically labeled compounds Sulfadimethoxine d_6 and Sulfamerazine $^{13}C_6$ were used as surrogate internal standards to compensate for possible matrix effects. The presence of 9 antimicrobials is confirmed in the influent samples. Exclusively sulfamethoxazole was detected in both influent and effluent samples of three WWTPs (WWTP1, WWTP 2 and WWTP 3) at concentrations of (1.1–5.3µg/L), (0.3–0.6 µg/L) and (0.4–0.5 µg/L), respectively. Moreover, the highest concentration of sulfamethoxazole observed i.e. 5.3 µg/L in the effluent sample is mainly due to the great size of WWTP 1 and the large volumes of wastewater inflow which is in accordance to the largest population that it serves with 400.000 inhabitant equivalents.

KEYWORDS: Antibiotics, Multi-residue method, Sulfonamides, Trimethoprim, Tunisia, Wastewater, Xenobiotics.

1 INTRODUCTION

The reuse of treated wastewater is for a country like Tunisia relevant and appropriate solution to address the lack of rainfall and harsh climate of the country. The objective is to enhance the treated wastewater in agriculture, safely and according to the needs of farmers, and expand the use of these waters to other areas, the effect of increasing the rate reuse of treated water reached 50% by at the end of 2014 instead of 30% in 2010 according to the latest report on the national state of environment issued by the Ministry of Environment [1].

In recent years, there has been a growing concern due to the assumption that various chemicals can have endocrine-disrupting effects [2]. In addition, thousands of tons of pharmacologically active substances are used each year can be found in the wastewater. The existence of xenobiotic compounds in treated wastewater is a new concern for many countries experiencing prolonged droughts implementing systems of wastewater reuse for irrigation and groundwater discharge. Consumption of medicinal products for human or veterinary use is steadily increasing in Tunisia. Incomplete metabolism of drugs consumed can lead to contamination of natural environments. Most existing conventional treatment processes applied are not designed to completely remove different classes of xenobiotics organic compounds including active pharmaceutical

Corresponding Author: Bilel Moslah

ingredients. In fact, the elimination of these pharmaceutical ingredients depends on their ability to biodegradation and adsorption to suspended solids. Many of these compounds are hydrophilic and their adsorption on sludge is limited [3]. Ones of the particularly hazardous components of this wastewater are drugs and their metabolites. Sulfonamides (SNs) are an example of such compounds. It is estimated that most of them is stable in the environment, and some are also highly toxic, or ecotoxic [4,5]. The threat caused by antimicrobial drugs is mainly based on the fact that even in trace amounts, they may generate drug resistance in microorganisms [6]. Then, the resistance genes can be transferred between different strains of bacteria, for example by conjugation [7]. Most human use of antimicrobials and other pharmaceuticals reach the aquatic environment, unchanged or transformed, mainly *via* discharge of effluents from municipal wastewater treatment plants (WWTPs). The residual concentrations of these bioactive compounds in treated effluents depend on their removal during wastewater treatment. They can potentially pose a hazard of aquatic organisms if the removal is incomplete. According to the Tunisian Ministry of Public Health, Co-trimoxazole (Bactrim®, Sulfatrim®) is the most consumed sulfonamide molecule in Tunisia (Unpublished statistical data). Co-trimoxazole is a combination of two antibiotics. Its formulation is made up of five parts sulfamethoxazole and one-part trimethoprim. This combination has a synergistic antibacterial effect. It is used to treat the simplest to the most advanced bacterial infections.

The main objective of this study was to investigate the occurrence and removal efficiency of sulfonamide antimicrobials in treated wastewater at three sewage treatment plants serving major cities in Tunisia and subsequently ascertain the degree of adaptation processing techniques used to remove these pharmacologically active substances. More specifically the detailed goals of the present study were: (i) to apply a rapid, accurate method for trace analysis of these compounds in influents and effluents wastewaters; and (ii) to evaluate the removal efficiency of the WWTPs. This paper is the first report on the occurrence of pharmaceuticals in STPs in Tunisia.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 DESCRIPTION OF SAMPLING SITES (WWTPS)

Wastewater samples used in this study were collected from three different Wastewater Treatment Plants Choutrana (WWTP 1), Charguia (WWTP 2) and Korba (WWTP 3) located in the northeast of Tunisia. All effluents are reused either for irrigation or groundwater replenishment. All WWTPs receives domestic and industrial inflows (Pharmaceutical Industries, Hospitals...). All the selected WWTPs operate in a similar way which consists of a conventional secondary treatment using activated sludge. Only WWTP 3 of Korba has a secondary activated sludge treatment enhanced by a tertiary treatment impoundment. The characteristics of each WWTP are listed in Table 1 where the served population and the treatmenttechnologies are included and the distribution of the WWTPs can be found in Figure 1. Influents and effluents from all WWTPs were collected as composite samples in January 2015.

Table 1. Characteristics of WWTPs

WWTP	Watershed	PE	Q (m^3/day)	Type of treatment	Degree of treatment	Origin
I	Canal El Khalij	400,000	78000	Biologic—activated sludge	Secondary	U+I
II	Canal El Khalij	195,000	60000	Biologic—activated sludge	Secondary	U+I
III	Lagoon of Korba	30,000	7500	Biologic—aerated lagoon	Tertiary	U+I

PE: Population Equivalent; U: Urban ; I: Industrial

The WWTP 1 is one of the sewerage centerpieces in Tunisia that serves a population of 400,000 (PE) and which represent the major part of the municipal wastewater derived from the capital Tunis suburb. However, WWTP 2 receives only a part of wastewater derived from the capital Tunis, the rest is transported to the WWTP 1 for treatment. Against various pressures (population growth, agricultural expansion, fertilizers, urban and industrial discharges) acting on these ecosystems, The WWTP 3 (Korba) located in the "Cap Bon" Peninsula at 100 Km east of the capital Tunis was chosen for this study given its wastewaters intended for reuse and ecological importance [8].

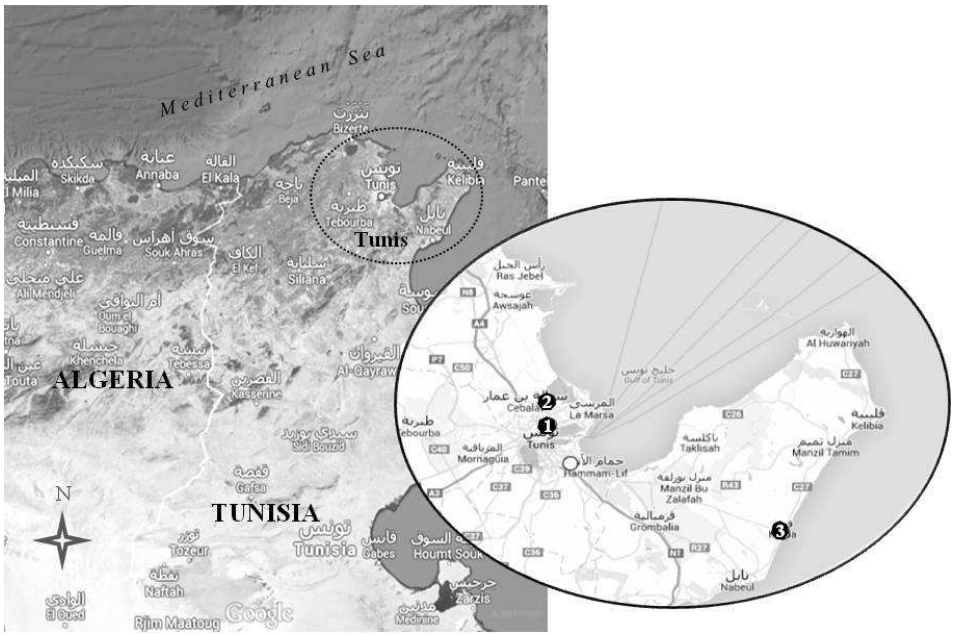


Figure 1. Locations in NE-Tunisia of the WWTPs (●) sampled.

2.2 SAMPLING

Samples were collected from the inlet and from the outlet of three wastewater treatment plant. 24-h composite samples were collected in January 2015 using a time-proportional automatic sampler (Liquiport 2010 CSP44). The time between sampling and analysis was less than 7 days. Each sample was on-line solid phase extracted and ach extracted sample was analyzed *via* chromatography.

2.3 CHEMICALS AND REAGENTS

A mixture of pharmaceutical standards used was of high purity grade (>90%). Sulfamethoxazole, sulfamoxole, sulfaquinoxaline, sulfabenzamide, sulfamonomethoxine, sulfamethazine, trimethoprim, sulfamerazine were purchased from Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany). Isotopically labeled compounds, used as internal standards, were Sulfadimethoxine d_6 and Sulfamerazine $^{13}C_6$ obtained from Sigma- Aldrich. This mixture was prepared by appropriate dilution of individual stock solutions. Further dilutions of this mixture were prepared in methanol–water (25:75, v/v) before each analytical run and were used as working standard solutions. Internal standards used for internal calibration [9]. HPLC-grade methanol and acetonitrile were supplied by Carlo Erba (Val de Reuil, France), utra pure water from Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany). Formic acid 99-100% was from Normapur ProLabo. Nitrogen Generator ZEFIRO - LCMS for drying > 99 % of purity was from F-DGS SAS (Evry, France).

2.4 ANALYTICAL PROCEDURE

2.4.1 SAMPLE PREPARATION

While traditional sample preparation for organic compounds using offline solid-phase extraction (SPE) has many advantages, the goal was to develop a setup for online SPE coupled with liquid chromatography (LC) and tandem mass spectrometry (MS-MS) to combat some of the disadvantages. The most urgent of the disadvantages with offline SPE was the length of time needed to work up the large number of samples typically analyzed in CITET studies. Further advantages expected with an online SPE method included the direct coupling of the extraction to the mass spectrometer to allow unattended 24/7 operation, and the storage of the extraction method within the raw data files, thereby cutting down the laboratory's administrative overhead.

The simplest approach to automation generally is a single cartridge approach [10]. The direct coupling of SPE to LC eliminates several working steps, such as evaporation, reconstitution, and injection. This results in a faster and more precise

procedure since the total enriched amount of substance is eluted directly to the liquid chromatography [11,12]. In addition, automated online SPE has the potential to reduce procedural errors.

Target sulfonamides were extracted by On-line solid phase extractor (2777 Sample Manger), was from Waters Corporation (Milford, MA, USA). The method setup used an online SPE–LC coupling with two switching valves. The online SPE system is fitted with a quaternary pump, a degasser, an autosampler, and a unit of 6 automatic valves which allow the sample to pass on an extraction cartridge, then elute the analytes by transferring them directly onto the analytical column for separation prior to detection by MS/MS. This system allows injecting the entire sample into the system. The whole procedure was controlled through Masslynx software version 4.1 (Waters Acquity).

Sample enrichment was achieved with a 2000µL sample loop on a 30 mm × 2.1 mm hydrophilic–lipophilic balanced (HLB) extraction cartridge (20 µm particle size) at sample pH. After injection, the samples are directly transferred to the analytical column using solvent gradient analysis. HPLC-grade eluents were used.

2.4.2 LC–ESI–TANDEM MS ANALYSIS

The devices used are detailed in previous works [13,14]. LC-MS/MS analysis was performed using a Waters Acquity UPLC system (Milford, MA, USA), coupled to a Micromass Quattro Premier triple quadrupole mass spectrometer detector system, equipped with a Z-spray ESI interface (Manchester, UK). Chromatographic separation was achieved with a BEH C_{18} Column (2.1* 50mm, particle size 1.7 µm), supplied by Waters corporation. The total sample run time was 12 min and the high pressure gradient for the analytical separation was achieved by changing the ratio of the elution pump. Mobile phase consisted of eluent A (Water 0.1% HCOOH) and eluent B (Acetonitril 0.1% HCOOH). The elution gradient was set at a flow rate of 0.450 mL/min.

The optimization of MS parameters (cone voltage and collision energy) was performed by flow injection analysis (FIA) for each compound. Cone voltages were selected according to the sensitivity of precursor ions, whereas collision energies were chosen to give the maximum intensity of the fragment ions obtained. The optimum collision energies and cone voltages selected for each transition are indicated in Table 2.

Table 2. MS/MS parameters for the analysis of target analytes by MRM positive ionization mode

Target Compounds	R_t window (min)	Predicted R_t (min)	R_t (min)	Precursor ion	MRM 1	CV-CE	MRM 2	CV-CE	Response Type
Sulfamerazine	0.0 to 3.60	3.30 ± 0.25	3.25	265 $[M-H]^+$	265 > 92	32-32	265 > 156	32-15	Internal*
Sulfamerazine $^{13}C_6$	0.0 to 3.60	3.30 ± 0.27	3.28	271.1 $[M-H]^+$	271.1 > 98	33-27	_	_	External
Trimethoprim	3.0 to 3.70	3.21 ± 0.15	3.23	291 $[M-H]^+$	291 > 230	39-24	291 > 123	39-27	Internal*
Sulfamethazine	3.0 to 9.00	3.4 ± 0.21	3.43	279.1 $[M-H]^+$	279.1 > 186	34-18	279.1 > 124.1	34-27	Internal*
Sulfamonomethoxine	3.0 to 9.00	3.51 ± 0.42	3.50	281.1 $[M-H]^+$	281.1 > 156	36-17	281.1 > 92	36-34	Internal**
Sulfabenzamide	3.0 to 9.00	4.02 ± 0.32	3.95	277 $[M-H]^+$	277 > 92	23-24	277 > 156	23-25	Internal*
Sulfaquinoxaline	3.0 to 9.00	3.98 ± 0.14	3.96	301.1 $[M-H]^+$	301.1 > 156	36-17	301.1 > 92	36-29	Internal**
Sulfamoxole	3.50 to 9.00	3.97 ± 0.46	3.87	268.05 $[M-H]^+$	268.05 > 156	25-15	268.05 > 113	25-18	Internal**
Sulfamethoxazole	3.50 to 9.01	3.80 ± 0.23	3.78	254.05 $[M-H]^+$	254.05 > 92	28-30	254.05 > 156	28-15	Internal**
Sulfadimethoxine	3.0 to 9.00	4.04 ± 0.24	3.98	311 $[M-H]^+$	311 > 156.1	39-19	311 > 92	39-35	Internal**
Sulfadimethoxine d_6	3.0 to 9.00	4.13 ± 0.42	3.98	317.1 $[M-H]^+$	317.1 > 162	39-21	_	_	External

CV–CE: Cone volatge and Collision energy
** Internal calibration with Sulfamerazine $^{13}C_6$; ** Internal calibration with Sulfadimethoxine d_6.*

An electrospray ionization source operated in the positive mode (ESI+) with two selected reaction monitoring transitions, the mass spectrometer was operated in the multiple-reaction monitoring mode (MRM) selecting two transitions for each compound [15]. The first one was (MRM1) for quantitation trace whereas the second one (MRM2) was used for confirmation. However, quantification was performed by the internal standard approach. Isotope-labeled internal standards (listed in table 2) used for quantitation were spiked to the samples *via* the autosampler to a concentration level of 1µg/L.

3 RESULTS AND DISCUSSION

One significant drawback in ESI MS quantitative analysis is what is known as matrix effect. It occurs because the ESI source is highly susceptible to other components present in the matrix, which may result in a signal suppression or enhancement leading to erroneous results. Appropriate internal standards sulfamethoxazole d_6 and sulfamerazine $^{13}C_6$ (Isotopically labeled standards) were used for quantitation, but also to compensate these matrix effects [16].

The occurrence of antibiotic drug Sulfonamides and trimethoprim in influent and effluent samples from three Tunisian Wastewater Treatment Plants was evaluated. The data obtained from all samples analyzed are presented in Table 3.

Table 3. Detected levels of the target analytes in wastewater samples (average given in µg/L)

WWTP	WWTP I		WWTP II		WWTP III	
Target compounds	A	B	A	B	A	B
Sulfamethoxazole	1.1	5.3	0.3	0.6	0.4	0.5
Sulfamoxole	1.5	0.6	–	*bld*	*bld*	*bld*
Sulfadimethoxine	1.1	*blq*	*bld*	*bld*	–	*bld*
Sulfaquinoxaline	0.4	–	*bld*	*bld*	–	*bld*
Sulfabenzamide	0.5	–	–	*bld*	–	*bld*
Sulfamonomethoxine	0.7	0.6	*bld*	*bld*	*bld*	*bld*
Sulfamethazine	1.6	–	*bld*	*bld*	*bld*	*bld*
Trimetoprim	3.6	–	*bld*	*bld*	*bld*	*bld*
Sulfamerazine	blq	–	*bld*	–	*bld*	–

–: not detected; bld: below limit of detection; blq: below limit of quantification; (A): Inlet; (B): Outlet

From the 9 compounds studied only sulfamethoxazole, sulfamoxole and sulfamonomethoxine were actually determined and quantified both in influent and effluent samples of WWTP 1. Across the three Wastewater Treatment Plants WWTP1, WWTP 2 and WWTP 3, exclusively sulfamethoxazole was detected in both influent and effluent samples of three WWTPs at concentrations of (1.1–5.3µg/L), (0.3–0.6µg/L) and (0.4–0.5µg/L), respectively. However, the concentration of this compound in the effluent water of WWTP 1 was significantly higher than that of the influent, which can be attributed also to intense strong matrix effects in the latter, which hampered the identification of the compounds. It could also be attributed to the fact that metabolites and conjugated forms like the human metabolite N^4-acetylsulfamethoxazole and trimethoprim—frequently used as a synergist to sulfamethoxazole in the form of Co-trimoxazole (The most consumed sulfonamide drug in Tunisia, see chapter 1 Introduction), which are also present in the influent samples, may degrade and retransform into the parent compounds, being these sulfonamides released in the effluent [4,17]. This explanation can be confirmed by the occurrence of trimethoprim only in the influent sample (3.6 µg/L) for the same Wastewater Treatment Plant (WWTP 1). García-Galán et al. (2010) reported a concentration range for sulfamethoxazole of 12.4-302 ng/L in the effluents and the same compound was not detected in the most of influent samples [18]. Therefore, the concentration of this compound was found in low levels in comparison to Tunisia. These concentrations of sulmethoxazole in effluents samples were higher than those found by Göbel *et al.* (2004) where sulfamethoxazole was found in concentrations of 352 ng/L [4] and those found by Gros *et al.* (2006) where Sulfamethoxazole concentrations were blq–820 ng/L [16].

However, F-Kassinos *et al.* (2011) highlighted during the same season of sampling (Winter–January) when the consumption of this kind of antibiotic reached peak levels, a similar range of concentrations of this compound from 0.78 to 5.41 µg/L in the influent and from 0.01 to 0.78 µg/L in the effluent samples [9]. Moreover, the highest concentration of sulfamethoxazole observed i.e. 5.3 µg/L in the effluent sample is mainly due to great size of WWTP 1 and the large volumes of wastewater inflow which is in accordance to the largest population that it serves with 400.000 inhabitant equivalents.

The difference however that is observed for a number of compounds in the influent of the three UWTPs is most probably attributed to variations in the amount of sulfonamide antimicrobials use in Tunisia and consumption patterns among regions. For example, the concentrations of sulfamoxole, sulfaquinoxaline, sulfabenzamide, sulfamonomethoxine, sulfamethazine and trimethoprim were always found to be below the limit of detection in all effluents samples from WWTP 2 and WWTP 3.

The concentrations of pharmaceuticals in the urban wastewaters depend on several parameters. For example, the consumption pattern of the drugs varies from country to country and also within country. This might explain the various differences observed in respect to the concentrations determined at the WWTPs in Tunisia in comparison to others

elsewhere. Furthermore, the flow rate of the raw and treated sewage varies and so does the efficiency of the treatment process to eliminate pharmaceuticals. The concentrations can vary greatly among WWTPs and even within the same WWTP at different time periods as can be seen in the study of Tixier *et al.* (2003) [19]. Variation in the effluent loads is expected since the load is affected by the efficiency of the treatment process to eliminate pharmaceuticals. the concentration levels found in effluents show that current techniques for treatment are inefficient temporarily for the elimination of these compounds. Finally, it is worth mentioning that xenobiotics particularly antibiotics are likely to have a toxic effect at very low concentrations because of their antibacterial properties. Especially, in a very known city of Korba (WWTP 3) by its water reuse for agricultural expansion area, low concentrations of drugs may act indirectly, that is to say, by disrupting homeostasis of organisms and making them more susceptible to other environmental pollutants (pesticides, hydrocarbons, metals) or infectious agents [20].

4 CONCLUSIONS

The optimized analytical methods described in the present work, based on On-line SPE following by liquid chromatography tandem mass spectrometry, proved to be a reliable method for the simultaneous determination and quantification of 9 compounds from the same class of antibiotics (Sulfonamides and trimethoprim). The monitoring and evaluation for the first time of Tunisian samples was examined, and the applicability of the method was efficiently demonstrated by analyzing wastewater from three WWTPs. While the data are still the results of one short-term study, the presence of sulfonamides compounds is confirmed. The preliminary results show a concentration levels in influents that are in coherence with the size of the sewage treatment plant studied, plugged population to WWTP and average daily flow. Also, the determination of sulfamethoxazole and trimethoprim at higher concentration than other compounds were in accordance to the amount of antimicrobials use in Tunisia and consumption patterns among regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is performed within the MOBIDOC device launched under the Support Project to the Research and Innovation System (PASRI), funded by the European Union and managed by the National Agency for the Promotion of Scientific Research (ANPR).

REFERENCES

[1] Ministry of the Environment and Sustainable Development, sustainable management of resources and natural areas, *National report about the state of environment*, Tunisian Republic. **2009**, 44 p.

[2] B. Kasprzyk-Hordern, R.M. Dinsdale, A.L. Guwy, The removal of pharmaceuticals, personal care products, endocrine disruptors and illicit drugs during wastewater treatment and its impact on the quality of receiving waters. *Water Res*. **2009**, 43, 363–380.

[3] A. Joss, S. Zabczynski, A. Göbel, B. Hoffmann, D. Löffler, CS McArdell, TA. Ternes, Biological degradation of pharmaceuticals in municipal wastewater treatment: proposing a classification scheme, *Water Res*. **2006**, 40(8), 1686–1696

[4] A. Göbel, C. McArdell. S, M. J.-F. Suter, W. Giger, Trace determination of macrolide and sulfonamide antimicrobials, a human sulfonamide metabolite, and trimethoprim in wastewater using liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry, *Analytical Chemistry* **2004**, 76, 4756–4764

[5] C.-H. Huang, J. E. Renew, K.L. Smeby, K. Pinkston, D L. Sedlak, Assessment of potential antibiotic contaminants in water and preliminary occurrence analysis, *Water Resources update* **2001**, 120, 30–40

[6] L. Pallecchi, C. Lucchetti, A. Bartoloni, F. Bartalesi, A. Mantella, H. Gamboa, A. Carattoli et al., Population structure and resistance genes in antibiotic-resistant bacteria from a remote community with minimal antibiotic exposure. Antimicrob, *Agents Chemother*. **2007**, 51, 1179–1184

[7] P. Gao, M. Munir, I. Xagoraraki, Correlation of tetracycline and sulfonamide antibiotics with corresponding resistance genes and resistant bacteria in a conventional municipal wastewater treatment plant, *Sci. Total Environ*. **2012b**, 421–422, 173–183.

[8] S. Bouden, F. Chaabani, S. Abdeljaoued, Geochemical characterization of lagoonal surface sediments: case of the Korba Lagoon (Cap Bon, North East of Tunisia), *Geo-Eco-Trop*. **2004**, 28, 12: 15–26

[9] D.F. Kassinos, E. Hapeshi, A. Achilleos, S. Meric, M. Gros, M. Petrovic, D. Barcelo, Existence of Pharmaceutical Compounds in Tertiary Treated Urban Wastewater that is utilized for Reuse Applications Water, *Resources Management*. **2011**, 25, 1183–1193.

[10] C.R. Mallet, Z. Lu, J. Mazzeo, U. Neue, Analysis of a basic drug by on-line solid-phase extraction liquid chromatography/tandem mass spectrometry using a mixed mode sorbent, Rapid Commun, *Mass Spectrom*. **2002**, 16(8), 805–813.

[11] H. Obrist, On-line solid phase extraction for LC analysis. *Chimia*. **2001**, 55, 46–47.

[12] R. Panditi. Venkata, Sudha Rani Batchu, R. Gardinali, Online solid-phase extraction–liquid chromatography–electrospray–tandem mass spectrometry determination of multiple classes of antibiotics in environmental and treated waters, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **2013**, 18, 5953–5964.

[13] G. Gervais, S.Brosillon, A. Laplanche, C. Helen, Ultra-pressure liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry for multiresidue determination of pesticides in water, *J. Chromatogr.* **2008**, A 1202 (2), 163–172.

[14] J.M. Fontmorin, S. Huguet, F. Fourcade, F. Geneste, D. Floner, A. Amrane, Electrochemical oxidation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid: analysis of by-products and improvement of the biodegradability, *Chem. Eng. J.* **2012**,195–196, 208–217.

[15] W.L. Shelver, H. Hakka, G.L. Larsena, T.M. DeSutter, X.M. Casey, Development of an ultra-high-pressure liquid chromatography–tandem mass spectrometry multi-residue sulfonamide method and its application to water, manure slurry, and soils from swine rearing facilities. *J. Chrom*. **2010**, 1217(8), 1273–1282

[16] M. Gros, M. Petrovic, D. Barceló, Development of a multi-residue analytical methodology based on liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC–MS/MS) for screening and trace level determination of pharmaceuticals in surface and wastewaters, *Talanta.* **2006**, 70, 678–690.

[17] M. Petrović, M.J. Lopez de Alda, S. Diaz-Cruz, C. Postigo, J. Radjenović, M. Gros, D. Barcelo, Fate and removal of pharmaceuticals and illicit drugs in conventional and membrane bioreactor wastewater treatment plants and by riverbank filtration, *Phil. Trans. R. Soc. A*., **2009**, 367, 3979–4003.

[18] M.J. García-Galán, S. Díaz-Cruz and D. Barceló, Determination of 19 sulfonamides in environmental water samples by automated on-line solid-phase extraction-liquid chromatography-tandem mass spectrometry (SPE-LC-MS/MS). *Talanta* **2010**, 81, 355-366,

[19] C. Tixier, HP. Singer, S. Ollers, SR. Muller, Occurrence and fate of carbamazepine, clofibric acid, diclofenac, ibuprofen, ketoprofen, and naproxen in surface waters, *Environ Sci Technol*. **2003**, 37, 1061–1068.

[20] J P. Besse, J. Garric, Medicinal products for human use: exposure and effects on receiving waters. Proposed list of medicinal products for human monitoring in the waters of continental area use, *Water Agency R.M.C., Lyon* **2007**, 241 p.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 22-31
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

DESIGN OF JPEG IMAGE COMPRESSION SCHEME WITH A PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-BASED QUANTIZATION TABLE

Ali Subhi Abbood

University of Diyala, Baqubah, Diyala, Iraq

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

ABSTRACT: Usage of Image has been increasing and used in many applications. Some applications such as the transmission of images in computer and mobile environments cannot use images directly due to the large amount of memory space needed to store these images. Image compression has a very important role in digital image processing and for effective transmission and storing of digital images. There are various techniques that can be used in image compression. Today JPEG algorithm has become the de facto standard in image compression. The source of its excellent compression ability is the quantization table which determine which frequency components of the Discrete Cosine Transform (DCT) will be neglected. The JPEG default quantization table is generated from a series psycho-visual experiments from several angle points of experimental views. Particle Swarm Optimization (PSO) is a biologically-inspired optimization algorithm and has been experimentally demonstrated to perform excellent to solve many optimization problems by finding out the global best solution in a complicated search space. In this paper, to enhance the accuracy of the JPEG image compression algorithm, the PSO algorithm has been used to search the optimum quantization table. Simulation results show that the performance of the standard JPEG method can be improved by the proposed method in terms of PSNR and MSE. The proposed color image compression method has produced an average PSNR gain of 69.874 % compared with the standard JPEG color image compression method.

KEYWORDS: Image Compression, Joint Photographic Expert Group (JPEG), Particle Swarm Optimization, quantization process.

1 INTRODUCTION

Image compression is a data compression process of digital images. The objective of digital image compression is to minimize redundancy of image data so as to store or transfer data in an efficient form [1].

The JPEG Standard algorithm is a widely known ISO/ITU-T standard created in the late 1980s. JPEG image format differs from other formats such as Predict Probability Model (PPM) and Graphics Interchange Format (GIF), is a lossy compression technique, this means that some visual data is lost[2]. It first splits the image into (8×8) non-overlapping blocks of pixels. Then, the discrete cosine transform (DCT) of each block is calculated and the resulting blocks of coefficients are quantized by using the JPEG standard quantization table[3]. The JPEG standard quantization table has been designed depending on psycho-visual optimality involving large scale experimentation with a lot of test subjects[4]. The objective of the quantization operation is fulfill additional compression by representing the DCT coefficients with lower precision[5]. Finally entropy coding is applied to the quantized coefficients[3].

Particle swarm optimization (PSO) has been developed by Kennedy and Eberhart (1995) as a stochastic optimization algorithm based on social emulation models[6]. In PSO, each individual is named “particle”, which represents a possible solution. The algorithm gets the optimal solution by the variability of some 'particles' in the tracing area. The particles looking for the best particle in the solution area by changing their positions and the fitness repeatedly, the flying direction and velocity are calculated by the objective function[7]. Due to its many advantages including its simplicity and ease of implementation, the algorithm can be applied for digital signal procession, function optimization, automatic adaptation control, and model classification, etc.[8].

Corresponding Author: Ali Subhi Abbood

In this paper, the quality of the standard JPEG image compression algorithm has been improved by using PSO based-quantization table. The proposed improvement has been able to obtain better performance compared to the standard JPEG algorithm.

2 RELATED WORKS

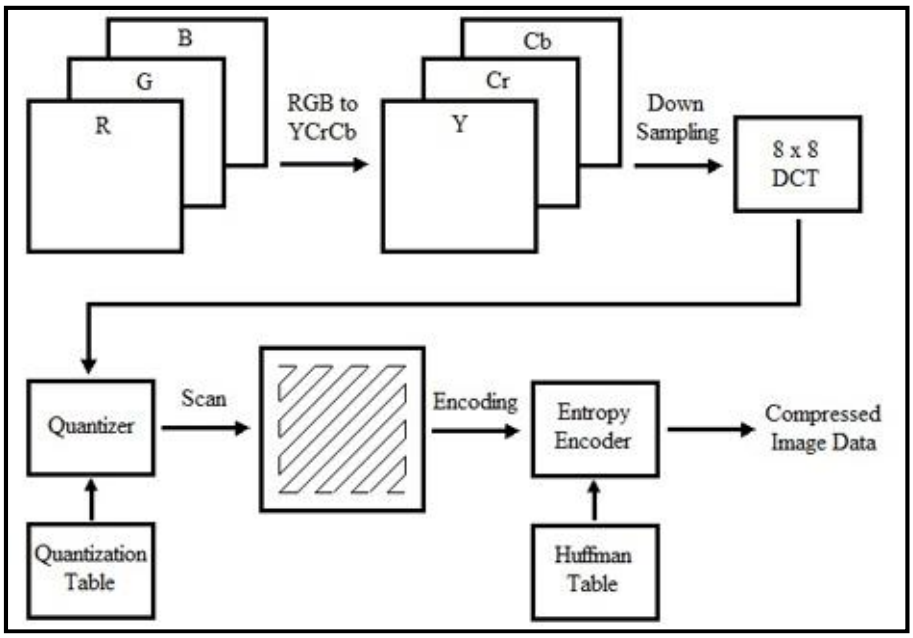
For related works interest with the optimization of JPEG quantization step, **Mario Konrad et al.** have been proposed a customized JPEG quantization tables for iris polar images compression. The genetic algorithm (GA) has been used to procure specialized quantization tables for specified compression ratios[9]. **Julio Pons et al.** have been proposed a quantization algorithm that quantized the first three DCT coefficients using standard JPEG quantization table while the remaining coefficients are quantized by ignoring those lower than a given threshold[3]. **Chengyou Wang et al.** have been suggested a quantization process by minimizing the sum of squares of the quantized distortion variable and constrained by a desired number of coded bits[10]. **Ferda Ernawan and Sitihadiati Nugraini** have been proposed quantization table generation algorithm based on DCT psycho-visual threshold which provides a balance between the quality of output image and compression rate[11]. **T. SHOHDOHJI et al.** have been proposed a quantization table algorithm using Fibonacci numbers and discussed the relation between quantization table and image quality[12]. **Nasir Memona and Daniel Tretter** have been proposed an algorithm for calculating scale factors for the quantization matrices applied to the standard JPEG compression. The algorithm classifies each image block according to its activity and type which index into lookup tables that provide the scale factor to be used for the block[13]. **Balasubramanian Vinoth Kumar and G. R. Karpagam** have been proposed a knowledge-based genetic algorithm (KBGA) to search the best quantization table for the JPEG compression standard[14]. **Yuebing Jiang and Marios S. Pattichis** have been presented a multi-objective optimization framework for JPEG image compression based on perceptual image quality assessment by considering a global optimization process using Simulated Annealing (SA) to produce the best quantization table[15]. Recently, **Hei Tao Fung and Kevin J. Parker** have been presented an adaptive image quantization table to minimizing the computational complexity by allowing the elements of the quantization table to go up or down based on whether coarser or a finder quantization table is needed to achieve the target distortion value[5].

In this paper, a new JPEG image compression scheme with a particle swarm optimization-based quantization table has been designed and compared with the standard JPEG image compression algorithm.

3 STANDARD JPEG IMAGE COMPRESSION

Image compression mechanisms can be categorized into lossless and lossy compression. In lossless compression techniques, the reconstructed image is identical to the original image with low compression ratio while lossy compression techniques permit a loss in the image data therefore the original image cannot be reconstructed exactly from the compressed image[16].

JPEG image compression is defined as a lossy compression system based on the discrete cosine transform. The block diagram of standard JPEG image encoder is shown in figure (1). The greater compression and higher precision provided by the JPEG image compression algorithm can be tailored to some specific applications[1]:



Standard JPEG Image Compression Encoder.

3.1 DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT)

The aim of using the DCT is to take away the information with higher frequency since the eye of human is less sensitive to it. The digital image is first sub divided into (8x8) non-overlapped blocks of pixels. Then the DCT is applied to every block. DCT transforms the spatial digital image format into a frequency map: the low order "DC" term represents the average value in the block, while successive higher order "AC" terms represent the strength of more and more rapid changes across the width or height of the block. The DCT employs cosine functions, therefore the final result matrix depends on the diagonal, vertical, and horizontal frequencies. So an image block with many of changes in frequency has a quite random resulting matrix, while only one color image block, has a large value for the first element (DC term) and zeroes for other elements (ACs) resulting matrix[17]. The formula for (8x8) 2D-DCT is expressed as:

$$\boldsymbol{G}_{\mathrm{v},\mathrm{u}} = \sum_{i=0}^{7}\sum_{r=0}^{7} \boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{u})\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{v})\boldsymbol{g}_{\mathrm{i},\mathrm{r}} \boldsymbol{cos}\left[\frac{\pi}{8}\left(\boldsymbol{i}+\frac{1}{2}\right)\boldsymbol{u}\right] \boldsymbol{cos}\left[\frac{\pi}{8}\left(\boldsymbol{r}+\frac{1}{2}\right)\boldsymbol{v}\right] \quad (1)$$

Where u ϵ [0,7] is the horizontal spatial frequency, and v ϵ [0,7] is the vertical spatial frequency and:

$$\boldsymbol{\alpha}(\boldsymbol{u}) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{8}}, \boldsymbol{if}\ \boldsymbol{u}=\boldsymbol{0} \\ \sqrt{\frac{2}{8}}, \boldsymbol{Otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

3.2 QUANTIZATION

Each of the 64 coefficients output from the DCT is uniformly quantized with a corresponding element in the quantization table, which must be pre-specified by the application as an input to the JPEG encoder. Each element of the quantizer represents the step-size for its corresponding DCT coefficient and can be any integer value from 1 to 255. The objective of the quantization process is to obtain extra compression by representing each of the 64 DCT coefficients with no greater accuracy than is necessary to obtain the required image quality. In other words, the aim of this step is to reject not visually important information. Quantization is achieved by dividing each DCT coefficient by its corresponding step size quantizer, followed by rounding to the nearest integer[18]:

$$\boldsymbol{B}_{\mathrm{i},\mathrm{r}} = \boldsymbol{round}\left(\frac{\boldsymbol{G}_{\mathrm{ir}}}{\boldsymbol{Q}_{\mathrm{ir}}}\right) \qquad for\ i\ =\ 0,1,\dots,7;\ r\ =\ 0,1,\dots,7 \quad (3)$$

Where, G is the un-quantized (8x8) DCT coefficients block and, Q is the quantization matrix.

The standard JPEG quantization table shown in figure (2) is achieve from the physical characteristics of many natural digital images based on human visual system.

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Fig. 1. Standard JPEG Quantization Table

3.3 ENTROPY ENCODING

In the entropy encoder ,the last step of the JPEG compressor, the blocks of quantized DCT coefficients are encoded using extra lossless compression. The JPEG algorithm first reorders the quantized coefficients in each DCT block in zigzag sequence, thus converting a (8x8) squared quantized DCT block to a one dimension string of 64 elements.

In the standard JPEG encoder, two methods of entropy coding are specified: Arithmetic and huffman coding. The Standard JPEG algorithm uses huffman only, but both methods are specified for other modes of operation. In huffman coding, one or more of huffman tables are pre-specified by the application. The standard JPEG encoder uses only two sets of huffman tables: one for the DC element and the other for AC elements[19].

3.4 DECOMPRESSION

The compression stage is inverted in the de-compression stage, and in the opposite order. where, the first process is the entropy decoding and proceeds to convert the 1-D strings of 64 elements to a (8x8) squared blocks of zeros and coefficients. Coefficients blocks are then de-quantized and Inverse Discrete Cosine Transform (IDCT) is carry out to restore the de-compressed image.

4 STANDARD PSO ALGORITHM

Particle Swarm Optimization (PSO) emulates the bird flocking behaviors and can be used to solve many problems of optimization. PSO is first started with a set of random particles (solutions) and then looking for optimal solution by updating of generations. In each generation, every particle is updated via two "best" important values. The first value is the best solution which has better fitness. This value is named the *pbest*(p_i). The other "best" value is the best value obtained so far by any particle in the population. This value is a global best and named *gbest*(p_a). The velocity and position of every particle is updated depending on their best received position and according to the following equations[20].

$$\boldsymbol{V}_{\mathrm{ie}} = \boldsymbol{w} * \boldsymbol{V}_{\mathrm{ie}} + \boldsymbol{c1} * \boldsymbol{rand}() * (\boldsymbol{P}_{\mathrm{ie}} - \boldsymbol{X}_{\mathrm{ie}}) + \boldsymbol{c2} * \boldsymbol{rand}() * (\boldsymbol{P}_{\mathrm{ae}} - \boldsymbol{X}_{\mathrm{ie}}) \quad (4)$$

$$\boldsymbol{X}_{\mathrm{ie}} = \boldsymbol{X}_{\mathrm{ie}} + \boldsymbol{V}_{\mathrm{ie}} \quad (5)$$

Where V_{ie} is the velocity of the particle in e-dimension, X_{ie} is the position of the particle in e-dimension, w is the inertia weight. p_i and p_a are as stated before, *rand*( ) is a random value in the range [0,1]. *c1* and *c2* are the cognitive and social learning factors[20]. The flow chart for implementing the standard PSO is shown in figure (3)[21].

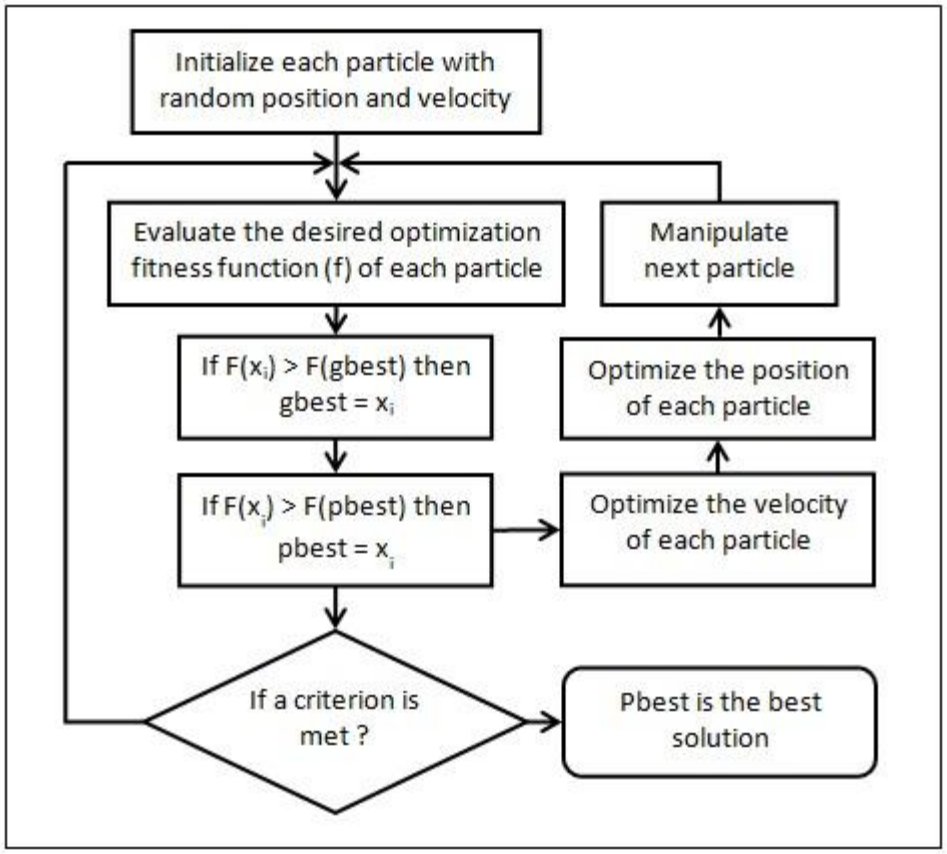


Fig. 2. Standard PSO flow chart[21]

5 DESIGN METHOD OF PSO-BASED QUANTIZATION TABLE FOR JPEG COLOR IMAGE COMPRESSION STANDARD

The basic idea behind the PSO based-adaptive quantization table for the standard JPEG digital image compression can be simply stated as:

1. Read the uncompressed RGB color digital image to be compressed.
2. Converts the 24 bits RGB color space to the YCbCr color space, where (Y) is the luminance and (Cb, Cr) are the chrominance. This color model conversion allows better compression without an important influence on the perceptual digital image quality[18].
3. Divides each of Y, Cb, and Cr color space components into a number of non-overlapping (8x8) sub matrices blocks.
4. Normalize all pixel values in all blocks of all Y, Cb and Cr color space components in the range between [-128, 127].
5. Applies the two-dimensional DCT to each (8x8) block of the Y, Cb & Cr components to converts the digital image from the spatial domain to the numeric domain (frequency domain) so that the quantitative form of the image's information can be manipulated for better compression.
6. Generally, in the standard JPEG color image compression, the default standard JPEG quantization matrix is used to perform the quantization step. In this work, the standard PSO algorithm has been used to produce the optimum (8x8) block of quantization matrix as follows:

   Step 1: Generate an initial random population of quantization matrixes.

   Step 2: Stop, If the pre-specified number of iterations is carried out.

   Step 3: Compute the fitness value of each quantization matrix (particle).

   Step 4: For each iteration, find the local better quantization matrix (particle).

   Step 5: Find the global better quantization matrix (particle).

Step 6: Implement the velocity updating for each particle using equation (4).

Step 7: Implement the position updating for each particle using equation (5).

Step 8: Go back to Step 2.

The fitness function has been used in this paper is the Mean Square Error (MSE) between the original uncompressed color image and the reconstructed color image which it is defined as:

$$\boldsymbol{MSE} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{y*z}} \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{y}} \sum_{\boldsymbol{j=1}}^{\boldsymbol{z}} [\boldsymbol{m}(\boldsymbol{i},\boldsymbol{j}) - \boldsymbol{n}(\boldsymbol{i},\boldsymbol{j})]^2 \quad (6)$$

Where y and z are the corresponding color image sizes, m(i,j) and n(i,j) are the pixels in the original and compressed color images respectively.

The quantization step is performed by dividing each of the (8x8) DCT coefficients block by the quantization matrix that has been produced using the standard PSO algorithm.

7. Uses the "zigzag" sequence to reorders all of the (8x8) quantized DCT coefficients blocks and convert them into a one dimension vectors.
8. Uses the Huffman entropy encoded to compress the zigzagged quantized DCT coefficients vectors. Three Huffman modules are used for the JPEG color image compression, one for each of the Y, Cb and Cr components. The output stream of the JPEG algorithm incorporates all Y, Cb, and Cr Huffman codes together, where it starts with the Y Huffman codes, followed by the Cb Huffman codes, and finally the Cr Huffman codes for each (8x8) block of the image and so on for the next block.
9. Finally, the compressed color image is reconstructed through a reverse process using the Inverse Discrete Cosine Transform (IDCT).

6 RESULTS AND COMPARISON

In order to proof the performance of the proposed JPEG color image compression method, simulation has been performed using MATLAB 7.14 (R2012a) by applying the well-known (24 bits/pixel, 512×512) color images Lena, Baboon, Airplane, Peppers, Sailboat and Tiffany shown in figure (4).

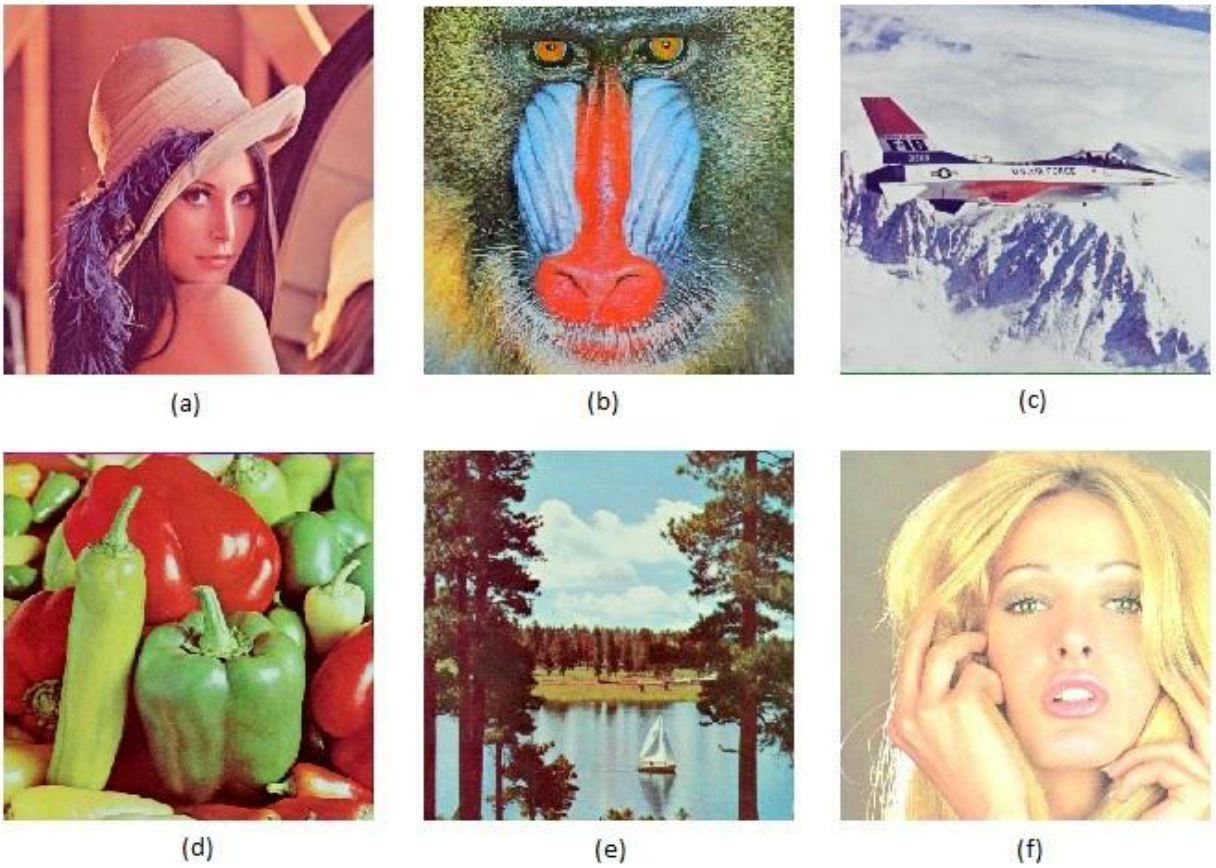


Fig. 3. Original color test images (a) Lena, (b) Baboon, (c) Airplane, (d) Peppers, (e) Sailboat, and (f) Tiffany

The standard PSO algorithm with the following control parameters have been used in this work:

- Generation Number = 30.
- Population Size = 20.
- Fitness function = *MSE*.
- Cognitive (*c1*) & Social (*c2*) = 0.3.
- Inertial weight (*w*) = 0.9.

Figure (5) represents the convergence behavior of the proposed JPEG color image compression with a PSO-based quantization table.

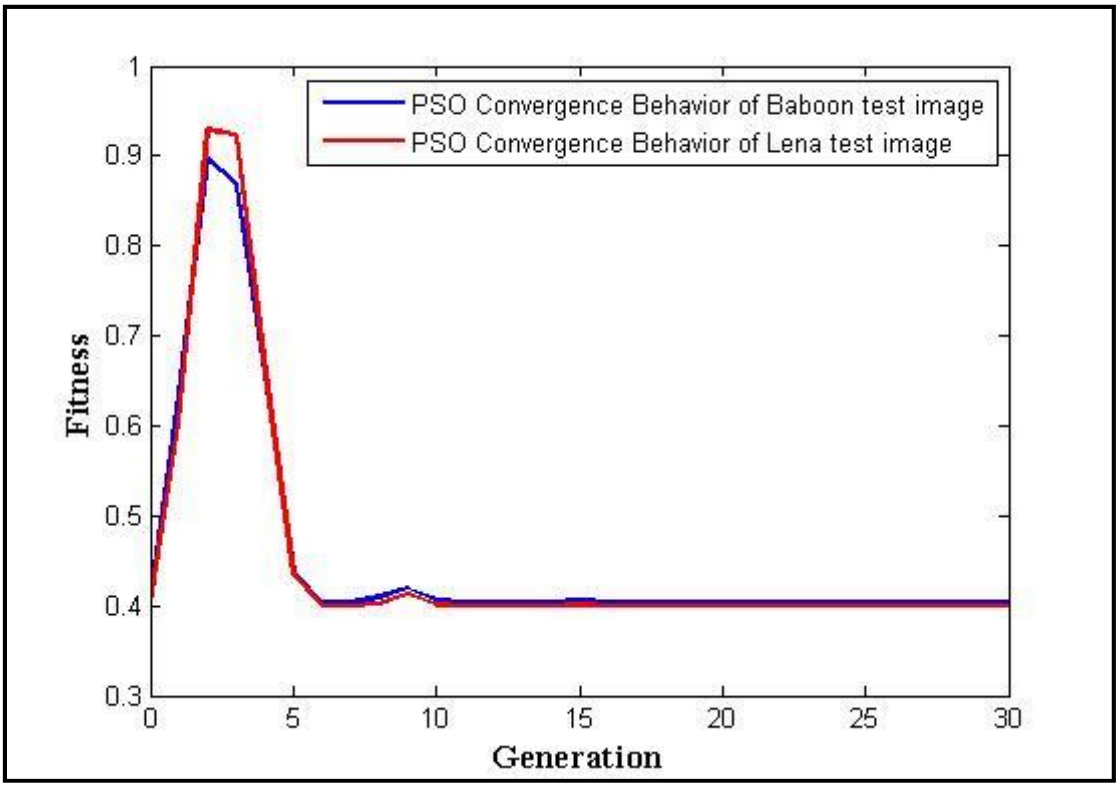


Fig. 4. Convergence behavior of the proposed JPEG color image compression with a PSO-based quantization table for Lena and Baboon test images

Table 1 shows an experimental results comparison in terms of peak signal to noise ratio (PSNR) and mean square error (MSE) between the standard JPEG color image compression algorithm and our proposed method applied to color Lena, Baboon, Airplane, Peppers, Sailboat and Tiffany test images. Mathematically peak signal to noise ratio (PSNR) is defined as:

$$PSNR = 10\ lim_{10} \frac{(2^w-1)^2}{MSE} \quad (7)$$

Where *w* is the bit depth of the considered pictures.

Table 1. CR, PSNR and MSE comparison of Standard JPEG and Proposed Method applied to color Lena and mandrill images

Image	Standard JPEG Method		Proposed PSO-based Method		Gain (%)
	MSE	PSNR in dB	MSE	PSNR in dB	PSNR Gain
Lena	32.198	33.052	0.399	52.118	57.684 %
Baboon	190.03	25.17	0.402	51.907	106.225 %
Airplane	25.479	33.322	0.399	51.372	54.168 %
Peppers	42.062	31.256	0.393	51.544	64.909 %
Sailboat	71.907	29.356	0.401	51.887	76.750 %
Tiffany	32.983	32.947	0.361	52.554	59.510 %
Average PSNR GAIN IN 100%					**69.874 %**

Figure (6) shows the original tested color images and the corresponding reconstructed images using the proposed color image compression for Lena and Baboon images.

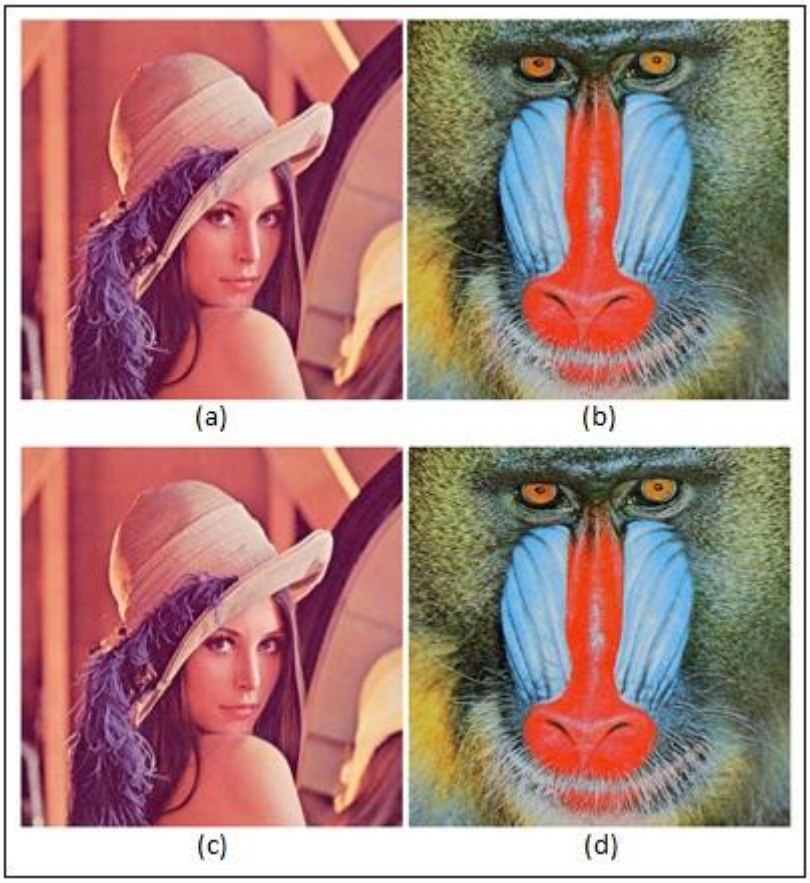


Fig. 5. (a and b) Original Lena and Baboon images, and (c and d) Reconstructed Lena and Baboon images using Proposed Method

From the simulation experimental results and the reconstructed color tested images, it can be concluded that the proposed method in this paper has better performance and visual quality than standard JPEG algorithm.

7 CONCLUSIONS

Image compression is a very important section of modern digital computing by having the power to compress digital images to portion of their original size and valuable disk space can be saved. In addition, sending of digital images through a computer networks becomes easier and less time consuming.

Particle swam optimization algorithm is a modern heuristic optimization technique depended on swarm intelligence. Compared with other optimization algorithms, this algorithm is quite simple, can be implemented easily and it needs only a few parameters, which made it fully developed.

JPEG standard has turn into the most common image format; but it still as yet has some properties that can be improved. The quantization stage is the crucial element in the performance of the JPEG image compression technique and has an essentially role in minimizing the redundancy of visual image information in digital image compression. The main objective of the proposed JPEG color image compression with a PSO based-quantization stage is to achieve superior image quality, where, the PSO algorithm has been used to search the optimal quantization table.

From the simulation results, it can be concluded that the PSNR of the proposed method has a superior performance compared with the standard JPEG algorithm and improved visual quality has been achieved. Thus it can expect that the proposed image compression method can be used widely in digital image and video compression.

REFERENCES

[1] Saudagar Abdul Khader Jilani and Syed Abdul Sattar, "JPEG Image Compression using FPGA with Artificial Neural Networks", *International Journal of Engineering and Technology (IACSIT)*, Vol.2, No.3, pp. 252-157, 2010.

[2] Vimal Prakash Singh, "Matlab Implementation of Baseline JPEG Image Compression Using Hardware Optimized Discrete Cosine Transform", *International Journal of Engineering Science Invention*, Vol.3, No.8, pp. 47-53, 2014.

[3] Julio Pons, Miguel Mateo, Josep Prades, and Román Garcia, "JPEG IMAGE CODING WITH ADAPTIVE QUANTIZATION", *The IASTED International Conference, Visualization, Imaging and Image Processing (*VIIP 2003*), Benalmadena, Spain*, pp. 97-103, 2003.

[4] Gerald Stefan Kostmajer, Herbert St¨ogner, and Andreas Uhl, "Custom JPEG Quantization for Improved Iris Recognition Accuracy", *International Information Security Conference 2009 (IFIP SECA 09)*, Vol.297, 2009.

[5] Hei Tao Fung and Kevin J. Parker, "Design of image-adaptive quantization tables for JPEG", *Journal of Electronic Imaging*, Vol.4, No.2, pp. 144-150, 1995.

[6] Parsopoulos, Konstantinos E. and Michael N. Vrahatis, Particle Swarm Optimization and Intelligence: Advances and Applications, 1st Ed. Information Science Publishing (IGI Global), Hershey, PA, U.S.A., 2010.

[7] Mu, Ai-Qin, De-Xin Cao and Xiao-Hua Wang, " A Modified Particle Swarm Optimization Algorithm", *Natural Science (SciRes)*, Vol. 01, No. 02, pp. 151-155, 2009.

[8] Bai, Qinghai, "Analysis of Particle Swarm Optimization Algorithm", *Computer and Information Science (CCSE)*, Vol. 3, No. 1, pp. 180-184, 2010.

[9] Mario Konrad, Herbert Stögner, and Andreas Uhl, "Evolutionary Optimization of JPEG Quantization Tables for Compressing Iris Polar Images in Iris Recognition Systems", *Image and Signal Processing and Analysis (ISPA 2009), IEEE*, pp. 534 -539, 2009.

[10] Chengyou Wang, Baochen Jiang, and Songzhao Xie, "Optimized Quantization Table in JPEG-like Image Compression Based on All Phase Biorthogonal Transform", *Advances in information Sciences and Service Sciences(AISS)*, Vol. 5, No. 5, pp. 1211-1218, 2013.

[11] FERDA ERNAWAN and SITI HADIATI NUGRAINI, "THE OPTIMAL QUANTIZATION MATRICES FOR JPEG IMAGE COMPRESSION FROM PSYCHOVISUAL THRESHOLD", *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Vol. 70, No. 3, pp. 566-572, 2014.

[12] T. SHOHDOHJI, Y. HOSHINO AND N. KUTSUWADA, "Optimization of Quantization Table Based on Visual Characteristics in DCT Image Coding", *Computers and Mathematics with Applications, Elsevier*, Vol. 37, pp. 225-232, 1999.

[13] Nasir Memona and Daniel Tretter, " A Method for Variable Quantization in JPEG for Improved Perceptual Quality", *Image and Video Communications and Processing 2000 (SPIE 3974), San Jose, CA*, Vol. 3974, 2000.

[14] Vinoth Kumar BALASUBRAMANIAN and Karpagam MANAVALAN, "Knowledge based genetic algorithm approach to quantization table generation for the jpeg baseline algorithm", *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, (in press).

[15] Yuebing Jiang and Marios S. Pattichis, "JPEG IMAGE COMPRESSION USING QUANTIZATION TABLE OPTIMIZATION BASED ON PERCEPTUAL IMAGE QUALITY ASSESSMENT", *Signals, Systems and Computers (ASILOMAR)*, IEEE, pp. 225-229, 2011.

[16] J. Izadian , A. Hosaini and M. Jalili, "A Hybrid SVD Method Using Interpolation Algorithms for Image Compression", *International Journal of Image Processing (IJIP)*, Vol. 6, No. 5, pp. 273-282, 2012.

[17] S. V. Viraktamath and Girish V. Attimarad, (2011), "Impact of Quantization Matrix on the Performance of JPEG", *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, Vol. 4, No. 3, pp. 107-118, 2011.

[18] Gregory K. Wallace, "The JPEG Still Picture Compression Standard", *Consumer Electronics, IEEE*, Vol. 38, No. 1, pp. 18-34, 2002.

[19] Bheshaj Kumar, Kavita Thakur and G. R. Sinha, "A NEW HYBRID JPEG SYMBOL REDUCTION IMAGE COMPRESSION TECHNIQUE", *The International Journal of Multimedia & Its Applications (IJMA)*, Vol.4, No.3, pp. 81-92.

[20] Guangyou, Yang, (2007), "A Modified Particle Swarm Optimizer Algorithm", IEEE, International Conference on Electronic Measurement and Instruments (ICEMI'2007), pp. 675-679, 2012.

[21] WANG, WAN-PING, LI-FANG ZHOU and JI-XIN QIAN, "FIR FILTER DESIGN: FREQUENCY SAMPLING FILTERS BY PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM", *IEEE, International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Shanghai*, pp. 2322-2327, 2004.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 32-37
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

A heuristic Energy aware Real-Time scheduling approach for periodic tasks in homogenous multi-core systems

K. Vasanthamani[1] and P. Visalakshi[2]

[1]Department of Electronics & Communication Engineering,
PSG College of Technology,
Coimbatore, Tamilnadu, India

[2]Department of Electronics & Communication Engineering,
PSG College of Technology,
Coimbatore, Tamilnadu, India

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

ABSTRACT: Energy efficient operation of any portable devices ultimately increases the lifetime of the devices between every battery charging. The multi-core processors are used widely today for increasing the performance of computing. Efficient scheduling of the real-time tasks becomes necessary to effectively utilize all the cores in a multi-core processor. This work focuses on energy efficient task scheduling of the real-time tasks in homogenous multi-core processor environment. To increase the utilization and reduce the energy consumption of the each core, Simulated Annealing based approach is used to slowly converge to a better solution.

KEYWORDS: Non-preemptive scheduling. Simulated Annealing, Rate Monotonic Scheduling, Slack reduction.

1 INTRODUCTION

Multi-core processors find their usage in the battery operated electronic devices like mobile phones, tablets. To increase the life of the battery operation, the cores are to be effectively utilized in a energy efficient way. Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) is one of the popular technique used to control the clock frequency of processor or the supply voltage on the fly through the software. Most of the processors available in the market have this feature, DVFS is implemented using adjustable voltage regulators and processors with Phase-Lock Loop (PLL) controlled clocks. In this work, the tasks are scheduled to the cores using Leakage Aware Largest Task First algorithm. The frequency of operation of the tasks is reduced using the Uniform Slow down with Frequency Inheritance (USFI). The tasks are iteratively shuffled between the cores till the utilization of the cores is balanced. Then the slack time of the tasks are further utilized by increasing the slow down factor thereby reducing the frequency of operation. Reducing the frequency of operating thereby reduces the energy consumption.

2 RELATED WORK

Heuristic algorithms are used to get an optimized solution in the search space in Operations Research and find their application in Job shop scheduling and real time task scheduling. In [1], the author has addressed the job shop scheduling problem with the objective of minimizing lateness. They have pre-processed using constraint propagation technique and then applied Simulated Annealing to get an optimal solution. The authors in [2] have explored energy efficient flow shop scheduling using Genetic-Simulated Annealing Algorithm by considering make-span and energy consumption as objectives.

Corresponding Author: K. Vasanthamani

The combination of Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) and Dynamic Power Management (DPM) [3] has been used for periodic dependent non-preemptive tasks on multi-core systems for optimizing energy consumption. They have formulated the problem using Mixed Integer Linear Programming. Integer Linear Program has been for energy efficient scheduling for the multi-core processors with Dynamic Voltage Scaling (DVS) feature [4]. The authors [5] have applied SA for optimization of time partitions for mixed criticality real time distributed embedded systems. Offline and online techniques [6] has been proposed to reduce the number of preemptions and to increase the idle time for the processors. The authors have [7] used SA for energy aware approach for hard real time systems on multi-core platforms. The tasks were reallocated using the penalty value calculated based on the critical speed and unbalanced time of the tasks to a new core which is comparatively less utilized. The algorithm was iterative and task reallocation was done during every hyper period.

3 SYSTEM MODEL

3.1 PROCESSOR AND TASK MODEL

A multi core processor with L homogeneous cores is considered for analysis. The ith core of the processor is represented by Li. Each core is assumed to have identical structure and characteristics.

A periodic task set T with N tasks whose period is given by P_i and Worst Case Execution Time (WCET) by C_i is taken for analysis. The tasks has deadline D_i, which is assumed to be equal to its period. A task is characterized by a tuple, (T_i, D_i, C_i). The task requests its jth execution is at time $t_{i,j} = (k - 1)T_i$ where k = {1, 2, 3 …}. B_i is the blocking time of the task and computed as B_i = max j>i C_j. The utilization u_i of the each task is calculated by $u_i=C_i/P_i$. The tasks are scheduled in the processor with dynamic adjustment of frequency. The speed of the processor can be varied over a discrete range from f_{min} to f_{max}. The ratio between the current processor frequency to the maximum processor frequency is called as slow down factor. The slowdown is also discrete and ranges from η_{min} to 1. η_{min} is the slow down factor calculated based on the minimum frequency level with which the processor can be operated.

4 SIMULATED ANNEALING ALGORITHM

Simulated Annealing proposed in [8], is a probabilistic method used for solving optimization problems. Simulated Annealing (SA) is based on the physical annealing process of metals. The temperature of the molten metal is brought down slowly for ordered alignment of the atoms. The SA algorithm starts the iteration from the set temperature T and it is reduced using a reduction factor r during every iteration. The algorithm is terminated if the desired temperature is reached. It is used in other engineering problems for which the initial solution is slowly improved by making small changes till it reaches a better solution. Simulated Annealing has been part of the Operations Research to solve large number of optimization problems such as job flow shop scheduling [9], task scheduling [10], water management for farm irrigation [11] and scheduling in Grid computing systems [12].

4.1 SIMULATED ANNEALING IN SCHEDULING OF REAL-TIME TASKS

In this work, Simulated Annealing has been applied for real time task scheduling of non-preemptive periodic tasks in homogeneous multi-core processor environment. The initial solution is obtained using LA + LTF [13] algorithm. Then the processor clock frequency is reduced to minimize the energy consumption using Uniform Slow down with Frequency Inheritance. The slow down factor for each task and for each core is calculated. The tasks run in parallel in the multiple cores. As in the homogenous multi-core system, all the cores run in a single frequency. So, the highest frequency among the parallel tasks is selected for operation. The laxity of each core is calculated. The slow down factor is slowly refined using SA to reach an appropriate solution.

Consider the number of cores, L = 2 and the number of tasks, N = 3 and the task set is τ_1 = (5, 5, 2), τ_2 = (20, 20, 3) and τ_3 = (30, 30, 8). The utilization of each task is 0.4, 0.15 and 0.266 respectively. After the initial population, the tasks 1 was allocated to Core 1 and tasks 2 and 3 were allocated to Core 2. The utilization of the two cores is almost equal. The tasks are allocated to the cores using Leakage Aware (LA) and Largest Task First (LTF) In LA & LTF, the tasks are sorted in the non-increasing order based on the utilization. The tasks are allocated to the core with lowest utilization. The utilization of the individual core is the sum of the utilization of all the tasks allocated to that core. The slow down for the tasks scheduled in each core is calculated using the equation 1 [14].

$$\left(\sum_{1 \le r \le q} \frac{C_r}{\eta_r} \left\lceil \frac{S_{ij}}{T_r} \right\rceil \right) + \frac{1}{\eta_{ij}} \left(B_i + \sum_{q \le p \le i} C_p \left\lceil \frac{S_{ij}}{T_p} \right\rceil \right) = S_{ij} \quad (1)$$

With the example task set shown in Table 1, the slow down factor for the first task is 0.4 and for the second and the third tasks are 0.55 and 0.367. The maximum of the slow down factor is 0.55 and is taken for consideration. Let the maximum frequency f_{max} of operation be 20 MHz. After slow down the frequency has reduced to 11 MHz. The execution time for the tasks has changed to 3.6, 5.45 and 14.54 respectively. The new utilization of the tasks has become 0.72 and 0.7577 for first and the second core respectively. Then the tasks are scheduled using the popular Rate Monotonic Algorithm (RMA). The maximum utilization that can be achieved using RMA based on hyperbolic bound test is given by the equation 2.

$$\prod_{i=1}^{n} (U_i + 1) \le 2 \quad (2)$$

Table 1. Utilization for the cores after scheduling and after applying Simulated Annealing

Utilization of the cores after Simulated Annealing									
Task no.	**C_i**	**U_i**	**Core**	**Core Utilization**	**Slow Down factor**	**Freq in MHz**	**C_i after SD**	**U_i after SD**	**Core Utilization after SD**
1	3.6	0.72	1	0.72	0.447	8.94	4.47	0.8946	0.8946
2	5.45	0.273	2	0.7577	0.441	8.94	6.79	0.3395	0.9645
3	14.54	0.4847	2		0.426	8.94	18.75	0.625	
Utilization of the cores before slow down (SD) and after slow down									
Task no.	**C_i**	**U_i**	**Core**	**Core Utilization**	**Slow Down factor**	**Freq in MHz**	**C_i after SD**	**U_i after SD**	**Core Utilization after SD**
1	2	0.4	1	0.4	0.4	8	3.60	0.72	0.72
2	3	0.15	2	0.416	0.55	11	5.45	0.273	0.7577
3	8	0.266	2		0.367	7.34	14.54	0.4847	

After initial slow down, the cores are still under-utilized, because of the blocking factor of the tasks, using equation 1, the slow down cannot be further reduced. So by applying SA, mapping the ΔE to ΔU, the utilization of the core is slowly increased in the steps of 0.05. The utilization of the core 1 has increased from 0.72 to 0.8946 and that of the core 2 from 0.7577 to 0.9645.

5 PERFORMANCE EVALUATION

The purpose of the scheduling algorithm in multi-core environment is to ensure that none of the core is underutilized. In this energy efficient scheduling, the algorithm balances the tasks loads between the cores evenly so that the total utilization of per core is nearest same. Consider the task set, (5, 5, 2), (15, 15, 2), (20, 20, 1), (35, 35, 5) and (45, 45, 5) is to be scheduled to a multi-core processor with 2 cores. The energy efficient schedule of two cores is shown in Fig. 1 and Fig. 2.

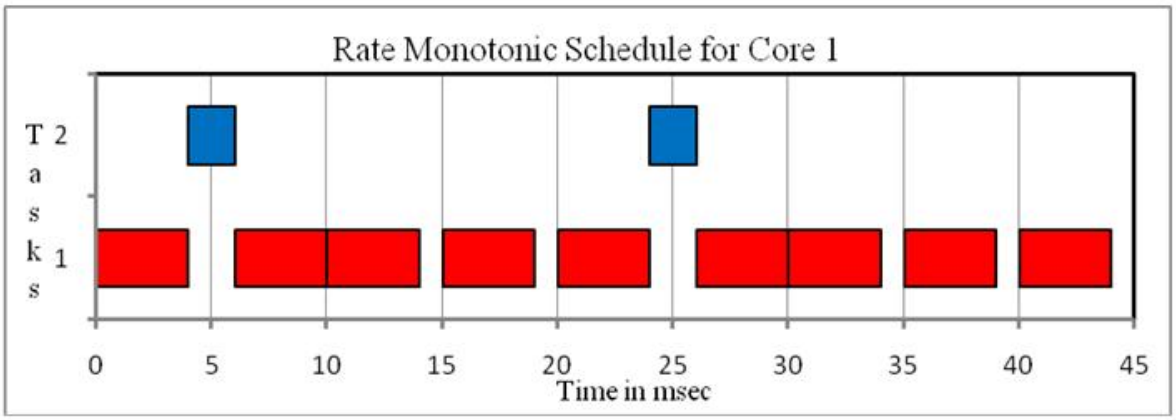


Fig. 1. Rate Monotonic Schedule for Core 1

The performance of the proposed scheduling solution using Simulated Algorithm is evaluated using utilization of the cores, normalized laxity and normalized energy of each core. The maximum frequency of operation of the processors with DVFS feature depends on the supply voltage and is given by the equation 3 [15].

$$f = k\frac{(V_{dd} - V_t)^2}{V_{dd}} \tag{3}$$

Where Vdd – Supply voltage, Vt – Threshold voltage, f – Clock frequency, k – constant and can be written as equation 4.

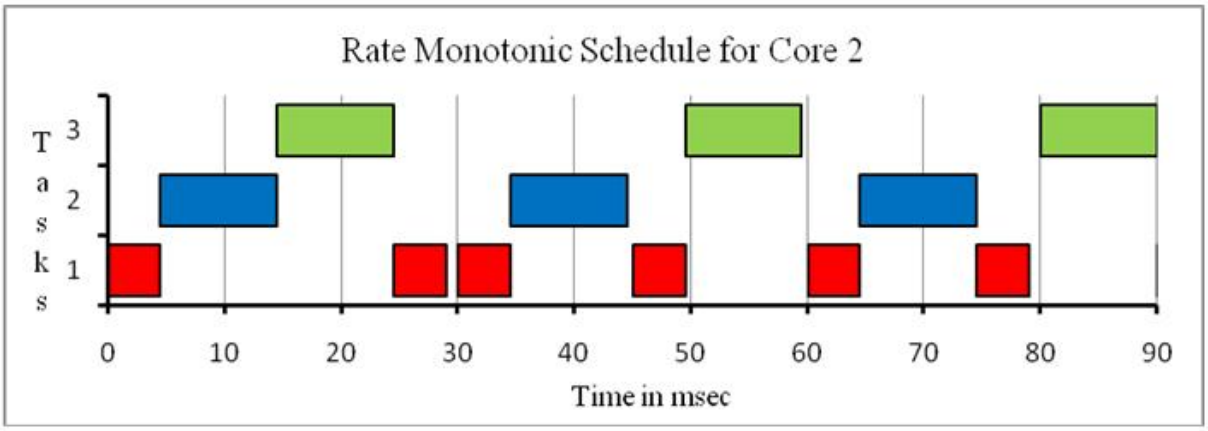


Fig. 2. Rate Monotonic Schedule for Core 2

$$f = aV_{dd} \tag{4}$$

The power consumption is given by equation 5.

$$P = C_{ef}V_{dd}{}^2 f \tag{5}$$

Here C_{eff} is the effective switch capacitance which is constant for that circuit and substituting the value of V_{dd}, the equation 5 becomes as equation 6. The power dissipated depends on the clock frequency of the processor.

$$P = Sf^3 \tag{6}$$

The normalized energy consumption is calculated by setting the energy consumed at the highest speed as 1. The normalized energy consumption and the slow down factor are shown in Fig. 3. The slow down factor for the first task set was 0.447 and that of the second one was 0.5. The cores were underutilized and were around 0.4 for each core for both the task sets. Laxity or Slack Time is the difference between the relative deadline and the response time of the task. Normalized laxity is calculated using the equation 7 [16].

$$\text{Normalized Laxity} = \frac{\text{relative deadline - resp. time}}{\text{task period}} \tag{7}$$

6 CONCLUSION

The energy efficient scheduling of the real-time tasks was performed for homogenous multi-core processor in two stages. In the first stage, USFI was used to slow down the tasks thereby reducing the operating frequency. After which the available laxity was further reduced using Simulated Annealing till the tasks are schedulable using hyperbolic bound feasibility test. After arriving on a feasible slow down factor for both the cores, the tasks are scheduled using Rate Monotonic Algorithm. The energy and the laxity of the cores are reduced as shown in the Fig. 3. This work can be further extended to heterogeneous multi-core processors.

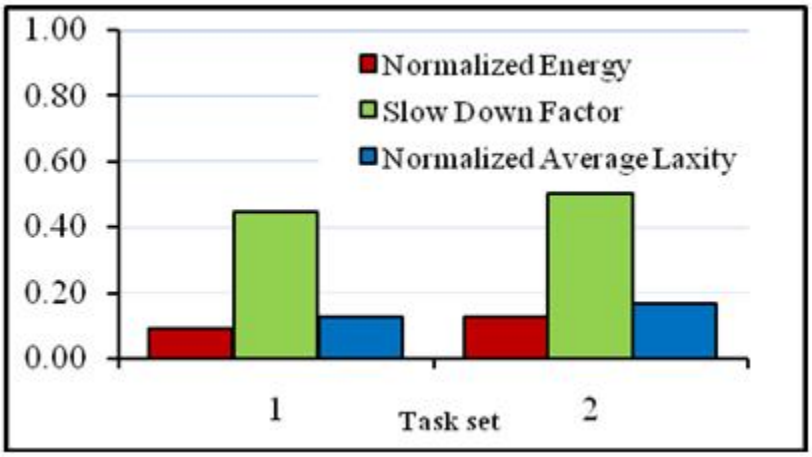


Fig. 3. Normalized energy, Normalized Average laxity and slow down factor after scheduling

REFERENCES

[1] R. Zhang, "A simulated annealing-based heuristic algorithm for job shop scheduling to minimize lateness," *International Journal of Advanced Robotic Systems,* vol. 10, pp. 1-9, 2013.

[2] M. Dai, D. Tang, A. Giret, M. A. Salido and W. D. Li, "Energy-efficient scheduling for a flexible flow shop using an improved genetic-simulated annealing algorithm," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 29, no. 5, pp. 418-429, 2013.

[3] G. Chen, K. Huang and A. Knoll, "Energy optimization for real-time multiprocessor system-on-chip with optimal DVFS and DPM combination," *ACM Transactions on Embedded Computing System (TECS),* vol. 13, no. 3s, pp. 111, 2014.

[4] A. Mishra and A. K. Tripathi, "Energy efficient voltage scheduling for multi-core processors with software controlled dynamic voltage scaling," *Applied Mathematical Modelling*, vol. 38, no. 14, pp. 3456-3466, 2014.

[5] P. K. Saraswat, P. Pop and J. Madsen, *Task Mapping and Bandwidth Reservation for Mixed Hard/Soft Fault-Tolerant Embedded Systems*, In: *Real-Time and Embedded Technology and Application Symposium,* ACM, pp. 89–98, 2010.

[6] V. Legout, M. Jan and L. Pautet, *A scheduling algorithm to reduce the static energy consumption of multiprocessor real-time systems*, In: *Proceedings of International Conference on Real-Time Networks and Systems*, ACM, pp. 99-108, 2013.

[7] D. He and W. Mueller, "A heuristic energy-aware approach for hard real-time systems on multi-core platforms," Microprocessors and Microsystems, vol. 38, no. 8, pp. 288–295, 2012.

[8] S. Kirkpatrick and M. P. Vecchi, "Optimization by simulated annealing," *Science*, vol. 220, no. 4598, pp. 671–680, 1983.

[9] K. R. Arjun and M. S. Jayamohan, "Application of simulated annealing in flow shop scheduling," *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 2, pp. 460-469, 2013.

[10] I. Bate and P. Emberson, *Incorporating scenarios and heuristics to improve flexibility in real-time embedded systems*, In: *Proceeding of Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium*, IEEE, pp. 221–230, 2006.

[11] P. D. Brown, T. A. Cochrane and T. D. Krom, "Optimal on-farm irrigation scheduling with seasonal water limit using simulated annealing," Agricultural Water Management, vol. 97, no. 6, pp. 892-900, 2010.

[12] W. Abdulal, A. Jabas, S. Ramachandram and O. A. Jadaan, Mutation based simulated annealing algorithm for minimizing makespan in grid computing systems, In: *Proceedings of International Conference on Electronics Computer Technology,* IEEE, pp. 90-94, 2011.

[13] Chen, Jian-Jia, H. R. Hsu and T. W. Kuo, *Leakage-aware energy-efficient scheduling of real-time tasks in multiprocessor systems*, In: *Proceedings of Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium,* IEEE, pp. 408–417, 2006.

[14] R. Jejurikar and R. K. Gupta, *Energy aware non-preemptive scheduling for hard real-time systems*, In: *Proceedings of Euromicro Conference on Real-Time Systems,* IEEE, pp. 21–30, 2005.

[15] S. Saha and B. Ravindran, *An experimental evaluation of Real-Time DVFS scheduling algorithms*, In: *Proceedings of International Systems and Storage Conference,* ACM, p. 7, 2012.

[16] J. Lelli, D. Faggioli, T. Cucinotta and G. Lipari, "An experimental comparison of different real-time schedulers on multi-core systems," *Journal of Systems and Software*, vol. 85, no. 10, pp. 2405-2416, 2012.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 38-51
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

التوافق المهني لدي أفراد شرطة مستشفى عبد العال الإدريسي للأمراض العقلية والنفسية وعلاقته ببعض العوامل الديمغرافية

[Professional Compatibility of the police employees of the Abdulal Idrissi Hospital of mental diseases and its relationship to some demographic factors (Khartoum, Sudan)]

Hassan Abdullah Khater Abdul Qadir[1] and Ahmed Mohammad Gango Omer[2]

[1]Department of Psychology,
National Ribat University, College of Graduate Studies,
Khartoum City, Khartoum State, Sudan

[2]Department of Educational Psychology,
Zalingei University, Faculty of Education,
El Geneina City, West Darfur State, Sudan

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

ABSTRACT: The study aimed to measure the compatibility of Abdulaal Idrissi hospital police and its relationship to some demographic variables. The researcher used the descriptive analytical study. A total sample size of 130 was chosen randomly stratified way. The study used tools like the basic preliminary information form and scale professional. The author has used several methods for statistical data processing like the t-test and analysis of variance and the percentage correlation coefficient.

The main findings of the researcher are:

1/ that the level of professional consensus is good

2/ There are no statistically significant differences in compatibility between males and females.

3/ There are no statistically significant differences in compatibility between married and unmarried.

KEYWORDS: Professional Compatibility, hospital, Mental, demographic variables, Sudan.

ملخص: هدفت الدراسة الى قياس التوافق المهني لدي افراد شرطة مستشفى البروفسيور عبدالعال الادريسي وعلاقته ببعض المتغيرات الديمغرافية . استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي , مجتمع الدراسة: أفراد شرطة مستشفى البروفسيور عبدالعال الادريسي , بلغ حجم العينة 130 تم اختيارهم بالطريقة العشوائية الطبقية . تمثلت أدوات الدراسة في استمارة المعلومات الأساسية الأولية ومقياس التوافق المهني لأفراد شرطة مستشفى البروفسيور عبدالعال الادريسي .استخدم الباحث عدة طرق إحصائية لمعالجة البيانات تمثلت في اختبار (ت) , وتحليل التباين والنسبة المئوية ومعامل الارتباط .

وكانت أهم النتائج التي توصل اليها الباحث هي :

1/ ان مستوي التوافق المهني لدي افراد شرطة مستشفى البروفسيور عبدالعال الادريسي جيد

2/ لا توجد فروق دالة إحصائياً في التوافق بين الذكور والإناث.

3/ لا توجد فروق دالة إحصائياً في التوافق المهني بين المتزوجين وغير المتزوجين.

كلمات دلالية: توافق مهني، مستشفى، متغير ديمغرافي، السودان.

المقدمة :

التوافق النفسي هو من أهم المفاهيم التي تجد اهتماماً خاصاً عند استخدامها من علماء النفس والاجتماع ويقصدون به العملية التي يدخل بها الفرد في علاقة متناسقة وصحيحة مع البيئة مادياً أو اجتماعياً وبالتالي هي عملية ديناميكية مستمرة تحدث توازن بين الإنسان والبيئة التي يعيش فيها وتتضمن إشباع حاجات الفرد الأساسية وتحقيق متطلبات البيئة ودوافع السلوك (behavior motives) والإنسان الذي يصل او يبلغ مرحلة التوافق الكامل هو الذي يكون ناضج نفسياً ومهنياً , وبالتالي التوافق هو اصطلاح سيكولوجي أكثر من اجتماعي يدخل إطار التمتع بالصحة النفسية (mental health) التي هي حالة ايجابية لا تعني عدم وجود المرض العقلي (mental illness) فقط ولكن تتضمن سيطرة العقل وسلامة السلوك في كل المواقف وتتمثل في الأداء المتكامل للشخصية بان يكون الإنسان قادراً على تحقيق ذاته وانتقال قدراته إلى اقصي حد ممكن في العمل .

والحياة الإنسانية عبارة عن سلسلة من عمليات التوافق التي يعدل بها الإنسان السلوك في سبيل الاستجابة للمواقف التي تثير حاجاته ومدى قدرته على إشباعها لكي يكون سوياً في حياته لابد من أن يكون مرناً في توافقه . بمعني ان يكون لديه القدرة على القيام باستجابات ويحدث عدم التوافق أو سوء التوافق عندما يفشل الإنسان في إشباع متطلباته الخاصة داخل بيئة معينة بشكل مقبول اجتماعياً ومهنياً ويعجز الإنسان تماماً في التوصل إلى ما يجب عليه عمله لإرضاء نفسه والآخرين ويسير التوافق في عدة اتجاهات منها النفسي ويرتبط بعلاقة الإنسان بنفسه ورضاؤه عن الآخرين . ومنها ماهو اجتماعي يرتبط بعلاقة الفرد باسرته ومجتمعه , ومنها التوافق المهني وهو يتناول العلاقة بين الفرد وعمله وانعكاس أداءه على الآخرين وهو محل دراسة هذا البحث الذي يتناول منهجاً ثلاثياً في إطار العمل لأن أدنى حد لتفاعل هذه العوامل ايجابياً يؤدي إلى إحداث التوافق المهني وبالتالي مستوى أداء عال ينال رضا الفرد عن عمله وقبول المجتمع واحترامه لهذا العمل .

مشكلة البحث :

أن اماكن العمل هي الأمكنة التي يتواجد فيها أكثر أفراد المجتمع , ويقضون معظم وقتهم إن كان العمل وبيئة العمل الفيزيائية والاجتماعية والإدارية والاقتصادية جيدة ومشعره بالرضا , فإن الفرد لابد أن يكون سعيداً وبالتالي ينعكس هذا على صحته النفسية ولا سيما عندما يكون في مجال العمل أن هذه السعادة من المؤكد أن تنتقل معه إلى أسرته وإلى مجتمعه خارج العمل .

أما إذا كانت بيئة العمل مشبعة بعوامل عدم الرضا , يكون العامل غير راضي عن العمل الذي يقوم به أو عن أسلوب الإدارة أو الإشراف أو علاقته سيئة مع زملائه أو عدم كفاية الراتب الذي يتقاضاه مع عدم وجود فرص النمو والترقي في العمل , قد تأتي هذه العوامل تخلق عدم الرضا كعامل مما يؤدي به إلى البحث عن عمل غيره .

جاءت فكرة هذا البحث من ملاحظة بعض المشكلات المهنية لدي بعض أفراد شرطة مستشفي البرفسيور عبدالعال الأدريسي من الشكوى والضجر والملل من العمل , كذلك لم يجد الباحث اهتماماً يذكر من جانب الباحثين والباحثات بالدراسة في مشكلات مجتمع الشرطة عامة .

هكذا تبلورت مشكلة البحث الحالي بدأ الباحث محاولاً معرفة علاقة التوافق المهني بمتغيرات النوع والحالة الزواجية ومعرفة العوامل المؤثرة على التوافق المهني .

أهمية البحث :

تأتي أهمية هذا البحث من ندرة مثل هذه البحوث وان كانت هناك بعض البحوث الخاصة بالتوافق المهني في القطاعات العمالية الآخرى , تستمد أهمية هذا البحث من أهمية المشكلة التي تعالجها , ومن خطورة سؤ التوافق المهني على حاضر ومستقبل الفرد الذي يتمثل في مهنتة , كما ان خطورته لا تقف عند الفرد العامل وحده , بل زملاؤه في العمل ورؤساؤه ثم مجتمع العمل كافة . وصنف الباحث الأهمية إلى قسمين :

أ/ الأهمية النظرية :

- محاولة تطبيق بعض جوانب النقص المعرفي في مجال علم النفس المهني ومجال الصحة النفسية المهنية ومجال التوافق المهني ومحدداته .

ب/ الأهمية التطبيقية :

– توفير المعلومات الضرورية للتخطيط المهني السليم وبناء بيئة مهنية صحية تتوفر فيها جميع عوامل الرضا والتوافق المهني بالقطاعات الشرطية المختلفة في السودان .

– توفير المعلومات للتخطيط لتوفير خدمات الارشاد والعلاج النفسي في المجال المهني .

أهداف البحث :

يهدف البحث الحالي إلى دراسة التوافق المهني لدي أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الأدريسي باختلاف النوع والحالة الاجتماعية وسنين الخدمة بحيث يمكن الوصول إلى نتائج علمية يمكن الاستفادة منها في تحقيق التوافق المهني المنشود , ويسعي إلى معرفة إذا ما كانت هناك فروق في التوافق المهني تعزى إلى كل من النوع والحالة الاجتماعية .

وكذلك يسعي إلى تحقيق التعرف على التوافق المهني نظرياً وما يرتبط به من متغيرات كالرضا الوظيفي والدافعية والنوع والتعليم .

ومعرفة ما إذا كان هنالك تفاعلاً مشتركاً بين المتغيرات المهنية على التوافق المهني .

وضع وصياغة مقترحات وتوصيات تساعد في تحسين درجة التوافق المهني والرضا الوظيفي وحالة الصحة النفسية المهنية لدي أفراد الشرطة بالقطاعات المختلفة.

فروض البحث :

في ضوء الأهداف النظرية للبحث وطبقاً لما اسفرت عنه بعض الدراسات السابقة وملاحظات الباحث والإطار النظري للبحث قام الباحث بصياغة واستنتاج فروض صفرية واخرى بديلة تعتبر كأجابات محتملة لتساؤلات البحث وهي :

1- يسود سؤ التوافق المهني لدي أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الأدريسي
2- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية جوهرية بين أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الأدريسي في متغير التوافق المهني تعزى للنوع .
3- لاتوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الأدريسي في التوافق المهني تعزى للحالة الاجتماعية .

حدود الدراسة :

حدود الدراسة تتمثل في المجال البشري على دراسة أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الأدريسي , أما في المجال الزماني تم تطبيق أدوات الدراسة في شهر أكتوبر 2015م . اما المجال الدراسي متغيرات كمية (توافق مهني) الابعاد المكونة لمفهوم التوافق المهني و أما المتغيرات الديمقراطية تمثل في النوع والرتبة والحالة الاجتماعية وسنوات الخدمة .

مصطلحات البحث :

المهنة :

قام علماء الاجتماع بمحاولات عديدة لتعريف المهنة و مع ذلك فليس هناك إجماع على واحد من هذه التعريفات بحيث يكون جامعاً , من أبرز هذه التعريفات تعريف شارتل sharale (عرفه بأنه كل نوع من النشاط يزاوله الفرد الراشد ويقضي فيه جزءاً معيناً ومستمراً في مواعيد محددة من وقته).

التوافق المهني :

يعرف سكوت التوافق المهني بأنه : توافق افرد لدينا عمله ومنها العوامل البيئية التي تحيط به في العمل).

ويعرفه رينيه Rane بأنه : (هي العملية الدينامية المستمرة التي يقوم بها الفرد لتحقيق التلاؤم بينه وبين البيئة المهنية المادية والاجتماعية والمحافظة على هذا التلاؤم.) .

ويعرفه الباحث إجرائياً بانه عبارة عن مجموع الدرجات التي يتحصل عليه المفحوض وفقاً لمقايس التوافق المهني الأفراد بشرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي المعد لهذا الغرض والمستخدم في هذا البحث حيث تدل الدرجة العالية في المقايس على درجة عالية من التوافق المهني والدرجة المنحفضة في المقياس تدل على انخفاض التوافق المهني .

مستشفي البروفسيور عبد العال الادريسي :

يعتبر من المؤسسات الرائدة في العلاج النفسي ثم تأسيسه عام 1952م باسم مصحة كوبر تتبع لإدارة السجون ثم ومن ثم ضم لإدارة الخدمات الطبية عام 1995م . ثم تعديل اسمه إلى المستشفي المركزي للطب النفسي عام 2000م ومن ثم مستشفي البروفسيور عبدالعال عام 2006م من حيث الموقع تقع في الجزء الشمالي الشرقي لحي عمر المختار وشرق سوق كوبر .

التوافق Adjustment:

مفهوم التوافق :

يعتبر التوافق من أهم موضوعات الدراسة في علم النفس والصحة النفسية فقد افرد له علماء النفس اهتماماً واسعاً في أبحاثهم ودراساتهم ومؤلفاتهم بقول السبيعي (1985- 697) : ان التوافق هو موضوع الساعه في علم النفس الحديث او لعله حجر الزواية والعمود الفقري فيه . ويرى نجاتي (1966) ص ان التوافق فكرة اساسية في علم النفس , ويمكن ان تستخدم في نظم جمع موضوعات علم النفس في وحدة منظمة متكاملة . بل ان هناك من علماء النفس من اولى من موضوع التوافق أهمية عظمي يجعله موضوع الدراسة الأولى في علم النفس ومن هؤلاء عالم النفس من (MUNN) الذي يعرف علم النفس بانه العلم الذي يهتم ويدرس عمليات التوافق العامة للكائن الحي في بيئتة فائق , (1976م : 142) ويذهب دسوقي (1974م -343) في نفس الاتجاه مؤكداً ان علم النفس هو علم دراسة توافق الفرد او عدم توافقه بمتطلبات مواقف حياته , ويتفق نجاتي (1979 :113) مع هذا الرأي مؤكداً ان علم النفس هو الدراسة العلمية لسلوك الإنسان ولتوافقه مع البيئة ويضيق مخيمر (1979) ان علم النفس يدرس افرد من حيث هو وحدة كلية في تكيفها مع البيئة , فالتكيف هو العلمية المحورية بالنسبة للسوية واللاسوية .

قام فائق (19761976م: 144) بنقد هذا الاتجاه زاعماً قصورة إلا انه عاد في ثنايا كتابه ليؤكد ان التوافق فكرة جوهرية في علم النفس وعلى الرغم من ان وجهة النظر الحديثة المتفق عليها عالمياً تعرف علم النفس بأنه علم دراسة سلوك والكائنات الحية رداً على مختلف المنبهات (أبو حطب والسيد 1991م) فما زال علماء النفس يفردون الموضوع التوافق اهتماماً واسعاً ومن هؤلاء خليفة (1990) الذي يؤكد ان علم النفس يدرس السلوك ودوافعه فيما ساعد على التكيف مع البيئة من ناحية علم الصحة النفسية فيؤكد العديد من العلماء ان علم الصحة النفسية حركة تربوية صحية تهتم بمشكلات التوافق جميعاً زهران , 1978, مخيمر 1979م والسبيعي , 1985).

وبين هالموس HALMOS ان مفهوم التوافق ينبي على شقين الأول هو العملية أو السلوك الذي يتخذه الفرد للوصول إلى الحل أي التوافق وهو الشق الثاني , وبرى تارد TARD أن التوافق يلجأ اليه الفرد عند وجود صراع بين اختيارين متعارضين تنشأ عنها نمط جديد من السلوك.

ويرى مصطفى فهمي ان التوافق عملية دينامكية مستمرة يهدف بها الفرد إلى تغيير سلوكه ليحدث علاقة اكثر توافقاً بينه وبين البيئة وهي كل ما يحيط بالفرد والتي تؤثر فيه ويتأثر بها , والبيئة هنا لها ثلاثة أوجه . البيئة الطبيعية التي تحيط بالفرد سواء كانت مادية او حيويه كالملبس والمسكن والطعام , والبئية الاجتماعية التي يعش فيها الفرد بنظمها ومعتقداتها , وأخيراً النفس , وتظهر في قدرة الفرد على ضبط العلاقة بين رغباته وحاجاته ويمكن تحقيقه وما لا يمكن تحقيقه أي ان أساس عملية التوافق ينبي على امرين اولهما قدرة الفرد على السيطرة على حياته وتوجيهها بنجاح , وثانيهما الآ يكون طريقة الإشباع متعارضة مع إشباع حاجات الآخرين .

ويسير الاتجاه السابق هنرى سميث HENCRY SMITH حيث يرى ان التوافق السوى للإنسان هو الاعتدال في الإشباع العام لا اشباع دافع واحد شديد وعاجل على حساب دوافع اخرى , يتفق معه شوبين ان الإنسان سوى التوافق هو الذي يتعلم إرجاء الإشباع العاجل لدافع معين في مقابل ما سيحصل عليه فيما بعد من اشباع آجل.

مما سبق يرى الباحث ان مفهوم التوافق في ضوء ما سبق عرضه يدور حول ثلاثة محاور الأول الفرد والبيئة , والمحور الثاني دوافع الفرد وحاجاته ودرجة هذا الاشباع ومستوياته , والثالث يتعلق بذاتية الفرد ودرجة تحقيق هذه الذاتية في ضوء الظروف البيئة حوله , وان هذه المفاهيم انما هي تفسير لما يؤدي إلى التوافق , وفي ضوء تكامل الفرد او الإنسان فإن الفرد الواحد قد يلجأ إلى هذه المفاهيم جميعها في مواقف متغايرة فقد يكون تحقيق التوافق للتوازن مع البيئة في مرحلة ويكون الاشباع حاجة أو دافع اجتماعي أو نفسي في مرحلة ثانية , وقد يكون التوافق هدفه تحقيق الذات في مرحلة ثالثة , أي ان الفرد متكامل ويسير خلال هذه المفاهيم في مراحل مختلفة او مواقف متغيرة لتحقيق التوافق وفقاً لإطاره المرجعي والبيئي والثقافي والاجتماعي .

ثانياً : مفهوم التوافق في علم النفس :

ذكر السبيعي (1985) ان عالم النفس ادلر ADLR هو الذي نقل فكرة التكيف من علم الاحياء إلى علم النفس بعد ان لاحظ ان الوظائف النفسية تتعاون وتتاذر لتحقيق التكيف للإنسان و ويضيف بان ادلر يعرف التكيف النفسي بأنه : العمليات الديناميكية المستمرة التي يتسهدف بها الكائن الحي تعديل سلوكه او تعديل بيئته حتي ينشي علاقات اكثر تماسكاً وتوافقاً مع البيئة . ويتفق مع هذا التعريف كثير من علماء النفس امثال تعريف بونج YOUNG الذي اورده الابحر 1984م وزهران 1978 جابر مصطفى 1980م و وابو حطب والسيد 1991م ,

ويذكر الابحر (1984) تعاريف عدد من علماء النفس لمصطلح التوافق فمنهم مورو وكلكهوت MOURER AND KLUHON حيث يقصدان بالتكييف جميع أنشطة الكائن الحي والتوافق الذي ينصب فقط على الناحية النفسية من هذه الأنشطة اما دسوقي 1974 فيعرف التوافق بأنه تكيف الشخص ببيئته الاجتماعية في مجال مشكلات حياته مع الآخرين والتي ترجع لعلاقاته باسرته ومجتمعه ومعايير بيئته الاقتصادية والسياسية والخلقية وينطوي أي تعريف للتوافق على الكلمة الأعم "تكييف" Adaptation التي تشمل السلوك الحسي الحركي وتشير للجانب العضوي الموجود في الإنسان .

أما القعيد 1990 فقد نقل تعريف ريتشارد موريس RICHARD MORRIS الذي يرى ان التكييف بعمومه ظاهرة نسبية تختلف من شخص لآخر بمعني انها ردود فعل شخصية ازاء المؤثرات البيئية والاجتماعية التي يتعرض لها الإنسان , ويتفق مع هذا التعريف كل من نجاتي (1966) وفريد (1976) والعيسوى (1981).

ويرى جابر واخرون (1985) ان التكييف هو تلك العمليات التي تشتمل الانماط السلوكية التي تحاول حل مشكلات الحياة .

ويرى ابو النيل (1984) ان التوافق هي قدرة الفرد على التواؤم مع نفسه ومع السباق الاجتماعي الذي يعيش فيه من مختلف نواحيه واشار السيد واخرون (1990) إلى ان قاموس انجلش وانجلش (ANGLISH AND ANGLISH) يضع عدة معاني للتوافق أهمها : انه عملية أحداث التغيرات المطلوبة في الشخص ذاته أوفي بيئية للحصول على التوافق النسبي وهو مرادف للتكيف أو التأقلم او المجارة .

ويفرق بيتروفسكي وشيفسكي PETRORSKY AND SHERESKY (1971) في القاموس النفسي المختصر بين مصطلح التوافق والتكيف حيث يعرفان التكيف بأنه تعديل حسي ليلائم التغيير المكثف الذي يحدثه المثير في عضو الحس , مثل تكيف العين لشدة الضوء , أما التوافق (ADIUST MENT) فهو مصلح اجتماعي وهو نوعين , اما أن يكون العملية التي يواجه بها الفرد بعد استجابته للبيئة .

ويقدم جابر وكفافي (1988) تعريفاً للتكيف مطابق لما ذكره بتروفسكي وشيسفكي أما مصطلح التوافق فيعرفانه بانه عملية تعديل الاتجاهات والسلوك لكي توفي بمطالب الحياة بشكل فعال مثل اقامة علاقات شخصية بناءة مع الاخرين والتعامل الكفء مع المواقف الضاغطة وتحمل المسئوليات وتحقيق الحاجات والأهداف الشخصية .

التوافق المهني :vocational adjustment

مفهوم التوافق المهني :

نقل ابو النيل (1984م)تعريف بعض العلماء للتوافق المهني مثل سكوت وزملاؤه(SCOTTET)حيث يعرفون التوافق المهني بأنه : توافق الفرد مع بيئة العمل , فهو يشمل توافق الفرد لمختلف العوامل والعناصر البيئية التي تحيط به في العمل وتوافقه للتغيرات التي تطرأ على هذه العوامل بمرور الزمن وتوافقه لخصائصه الذاتية يذكر الابحر (1984) بعض التعاريف لمفهوم التوافق المهني مثل (هو مدى نجاح السلوك المهني في انجاز واجبات النمو مع قدرات رضاء الفرد لتحقيق أهداف الاجتماعية) : (وهو مدى ملائمة قدرات الفرد المطلوبة للعمل , ومدى الإمكانيات الموجودة في بيئة العمل لحاجات الفرد .)وهو حالة من التواؤم والانسجام بين العامل وعمله باوسع معني لكلمة العمل تجعله راضياً عن عمله ومرضياً عنه وفيه)

أما عبدالمعطي 1981م فيذكر ان سوبر SUPER يعرف التوافق المهني بانه العملية التي تعبر عن متوسطات حالة الفرد الحالية والمتعاقبة لتفاعله مع مهنته ما بين وقت دخوله فيها ووقت متابعته لها وحتي حلول زمن تعاقده و وبين انه بمقدار الاتفاق بين الشباب واعمالهم , وبمقدار المؤامة بينهم فأنه يحدث التوافق على الدوام .

يذكر عوض 1976م ان رينيه وزملاؤه RENE ET AT يعرفون التوافق المهني بانه العملية الدينامية المستمرة التي يقوم بها الفرد لتحقيق التلاؤم بينه وبين بيئته المهنية والمادية والاجتماعية والمحافظة على هذه التلاؤم ويتفق مع هذا التعريف عبدالمعطي (1981م) ويضيف عوض ان التوافق هو حالة من التواؤم والانسجام بين العامل وعمله .

ويرى راجح (1977) ان التوافق المهني يعني قدرة الفرد على التكيف لظروف ومطالب العمل وان يتكييف لروتين العمل , لزملائه , ولمزاج رئيسه وللظروف الفيزيقية التي تحيط به وان يدرك ان رغبته الصادقه في العمل وقدرته على أداءة اداءاً مرضياً ليست في ذاتها ضماناً لقبوله من زملائه أو ترقيته من رئيسه .

ويؤكد زهران 1978 ان التوافق المهني يتضمن الاختيار المناسب للمهنة والاستعداد لها علماً وتدريباً والدخول فيها والانجاز والكفاءة والإنتاج والشعور بالهناء والنجاح .

أما العيسوى 1981م فيشير إلى ان التكييف المهني يعني ان يتكيف ا لفرد مع الظروف الموجودة في عمله او مهنته ويتطلب ذلك ان تكون هذه المهنة متفقه مع ماليه من ذكاء وقدرات واستعدادات وميول ومواهب وان يكون جو العمل ديمقراطياً إنسانياً بعيداً عن التعسف والقسوه والإرهاق والعنف .

الدراسات السابقة

1/دراسة عسكر وعبدالله 1988م :

العنوان : مدى تعرض العاملين الضغوط العمل في بعض المهن الاجتماعية بالكويت استهدفت دراستها تحديد ومقارنة درجة الضغوط التي بتعرض لها العاملون في كل من مهنة التدريس في المعاهد الخاصة , التمريض , الخدمة النفسية والخدمة الاجتماعية في مجال عملهم بمتغيرات مختلفة .

أدوات البحث :

تم جمع المعلومات عن طريق استبانه من تصميم الباحثين .

العينة : تكونت عينة الدراسة من 353 من العاملين في مهنة التدريس في المعاهد الخاصة للمعوقين عقلياً , والتمريض والخدمة الاجتماعية والخدمة النفسية وتم اختيار العينة وبالطريقة العشوائية البسيطة في مهنة التدريس والوحدة الاجتماعية بالطريقة الطبيعية , أما بالنسبة لمهنة الخدمة النفسية فقد تم اختيار معظم أفراد العينة نظراً لأنخفاض عددهم النسبي والتمريض بالطريقة البيسطة .

وكانت أعداد المبحوثين كما يلي 78 مدرساً ومدرسة , 162 ممرضاً وممرضة و73 اخصائي اجتماعي , 40 من العاملات في الخدمة النفسية .

الأسلوب الإحصائي : قام الباحثان باستخراج المتوسطات والانحرافات لكل مجموعة ثم استخدما أسلوب تحليل التباين واختيار (ت) كما تم الحصول على النسبة المئوية للتكرارات .

نتائج الدراسة :

1/ تشير المتوسطات إلى ان درجة الضغوط في المهن الأربعة لا تعتبر عالية حسب تصميم الاستبانة .

2/ كما تشير المتوسطات إلى ان مهنة التمريض هي من أكثر المهن تعرضاً للضغوط وتليها مهنة الخدمة النفسية ثم التدريس في المعاهد الخاصة واخيراً الخدمة الاجتماعية .

3/ تنحصر الفروق ذات الدلالات الإحصائية بين مهنة التمريض والخدمة الاجتماعية على الرغم من الاختلاف بين المهن الأربعة .

4/ هناك متغيرين كانا اكثر تكراراً هي الشعور بالإرهاق والشعور بعدم الأمان الوظيفي وكان العاملين في مهنة التمريض هم الأكثر تعرضاً لهذين المتغيرين يشاركهم العاملون في مهنة التدريس بالمعاهد الخاصة (للمتخلفين عقلياً) , فيما يتعلق بعدم الأمان الوظيفي .

2/دراسة محمد عاطف الأبحر 1984م :

العنوان : التوافق المهني لمدرسي التربية الرياضية :

استهدفت دراسة التوافق المهني لمدرسة التربية الرياضية بالمرحلة الإعدادية الثانوية وذلك من خلال المتغيرات التالية :

- تأثير مدة الخدمة على التوافق المهني – تأثير العمل في المرحلة التعليمية على التوافق المهني .
- تأثير المؤهل الدراسي على التوافق المهني .
- تأثير الحالة الاجتماعية على التوافق المهني .

العينة : كانت عينة الدراسة مكونة من 97 مدرساً للتربية الرياضية , 51 منهم بالمرحلة الثانوية و 46 من المرحلة الإعدادية أدوات البحث : قام باعداد مقياس للتوافق المهني توفرت فيه معظم الشروط التي تتوفر في المقياس الجيد والتي حددتها مراجع القياس النفسي .

الأسلوب الاحصائي : قد اعتمد الباحث في تحليله للبينات على العمليات الإحصائية الاتية :

-التحليل العاملي	- معاملات الارتباط	- النسبة المئوية
- اختيار (ت)	- أختبار كا	- معامل الالتواء
- النسب الحرجة	- المتوسطات	- الوسيط
- الانحرافات المعيارية .		

نتائج الدراسة :

1/ لا توجد فروق ذات دالة إحصائياً في متوسطات التوافق المهني بين المدرسين الجدد والقدامي .

2/ توجد فروق في التوافق المهني بين مدرسي المرحلة الثانوية و الإعدادية لصالح مدرسي المرحلة الثانوية .

3/ هناك فروق في التوافق المهني بين حملة المؤهلات العليا والمؤهلات المتوسط لصالح حملة المؤهلات العليا .

4/ لا توجد فروق دالة احصائياً في التوافق المهني بين المتزوجين وغير المتزوجين .

3/دراسة محمد أحمد غالي 1974م :

العنوان : العلاقة بين التوافق المهني وبين بعض المتغيرات الانفعالية في البعد المزاجي .

(دراسة ميدانية على المدرسين العاملين بمدراس الكويت)

استهدفت الدراسة التحقيق من صحة الفروض التالية :

- ان هناك فروقاً دالة بين المدرسين في : الاستجابة بمقياس القلق الصريح – الاستجابة لمقياس الدورية الانفعالية , والاستجابة لمقياس الاستقرار الانفعالي.

ويكون ذلك مرتبطاً بمتغيرات تتعلق بما يلي :

- التبعية الجنسية والتخصص في مجال التدريس "مواد ثقافية دراسات علمية"
- ان هناك فروقاً دالا بين المشتغلين بالتدريس بالكويت في التوافق المهني لما يمكن قياسه مرتبطاً بمتغيرات :
- التبعية الجنسية والتخصص في مجال التدريس .
- يوجد راتباط بين التوافق المهني كما يمكن قياسه وبين المتغيرات المختلفة المرتبطة بالاضطراب الانفعالي (قلق , عدم استقرار , الدورية الانفعالية) . ويعززه بعدد من الفروض وهي :

هنالك علاقة بين درجة الاضطراب الانفعالي في الجوانب الثلاثة وبين التوافق المهني عامة .

هنالك علاقة بين درجة الاضطراب الانفعالي في الجوانب الثلاثة وبين الاستجابة الايجابية في مواقف التوافق المهني كلما إزادت درجة الاضطراب زادت الاتجاهات السلبية كدليل على سوء التوافق المهني .

أدوات البحث : تم جمع المعلومات الخاصة بهذه الدراسة من خلال استخدام استبيانات التوافق المهني الذي اعده الباحث . مقياس القلق الصريح , مقياس الاستقرار الانفعالي ', مقياس الدورية الانفعالية .

العينة : تكونت العينة من 514 مدرساً من المدرسين العاملين بدولة الكويت موزعين على مجموعيتين :

أحداهما ضابطة تتكون من (400 مدرس) من المرحلة المتوسطة والثانوية .

الأخرى تجريبية تتكون من (114) مدرس من المدرسين المستغلين بالدراسات العملية .

الأسلوب الاحصائي :

لقد استخدم الباحث اختبار "ت" لدلالة الفروق بين المتوسطات , ومعامل الارتباط بين متغيرات التوافق المهني ومتغيرات البعد الانفعالي .

نتائج الدراسة :

1/ لم تظهر فروق تذكر بين المعلمين في التوافق المهني واضطراب البعد الانفعالي كما يقاس بالمقياس الثلاثة يمكن ان ترتبط بالتبعية لجنسية .

2/ توجد فروق بين المعلمين في :

التوافق المهني واضطراب البعد الانفعالي , يمكن ان يكون له علاقة بالتخصص الوظيفي (علوم نظرية) او دراسات عملية وهو فرق دال على العموم .

3/ ان اتجاهات التوافق المهني سواء في الاتجاهات السلبية او الإيجابية أو درجة التوافق المهني العامة ترتبط كثير باضطراب البعد الانفعالي ارتباطا سلبياً مع التوافق المهني العام والاتجاهات الايجابية ارتباطاً ايجابياً مع الاتجاه السلبي .

4/ الاتجاهات السلبية في التوافق المهني ترتبط سلبياً بالدرجة العامة في التوافق , بينما ترتبط الاتجاهات الايجابية في التوافق ارتباطاً موجباً بالتوافق المهني العام.

4/ دراسة حسن مصطفى عبدالمعطي 1981م :

العنوان : التوافق المهني للمعلمين والمعلمات بالمرحلة الثانوية :

هدفت الدراسة للاتي :

1/ بناء مقياس للتوافق المهني للمعلمين على قدر مناسب من الصدق والثبات .

2/ تطبيق المقياس للإجابة عن بعض الاسئلة المتعلقة بالتوافق المهني لمعلمي المرحلة الابتدائية .

أدوات البحث :

1/ اختبار (هيوم . م . بل) لقياس التوافق الشخصي الاجتماعي .

2/ مقياس التوافق المهني من اعداد الباحث مكون من (61) عبارة .

العينة : تكونت عينة البحث من 392 معلماً ومعلمة , 172 معلم و220 معلمة من إدارة الزقازيق التعلمية (مصر) .

الاسلوب الإحصائي :

استخدم الباحث تحليل التباين واختبار "ت" ومعامل الاختلاف ومعامل الارتباط .

نتائج الدراسة :

1/ لا توجد فروق معنوية واضحة بين المعلمين والمعلمات والتوافق المهني .

2/ توجد فروق معنوية واضحة في مستويات الاعمار المختلفة وهذه الفروق لصالح الاكبر سناً .

3/ لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية لدي المعلمين والمعلمات وفقاً للمؤهلات المختلفة الحاصلين عليها .

4/ توجد فروق معنوية واضحة في مجتمع المعلمين والمعلمات وفقاً لسنوات العمل بالتدريس وهذه الفروق لصالح المعلمين والمعلمات الاكثر خبرة .

5/ لا توجد فروق معنوية واضحة بين مجتمع معلمي ومعلمات المدينة ومعلمي ومعلمات القرية .

6/ توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية عند مستوي أو بين التوافق المهني والتوافق النفسي لدي معلمي ومعلمات المرحلة الابتدائية .

5/ دراسة ميفلين MIFFLINE 1976م :

العنوان : التوافق المهني والرضى المهني لدى نظار المدارس الابتدائية والثانوية .

استهدفت هذه الدراسة التعرف على مستوى التوافق المهني والرضى المهني لدي نطار المدارس الابتدائية والثانوية في ولاية انديانا .

أدوات البحث : تم جمع المعلومات الخاصة بهذه الدراسة من خلال استخدام استبينات مينسوتا للرضا .

العينة : تكونت عينة الدراسة من 500 ناظر , 250 ناظر ابتدائي , 250 ناظر ثانوي تم اختيارهم بالطريقة العشوائية البسيطة .

الاسلوب الإحصائي : استخدمت طريقة واحدة لتحليل التباين لمقارنة المعلومات ؟

نتائج الدراسة :

توصلت الدراسة إلى النتائج التالية :

1/ توجد فروق دالة بالنسبة بالنسبة للتوافق المهني والرضى

2/ توجد فروق دالة بالنسبة للتوافق المهني والرضي المهني لكل من المهني بين نظار المدارس الابتدائية والثانوية , فقد كان نظار الابتدائي اكثر رضا لكل من نظار المدارس الابتدائية والثانوية المتقاربين في اعداد المسجلين بها .

3/ كان نظار الابتدائي في المدارس الريفية الذين لديهم أعداد قليلة من التلاميذ المقيدين بها اكثر رضى وتوافقاً في عملهم من نظار الابتدائي الذين توجد في مدارسهم اعداد كبيرة من التلاميذ المقيدين بها .

4/ كان نظار المدارس الثانوية في قلب المدينة اكثر رضا وتوافقاً في عملهم من نظار المدارس الثانوية التي تقع بمكان متوسط وبها إعداد قليلة من التلاميذ المقيدين وتقع في انواع اخرى من المجتمعات .

5/ كانت العوامل المتحكمة في الرضى الداخلي عن العمل اكثر دلالة في تحديد التوافق المهني والرضى المهني عن العوامل المتحكمة في الرضا الخارجي عن العمل .

6/ بصفة عامة فإن نظار المجتمع الكلي للدراسة كانوا متوافقين مهنياً وراضين عن عملهم .

إجراءات الدراسة الميدانية.

منهج البحث :

اتبع في هذا البحث المنهج الوصفي التحليلي واجريت دراسة ميدانية ارتباطية واستكشافية عن طريق المقياس بتحليل الظاهرة موضوع البحث , حيث رأى الباحث ان المنهج الوصفي هو انسب المناهج لدراسة مثل هذه الظاهرة لعل ما يؤكد ذلك ان كل الدراسات السابقة التي تم عرضها استخدمت هذا المنهج .

وصف مجتمع الدراسة :

يتمثل مجتمع هذه الدراسة في افراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي .

جدول رقم (1) يوضح توزيع أفراد مجتمع الدراسة حسب الوحدات والنوع :

الوحدة	عدد الذكور		عدد الاناث		المجموع الكلي	
	العدد	النسبة	العدد	النسبة	العدد	النسبة
الشرقي	18	%10.4	–	–	18	%10.4
الشفاء	9	%5.2	–	–	9	%5.2
الرجاء	9	%5.2	–	–	9	%5.2
العناية	12	%6.9	–	–	12	%6.9
التأهيل	9	%5.2	–	–	9	%5.2
الحريمات	–	–	15	%8.7	15	%8.7
الإدارة	60	%34.7	8	%4.6	68	%39.3
المطبخ	4	%2.3	12	%7	16	%9.3
اصحاح البيئة	14	%8.1	3	%1.7	17	%9.8
الجملة	135	%78	38	%22	173	%100

جدول رقم (2) يوضح توزيع أفراد مجتمع الدراسة حسب النوع والرتبة وسنين الخدمة , المستوي التعليمي والحالة الاجتماعية .

النوع	الرتبة			الجملة	الحالة الاجتماعية		الجملة	المستوى التعليمي					سنين الخدمة			
	ضباط	صف جناح	جنود		متزوجين	غير متزوجين		أمي	دون الثانوي	ثانوي	جامعي فما فوق	المجموع	اقل من 5	5-12	13-20	21 فما فوق
ذكور	5	95	25	125	96	39	135	20	35	66	7	128	46	49	24	5
اناث	8	36	4	48	32	6	38	15	13	7	10	45	12	25	11	1
المجموع	13	131	29	173	128	45	173	35	48	73	17	173	58	74	35	6

جدول رقم (3) يوضح توزيع مجتمع الدراسة حسب النوع

الفئة	ذكور	اناث	المجموع
العدد	129	44	173
النسبة	%74.57	%25.43	%100

جدول رقم (4) يوضح توزيع مجتمع الدراسة حسب الرتبة

الفئة	صباط	صف ضباط	جنود	المجموع
العدد	13	13	29	173
النسبة	7.51	75.72	16.77	%100

جدول رقم (5) يوضح توزيع مجتمع الدراسة حسب الحالة الاجتماعية

الفئة	متزوج	غير متزوج	المجموع
العدد	128	45	173
النسبة	73.99	%26.01	%100

جدول رقم (6) يوضح توزيع مجتمع الدراسة حسب المستوى التعليمي

الفئة	أمي	دون الثانوي	الثانوي	الجامعي فما فوق	المجموع
العدد	35	48	71	19	173
النسبة	20.23	27.74	14.074	10.95	%100

جدول رقم (7) يوضح توزيع مجتمع الدراسة حسب سنين العمل

الفئة	اقل من 5	5-12	13-20	21 فما فوق	المجموع
العدد	58	80	31	4	173
النسبة	33.53	46.24	17.92	2.31	%100

عينة الدراسة :

تكوين عينة من 130 تم اختبارهم بالطريقة التطبيقية العشوائية من مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي .

وبعد التأكد من صلاحية المقياس وثباتها قام الباحث بتوزيع (185) مقياس على أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي حيث كان الباحث يوزع المقايس بنفسه على افراد العينة , ثم استرجاع (130) مقياس من جملة المفحوصين وبعد استبعاد الاستبيانات غير المكتملة والناقصة وبذا اصبحت عينة البحث عبارة عن (130) مفحوص و حيث تمثل هذه العينة 75% في مجتمع الدراسة تقريباً .

فيما يلي بعض التفصيلات الخاصة أفراد العينة وتوزيعاتهم طبقاً لمتغيرات الدراسة .

جدول رقم (8) يوضح توزيع عينة الدراسة حسب النوع , الرتبة , الحالة الاجتماعية , المستوى التعليمي وسنين الخدمة .

النوع	الرتبة			الجملة	الحالة الاجتماعية		الجملة	المستوى التعليمي				الجملة	سنين الخدمة			
	ضباط	صف ضابط	جنود		متزوجين	غير متزوجين		أمي	دون الثانوي	ثانوي	جامعي فما فوق		اقل من 5	5-12	13-20	21 فما فوق
ذكور	4	73	20	97	69	28	97	15	27	48	7	97	36	38	19	4
اناث	5	26	2	33	27	6	33	11	10	5	7	33	8	17	7	1
المجموع	9	99	22	130	96	34	130	26	37	53	14	130	44	55	26	5

جدول رقم (9) يوضح توزيع أفراد عينة الدراسة حسب النوع

الفئة	ذكور	اناث	المجموع الكلي
العدد	97	33	130
النسبة	74.61	25.39	%100

جدول رقم (10) يوضح توزيع الدراسة حسب الرتبة :

الفئة	ضابط	صف ضابط	جندي	المجموع
العدد	9	99	22	130
النسبة	0.07	0.76	0.17	%100

جدول رقم (11) يوضح توزيع أفراد عينة الدراسة حسب الحالة الاجتماعية

الفئة	متزوج	غير متزوج	المجموع
العدد	96	34	130
النسبة	73.8	26.2	%100

جدول رقم (12) يوضح توزيع أفراد عينة الدراسة حسب المستوى التعلمي

الفئة	أمي	دون الثانوي	ثانوي	جامعي فما فوق	المجموع
العدد	26	37	53	14	130
النسبة	20	28.46	40.77	10.77	%100

جدول رقم (13) يوضح توزيع أفراد عينة الدراسة حسب سنين الخدمة

الفئة	اقل من 5 سنين	5-12	13-20	21 فما فوق	المجموع
العدد	44	55	26	5	130
النسبة	35	42	20	3	%100

أدوات الدراسة :

قام الباحث في سبيل تصميم وإعداد الاستبيان بإجراء الخطوات الآتية :

أ/ إعداد الاستبيان في صورته الأولية

ب/ التأكد من ثبات وصدق الاستبيان

أ/ الصورة الأولية :

استمارة المعلومات الأولية .

وهي أداة لضبط العينة حسب متغيرات الدراسة وهي عبارة عن سؤال يجيب عليه المفحوص مباشرة ويتمثل في العمر والرتبة - الحالة الاجتماعية – النوع – سنوات الخبرة والمستوى التعليمي وهذه الاستمارة من تصميم الباحث قام باستخدامها في بحثه بعد أجازتها من قبل المحكمين .*

مقياس التوافق المهني لأفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي وهي عبارة عن أداة البحث الرئيسية في هذه الدراسة هو من إعداد وتصميم الباحث .

تحديد أبعاد المقياس :

يتمثل تحديد الابعاد في تحديد محاور المفهوم الذي نود قياسه أي الخطوط العريضة فيه ويتم ترجمتها إلى عبارات وفقرات ممثله لكل بعد .

* أ.د. إبراهيم بخيت , د.أسامه الجيلي , د.أماني عبدالله , د.أحمد يوسف .

حيث قام الباحث بدراسة نخبة من مقاييس التوافق المهني عبد المعطي (1981م), الأبحر(1984م) وبعض مقاييس التوافق الدراسي للمك(1990م) وحاج النور(1995م) الذين قاموا باقتباسه من مقياس التوافق الشخصي والاجتماعي مثل قائمة بل ومقياس الديب وذلك للوقوف على كيفية تصميم تلك النوعية من المقاييس من ناحية الأبعاد والبنود .

كما استفاد الباحث من الدراسات العميقة في مجال التوافق المهني مثل دراسة عوض(1978م).

تم صياغة العبارات على طريقة لبكرت ذي التدرج الخماسي "دائماً - غالباً – أحياناً – نادراً – لا يحدث" وتوزعت على ستة ابعاد هي :

1/ بعد الأداء التوافقي :

يتمثل في واجبات المهنة التي يقوم بها الشرطي ومدى اهتمامه باداءها ونجاحة في القيام بها وظروف العمل ومشكلاته واهتمامه بعوامل النمو في المهنة .

2/ بعد الرضا عن طبيعة المهنة وبيئة العمل

يتمثل في تعبير الشرطي عن رضاه او عدم رضاه عن الآداء والتدريب والجوانب المهنية وبيئة العمل .

3/ البعد الذاتي :

يتمثل في مشاعر الشرطي الذاتية تجاه المهنة ورغبته ودوافعه للعمل وحبه للاستمرار فيه ومدى احساسه بقيمة العمل وايمانه بأهداف هذا العمل الإنساني .

4/البعد الاجتماعي :

يتمثل في مدى تقدير الشرطي لمركز المهنة الاجتماعية وأهميتها وتقديرها لزملائه وعلاقاته معهم والاهتمام بالمرضي ومدى تفاعله الايجابي مع عناصر المهنة الاجتماعية .

5/ البعد الاقتصادي :

يتمثل في الرضا عن الدخل الشخصي والمرتب ورضاه عن الترقيات والحوافز والعلاوات والبدلات التي تكفلها هذه المهنة .

6/بعد الاتجاه نحو المريض النفسي الشرطي :

يتمثل في مشاعر وافكار الشطر ومدى تقبله للمريض النفسي في مشاعر القبول او الرفض وعلاقته مع المريض النفسي وطبيعتها .

عرض الاستبانه على المحكمين :

بعد التعريف الإجرائي لكل بعد من الابعاد الستة ووضع الفقرات الخاصة بكل بعد تم عرضها على هيئة من السادة المحكمين اساتذة ومدرسي علم النفس للحكم على صلاحية الاستبيان من حيث :

أ/ تقدير ما إذا كانت العبارات الموضوعه تقيس ما وضعت لقياسه أم لا تقيسه .

ب/ تقدير ما إذا كانت العبارات الموضوعه ذات اتجاه موجب ام سالب بالنسبة لما تقيسه أي هل هي دالة على التوافق المهني أم على عدم التوافق للمهنة .

ج/ فحص مضمون كل عبارة ومن عبارات الاستبيان ومدى وضوح صياغتها وسلامتها

ثبات الاستبيان :

يقصد بثبات الاختبارات وأدوات التقويم عادة ان يكون على درجة عالية من الدقة والاتقان والاتساق والاطراد في ما تزودنا به من بيانات عن سلوك المفحوص ابو حطب (1976 :77).

والاختبار الثابت هو الذي يعطي نفس النتائج (تقريباً) إذا طبق على نفس الاشخاص في فرصتين مختلفتين البهي (415:1979) .

وخير طريقة لمقارنة هذه النتائج : هي حساب معامل ارتباط درجات الاختبار في المرة الأولى بدرجات هذا الاختبار في المرة الثانية , وعندما تثبت الدرجات وتصبح واحدة في المرتين يكون معامل الارتباط مساوياً للواحد الصحيح .

لكن المقاييس النفسية في معظم الأحوال لا تصل إلى هذه الدقة المثالية , حيث توجد عوامل لاتخضع للضبط العلمي او التحكم الدقيق في الظاهرة التي تخضعها للقياس مثل : الحالة النفسية للفرد , وحالتة الجسمية وبالتغيرات الجوية والأصوات المفاجئية يعتبرها من العوامل التي تؤثر بطريقة مباشرة في ثبات تلك النتائج . البهي (1979 :514 -515) . هنالك طرق كثيرة لقياس وحساب معامل ثبات الاختبارات والمقاييس النفسية تذكر منها ما يلي :

طريقة اعادة الاختبار :

وتقوم فكرة هذه الطريقة على اجراء الاختبار على مجموعة من الأفراد ثم اعادة إجراء نفس الاختبار على نفس المجموعة بعد فترة زمنية وبذلك يحصل الفرد على درجة في الاجراء الأول للاختبار , وعلى درجة أخرى في الاجراء الثاني للاختبار , بحساب معامل ارتباط درجات المره الأولى بدرجات المرة الثانية فاننا نحصل بذلك على معامل ثبات الاختبار البهي (519:1979).

ودلت البحوث التجريبية على ان الحد المناسب للفاصل الزمني الذي يمضي بين اجراء الاختبار في المرة الأولى والثانية ألا يقل عن اسبوع ولا يتجاوز ستة اشهر .

ولكن لهذه الطريقة بعض المشكلات منها :

1/ ان الممارسة قد تنتج قدراً من التحسن في درجات الاختبار عند الاعادة .

2/ انه لو كانت الفترة بين موقف الاختبار وإعادته قصيرة فان المفحوص قد يستدعي بعض استجاباته السابقة .

3/ مهما يكن من الفاصل الزمني فإن العوامل المؤثرة على الموقف التجريبي في الأجراء الأول للاختبار تختلف إلى حد ما عن العوامل المؤثرة على الموقف التجريبي في الإجراء الثاني و وهذا يؤدي إلى ضعف الضبط التجريبي , لذا تتأثر النتائج النهائية لتلك الطريقة بالشوائب الكثيرة التي قد يصعب اخضاعها للظروف التجريبية مما يؤثر في معامل الثبات .
هكذا ندرك مدى قصور هذه الطريقة في مستوى الدقة العلمية التي تهدف اليها ابحاثنا المختلفة بالاضافة إلى أنها تكلف الباحث جهداً ومالاً ووقتاً . البهي (52:1979) .

صدق الاستبيان :

يقصد بصدق الاستبيان صحته في مقياس ما يدعي انه يقيسه و والاختبار الصادق يقيس ما وضع لقياسة فاختبار الذكاء الذي يقيس الذكاء فعلاً اختبار صادق مثله في ذلك مثل الساعة في قياسها للزمن . البهي . "549:1979م" .
ولآن الصدق ليس أمراً مطلقاً بل يختلف من اختبار لآخر بحيث ر نستطيع أن نقول ان الاختبار أما صادق او غير صادق , بل نقول انه صادق بقدر ما , فهنا يصبح من المقبول ان يستخدم تعريف ثورندايك وهاجان من ان الصدق تقدير لمعرفة ما إذا كان الاختبار يقيس ما نريد ان نقيسه به , كل ما نريد ان نقيسه به ولا شئ غير ما نريد ان نقيسه به أم لا . فرج (306:1980) .
وتعدد أساليب وتقدير الصدق في حضور هذا التصريف العام , فتحصل في بعض الحالات على معامل كمي للصدق بالتعبيرات الرقمية أو تحصل في حالات أخرى على تقدير كيفي للصدق بالتعبيرات الفظية .

الصدق الظاهري :

يدل هذا الصدق على المظهر العام للاختبار كوسيلة من وسائل القياس و كما أنه يعني ما إذا كان الاختبار يبدو صادقاً في نظر المفحوصين والفاحصين , وبالرغم من ان الصدق الظاهري ليس صدقاً بالمعني العلمي للكلمه لآنه يدل على ما ان الاختبار يقيسه من المظاهر لا على يقيسه بالفعل , إلا أنه وان يتوافر في الاختبار حتي يكون اكثر فاعلية في مواقف القياس . ابو حطب (98:1976)
ويبدو ايضاً الصدق الظاهري في مدى مناسبة الاختبار للمفحوصين في وضوح تعليماته وصحة ترتيبها للخطوات الاساسية التي يتبعها المفحوص في مهمة للاسئلة واجاباته عنها , وفي نوع الاسئلة ومدى صلاحيتها لاثارة الاستجابات المناسبة من الفحوصين . البهي (1979 : 551 - 552) .
وفي سبيل تحقيق هذا النوع من الصدق اعتمد الباحث على راي مجموعة المحكمين المتخصصين في علم النفس الذي اتفقوا على عبارات المقياس متصلة بالابعاد التي يقيسها إلى جانب ما اسفر عنه التجريب المبدئي من وضوح العبارات واثارتها لاستجابات المفحوصين وقدرتها على التمييز بين المتوافقين وغير المتوافقين في عملهم .

اساليب المعالجة الاحصائية المستخدمة في هذه الدراسة :

في هذا الجانب قام الباحث باستخدام اجدي البرامج الاحصائية التطبيقية للحاسب الآلي (الحاسوب) حيث استخدم الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية المعروفة اختصاراً (spss) حيث استخدم الاساليب الاحصائية التالية :
1/ اختبار ت .
2/معامل ارتباط سيبرمان .
3/ الانحراف المعياري .
4/ الوسط الحسابي .
5/ النسبة المئوية .

عرض ومناقشة النتائج

المبحث الأول :

لاختبار الفرض الأول : الذي نصه :

(يسود سوء التوافق المهني على افراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي).
استخدم الباحث النسبة المئوية لمعرفة وجهة التوافق المهني لدي أفراد مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي .

جدول رقم (2-1) يوضح نتائج النسب المئوية

فئات التوافق المهني	التكرار	النسبة المئوية
توافق مهني ممتاز	7	%5.38
توافق مهني جيد	101	%77.69
توافق مهني كافي	22	%16.93
توافق مهني متداعي	-	-
توافق مهني بائس	-	-

يلاحظ من الجدول السابق ان القيم المحسوبة للنسب للتوافق المهني العام وصل اعلى نسبة 77.69% الأمر الذي يعني ان أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي توافقهم المهني جيد .

الفرض الثاني :

لاختبار الفرض الثاني الذي نصه : (لاتوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي في التوافق المهني تعزي للنوع (ذكور واناث) .
استخدم الباحث اختبار (T) لدلالة الفروق بين المتوسطات لمجموعتين غير متساويتين , والجدول التالي يوضح نتائج هذا الفرض .

جدول رقم (2-2) يوضح نتيجة اختبار (ت) لمعرفة دلالة الفرق في متغير التوافق المهني تعزي لمتغير النوع .(ذكور واناث):

البيانات	عدد افراد العينة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة	درجة الحرية	النتيجة
ذكور	93	203.82	23.433	0.010	0.992	50.158	لا توجد فروق عند المستوى المعنوي 0.05
اناث	37	203.76	34.039				

يلاحظ من الجدول السابق ان قيمة (ت) المحسوبة للفروق بين أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي في متغير التوافق المهني بلغت 0.010 وهي لا توجد فروق عند المستوي المعنوي 0.05 يعني لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية .

الفرض الثالث :

لاختبار الفرض الثالث الذي نصه :توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي في التوافق المهني تعزي للحالة الاجتماعية (متزوج - غير متزوج).
استخدم الباحث اختبار (ت) لدلالة الفروق بين المتوسطات لمجموعتين غير متساويتين والجدول التالي يوضح نتائج هذا الفرض .

جدول رقم (2-3) يوضح نتيجة اختبار (ت) لمعرفة دلالة الفرق بالتوافق المهني التي تعزي لمتغير الحالة الاجتماعية .

البيانات	عدد أفراد العينة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة	درجة الحرية	النتيجة
متزوج	95	203.42	27.597	- 0.265	0.791	128	لاتوجد فروق عند المستوي المعنوي 0.05
غير متزوج	35	204.83	24.607				

يلاحظ من الجدول ان قيمة (ت) المحسوبة للفروق بين أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي في متغير التوافق المهني بلغت 0.265 وهي لا توجد فروق ذات دالة إحصائية عند المستوي المعنوي 0.05 .

مناقشة الفروض :

يتناول هذا المبحث مناقشة وتفسير النتائج التي تم عرضها آنفاً سوف يتم مناقشة كل فرض على حده .

1/ الحالة العامة لمستوي التوافق المهني لدي أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي .

توضح النتيجة المستخلصة من الجدول (2-1) ان مستويالتوافق المهني لدي أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي جيد .

لا تحقق هذه النتيجة الفرض الأول من فروض الدراسة لكنها عموماً تتشابه مع دراسة عطا الله 1999م التي أكدت ان درجة التوافق المهني لدي معلمي ومعلمات التربية الخاصة وبصفة عامة جيدة ودراسة سلامة والخضري 1982م التي اثبتت ان غالبية معلني المرحلة الابتدائية راضين عن مهنة التدريس .

2/ توضح النتيجة المستخلصة من الجدول (2-2) انه لا توجد فروق داله إحصائياً في التوافق المهني بين الذكور والإناث .

نجد ان هذه النتيجة تحقق الفرض الثاني من فروض الدراسة وان هذه النتيجة اتفقت مع دراسة عبدالمعطي لعام 1981م التي أكدت انه لا توجد فروق معنوية واضحة بين المعلمين والمعلمات في التوافق المهني .

يري الباحث ان التوافق يسير في عدة اتجاهات منها النفسي الذي يرتبط بعلاقة الإنسان بنفسه ورضاؤه عن الآخرين ومنها ما هو اجتماعي يرتبط بلاعقة الفرد باسرته ومجتمعه ومنها ما يرتبط بين الفرد وعمله وانعاكسه على الآخرين تفاعل كل هذه العوامل بالايجاب او السلب قد يحدث للذكور والاناث على حد السواء مما ينعكس هذا على افراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي (ذكور وإناث) في توافقهم المهني .

3/توضح النتيجة المستخلصة من الجدول (2-3) أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية للمتزوجين وغير المتزوجين تحقق هذه النتيجة الفرض الثالث من فروض الدراسة وتتفق مع دراسة الأبحر 1984م ودراسة عبدالمعطي 1981م ولا تتفق مع دراسة حمد 1996م ودراسة فرج 1999م .

من المعلوم ان الاستقرار العائلي يؤدي إلى تدعيم التوافق المهني ويساعد على التغلب على متاعب المهنة التي يقابلها الفرد ولكن يبدو من هذه النتيجة ان الحياة الاسرية لافراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي المتزوجين غير مستقرة وتكتنفها المتاعب مما ادي لعدم وجود فروق بينهم وبين غير المتزوجين في متغير التوافق المهني .

الخاتمة :

قام الباحث في هذا الفصل بتلخيص النتائج التي توصل اليها في إجراء هذا البحث وكذلك قدم الباحث بعض التوصيات بناءً على النتائج التي توصل اليها من إجراء الدراسة التي يرى أنها تساعد على حل مشكلة البحث , وأيضاً قدم الباحث بعض الدراسات مستقبلية بتوصيات بحثية يرى الباحث انها ذات أهمية على زيادة الرصيد المعرفي والنظري وإثراء المعلومات العلمية عن الجوانب المتعددة ذات الصلة بمشكلة البحث .

أولاً : ملخص نتائج البحث :

1/ ان مستوي التوافق المهني لدي افراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي جيد .
2/ لا توجد فروق دالة إحصائياً في التوافق بين الذكور والإناث .
3/ لاتوجد فروق دالة إحصائياً في التواق المهني بين المتزوجين وغير المتزوجين.

ثانياً : التوصيات:

توصي هذه الدراسة بالاتي :
1/العمل على تحسين ظروف العمل الفيزيقية والطبيعية .
2/العمل على رفع المستوي المعنوي والمادي لأفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي .
3/ العمل على ايجاد وسائل تحفيزية لرفع مستوي أداء أفراد شرطة مستشفي البروفسيور عبدالعال الادريسي .
4/ تأهيل أفراد الشرطة العاملين بالمستشفي في مجال العلاج النفسي .

المقترحات للدراسات المستقبلية :

1/ إجراء دراسة لمعرفة مستويات التوافق المهني لأفراد الشرطة العاملين بالمصحات بالولايات الاخري .
2/إجراء دراسة لمعرفة مستويات التوافق المهني لدي العاملين بالمصحات بالسودان .
3/ إجراء دراسة لمعرفة مستويات التوافق المهني لدي افراد الشرطة بالإدارات المختلفة .

المراجع

1/ احمد عزت راجح , الدار القومية للطباعة والنشر , القاهرة , 1965م.

2/احمد زكي صالح , علم النفس التربوي , مكتبة النهضة المصرية , ط1 , القاهرة 1972م .

3/ أحمد زكي صالح , علم النفس في الإدارة والصناعة , دار النهضة العربية , 1967م .

4/ بروان ترجمة السيد محمد خير واخرون , علم النفس الاجتماعي في الصناعة , دار المعارف , ط2 , القاهرة , 1968م.

5/بشرى اسماعيل , المرجع في القياس النفسي , مكتبة الانجلو المصرية , القاهرة , 2004م

6/جابر عبد الحميد ويوسف محمد الشيخ , علم النفس الصناعي , دار النهضة العربية القاهرة , 1968م .

7/زيدان عبدالباقي , علم الاجتماع المهني , دار النهضة المصرية , القاهرة , 1978م .

8/ زيدان عبدالباقي , التقويم والقياس النفسي , مكتبة الانجلو المصرية , ط1 , القاهرة , 1970م .

9/هنا محمود عطية , التوجيه التربوي المهني , دار النهضة العربية , القاهرة .

10/حسن عبدالعزيز الدريني , موجز علم النفس , دار المعارف , مصر 1984م.

11/حامد عبدالسلام ظهران , الصحة النفسية والعلاج النفسي , مكتبة عالم الكتب , ط2 , القاهرة 1978م .

12/مصطفى فهمي , التكيف النفسي , مكتبة مصر , القاهرة 1978م .

13/مختار حمزة وسمية على , السلوك الإداري , دار المجمع العربي , جدة 1978م .

14/مخيمر – صلاح الدين , المدخل إلى الصحة النفسية , مكتبة الانجلو المصرية , ط3 , القاهرة , 1979م .

15/ محمد خليفة بركات , علم النفس التعليمي , دار القلم للنشر والتوزيع , ط4 , الكويت , 1996م .

16/محمود السيد ابو النيل , الأمراض السايكو سوماتية دراسات عربية وعالمية , مكتبة القانجي , القاهرة 1984م .

17/محمد ابو يوسف , الإحصاء في البحوث العلمية , المكتبة الاكاديمية , عين شمس , 1989م .

18/محمد عبدالسلام احمد , القياس النفسي والتربوي , مكتبة النهضة المصرية , القاهرة , 1960م .

19/ ميخائيل ابراهيم اسعد و القياس النفسي , دار الآفاق الجديدة , لبنان , 1987م.

20/ميخائيل ابراهيم سعد , الاحصاء النفسي وقياس القدرات الإنسانية , منشورات دار الآفاق الجديدة , ط1, 1990م .

21/محمد عاطف الابحر , قياس التوافق المهني لمدرسي التربية الرياضية , دار الإصلاح , ط1 , بيروت , 1984م .

22/محمد خليفة بركات , علم النفس التعليمي , دار القلم للنشر والتوزيع , ط4 , الكويت .

23/مصطفى فهمي , التكيف النفسي , مكتبة مصر ' القاهرة , 1978م .
24/نورمان ماير , ترجمة محمود عماد الدين اسماعيل وصبري جرجس , علم النفس في الصناعة , مؤسسة الحلبي , القاهرة , 1967م .
25/ سيد عبد الحميد مرسي , سايكولوجية المهن , دراسة علمية تطبيقة للمهن واثرها في الفرد والمجتمع , دار النهضة العربية , القاهرة , ط2 , .1965
26/عبدالرحمن محمد العيسوي , امراض العصر , الامراض النفسية والعقلية والسايكوسوماتية , دار المعرفة الجامعية , الاسكندرية , 1981م.
27/عبدالرحمن محمد العسيوي , علم النفس في الحياة المعاصرة , دار المعارف , مصر 1973م .
28/عبدالحليم محمود السيد وآخرون , علم النفس العام , مكتبة غريب , ط 3 , القاهرة, 1990م .
29/فؤاد ابو حطب , السيد احمد عثمان , التقويم النفس , ص2 , مكتبة الانجلو المصرية .
30/فؤاد البهي السيد , علم النفس الاحصائي وقياس العقل البشري , ط2و1 , دار الفكر العربي , القاهرة , 1971م – 1979م .
31/فؤاد عبداللطيف وسيد احمد , التقويم النفسي , مكتبة الانجلو المصرية , ط4, القاهرة , 1976م .
32/ فؤاد عبداللطيف وسيد احمد , بحوث في تقنين الاختبارات النفسية , مكتبة الانجلو المصرية , القاهرة 1977م .
33/فؤاد البهي السيد , الاسس النفسية للنمو من الطفولة للشيخوخة . دار الفكر العربي . القاهرة , 198م .
34/ فؤاد البهي السيد, علم النفس الاجتماعي , دار الفكر العربي , القاهرة , 1981م .
35/صلاح الشفواني , إدارة الافراد والعلاقات الإنسانية , دار الجامعات المصرية الاسكندرية , 1976م .
36/ رمزية الغريب , التقويم والقياس النفسي والتربية , مكتبة الانجلو المصرية , القاهرة 1997م .
37/ محمد صالح جميل برقاوي , رضا طلاب معاهد المعلمين والمعلمات في الأردن عن الانتماء للمعاهد والدراسة فيها وعلاقة ذلك بتكيفهم لمهنة التدريس , رسالة دكتوراه , كلية التربية جامعة عين شمس , 19979م .
38/مصطفى خليل شرقاوي , دراسة لانماط القدرات العقلية اللازمة للتكيف والنجاح في التدريب على بعض المجموعات المهنية وتطبيقاتها في التربية والتوجيه المهني , رسالة دكتوراه , كلية الآداب جامعة عين شمس , 1973م .
39/نزار مهدي الطائي , التفضيل المهني والاختيار المهني وعلاقته ببعض السمات الشخصية , رسالة دكتوراه , كلية التربية جامعة عين شمس , 1976م .
40/عباس محمود عوض , دراسة مقارنة للتوافق المهني لدي العاملين والعاملات بصناعة النسيج , رسالة دكتوراه , كلية الآداب جامعة الاسكندرية , 1971م .

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 52-66
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Variations saisonnière et interannuelle de NDVI mises en évidence à partir d'images MODIS 250 m dans le bassin versant de l'Ouémé Supérieur

[Seasonal and interannual variations of NDVI identified from MODIS 250 m in the catchment of Upper Ouémé]

Emile O. EDEA[1], Ibouraïma YABI[1], Vincent OREKAN[2], and Michel BOKO[1]

[1]Laboratoire PIERRE PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Département de Géographie, FLASH, Université d'Abomey-Calavi, Benin

[2]Laboratoire de Biogéographie et Expertise Environnementale (LABEE), Département de Géographie, FLASH, Université d'Abomey-Calavi, Benin

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

ABSTRACT: The present research aims to study the variability of the NDVI in the step of annual times in the catchment area of Upper Ouémé between 2000 and 2015. Vegetation Index data is analysed to highlight the spatial variation time of vegetation. The MODIS 250 m resolution are used to analyse the details of the dynamics from 2000 to 2015. Generally, vegetative activity in the Upper Ouémé, declined during the 2000-2015 time series. The spatio-temporal dynamics of vegetation brought together the months of the year, according to homogeneous dynamics. So some months, like those of July-August, are marked by a significant improvement in the vegetation. Others, contrariwise, knows a reverse situation. These are the months from November to February. The Pettit test applied to the series of NDVI MODIS shows that between 2000 and 2015, the data are not homogeneous and that there are dates from which the changes were observed in the data. The year of greater plant production is 2003. As for the year to the smaller plant activity, it corresponds to 2005.

KEYWORDS: Upper Ouémé, MODIS, image NDVI, Vegetation dynamics, perspective.

RESUME: La présente recherche a pour objectif d'étudier la variabilité des NDVI au pas de temps annuels dans le bassin de versant de l'Ouémé Supérieur entre 2000 et 2015. Des données d'indice de végétation sont essentiellement analysées pour mettre en relief la variation spatio-temporelle du couvert végétal. Les images de moyenne résolution que sont les images MODIS sont utilisées pour analyser le détail de cette dynamique de 2000 à 2015. De façon générale, le bassin versant de l'Ouémé Supérieur connaît une faible activité végétative au cours de la série temporelle 2000-2015. La dynamique spatio-temporelle de la végétation a permis de regrouper les mois de l'année, selon des dynamiques homogènes. Ainsi, certains mois, comme ceux de juillet-Août, sont marqués par un gain important de végétation. D'autres par contre, connaissent une situation inverse. Ce sont les mois de la pleine saison sèche. Il s'agit des mois de Novembre à février. Le test de Pettit appliqué à la série de NDVI de MODIS montre qu'entre 2000 et 2015, les données ne sont pas homogènes et qu'il y a des dates à partir desquelles des changements ont été observés dans les données. L'année de plus grande production végétale est l'année 2003. Quant à l'année de la plus petite activité végétale, elle correspond à 2005.

MOTS-CLEFS: Ouémé supérieur, NDVI, Image MODIS, dynamique de la végétation, perspective.

Corresponding Author: Emile O. EDEA

1 INTRODUCTION

Dans les milieux soudaniens, qui font partir des milieux semi-arides, l'évolution de la végétation naturelle et les rendements des cultures sont fortement dépendants des facteurs naturels (pluviométrie) et anthropiques [5]. La pluviométrie apparaît, comme le principal facteur limitant de l'écologie de ces milieux. Cette variabilité se manifeste, depuis les années 1970, par une baisse importante des totaux pluviométriques annuels [21], [24], [16], [19], [1]. La baisse annuelle de la pluviométrie et sa mauvaise répartition spatiale et temporelle, ont des répercussions sur l'évolution du couvert végétal. Il s'y ajoute la déforestation, l'élargissement des zones dénudées et des périmètres mise en culture qui font partie des transformations imputables aux activités anthropiques. Le suivi régulier de l'état végétatif devient alors une nécessité. Le recours aux satellites d'observation de la terre permet de suivre et de caractériser cette évolution de la végétation à travers l'indice de végétation (NDVI). Les données d'indice de végétation, en particulier les NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), caractérisent l'activité chlorophyllienne au niveau des plantes et représentent de bons indicateurs pour le suivi de l'état du couvert végétal [23], [17], [27]. Le bassin de l'Ouémé supérieur étant sujet à la dégradation de ses ressources végétales [2] mérite un suivi régulier. En effet, les formations végétales telles que les savanes, demeurent les principales zones de pâturage pour un cheptel de plus en plus important [22]. A cela s'ajoute l'accroissement démographique qui induit une progression des espaces culturaux au détriment des unités naturelles d'occupation du sol. Cela constitue de fait un frein à la régénération et au développement du capital forestier. Le présent article qui utilise les NDVI MODIS vise à analyser l'évolution de cette végétation afin de comprendre sa dynamique de 2000 à 2015.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 SECTEUR D'ÉTUDE

Le bassin versant de l'Ouémé supérieur (Figure 1) encore appelé ''Haute Vallée de l'Ouémé (HVO) est situé au centre du Bénin (9° - 10°N et 1°30' –2°45'E). Sur le plan administratif, ce bassin est partagé entre les départements de la Donga et du Borgou et couvre une superficie d'environ 14 000 km² [26], [2]. Il est habité par environ 400 000 personnes et dispose au moins de 35 groupes ethniques. Les principales langues sont le Bariba, le Yom, le Lokpa et le Yorouba. Le bassin supérieur de l'Ouémé est situé dans un contexte climatique soudanien, caractérisé par un climat à deux saisons distinctes et un régime pluviométrique unimodal (Figure 2) dont le maximum des précipitations tombe au cours du mois d'août. La végétation naturelle est une mosaïque de savanes boisées et de petits îlots de forêts : une saison sèche de novembre à mars et une saison des pluies d'avril à octobre [11].

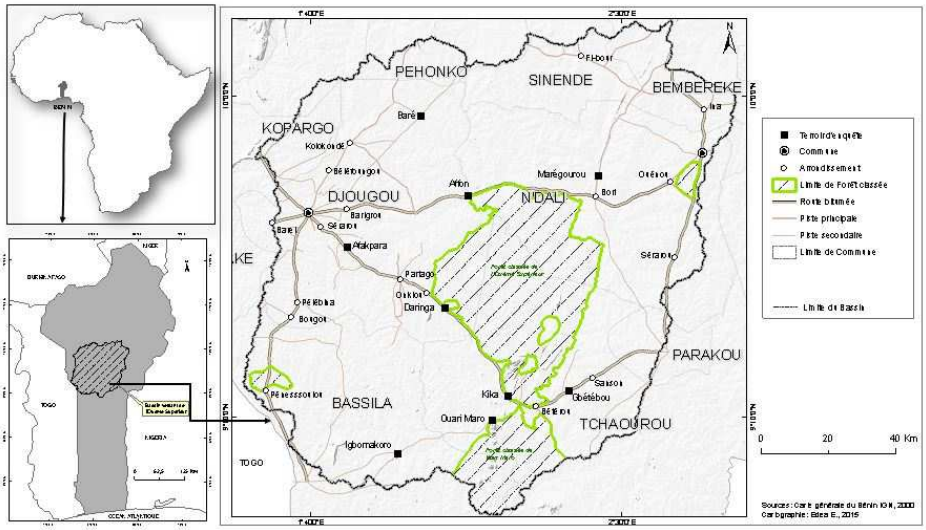


Fig. 1 : Localisation du bassin versant de l'Ouémé supérieur

La géomorphologie correspond à une pénéplaine avec des inselbergs isolés dont le point le plus élevé est l'Inselberg Mont Sobbaro à 658 m d'altitude et le point le plus bas est à 230 m d'altitude. Ce vaste pénéplaine est arrosé par le fleuve Ouémé et ses affluents avec une densité de drainage de 0,78 km / km² [18].

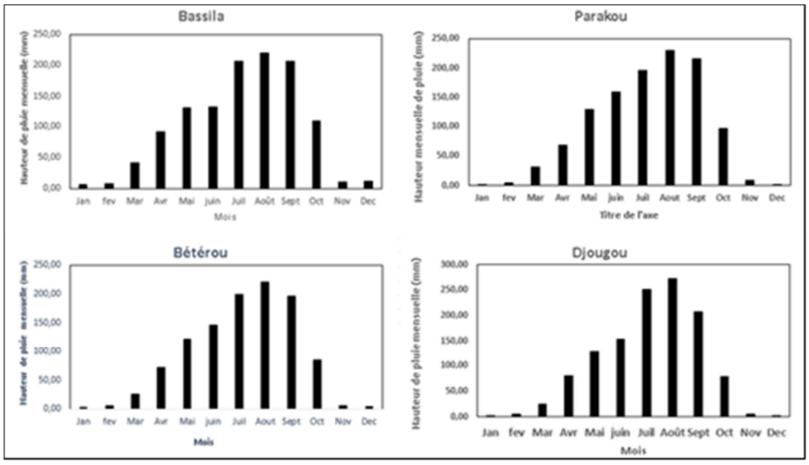


Fig. 2: Régime pluviométrique moyen de quelques stations pluviométriques du bassin de de 1960 à 2010

Source : ASECNA (2000)

L'économie du bassin de l'Ouémé supérieur est principalement basée sur l'agriculture, et le commerce. Il y a aussi l'exploitation forestière comme la fabrication du charbon de bois et la production du bois d'œuvre. A toutes ces formes d'exploitations forestières, il faut également ajouter le bois de chauffe qui assure l'énergie de cuisson. Autant d'activités et de facteurs qui induisent la dégradation du couvert végétal.

2.2 DONNÉES

Dans le cadre de cet article, les images d'indice de végétation NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de moyenne résolution (250m) fournies par le capteur MODIS ont été utilisées. Ces images présentent l'intérêt de permettre d'analyser, à un rythme temporel fin, la dynamique saisonnière et interannuelle de la couverture végétale ou l'évolution des conditions climatiques ou hydriques de développement de la végétation. Les images MODIS utilisées dans le cadre de cette recherche sont des images de 250 m de résolution spatiale et de 16 jours de résolution temporelle. La série choisie couvre la période allant de 2000 à 2015. Plusieurs raisons expliquent ce choix. D'abord, il y a la disponibilité des données ensuite la qualité de ces données disponibles. En effet, le capteur MODIS a été placé sur la plate-forme Terra en 2000. Donc il n'existe pas de données NDVI MODIS avant cette date. Les données pluviométriques couvrant la période 2000 à 2015 sont sans lacunes. De plus MODIS possède deux bandes spectrales à 250 m de résolution, 5 bandes à 500 m de résolution et 29 bandes à 1 km de résolution. Seules les bandes rouges (R) et proches infrarouge (PIR) possèdent une résolution spatiale de 250 m, permettant ainsi, d'effectuer des suivis de la végétation avec une précision spatiale plus élevée par rapport à la basse résolution. Les données MODIS sont utilisées pour effectuer des cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol aussi bien à l'échelle globale (500 m) [7], [25] qu'à l'échelle régionale (250 m) [28]. Les données MODIS sont également utilisées pour analyser la phénologie des végétaux à l'échelle globale (500 m), régionale (1 km) qu'à l'échelle locale (250 m) [10], [30], [28].

2.3 METHODES DE TRAITEMENT DES DONNEES

2.3.1 METHODE D'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE LA COUVERTURE VEGETALE

Pour apprécier la dynamique de la végétation, deux échelles d'analyse ont été considérées. Il s'agit de l'analyse globale pour cerner la dynamique d'ensemble de la végétation et l'analyse localisée pour comprendre les dynamiques de l'occupation et de l'utilisation des sols. Ainsi, sont utilisées des images de basses résolutions spatiales MODIS 500 m pour l'analyse globale et des images de résolution moyenne MODIS 250 m pour l'analyse localisée. Cette dernière vise à mieux comprendre les dynamiques exprimées à travers l'analyse des images MODIS. Pour harmoniser les résolutions spatiales des deux types d'images, l'algorithme de Gram-Schmidt Spectral Sharpening a été utilisé. Cet algorithme permet de passer des pixels de 500 m à celui de 250 m. A ces images sont ajoutées des données de climat. Le couplage de ces données climatiques avec les données de télédétection moyenne résolutions (MODIS 250 m) a permis de mettre en évidence les effets des variations climatiques sur les types de milieu. Par ailleurs, d'autres images MODIS ont été compilées sans modification de la

résolution spatiale, en vue de faire des analyses localisées à moyenne résolution (250 m). Avant leur analyse, les données images ont fait l'objet d'une chaîne de prétraitements. La deuxième étape de prétraitement apporté aux images MODIS a consisté à changer la projection initiale des images (projection sinusoïdale) à la projection géographique métrique UTM31N (Datum wgs84). Cette transformation a été effectuée à l'aide de l'outil MODIS Conversion Toolkit du logiciel ENVI 5 qui permet de passer de la projection du géoréférencement d'origine à la projection métrique (UTM31N). La troisième étape consiste à l'harmonisation des facteurs d'échelle et de dimension des images. Les méthodes statistiques ont été utilisées sur les valeurs des pixels (le NDVI) pour l'analyse des images MODIS. L'indice de végétation (NDVI) se fonde sur le principe de la différence de réflectance des plantes vertes entre le proche infrarouge et le rouge. La formule du NDVI est la suivante :

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

On utilise l'indice de végétation pour plusieurs objectifs notamment l'estimation de la masse végétale verte couvrant le sol, la description de l'état phénologiques de la couverture végétale, la prévision des récoltes, l'inventaire des cultures par segmentation de l'indice [3], [8]. Dans le présent article, l'analyse de la dynamique de l'indice de végétation NDVI vise à comprendre les variations spatiotemporelles de la végétation dans l'espace du bassin versant de l'Ouémé Supérieur ainsi que ces dynamiques végétales. Cet indice exprime l'évolution des paramètres phénologiques des végétaux et est corrélé aux variations saisonnières et interannuelles du climat, aux changements climatiques à long terme et aux perturbations anthropiques et naturelles [13]. Le NDVI représente deux facteurs environnementaux. Dans un premier temps, le NDVI permet d'expliquer les changements dans la végétation (changements causés par le climat, les sols, le type de végétation, la topographie, etc…). Ensuite, le NDVI permet d'expliquer les variations intra et interannuelle de chaque écosystème en réponse aux fluctuations climatiques.

2.3.2 MISE EN EVIDENCE DE TENDANCE, DETECTION DE RUPTURES ET ANALYSES STATISTIQUES

Le traitement statistique de la variabilité temporel des données NDVI de MODIS s'est fait en deux étapes. La première phase a consisté à déterminer s'il y avait une tendance dans chaque série chronologique constitué par chacun des pixels d'une image. Et la deuxième étape vise à savoir s'il existait une rupture dans les séries temporelles. Un seul test de tendance a été utilisé pour ces analyses, celui de Mann-Kendall prenant en compte la saisonnalité d'une chronique temporelle. Ce test a été effectué avec le logiciel XLSTAT. Le choix d'un test de tendance est fonction de plusieurs critères dont la taille de l'échantillon, la distribution de la variable analysée et la nature des tendances espérées [4]. Le test de Mann-Kendall (avec saisonnalité) a été choisi pour sa robustesse prouvée d'une part [12], [29], [4], [14] et d'autre part parce qu'il est non paramétrique (il ne fait aucune hypothèse sur la distribution sous-jacente des données). Par ailleurs, ce test tient compte du caractère saisonnier de la série. En d'autres termes, pour des données mensuelles ayant une saisonnalité de 12 mois, il s'agira de rechercher s'il existe une tendance dans la série, en passant d'un mois à l'autre. L'hypothèse nulle H0 du test, est qu'il n'y a pas de tendance. Les trois hypothèses alternatives de tendance négative, non nulle ou positive peuvent être choisies. Les tests de Mann-Kendall s'appuient sur le calcul du taux de Kendall mesurant l'association entre deux échantillons et lui-même basé sur les rangs à l'intérieur des échantillons. La statistique S de Kendall et sa variance sont données par :

$$S = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j-1+1}^{n} Sgn(x_j - x_i)$$

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

Où n est le nombre de données de la série, et les xi (i=1…n) sont les observations, supposées indépendantes. La détection de rupture dans la série est faite à l'aide du test de Pettitt sur la base du même critère de choix que celui de Kendall [15]. Le test de Pettitt est un test non paramétrique ne nécessitant aucune hypothèse quant à la distribution des données. Le test de Pettitt est une adaptation du test de Mann-Whitney basé sur les rangs, permettant d'identifier le temps auquel se produit un changement. L'hypothèse nulle, dans le cas présent est que les T variables suivent une même distribution F, et l'hypothèse alternative est qu'à un temps t se produit un changement de distribution.

La statistique du test de Pettitt est calculée comme suit :

On pose

D_{ij} = -1 si (xi-xj)>0, Dij = 0 si (xi-xj)=0, Dij=1 si (xi-xj)>0

$$U=\sum_{i=l}^{t}\sum_{j=t+1}^{T} D_{ij}$$

La statistique de Petitt correspondant à chacune des hypothèses alternatives est définie par :

$K=\max 1\le t<T\left|Ut,T\right|$, pour le test bilatéral (Ha : il existe un temps τ à partir duquel les variables changent de paramètre de position)

$K=\max 1\le t<TUt,T$, pour le test unilatéral à gauche (Ha : il existe un temps τ à partir duquel le paramètre de position des variables diminue de Δ)

$K=-\min 1\le t<TUt,T$, pour le test unilatéral à droite (Ha : il existe un temps t à partir duquel le paramètre de position des variables augmente de Δ).

L'interprétation pour la colonne de la position 249 (P249NDVI) est la suivante :

H0 : Il n'y a pas de tendance dans la série

Ha : Il existe une tendance dans la série

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification alpha=0,05, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha. Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0,94%.

Les images NDVI MODIS ont été transformées en fichier texte et exporté sous Excel afin de calculer le test de tendance de Mann-Kendall. Voici un extrait de ces tableaux présenté dans le tableau1. Les coordonnés du pixel sont données dans le système de projection UTM31N (première et deuxième ligne du tableau1). La première colonne représente les données de date (ici les années de la période de 1990-2015) et les valeurs de NDVI du pixel PxNDVI correspondant aux données de date sont représentées dans la deuxième colonne (tableau 1).

L'analyse spatio-temporelle des images NDVI de MODIS (250 m de résolution spatiale) a été faite en traçant des transects spatiaux dans un certain nombre d'espaces dont la variation porte à intérêt (fig. 3).

Tableau 1. Echantillon d'une image NDVI de MODIS en format texte exporté sous Excel

x	399110,39	421882,21	424697,26	415302,60	411628,12	402577,33
y	1041402,39	1019183,20	1022441,23	1025059,64	1025396,09	1031502,66
Année	**P30NDVI**	**P56NDVI**	**P87NDVI**	**P245NDVI**	**P152NDVI**	**P6NDVI**
2000	0,68	0,70	0,75	0,61	0,36	0,31
2001	0,64	0,66	0,75	0,53	0,34	0,35
2002	0,53	0,66	0,70	0,43	0,36	0,42
2003	0,58	0,65	0,58	0,37	0,35	0,43
2004	0,58	0,66	0,46	0,34	0,37	0,41
2005	0,65	0,61	0,40	0,33	0,36	0,48
2006	0,68	0,59	0,36	0,35	0,37	0,56
2007	0,52	0,52	0,30	0,38	0,45	0,60
2008	0,44	0,44	0,31	0,37	0,50	0,68
2009	0,37	0,37	0,32	0,42	0,58	0,69
2010	0,33	0,33	0,33	0,46	0,64	0,73
2011	0,32	0,32	0,41	0,50	0,70	0,66
2012	0,31	0,31	0,42	0,56	0,75	0,66
2013	0,34	0,33	0,50	0,63	0,74	0,74
2014	0,36	0,35	0,55	0,68	0,68	0,75
2015	0,38	0,36	0,60	0,67	0,68	0,73

***Source** : Traitement des données, 2015*

Il a été tenir également compte du fait que ces transects ont un caractère temporel puis qu'ils permettent de relever les valeurs d'un même groupe de pixel de 2000 à 2015 et de les analyser par la suite par les méthodes statistiques. La figure 3c par exemple présente la courbe d'évolution d'un transect.

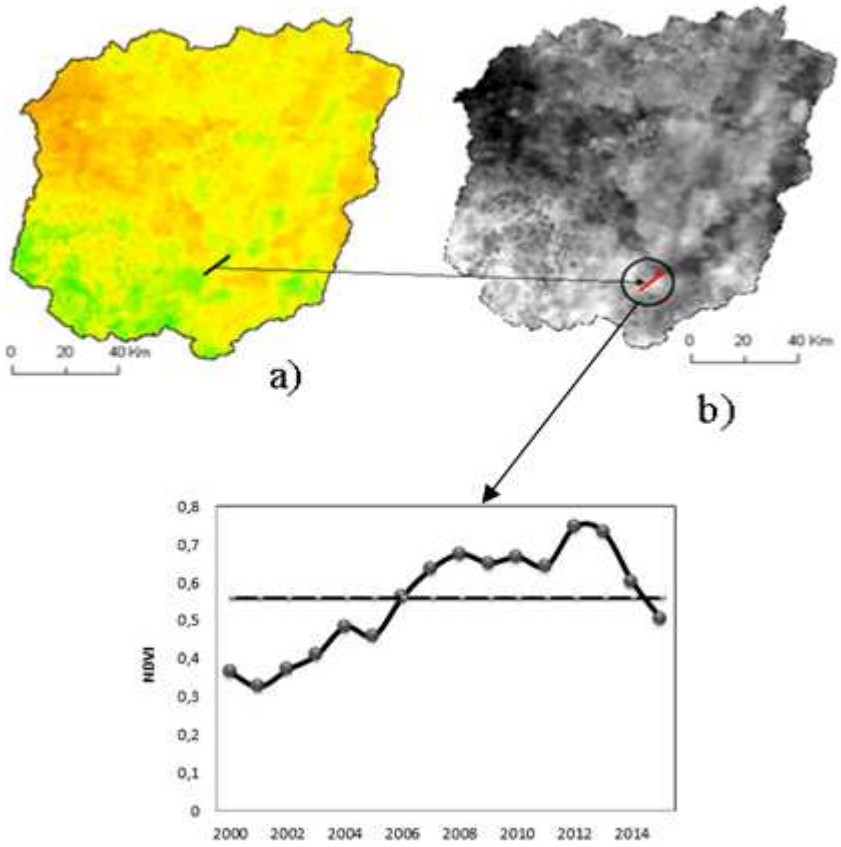


Fig. 3 : Etapes d'analyse des images NDVI de MODIS.

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

L'image (a) représente le coefficient de variation interannuel du NDVI la période de 2000 à 2015 ; l'image (b) indiquant le transect tracé sur une zone d'intérêt repérée sur la figure (a) (zone à forte variation du NDVI) ; la figure (c) exprime en graphique l'évolution interannuelle des valeurs du NDVI pour ce transect

L'analyse de la dynamique spatio-temporelle de la végétation à travers l'étude statistique des images de NDVI de MODIS est faite afin d'extraire les connaissances sur la dynamique générale du couvert, mais également sur la dynamique spécifique selon la nature de la couverture végétale (espace forestier ou espace de culture).



Fig. 4: Extraction de grille à partir d'image MODIS

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

Pour cela, une connaissance de la nature de l'occupation du sol est nécessaire, d'où l'utilisation des images de haute résolution spatiale (LANDSAT) pour l'établissement de la carte d'utilisation des sols.

L'étude précédente a servi de base pour analyser la dynamique de la végétation à partir de ces images de NDVI.

En effet, tous les pixels de chaque chronique marquée par une tendance significative (à la baisse ou à la hausse) ont été transformés en vecteurs ponctuels. Une grille vectorielle composée d'éléments de 6 km² (puisque la résolution spatiale st de 250 m) est construite à partir d'une image MODIS (fig. 4). Pour ce faire, il est simplement extrait, sous forme de vecteur, les contours des pixels d'une image NDVI de MODIS. Ainsi, les vecteurs ponctuels construits sur la base de test de tendance sont superposés à la grille afin d'extraire les valeurs NDVI de chaque chronique nécessaires à la cartographie et à l'analyse de la dynamique de la végétation.

3 RÉSULTATS

3.1 TENDANCE DES DONNEES NDVI MODIS DE QUELQUES PIXELS

L'application de test d'homogénéité encore appelé test de tendance de Mann-Kendall aux données NDVI MODIS de quelques pixels dans la zone de recherche, a montré des tendances positives durant la période considérée.

Tableau 2 : Test de Mann-Kendall avec saisonnalité appliquée aux pixels échantillonnés

	P249 NDVI	P237 NDVI	P238 NDVI	P218 NDVI	P217 NDVI	P6 NDVI	P245 NDVI	P87 NDVI	P152 NDVI	P30 NDVI	P56 NDVI
Tau of Kendall	-0,25	-1	-1	-1	0,750	1	0,5	-0,25	1,000	-1	-1
S'	-2	-8	-8	-8	6,000	8	4	-2	8	-8	-8
p-value	**0,72**	**0,01**	**0,01**	**0,01**	**0,077**	**0,01**	**0,29**	**0,72**	**0,01**	**0,013**	**0,013**
alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

***Source** : Résultats de test de Mann-Kendall avec saisonnalité des données de NDVI MODIS*

Pour ce qui concerne la colonne de la position 237 (P237NDVI), la p-value calculée (0,773) est supérieure au niveau de signification alpha=0,05. Il n'existe donc une tendance dans la série.

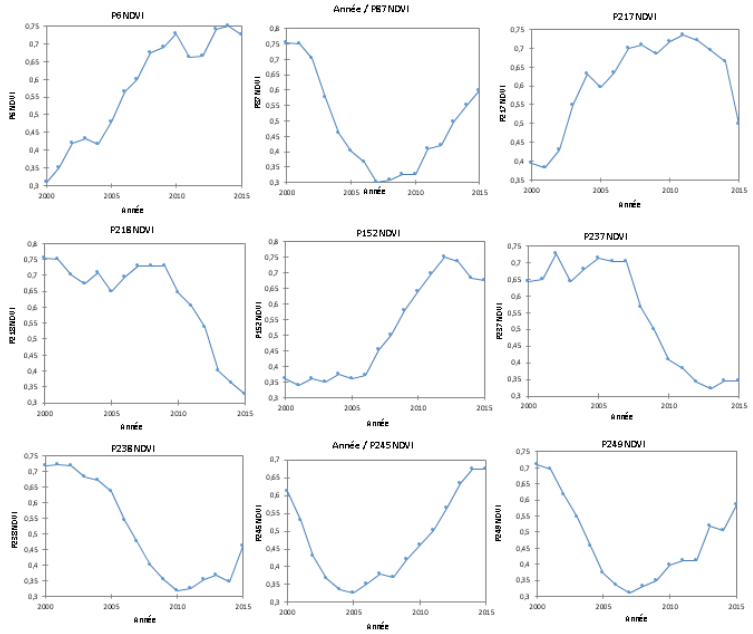


Fig. 5: Fluctuations interannuelles de NDVI MODIS dans le bassin de l'Ouémé Supérieur

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

Il existe une date à partir de laquelle il y a un changement dans les données. L'examen général des courbes de la figure 5, montre qu'au cours de l'année, les fluctuations interannuelles des NDVIs du capteur MODIS sont très variables dans le milieu de recherche. Cette variabilité peut être liée aux facteurs météorologiques et agroécologiques du milieu qui sont déterminants dans le cycle de croissance des plantes et donc de la variation de l'intensité de l'activité chlorophyllienne mesurée par le NDVI. On peut également liée cette fluctuation annuelle au rythme et la distribution des pluies au cours de l'année. En effet, en zone soudanaise, la pluie est le principal facteur limitant pour les plantes. La végétation devient vert systématiquement à chaque période de pluie. Par contre, l'état de la végétation se dégrade rapidement pendant les périodes sans pluies.

3.2 MISE EN EVIDENCE DE RUPTURE DANS QUELQUES PIXELS

Les résultats du test de Pettit montrent, les différentes années de rupture (figure 6 et Tableau 3). L'analyse et l'interprétation de détection des ruptures à partir de la figure 4, ont permis de constater, qu'entre 2000 et 2015, il y a eu plusieurs années de ruptures dans la série des données selon les pixels.

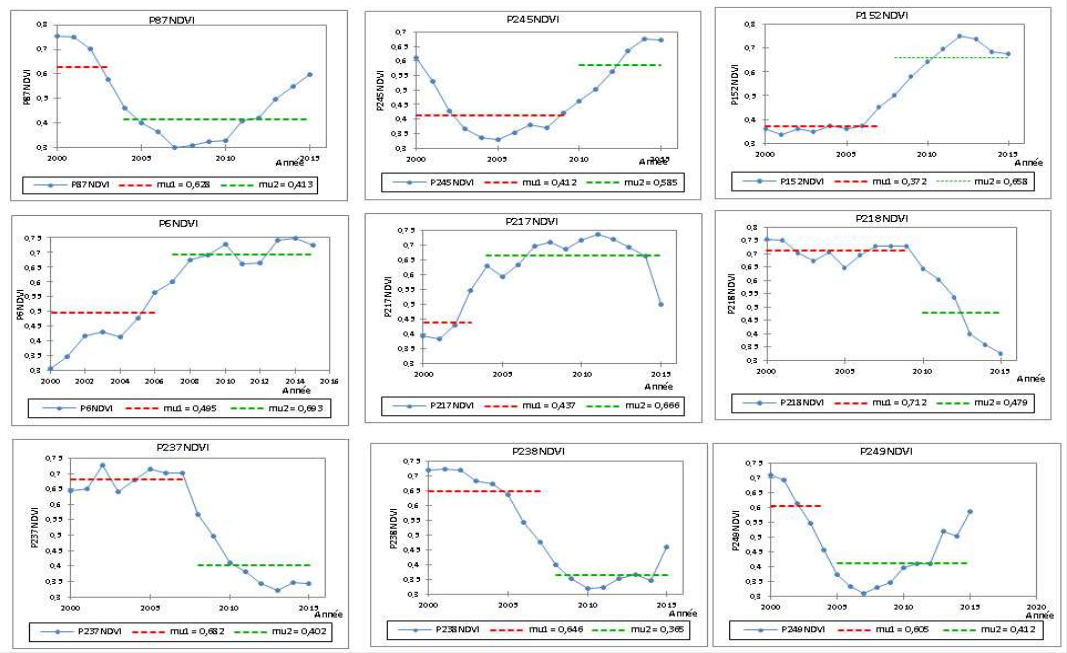


Fig. 6 : Résultats du test d'homogénéité de Pettitt appliqué aux pixels rééchantillonnée.

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

L'année 2006 est considérée comme la date de rupture dans la série de NDVI pour le pixel de position P6NDVI et P238NDVI. L'analyse du tableau 3 montre que l'année 2007 est celle de rupture du NDVI des pixels P152NDVI P237NDVI et P238NDVI tandis que celle des pixels P218NDVI, P245NDVI est 2009.

Tableau 3 : Détection des ruptures des séries de NDVI (2000,-2015)

Pixel	Année de rupture
P87NDVI	2003
P245NDVI	2009
P152NDVI	**2007**
P6NDVI	2006
P217NDVI	2003
P218NDVI	2009
P237NDVI	**2007**
P238NDVI	**207**
P249NDVI	2004

***Source** : Résultats des tests d'homogénéité de Pettit, de Buishand, de von Neumann de Lee et Heghinian appliquées aux données de NDVI MODIS*

3.3 DETECTION ET SUIVI DES SAISONS CULTURALES : ANALYSE PAR MAILLE

3.3.1 VARIATION PLURIANNUELLE GLOBALE DE LA PRODUCTIVITE VEGETALE

L'examen général de la courbe de la figure 7 montre qu'au cours de l'année, l'évolution du NDVI suit une courbe en cloche avec une variabilité plus ou moins marquée selon les années. La dynamique de la végétation sur cette période, lorsqu'elle est analysée par intervalle temporelle de 16 jours confirme, à travers le test de Mann-Kendall effectué sur la série de pixels, qu'il n'existe pas de tendance significative dans la série. Pour un niveau de significativité de 0,05 (5%), le test

appliqué au pixel P87NDVI indique que le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 84,29%. Le Taux de Kendall de -0,25 confirme un solde général négatif entre année à indice positif et année à indice négatif.

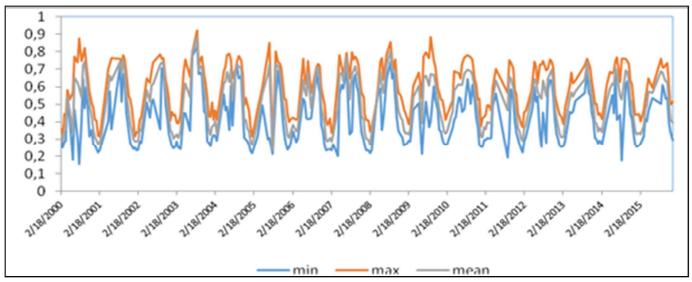


Fig. 7: Evolution interannuelle de la végétation du bassin de l'Ouémé Supérieur de 2000 à 2015 (somme de l'ensemble des pixels des images de NDVI par année ou par 16 jours).

Source : *Traitement des données NDVI MODIS*

Le coefficient de variation interannuelle moyen dans ce cas est de 28,7%. Il n'existe pas également de tendance dans la série temporelle de la somme annuelle des NDVI, ceci avec une certitude de 75,85%. L'analyse de la courbe 7 laisse apparaître une grande variabilité de la production végétale d'une année à l'autre : une année de très faibles productions peut être encadrée par deux années de très bonne production. Cette dynamique interannuelle de la végétation masque une variabilité intra-annuelle différenciée. L'année peut être, en effet, organisée en saison humide (mai à septembre) où l'activité végétative est intense et en saison sèche (octobre à décembre). Ainsi, l'analyse de la dynamique générale de la végétation d'une saison culturale à l'autre fait apparaître une stagnation de l'activité végétale, avec toutefois une pente légèrement positive (figure 8). Le rythme d'évolution est presque semblable à celui de la dynamique interannuelle globale de la végétation. Le test n'indique pas de tendance dans la série chronologique du NDVI.

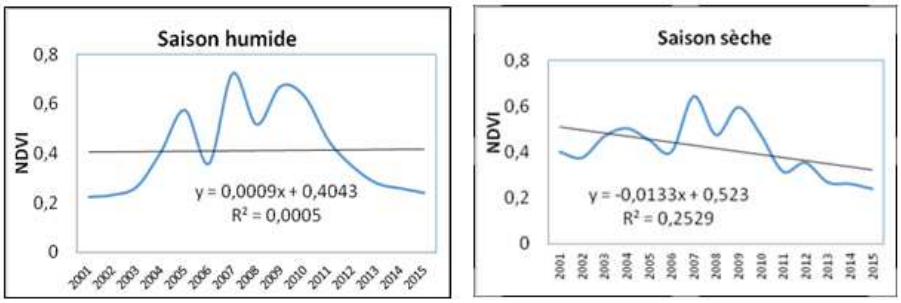


Fig. 8: Evolution interannuelle de la végétation du bassin versant de l'Ouémé Supérieur selon les saisons culturales

Source *: Traitement des données NDVI MODIS*

Le coefficient de variation moyen de la végétation des saisons agricoles de 2000 à 2010 est d'environ 12,67%. Les variations entre des saisons culturales successives peuvent être importantes. La saison culturale de plus faible activité végétale de la série est l'année 2005-2006. Celle-ci contraste avec l'année 2007-2008 (année de plus forte activité végétale de la série) dans un écart de 60,52%. Les saisons sèches qui sont des périodes de transition entre deux saisons culturales successives présentent une dynamique temporelle très différente de celles des saisons humides de 2000 à 2015 (figure 8). La pente d'évolution temporelle de la végétation sur la période est en effet négative. Cette évolution régressive de la végétation est confirmée par le test de tendance de Mann Kendall : il existe une tendance négative avec une confirmation de 87 %. Le coefficient de variation interannuel moyen de la végétation est de 11,37%. L'année de plus basse activité végétale est, à cet effet, l'année 2005.A l'opposé, l'année 2007 reste l'année de la plus forte activité végétale de cette série.

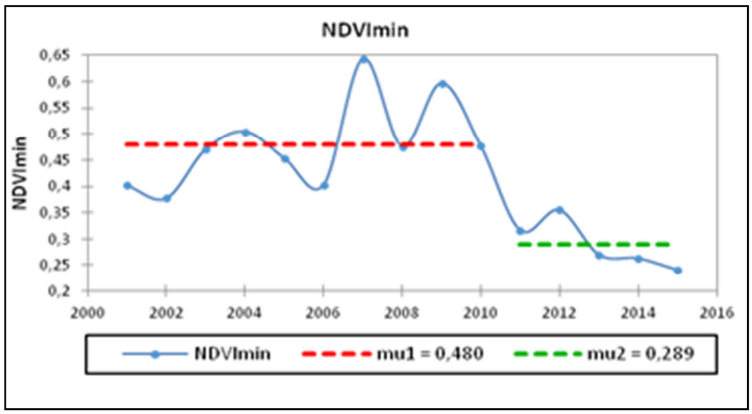


Fig. 9: Graphique du test de rupture de la série chronologique du NDVI des saisons sèches

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

Ce qui s'exprime par une fluctuation dans le temps de la couverture végétale du bassin de l'Ouémé Supérieur en période sèche. Le test d'homogénéité de Pettitt sur la série chronologique du NDVI des saisons sèches fait ressortir qu'il existe une rupture dans la série en 2010 (figure 9). La dynamique saisonnière de la végétation reflète l'évolution temporelle fine de celle-ci. Aussi, l'analyse de l'évolution du NDVI à une échelle temporelle de 16 jours de 2000 à 2010, révèle une dynamique spatio-temporelle différente à l'intérieur de ce bassin.

3.3.2 ACTIVITE VEGETALE DE LA PERIODE VEGETATIVE A LA PERIODE SECHE (AVRIL A FEVRIER)

L'activité végétale pendant la période sèche est presque la même au mois de novembre qu'à février. La moyenne de l'indice de végétation ne varie pas. Il en est de même du minimum de cet indice. Ainsi, cette moyenne indique une faiblesse générale de la couverture végétale (0,31 d'indice de NDVI). Au mois de novembre et de décembre, il est observé une diminution de la moyenne de l'activité végétale. L'indice de végétation est ainsi de 0,22 à la deuxième décade de novembre contre 0,18 à la deuxième décade de décembre, traduisant une diminution générale de la couverture végétale du bassin. Les minima de végétation des séries chronologiques de chaque décade ont été observés. Le constat qui se dégage est que les dates correspondant aux minima d'activité végétale des séries d'indice de végétation varient d'une décade à l'autre. Elles connaissent cependant, tout comme les moyennes, une augmentation substantielle de la première décade de juin à la troisième décade de juillet (0,147 à 0,37 de NDVI). La période d'activité végétative la plus forte où les maxima de végétation ont atteint leur valeur maximale est d'avril à juillet pour la période de 2000 à 2015. La figure 10 montre une variation des valeurs de NDVI au cours de la saison végétative. Les valeurs de NDVI sont plus élevées vers la fin de la saison.

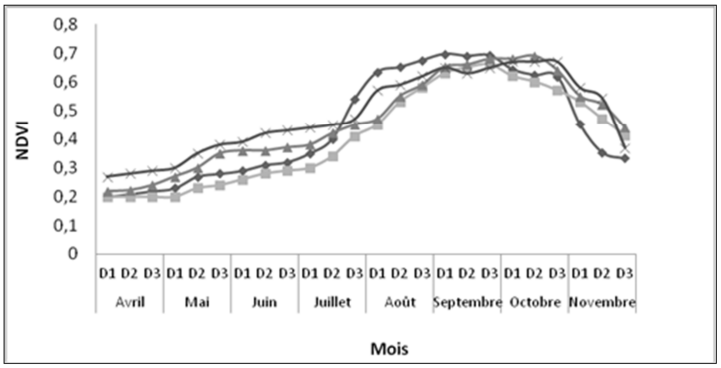


Fig. 10. Evolution saisonnière de la végétation du bassin versant de l'Ouémé Supérieur de 2000 à 2015

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

Tandis qu'au début de la saison ces valeurs sont plus faibles. En effet, durant les mois d'avril, mai et juin, le NDVI est relativement faible et stable sur l'ensemble du bassin en raison de la faiblesse de l'activité végétative en cette période de démarrage de la saison humide.

Elle augmente progressivement, à partir du mois de juillet et atteint son maximum, entre 3ème décade du mois d'août et la 2ème décade d'octobre. Ces valeurs de NDVI abordent leur diminution à partir de la 3ème décade d'octobre jusqu'à la 3ème décade du mois de décembre.

L'analyse de séries chronologiques à travers le test de Mann Kendall confirme cette observation. L'application du test de Kendall révèle l'inexistence de tendance significative pour un niveau de significativité alpha de 0,05. A titre d'exemple, le test de Mann Kendall indique l'inexistence de tendance dans la série chronologique de la première décade d'avril avec une certitude de 82%. En outre, les coefficients de variation de la couverture végétale d'une année à l'autre semblent faibles sur l'ensemble des séries. Si ce coefficient reste inférieur à 20% en avril, il est en moyenne de 20% d'octobre à décembre. Ce qui cache en réalité les changements importants de l'activité végétale de deux années successives. L'analyse temporelle de l'activité végétale de 2000 à 2015 indique des pentes positives pour chaque décade de cette période (figure 10). Cependant, ces pentes restent extrêmement faibles (figure 27) : 0,27% de la première décade à la deuxième décade du mois d'avril et moyenne pour de la deuxième décade de juillet à la troisième décade du mois d'août. L'analyse détaillée de l'évolution de la végétation au cours de cette période de l'année permet toutefois d'observer différentes séquences à l'intérieur de ces courbes d'évolution. Ainsi, quatre dynamiques peuvent être constatées : celle de la première décade d'avril; celle de la deuxième décade de juillet à la troisième décade du même mois; celle du mois d'août (figure 11). L'analyse de la variation spatio-temporelle de la végétation à partir d'images MODIS indique que le bassin versant de 'Ouémé Supérieur passe d'une situation de forte variation spatio-temporelle positive d'avril à août à une situation contraire d'octobre à décembre. En effet, la variation interannuelle de la végétation passe, dans la majeure partie du bassin, à des coefficients de variation supérieur à 10 %. Au mois d'août, le centre du bassin qui abrite la principale forêt classée de l'Ouémé Supérieur et qui appartient aux espaces à plus forte variation de la végétation commence à être au même niveau de dynamique que les espaces environnants.

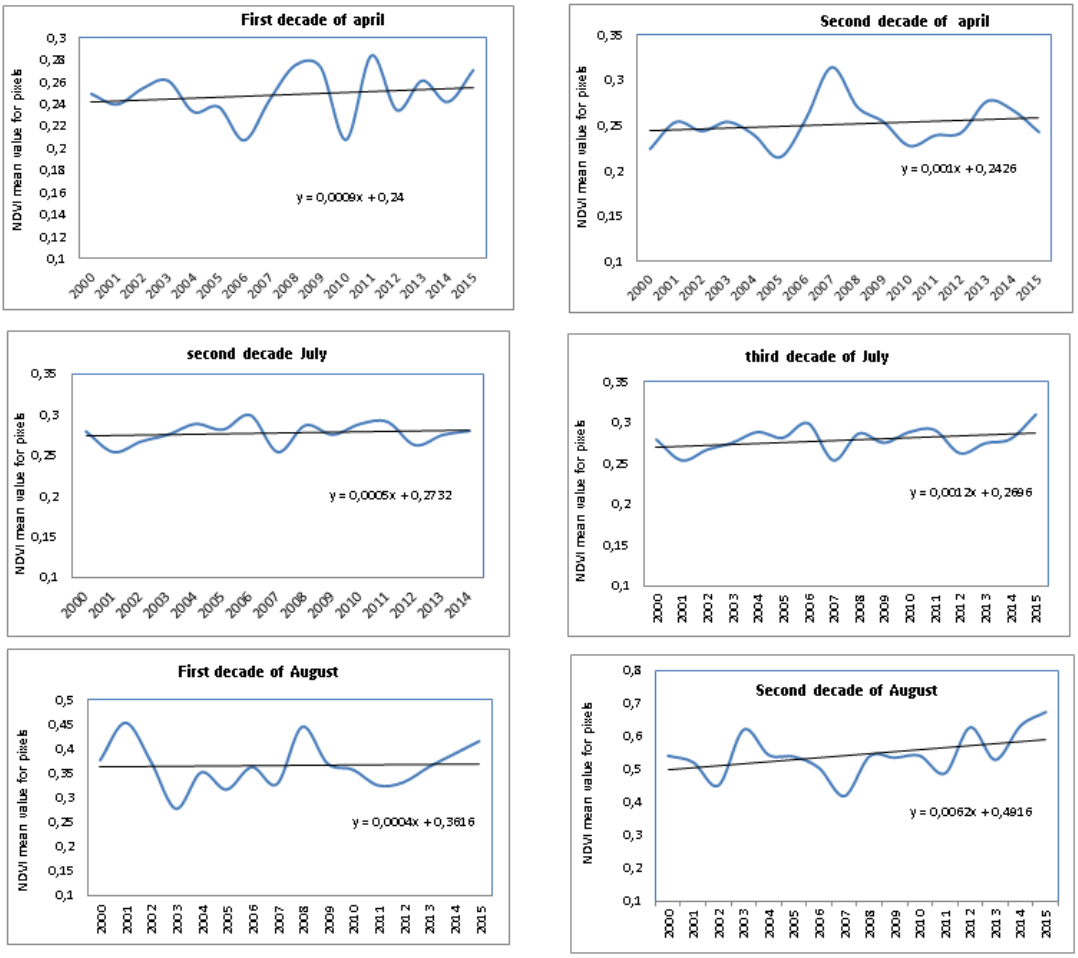


Fig. 11: Profil mensuel interannuel du NDVI (moyenne annuelle de l'ensemble des pixels): (a) correspond à la première moitié d'un mois donné et (b) correspond à la deuxième moitié de ce mois. S

***Source** : Traitement des données NDVI MODIS*

De mai à la fin août, cet espace centre va même devenir la zone ayant le plus fort niveau de variation spatio-temporelle de la végétation (inférieur à 35% de coefficient de variation).

4 CONCLUSION ET DISCUSSION

L'analyse de la variation spatiotemporelle de la végétation à partir des images de NDVI de MODIS (période de 2000-2015) permet d'avoir une idée détaillée de la dynamique observée entre 2000 et 2015. Pendant la première décade du mois d'avril, les variations de la végétation restent faibles sur l'ensemble du bassin. Les activités végétales les plus importantes (coefficient de variation supérieur à 20%) sont observées principalement dans les zones de forêt, les zones agricoles étant pour la plupart encore nues. De façon générale, le bassin versant de l'Ouémé Supérieur connaît une baisse de l'activité végétative au cours de la série temporelle 2000-2015. La dynamique spatio-temporelle de la végétation permet de regrouper les mois de l'année, selon des dynamiques homogènes. Ainsi, certains mois sont marqués par un gain important de végétation. Il s'agit des mois de juillet-Août. Ces mois sont caractérisés par un accroissement de l'activité photosynthétique chez les plantes. Cet accroissement est matérialisé par l'augmentation des valeurs d'indices de végétation dès l'avènement des fortes pluies à forte capacité d'humectation des sols [6], [20]. D'autres par contre connaissent une situation inverse. Ce sont les mois de la période sèche marqué par un ralentissement de l'activité chlorophyllienne. Il s'agit des mois de Novembre à février. Les mois de mars et avril évoluent vers une dynamique positive progressive de la végétation, surtout au centre du bassin. Les mois d'août et septembre sont marqués par un accroissement de la végétation dans certains espaces forestiers et

des gains de végétation dans les espaces agricoles autour des espaces protégés du bassin. L'analyse de l'évolution de la dynamique des minima et des maxima de végétation au cours de la série de 2000 à 2015 permet de conclure que l'année de plus grande production végétale est l'année 2003. Quant à l'année de la plus petite activité végétale, elle correspond à 2005. Cette étude fait apparaitre qu'il existe une forte corrélation dans l'évolution saisonnière de la végétation et de la pluie [6]. Ce sont ces variations dans le régime des pluies qui sont reproduites par le NDVI des pixels de MODIS. Ce résultat confirme celui obtenu par [5] dans une étude portant sur la relation indice de Végétation–Pluie au Burkina Faso.

En outre, le calendrier agro-pastoral de ce bassin fait recours aux activités agricoles et pastorales de plus en plus important au cours de la période pluvieuse. Cela expliquerait d'ailleurs les fortes variations de l'activité végétale observées dans les espaces forestiers du bassin. Ces hypothèses n'excluent pas la possibilité d'une évolution à la baisse de l'activité végétale due à la variabilité pluviométrique.

REFERENCES

[1] S. Ardoin, H. Lubes-Niel, E. Servat, A. Dezetter, J.F. Boyer, G. Mahe, et J.E. Paturel, *Analyse de la persistance de la sècheresse en Afrique de l'Ouest: caractérisation de la situation de la décennie 90*. In: W. C. Servat (Eds.), Najem , S. Leduc and S. Ahmed, Hydrology in the Mediterranean and Semiarid Regions, April 2003, Montpellier, France. IAHS Publ. 278, IAHS Press, Wallingford, UK. pp. 223-228, 2003.

[2] S. Bigot, I. Zin et A. Diedhiou, "Apports de données de HRV de SPOT pour l'étude des variations phénologiques dans le bassin de l'Ouémé (Bénin)."Revue T*élédétection*. Vol. 4, No. 4, pp.339-353, 2005.

[3] R. Caloz et C. Collet, *Précis de télédétection: traitement numérique d'image de télédétection.* Vol.3 Presse Universitaire du Québec et AUPELF-UREF, 2001.

[4] K. Chaouche, L.Neppel, C.Dieulin, N. Pujol, B. Ladouche, E. Martin, D. Salas and Y. Caballero, "Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change." *C.R. Geosciences* Vol. 34, No. 2, pp.234 -243, 2010.

[5] P. Diello, G. Mahe, J-E, Paturel, A. Dezetter, F. Delclaux, E. Servat, et F. Ouattara, "Relations indices de Végétation–Pluie au Burkina Faso: Cas du BassinVersant du Nakambé". *Hydrological Sciences Journal*, vol. 50, no. 2, pp. 207-221, 2005.

[6] E. O Edea, I. Yabi, V. Orekan et M. Boko, "Estimation de rendement du sorgho avec des données MODIS NDVI dans le bassin versant de l'Ouémé Supérieur." *Revue scientifique MIRD*, Vol. 6, no 10, pp.167-182, 2015.

[7] M.A. Friedl, D.K. Mc Iver, J.C.F. Hodges, X.Y.D. ZhangMuchoney, A.H. Strahler, C.E. Woodcock, C.E.,S. Gopal, S., A.Schnieder, A. Cooper, A. Baccini, F. Gao, F. and C. Schaaf, 2002. "Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results." *Remote Sensing of Environment*, Vol.83, N°1-2, pp.287-302, 2002.

[8] M.C. Girard et C.M. Girard, *Traitement des données de télédétection*. DUNOD Eds. Paris, pp.529, 2010.

[9] M.C. Girard et C.M. Girard, *Traitement des données de télédétection: environnement et ressources naturelles*." 2nd Ed. DUNOD pp.576, 1999.

[10] M.C. Hansen, R.S.De Fries, .R.G. Townshend, R. JSohlberg, C. Dimiceli, and M. Carroll, "Toward an operational MODIS continuous field of percent tree cover algorithm: examples using AVHRR and MODIS data". *Remote Sensing of Environment*, Vol.83, N°1-2, pp.303-319, 2002

[11] I.C.H. Hountondji, "Dynamiques environnementales en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal." *Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'université de Liège*, Belgique. p153, 2008.

[12] Z. W. Kundzewicz and A. J. Robson,. Change detection in hydrological records-a review of the methodology." *Hydrol. Sci. J*. Vol.49, N°1, PP7–19, 2004. http://iahs.info/hsj/491/hysj_49_01_0007.pdf [Accès 10 Janvier 2015].

[13] E. F. Lambin, "Change detection at multiple temporal scales: seasonal and annual variations in landscape variables". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.62, N°8, pp. 931-938, 1996.

[14] B. Lopez et A. Leynet, "*Evaluation des tendances d'évolution des concentrations en polluants dans les eaux souterraines : revue des méthodes statistiques existantes et recommandations pour la mise en œuvre de la DCE. "* Rapport BRGM/RP-59515-FR, 2011

[15] H. Lubès-Niel, J. M. Masson, J. E. Paturel et E. Servat, "Variabilité climatique et statistique, Etude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques." *Rev. des Science de l'eau* Vol. 11, N°3, pp.383 – 408, 1998
http://www.rse.inrs.ca/art/volume11/v11n3_383.pdf [Acces 10 janvier 2015]

[16] G. Mahé, Y. L'Hôte, J.C. Olivry and G. Wotling, "Trends and discontinuities in regional rainfall of West and Central Africa: 1951-1989*." Hydrol. Sci. J.* Vol.46, N°2, pp. 211-226, 1999

[17] F. Maselli and F. Rembold,"Integration of LAC and GAC NDVI data to improve vegetation monitoring in semi-arid environments." *Int. J. Remote Sens.* Vol.23, N°12, pp.2475-2488, 2002.

[18] V. Mulindabigwi, S. Giertz, K. Hadjer, M. Heldmann, et Judex, "Le bassin versant de l'Ouémé Supérieur." IMPETUS Atlas BENIN.pp.3-7,2007

[19] S.E. Nicholson, B.Some, and B. Kone,. "An analysis of recent rainfall conditions in West Africa, including the rainy seasons of the 1997 El Niño and the 1998 La Niña years." *J.Climate ,* Vol.13, N°14, pp. 2628-2640, 1999.

[20] G.B. Oyou , "Étude de la relation entre NDVI et pluviométrie dans le bassin versant du Ko,u/ burkina Faso." *Mémoire de fin d'étude d'ingénieur*, 2007.

[21] J.E. Paturel, E. Servat et M.O. Delattre, "Analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique." *Hydrol. Sci. J.,* Vol.43, N°6, pp.937- 946, 1998.

[22] R. Saliou, R. "Modélisation prédictive et cartographie de la dynamique des parcours de transhumance dans le contexte de variabilités climatiques dans le moyen-Benin." *Thèse de doctorat unique*, Université d'Abomey-Calavi, 2015.

[23] H. Schmidt, and A. Karnieli, "Remote sensing of the seasonal variability of vegetation in semi-arid environment." *J. Arid Environ*. Vol. 45, N°1, pp.43-59, 2000.

[24] J.D.Taupin, A. Amani et T. Lebel, "Variabilité spatiale des pluies au Sahel: Une question d'échelles. 1. Approche expérimentale." In: Servat, E. (Red.), Hughes, D., Fritsch, J. M. et Hulme M, Water Resources Variability in Africa during the XXth Century , Novembre 1998 , Abidjan, Côte d'Ivoire. IAHS Publ. 252, IAHS Press, Wallingford, UK. Pp.143-151, 1998.

[25] J.R.G. Townshend, C.O. Justice, "Toward operational monitoring of terrestrial systems by moderate-resolution remote sensing." *Remote Sensing of Environment*, 83 (1-2), pp.351-359, 2002.

[26] N. Varado, "Contribution au développement d'une modélisation hydrologique distribuée. Application au bassin versant de la Donga, au Bénin." *Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Institut National Polytechnique de Grenoble*, France. p321, 2004.

[27] J. L.Weiss, D. S. Gutzler, J. E. A. Coonrod and C. N. Dahm, "Long-term vegetation monitoring with NDVI in a diverse semi-arid setting, central New Mexico, USA." *J. Arid Environ.* Vol.58, N°2, pp.249-272, 2004.

[28] K.J. Wessels, R.S. De Fries, J. Dempewolf, L.O. Anderson, S.L. Powell, E.F. Mora, "Mapping regional land cover with MODIS data for biological conservation: Examples from the Greater Yellowstone Ecosystem, USA and Para State, Brazil." *Remote Sensing of Environment*, Vol.92, N°1-3, pp.217-232, 2004.

[29] S.Yue, and P. Pilon, *A comparison of the power of the t test, Mann-Kendall and bootstrap tests for trend detection*. *Hydrol. Sci. J.,* Vol.49, N°1, PP21–37, 2004.
http://iahs.info/hsj/491/hysj_49_01_0021.pdf [Acces 10 January 2015]

[30] X. Zhang, M.A. Friedl, C.B. Schaaf, A.H. Strahler, J.C.F. Hodges, F. Gao, B.C. Reed, A. Huete, "Monitoring vegetation phenology using MODIS." *Remote Sensing of Environment*, Vol.84, N°3, pp.417-475, 2003.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 67-77
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

PSO based Congestion Management in Deregulated Power Systems using Optimal Allocation of TCSC

K. Vetrivel[1], S. Ganapathy[2], and K. Uma Rao[3]

[1]National Power Training Institute /PSTI, Bangalore, Karnataka, India

[2]Department Electrical Engineering, AnnamalaiUniversity, AnnamalaiNagar, Tamilnadu, India

[3]Department Electrical and Electronics, R V College of Engineering, Bangalore, Karnataka, India

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

ABSTRACT: Congestion in the transmission lines is one of the technical problems that appear particularly in the deregulated environment. One of the congestion management methodologies is installing Thyristor Controlled Series Compensator (TCSC) devices into the system. The major objective in applying TCSC is to increase power transfer capacity in critical tie-lines under contingency conditions. Under normal steady state conditions, it can be used to damp Sub-Synchronous Resonance by converting a part of the fixed compensation to controllable series compensation. In this paper, a novel method using Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm is proposed to determine the optimal allocation of TCSC devices for maximizing the Available Transfer Capability (ATC) of power transactions between source and sink areas in the deregulated power system. The algorithm simultaneously searches the location, size and cost of TCSC devices. ATC is calculated using AC Power Transfer Distribution Factors (ACPTDF). The effectiveness of the proposed method is demonstrated using a modified IEEE 30 bus test system in normal and contingency conditions for the selected bilateral, multilateral and area wise transactions. The simulation results show that the introduction of TCSC devices in a right location could enhance ATC, reduced total losses and improve the line congestion as compared to that of the system without TCSC devices.

KEYWORDS: Available Transfer Capability, Independent System Operator, Thyristor Controlled Series Compensator, Particle Swarm Optimization, Power Transfer Distribution Factors.

1 INTRODUCTION

The power system operation faces new challenges due to deregulation and restructuring of the electricity markets. The deregulated power system consists of Generation companies (Gencos), Distribution companies (Discos), Transmission companies (Transcos) and Independent System Operator (ISO) with an open assess policy. The power flow pattern in deregulated environment is different from those in existing regulated one. All parties will try to get the benefits of cheaper source and greater profit margins leading to overloading and congestion of certain transmission corridors. The role of ISO is to relieve that congestion so that the system is maintained in a secure state. To relieve the congestion, ISO can use either cost-free or non-cost free means. In Cost-free means have advantages in that no extra cost is incurred in relieving the congestion and Gencos and Discos do not come in to picture [1-3]. In order to facilitate the electricity market operation and trade in the restructured environment, ample transmission capability should be provided to satisfy the demand of increasing power transactions. The conflict of this requirement and restrictions on the transmission expansion in the restructured electricity market has motivated the development of methodologies to estimate ATC of the existing transmission girds. For transmission networks, one of the major consequences of the non-discriminatory open-access requirement is a substantial increase of power transfers, which demand adequate ATC to ensure all economic transactions. Sufficient ATC should be guaranteed to support free market trading and maintain an economical and secure operation over a wide range of system conditions [4, 5]. However, tight restrictions on the construction of new facilities due to the increasingly difficult economic,

Corresponding Author: K. Vetrivel

environmental, and social problems, have led to a much more intensive shared use of the existing transmission facilities by utilities and independent power producers (IPPs). These concerns have motivated the development of strategies and methodologies to boost the ATC of the existing transmission networks. Various mathematical models have been developed by the researcher to determine the ATC of the transmission system based on conventional power system equations. Recently the distribution factors based on DC and AC power flow methods [6-9] have been proposed for calculating ATC. In this paper, the Power Transfer Distribution Factor (PTDF) using AC power flow are derived to calculate ATC using sensitivity properties of Newton Raphson Load Flow (NRLF) Jacobean.

Flexible Alternating Current Transmission Systems (FACTS) devices are proved to be very useful in achieving the control of power flows without disturbing the generation scheduling or topological changes and in addition these devices will also enhance the secured operation of power system [10, 11]. FACTS devices, despite minimizing line congestion and maximizing the transfer capability, assure that contractual constraints and targets are satisfied fairly. FACTS devices not only provide solutions for efficiently increasing transmission system capacity but also increase ATC, relieve congestion, improve reliability and enhance operation and control. Moreover, it is important to ascertain the location for placement of these devices because of their considerable costs. However, it is hard to determine the optimal allocation and parameters of FACTS devices due to the complicated combinatorial optimization. Thus, attention is paid in this current work to study a technique to optimally allocate the devices to enhance ATC. The task of calculating ATC is one of main concerns in power system operation and planning. ATC is determined as a function of increase in power transfers between different systems through prescribed interfaces. The insertion of such devices in electrical systems seems to be a promising strategy to increase ATC [12, 13]. In this paper, a TCSC is used for enhance the ATC and improving line congestion.

Some of the researchers have discussed the heuristic optimization algorithms that are used to locate FACTS devices in power systems [14-16], such as the Simulated Annealing (SA , Tabu Search (TS), Evolutionary programming (EP), Genetic Algorithm (GA) and recently Particle Swarm optimization (PSO) to solve simple and complex problems efficiently and effectively. However, unlike SA, TS, EP and GA, each individual in PSO flies in search space with a velocity which is dynamically adjusted according to its own flying experience and its companions flying experiences. The main merits of PSO are its fast convergence speed and it can be realized simply as less parameters need adjusting. The PSO algorithm was first introduced by Eberhart and Kennedy [17, 18]. In this paper, PSO technique is used to find optimal location and size of TCSC to achieve maximization of ATC, decrease the line congestion and total power loss. This paper is divided into several sections. Section 2 elaborates the Available Transfer Capability. Section 3 describes computational procedure for ATC determination while Section 4 presents mathematical model of the TCSC Device. Section 5 presents problem formulations of optimum allocation of TCSC devices. The procedure of PSO algorithm to allocate FACTS devices is discussed in Section 6. The simulation results are presented and discussed briefly in Section 7.

2 AVAILABLE TRANSFER CAPABILITY

Available Transfer Capability (ATC) is a measure of the transfer capability remaining in the physical transmission network for further commercial activity over and above the already committed uses [7, 8]. ATC evaluation is important because it is the point where power system reliability meets electricity market efficiency. ATC can have a huge impact on market outcomes and system reliability, so the results of ATC are of great interest to all involved. ATC can be expressed as:

$$ATC = TTC - TRM - CBM - ETC \quad (1)$$

Where Total Transfer Capability (TTC) is the maximum transfer power that does not reach the limits, Existing Transmission Commitment (ETC) is the sum of the available transmission commitment between 2 areas, Transmission Reliability Margin (TRM) is the amount of transmission capability that is required to ensure that the interconnected system is secure under an acceptable range of uncertainty and Capacity Benefit Margin (CBM) is the amount of transmission that is reserved by the load to ensure access to the generation from interconnected systems to meet the requirement of the generation reliability. Utilities would have to determine adequately their ATC's to guarantee that system reliability is maintained while serving a wide range of transmission transactions. ATC between and within areas of the interconnected power system and ATC for critical transmission paths between these areas would be continuously updated and posted about changes in scheduled power transfers between the areas. ATC at base case, between bus *m* and bus *n* using line flow limit (thermal limit) criterion is mathematically formulated using AC Power Transfer Distribution Factors (ACPTDF).

3 ATC DETERMINATION USING AC POWER TRANSFER DISTRIBUTION FACTORS

AC Power Transfer Distribution Factors (ACPTDF) determines the linear impact of a transfer (or changes in power injection) on the elements of the power system. These values provide a linearized approximation of how the flow on the transmission lines and interfaces change in response to transaction between the seller and buyer. For a single area ATC, the transaction will be between seller bus and buyer bus present in the area and for multi-area ATC, the transaction will be between two areas. The proposed AC power transfer distribution factors method is used for calculation of ATC for a change in MW transaction at different operating conditions. Consider a bilateral transaction t_k between a seller bus *m* and buyer bus *n.* Line '*l*' carries the part of the transacted power and is connected between buses *i* and *j*. For a change in real power, transaction among the above buyer and seller by Δt_k MW, if the change in a transmission line quantity (real power flow) q_1 is Δq_1, power transfer distribution factors can be defined as,

$$PTDF_{ij,mn} = \frac{\Delta q_l}{\Delta t_k} \tag{2}$$

The transmission quantity q_l can be either real power flow from bus *i* to *j* (P_{ij}) (or) real power flow from bus *j* to bus *i* (P_{ji}). The above factors have been proposed to compute at a base case load flow with results using sensitivity properties of NRLF Jacobian. Consider full Jacobian in polar coordinates [J_T], defined to include all the buses except slack (including ΔQ-ΔV equations also for PV buses). We get the following

$$\begin{bmatrix} \Delta\delta \\ \Delta V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial V} \\ \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial Q}{\partial V} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \left[J_T\right]^{-1} \begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \tag{3}$$

In a base case load flow, if only one of the kth bilateral transactions is changed by Δt_k MW, only the following two entries in the mismatch vector on RHS of (3) will be non zero.

$$\Delta P_i = \Delta t_k \qquad \Delta P_j = -\Delta t_k \tag{4}$$

With the above mismatch vector elements, the change in voltage angle and magnitude at all buses can be computed from (3) and (4) and, hence, the new voltage profile can be calculated. These can be utilized to compute all the transmission quantities q_l and hence the corresponding changes in these quantities, Δq_l, from the base case. Once the Δq_l for all the lines corresponding to a change in transaction Δt_k is known, PTDFs can be obtained from (2). These ACPTDFs, which are computed at a base load flow condition, have been utilized for computing change in transmission quantities at other operating conditions as well. ACPTDF is also calculated for multilateral transaction in which group of sellers have a bilateral contract with group of buyers. The change in multilateral transaction can be assumed to be shared equally by each of the sellers and buyers. However, the transaction amount can be shared in any pre-decided ratio in a deregulated environment. The mismatch vector for the multilateral transactions will have non zero entries corresponding to the buyer and seller buses. The rest of the procedure for calculation of ACPTDF will be the same as outlined above the bilateral transaction case. The ATC is then calculated as follows

$$ATC_{mn} = \min\left(T_{ij,mn}\right),\ ij \in N_L \tag{5}$$

Where $T_{ij,mn}$ denotes the transfer limit values for each line in the system. It is given by

$$T_{ij,mn} = \begin{cases} \dfrac{\left(P_{ij}^{\max} - P_{ij}^{0}\right)}{ACPTDF_{ij,mn}} & ; \quad ACPTDF_{ij,mn} > 0 \\ \infty\ (\inf\ inite) & ; \quad ACPTDF_{ij,mn} = 0 \\ \dfrac{\left(-P_{ij}^{\max} - P_{ij}^{0}\right)}{ACPTDF_{ij,mn}} & ; \quad ACPTDF_{ij,mn} < 0 \end{cases} \tag{6}$$

Where, P_{ij}^{max} is the MW power limit of a line between bus *i* and *j*, P_{ij}^{o} is the base case power flow in the line between bus *i* and *j*, AC$PTDF_{ij,mn}$ is the power transfer distribution factor for the line between bus *i* and *j* when a transaction is taking place between bus *m* and *n*. N_L is the total number of lines. ACPTDF as given in equation (6) is operating point dependent and computed using Jacobian inverse. $ACPTDF_s$ remain fairly constant for reasonable variations in power injections.

4 MODELING OF THYRISTOR CONTROLLED-SERIES CAPACITOR DEVICES

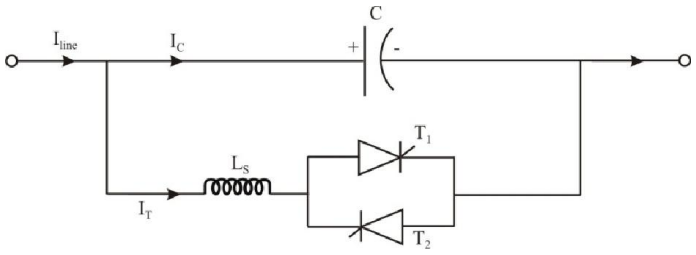


Fig 1. Basic structure of Thyristor controlled-series capacitor

Thyristor controlled-series capacitor (TCSC) is a series connected FACTS device in which a capacitor is connected in series with the transmission line and a parallel connection of thyristor-controlled inductor with the capacitor is shown in Fig 1. TCSC is connected in series with the line conductors to compensate for the inductive reactance of the line. It may have one of the two possible characteristics namely capacitive or inductive, respectively to decrease or increase the reactance of the line X_{line} respectively. The rating of TCSC is depends on transmission line where it is located. To prevent overcompensation, TCSC reactance is chosen between-0.8 X_{line} to 0.2 X_{line} Moreover, in order not to overcompensate the line, the maximum value of the capacitance is fixed at -0.8 X_{line} while that for inductance, it is 0.2 X_{line}. The rated value of TCSC where it is located is given by

$$X_{ij} = X_{Line} + X_{TCSC} \tag{7}$$

$$X_{TCSC} = \gamma_{TCSC} * X_{Line} \tag{8}$$

Where, X_{Line} is the reactance of the transmission line and γ_{TCSC} is the compensation factor of TCSC. The power flows in heavily loaded line can be reduced by TCSC through power flow control in the network. The power flow control with the TCSC is used to decrease or increase the overall lines effective series transmission impedance, by adding a capacitive or inductive reactive correspondingly. Fig.2 shows a model of transmission line with one TCSC which is connected between bus-i and bus-j.

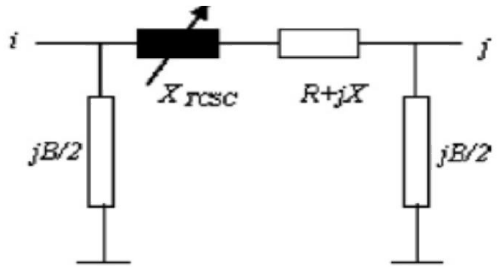


Fig.2 Single line diagram of power flow control with TCSC

The power flow equations of TCSC are given by

$$P_{ij} = V_i^2 \, g_{ij} - V_i V_j \, (g_{ij} \cos_{ij} + b_{ij} \sin_{ij}) \tag{9}$$

$$Q_{ij} = V_i^2 \, b_{ij} - V_i V_j \, (g_{ij} \sin_{ij} + b_{ij} \cos_{ij}) \tag{10}$$

Where, V_i and V_j are voltage of ith and j^{th} bus respectively

5 PROBLEM FORMULATION

As stated in section 2, ATC is defined as the additional power that can be transmitted through a specified interface over and above the already committed transactions. The problem of ATC computation in bilateral and multilateral transaction can

be formulated as an optimization problem in which the objective is to maximize the difference between TTC and ETC without violating the constraints. The aim of the optimization is to perform the best utilization of the existing transmission lines. The objective is to maximize the ATC i.e., uncommitted active transfer capacity of the prescribed interface, when a transaction is taking place between a seller bus (m) and buyer bus(n). The objective function to be maximized is expressed as

$$J = Maximize\ \ (ATC_{mn}) \tag{11}$$

Where ATC for each bilateral transaction between a seller at bus (m) and power purchaser at bus (n) satisfies the following power balance relationship:

$$P_{Di} - P_{Di}^{0} = 0, \quad \forall_i \in t_k \tag{12}$$

It is subjected to

Eqn (13) and (14) as equality constraints such as the power flow equations at bus i,

$$P_{Gi} - P_{Di} - \sum_{j=1}^{nb} |V_i||V_j||Y_{ij}| \cos(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) = 0 \tag{13}$$

$$Q_{Gi} - Q_{Di} - \sum_{j=1}^{nb} |V_i||V_j||Y_{ij}| \sin(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) = 0 \tag{14}$$

P_{Gi}, Q_{Gi} is real and reactive power generation at bus i, P_{Di}, Q_{Di} is real and reactive loads at bus i, $|V_i|, |V_j|$ Voltage magnitude at bus i and bus j. $|Y_{ij}|, \theta_{ij}$ is magnitude and phase parts of the ij[th] element of the bus admittance matrix. δ_i, δ_j is voltage angle of bus i and bus j, respectively. *nb* is the total number of buses. In Eqn (15), (16) and (17) are inequality constraints, which ensure the system real, reactive power flow and bus voltage limitations, respectively.

$$P_{Gi}^{\min} \le P_{Gi} \le P_{Gi}^{\max} \qquad for\ \ i = 1,2.....n_g \tag{15}$$

$$Q_{Gi}^{\min} \le Q_{Gi} \le Q_{Gi}^{\max} \qquad for\ \ i = 1,2,.....n_g \tag{16}$$

$$V_b^{\min} \le V_b \le V_b^{\max} \qquad for\ b\ = 1,2..... n_b \tag{17}$$

The constraints on the TCSC devices used in this work are given below:

$$-0.8\ X_{Line} \le X_{TCSC} \le 0.2\ X_{Line} \quad p.u. \tag{18}$$

Where, X_{TCSC} is the reactance added to the line by placing TCSC, X_{Line} is the Reactance of the line where TCSC is located. To prevent overcompensation, TCSC reactance is chosen between $-0.8X_{Line}$ to $0.2X_{Line}$.

The constraints on the installation cost of the corresponding TCSC devices are given by,

$$IC = C * S * 1000 \tag{19}$$

where *IC* denotes optimal installation cost of TCSC devices in US$. *C* represents cost of installation of TCSC devices in US $/KVar; S is the operating range of TCSC devices in MVAR and it is given by

$$S = |Q_1| - |Q_2| \tag{20}$$

Where Q_2 is the reactive power flow in the line after installing TCSC device in MVAR and Q_1 represents reactive power flow in the line before installing TCSC device in MVAR. The cost of installation of TCSC are taken from Siemens data base and reported in [21]. The cost of installation of TCSC devices are given by the following equations:

$$C_{TCSC} = 0.0015\ S^2 - 0.713\ S + 153.75 \tag{21}$$

6 OPTIMAL PLACEMENT OF TCSC USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM

6.1 OVER VIEW OF PSO ALGORITHM

The Particle Swarm Optimization algorithm is a simple, fast and efficient population based optimization method which was proposed by by Kennedy and Eberhart [17]. The basic assumption behind the PSO algorithm is that birds find food by flocking and not individually. This leads to the assumption that information is owned jointly in the flocking. The swarm initially has a population of random solution. Each potential solution, called a particle (agent) is given a random velocity and is flown through the problem space. All the particles have memory and each particle keeps track of its previous best position (P_{best}) and the corresponding fitness value. The swarm has another value called (G_{best}), which is the best value of all P_{best}. It has been found to be extremely effective in solving a wide range of engineering problems and solves them very quickly. At each time step, the particle swarm optimization consists of velocity changes of each particle towards its P_{best} and G_{best} [19, 20]. After finding the best values, the particle updates its velocity and position according to the following equations:

$$V_i^{k+1} = w * V_i^k + C_1 * rand_1 * (P_{best_i} - S_i^k) + C_2 * rand_2 * (G_{best_i} - S_i^k) \quad (22)$$

$$S_i^{k+1} = S_i^k + V_i^{k+1} \quad (23)$$

Where, Vi^{k+1} is the velocity of ith individual at $(k + 1)^{th}$ iteration, Vi^k is the velocity of ith individual at k^{th} iteration, W is the inertia weight, C_1 and C_2 are the positive constants having values (0, 2.5), $rand_1$ and $rand_2$ are the random numbers selected between 0 and 1, P_{besti} is the best position of the ith individual, G_{best} is the best position among the individuals (group best) and S_i^k is the position of ith individual at k^{th} iteration. The acceleration coefficients C_1 and C_2 control how far a particle will move in a single iteration. Typically, these are both set to a value of 2.5. The velocity of each particle is modified according to (22) and the minimum and maximum velocity of each variable in each particle is set within the limits of V_{min} and V_{max} respectively. The position is modified according to (23). The inertia weight factor "w" is modified using (24) to enable quick convergence.

$$w = w_{\max} - \frac{(w_{\max} - w_{\min})}{iter_{\max}} * iter \quad (24)$$

Where w_{max} is the initial value of inertia weight equal to 0.9, w_{min} is the final value of inertia weight equal to 0.4, *iter* is the current iteration number and $iter_{max}$ is the maximum iteration number. Small values of *w* result in more rapid convergence usually on a suboptimal position, while a too large value may prevent divergence of solution. The PSO system combines two models; a social-only model and a cognition-only model. These models are represented by the velocity update, shown in (22).

6.2 STEP BY STEP ALGORITHM TO OPTIMALLY LOCATE TCSC FOR MAXIMIZING ATC USING PSO

Step 1: Input the data of Transmission line, generators buses and loads. Choose population size of particles, maximum number of iterations and convergence criterion. Define type of transactions.

Step 2: Select reactance setting and location (line number) of TCSC as control variables.

Step 3: Randomly generate population of particles with their variables in normalized form (i.e., between 0 to 1)

Step 4: Randomly install one TCSC devices in the Transmission line and check that TCSC device is not employed on the same line more than once in each iteration. Find demoralized value (actual value) of TCSC reactance and location of TCSC using the following Equation.

$$X_{Denormalized} = X_{\min} + (X_{\max} - X_{\min}) * X_{normalized} \quad (25)$$

Where X_{min}, X_{max} are minimum and maximum values of the variable X is TCSC reactance respectively. Demoralized value of location of TCSC is rounded to nearest integer during optimization. Modify the bus admittance matrix.

Step 5: Run Newton-Raphson load flow to get line flows, active power generations, reactive power generations, line losses and voltage magnitude of all buses.

Step 6: Calculate the ATC of each particle using Eqn (5).

Step 7: Calculate the objective function of each particle subject to satisfy the constraints using Eqn (11).

Step 8: Find out the global best (G_{best}) particles having maximum value of objective function in the population and personal best (P_{best}) of all particles.

Step 9: Update the velocity and position of each particle using Eqn (22) and (23).

Step 10: Go to Step 4 until maximum number of iterations are completed.

Step 11: The objective function of (G_{best}) particle is the optimized (maximum) value of ATC. Coordinates of (G_{best}) particle give optimal setting and location of TCSC respectively and also calculate cost of installation of TCSC using (21).

7 SIMULATION RESULTS AND OBSERVATIONS

This section present the details of the simulation study carried out on a modified IEEE 30-bus system for ATC computation under normal operating condition and line outage condition used for proposed approach. The test system consists of six generators and forty one lines as shown in Fig 3. The system data are in a per-unit system and taken from [21] and the base MVA value is assumed to be 100 MVA. Generators at buses 8, 11 and 13 are considered in area 1, while the remaining generators at buses 1, 2 and 5 are considered in area 2. The tie-lines existing between the two areas are shown in Fig 4. Transaction is carried out between Area 1 and Area 2. Three inequality constraints such as voltage limit, line thermal limit, and reactive power generation limit are considered. The voltage magnitude limit of each bus is assumed to be within 0.95 pu and 1.05 pu. The optimal location and size of TCSC devices are obtained using PSO Algorithm for maximizing ATC based on the selected bilateral, multilateral and area wise transactions. Installation cost of TCSC devices has also been calculated for each transaction with reference to ATC value and cost of installation. The simulations studies were carried out on Intel Pentium Dual Core, 2.40 GHz system in a MATLAB 2010a environment.

Case 1: Normal operating conditions

The test system results for different bilateral and multilateral transactions under normal operating conditions using proposed approach are given in Table 1 and Table 2. In bilateral transactions, five transactions between a seller bus in source area and buyer bus in sink area such as (11-27, 2-10, 5-20, 2-23 and 8-30) with the objective function (11) to maximize the ATC without and with TCSC device using PSO algorithm have been considered. Table 1 shows the test results of bilateral transactions for five transactions. Consider a bilateral transaction from bus 11 to bus 27, the ATC value is 40.06 MW without installing TCSC, whereas after installing TCSC the ATC value is increased to 43.38 MW without violating system constraints. The active power losses is 9.2 MW without placing TCSC, but it is reduced to 8.1 MW after placing TCSC and optimal location of TCSC is between bus 6 to bus 28. The optimal size (reactance) of TCSC is -0.035 p.u and negative sign indicates that TCSC operates in capacitive mode and the corresponding cost of installation of TCSC devices is 6.33 $x10^6$ US $. From Table 1 and Fig 5, it can be clear that ATC values are increased for all possible bilateral transaction and active power losses are reduced after placing TCSC devices in right location. In multilateral transactions between a seller buses in source area and buyer buses in sink area such as (8, 13 - 27, 20 and 2, 8, 13 - 23, 27) with maximize the ATC is considered. A multilateral transaction from buses 8, 13 to buses 27, 20 consider. In this case the ATC value is 18.456 MW without installing TCSC, whereas after installing TCSC the ATC value is increased to 22.931 MW without violating system constraints and optimal location of TCSC is connected between bus 22 to bus 24 and size (reactance) of TCSC is -0.089 p.u and the corresponding cost of installation of TCSC devices is 8.56 $x10^6$ US $ as shown in Table 2. The PSO convergence curve for this transaction utilizing TCSC devices is shown in Fig 6. From Table 2, it is obvious that TCSC is maximizing ATC and reducing power loss with minimum installation cost there by improving line condition for multilateral transactions also.

Case 2: contingency operating conditions

For a contingency case, the branch line outage between buses 9 and 10 is considered. In this case, the line connected between bus 9 and bus 10 is removed. The corresponding ATC values for the test system without and with TCSC for bilateral and multilateral transactions with line outage conditions are given in Tables 3 and 4 respectively. The active power loss for different bilateral transactions without and with TCSC devices is shown in Fig 7. From the Tables 3 and 4 and Fig 7 indicate that optimally placed TCSC devices by PSO significantly increase ATC, reduced active power losses under contingency conditions.

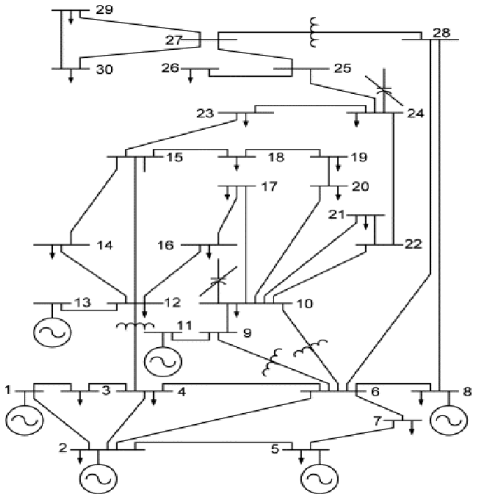


Fig 3. Single line diagram of the modified IEEE 30-bus system

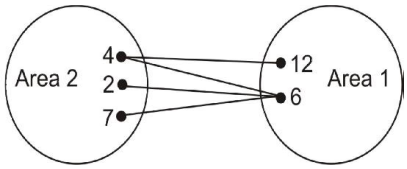


Fig 4. Tie-line between areas- IEEE 30 bus s

Table 1. ATC enhancement results for bilateral transactions under normal operating conditions

Transactions			ATC in MW		Placement of TCSC devices		Settings (X_{tcsc}) in p.u	Installation Cost (x10^6 US $)
No	Source bus	Sink bus	without TCSC	With TCSC	From bus	To bus		
T1	11	27	40.0689	43.3843	6	28	-0.0350	6.33
T2	2	10	78.4095	83.8036	16	17	-0.2898	1.36
T3	5	20	32.2021	36.9624	15	18	-0.1093	0.81
T4	2	23	20.1865	33.4703	15	23	-0.1262	8.06
T5	8	30	17.9993	20.8026	27	30	0.2696	0.06

Table 2. ATC enhancement results for multilateral transactions under normal operating conditions

Transactions			ATC in MW		Placement of TCSC devices		Settings (X_{tcsc}) in p.u	Installation Cost (x10^6 US $)
No	Source bus	Sink bus	without TCSC	With TCSC	From bus	To bus		
T1	8, 13	27, 20	18.456	22.931	22	24	-0.0895	8.56
T2	2, 8, 13	23, 27	11.765	17.183	15	23	-0.1132	6.26

Table 3. ATC enhancement results for bilateral transactions with line outage of 9-10

Transactions			ATC in MW		Placement of TCSC devices		Settings (X_{tcsc}) in p.u	Installation Cost ($x10^6$ US $)
No	Source bus	Sink bus	without TCSC	With TCSC	From bus	To bus		
T1	11	27	26.3458	31.2751	6	28	0.0297	8.22
T2	2	10	14.3888	22.4373	16	17	-0.0966	0.03
T3	5	20	13.2934	16.7312	15	18	-0.1093	0.99
T4	2	23	15.1709	16.9660	15	23	-0.1010	1.72
T5	8	30	17.7950	20.5497	27	30	0.2651	1.97

Table 4. ATC enhancement results for multilateral transactions with line outage of 9-10

Transactions			ATC in MW		Placement of TCSC devices		Settings (X_{tcsc}) in p.u	Installation Cost ($x10^6$ US $)
No	Source bus	Sink bus	without TCSC	With TCSC	From bus	To bus		
T1	8, 13	27, 20	10.803	11.387	15	18	-0.1496	0.21
T2	2, 8, 13	23, 27	8.7514	10.355	15	23	0.0694	0.07

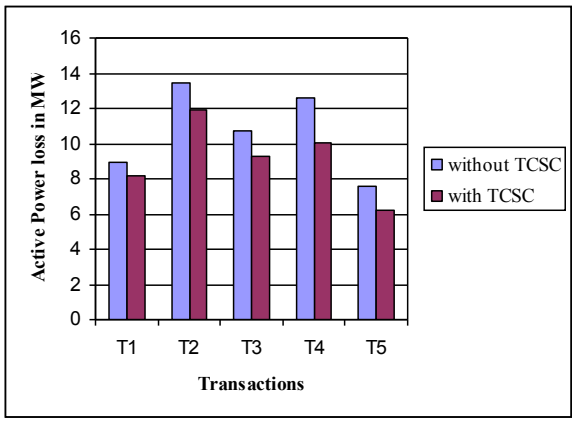


Fig 5. Active Power Loss (bilateral Transaction) for IEEE 30 bus system Base case

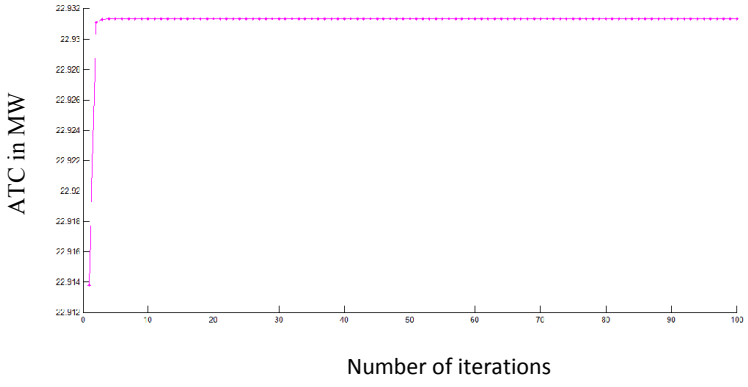


Fig 6. PSO convergence curve for multilateral transactions with TCSC under normal operating condition

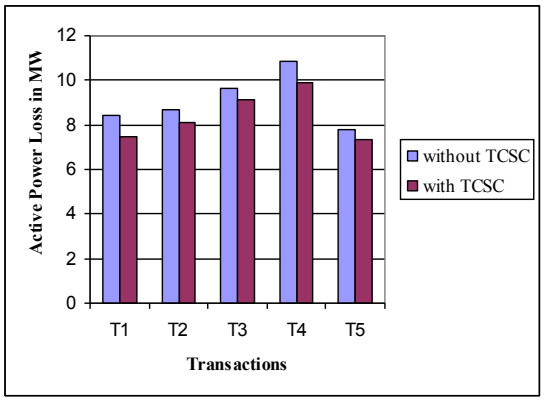


Fig 7. Active Power Loss (bilateral Transaction) for IEEE 30 bus system with line outage of 9-10

8 CONCLUSION

To facilitate the deregulated electricity market operation, control and trading, sufficient transmission line capability should be provided to satisfy increasing demand of power transactions reliably. PSO based algorithm has been is used to find optimal placement and setting of TCSC device for maximizing ATC and minimizing the active power losses of the competitive electricity market which consists of bilateral and multilateral transactions. The simulation results indicate that optimally placed TCSC by PSO could significantly increase ATC and reduced power losses under normal and contingency conditions. Moreover, PSO exhibits robust convergence characteristic so it could be used effectively to select optimal location of TCSC for enhancement of ATC, thereby improving transmission services of the competitive electricity market.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank the authorities of Annamalai University, Annamalainagar, Tamilnadu, India for the facilities provided to prepare this paper.

REFERENCES

[1] R. D. Christie, B. F. Wollenberg, and I. Wangensteen, “Transmission Management in the Deregulated Environment”, IEEE Proceedings, Vol. 88, No. 2, pp. 170-195, 2000.

[2] P. Kumar and S.C.Srivastava, “Congestion Management in deregulated market- A case study on an Indian Power System”, NPSC , Bangalore, India, pp. 191-196, 2000.

[3] R.S. Fang and A.K. David, “Optimal Dispatch under transmission contracts”, IEEE Transactions on power system, Vol.4, No.2, pp.732-737, 1999.

[4] Y. Xiao, Y.H. Song, C. Liu, and Y.Z. Sun, “Available transfer capability enhancement using FACTS devices”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, No.1, pp. 951-95 , 2003.

[5] Prathiba, B.Moses, D.Devaraj and. K. Pandi, “Evolutionary Algorithm for Estimation of Available Transfer Capability in Deregulated Environment”, Middle-East Journal of Scientific Research, Vol.23, No.9, pp.2099-2105, 2015

[6] G.C.Ejebe, J.G. Waight, J.G. Frame, Wang and W.F. Tinney, “Available Transfer Capability Calculations”, IEEE transactions on Power systems, Vol.13, No. 4, pp. 1521-1527, 1998.

[7] G.Hamoud, “Assessment of available transfer capability of transmission systems”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol.15, No.1, pp. 27-32, 2000.

[8] B.V.Manikandan, S.Charles Raja, P.Venkatesh and P.S.Kannan, “Available Transfer Capability Determination in the Restructured Electricity Market”, Electric. Power Components and Systems, Vol.36, No. 9, pp. 941-959, 2008.

[9] A.Kumar, S.C. Srivastava and S.N. Singh, “Available Transfer Capability (ATC) Determination in a Competitive Electricity Market Using AC Distribution Factors”, Electric Power Components and Systems, Vol.32, No.9, pp. 927-939, 2004.

[10] P.R. Sharma, A. Kumar and N. Kumar, “Optimal location for shunt connected FACTS devices in a series compensated long transmission line”, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, Vol. 15, No. 3 , pp. 321-328, 2007.

[11] R.A. Hooshmand and M. Ezatabadi, “Corrective action planning considering FACTS allocation and optimal load shedding using bacterial foraging oriented by particle swarm optimization algorithm”, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, Vol. 18, No.4, pp. 597-612, 2010.

[12] N. Acharya and N. Mithulananthan, “Locating series FACTS devices for congestion management in deregulated electricity markets”, Electric Power Systems Research, Vol. 77, No.3-4, pp. 352-360, 2007.

[13] K.S.Verma, S.N.Singh, H.O.Gupta, “FACTS device location for enhancement of total transfer capability”, IEEE power winter meeting, Jan.28-2001, Ohio, USA.

[14] S.Gerbex, R.Cherkaoui and A.J. Germond, “Optimal Location of FACTS Devices to Enhance Power System Security”, IEEE Bologna Power Tech Conference, June 23-26, 2003, Bologna, Italy.

[15] P. Venkatesh, R. Gnanadass and N. P. Padhy, “Comparison and application of Evolutionary programming techniques to combined economic emission dispatch with line flow constraints”, IEEE Transactions on Power systems, Vol.18, No.2, pp. 688-697, 2003.

[16] Ippolito, Lucio, L.Cortiglia, A. Petrocelli and Michele, “Optimal allocation of FACTS devices by using multi-objective optimal power flow and genetic algorithms”, International Journal of Emerging Electric Power Systems, Vol.7, No.2, pp. 1-19, 2006.

[17] J.Kennedy and R.Eberhart, “Particle Swarm Optimization”, Proceeding. IEEE international conference Neural Networks, Vol.4, pp.1942-1948,, Nov/Dec 1995, Perth, WA

[18] Yuhui Shi and Russell C. Eberhart, “Empirical Study of Particle Swarm Optimization”, Proceedings of the International Congress on Evolutionary Computation, Vol.3, pp 101-106, 1999.

[19] H. Hashemzadeh and S. H. Hosseini, "Locating Series FACTS Devices Using Line Outage Sensitivity Factors and Particle Swarm Optimization for Congestion Management", IEEE PES General Meeting, 26-30 July, 2009, Calgary, Alberta, Canada.

[20] A.A.John and T.Joseph, “Optimal Allocation of FACTS Devices using Particle Swarm Optimization for Congestion Relief”, Proceedings of International Conference on Materials for the Future - Innovative Materials, Processes, Products and Applications, pp. 387-392, 2013 kerala, India.

[21] L.J. Cai, I. Erlich and G. Stamtsis, “Optimal choice and allocation of FACTS devices in deregulated electricity market using genetic algorithms”, IEEE PES Power system conference and Exposition, pp.10-13, 2004, USA.

Notice of Retraction

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

G. Krishna Prasad and S. Periyasamy, "Effect of Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Adhesion Properties of Rubber - Nylon Composite," *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 25, no. 1, pp. 78–86, July 2016.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 87-100
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Artificial Neural Network Modeling of Sub grade Soil stabilized with Bagasse Ash and Geogrid

C. Rajakumr and T. Meenambal

Department of Civil Engineering, Government College of Technology, Coimbatore-641013, Tamilnadu, India

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

ABSTRACT: For highway construction projects, sub grade soil stabilization is one of the prime and major processes. The strength of the sub grade soil is indicated by its California bearing ratio (CBR) value which is quite expensive and time consuming. In order to overcome this situation, the present study aims in predicting the soaked CBR value for the stabilized soil by Multiple Regression Analysis (MRA) and Artificial Neural Network (ANN) modeling. Experiments were done to stabilize the soil with the addition of varying percentages of bagasse ash ranging from 0% to 10%, in an increment of 2% and also with geogrid layers. Maximum dry density, optimum moisture content, plasticity index, bagasse ash fraction and number of geogrid layers were taken as input variables and soaked CBR value as output variable for the regression based models. It is observed that ANN model is accurate than the MRA model in predicting the soaked CBR value of soil stabilized with bagasse ash and geogrid, both the measured experimental values and predicted values are in good agreement.

KEYWORDS: Clayey Subgrade, Bagasse ash, Geogrid, OMC, UCC, CBR, ANN, MRA.

1 INTRODUCTION

For highway pavement construction, it requires good earth material in very huge quantity. In urban areas, use earth is not easily available which has to be hauled from an extended distance. Fairly often, large areas are covered with highly plastic and expansive soil, which is not suitable to be used as earth material. Extensive laboratory and field trials have been carried out by various researchers and have shown promising results for application of such expansive soil after stabilization ([3], [7]).

Expansive clay soils are those that change significantly in volume with changes in water content. It is therefore, necessary to mitigate the problems posed by expansive soils and prevent cracking of structures. This creates engineering problems and affects the service of structures and riding qualities in pavements. Owning to this fact, continuous researches have been carried and these lead to the concept called soil stabilization which is any treatment applied to a soil to improve its strength and reduce its susceptibility to water, if the treated soil is able to withstand the stresses imposed on it by traffic under all weather conditions without extreme deformation, then it is generally regard as stable. The need to bring down the cost of waste disposal and the growing cost of soil stabilizers has lead to intense global research towards economic utilization of wastes for engineering purposes. The safe disposal of industrial and agricultural waste products demands urgent and cost effective solutions because of the debilitating effect of these materials on the environment and to the health hazards that these wastes constitute. Hence bagasse ash is utilized for stabilizing the soil and the application of geogrid was also introduced. The strength of the sub grade soil is indicated by its California Bearing Ratio (CBR) value which is quite expensive and time consuming [2]. To conduct CBR test on sub grade soil, a representative sample shall be collected, from which a remolded sample is prepared, compacted at predetermined OMC with standard proctor's (light) compaction. The specimen prepared is soaked for 4 days under water and penetration test is conducted. To obtain soaked CBR value of a soil sample, it takes about a week. CBR test is expensive, time consuming and laborious. Obtaining a proper idea about the soaked CBR of sub grade materials over total length of the road is very difficult. So, it is not really possible to take a large number of samples.

Corresponding Author: C. Rajakumr

In addition, CBR test in laboratory requires a large soil sample and is laborious as well as time consuming. This would result in serious delay in the progress of the project, since in most situations the materials for earth work construction come from highly variable sources. Any delay in construction inevitably leads to rise of project cost. To overcome this situation, it is better to predict CBR value of sub grade soil with easily determinable parameters. To exercise the right judgment during various phases of professional activities, the engineer is constantly required to predict. Hence the prediction of CBR is achieved by performing genetic algorithm and artificial intelligence, which is, developing multiple regression analysis and artificial neural networking as a function of different soil parameters which is directly proportional to the strength of the soil ([1], [4], [5], [6], [8], [9]).

2 MATERIALS AND METHODOLOGY

2.1 MATERIALS

2.1.1 SOIL SAMPLE

The representative soil sample was collected from Cheranmaanagar, Coimbatore, Tamilnadu state, India at the location 11.057°, 77.019°. The soil sample used for analysis is clay. The laboratory investigations confirm that the soil falls under the category Clay with Intermediate Compressibility.

2.1.2 BAGASSE ASH

The Bagasse ash utilized for this project is obtained from Sakthi sugars, Erode, tamilnadustate, India. The mineralogical composition of bagasse ash is given in table 1.

Table 1. Mineral composition of Bagasse ash

S.No	Minerals	Composition %
1	Silica	75.34
2	Alumina	11.55
3	Iron oxide	3.61
4	Potassium oxide	3.46
5	Calcium oxide	2.15
6	Phosphorous	1.07
7	Magnesium oxide	0.13
8	Sodium oxide	0.12
9	Titanium oxide	0.50
10	Barium oxide	0.16

2.1.3 GEOGRID

In this project, the role of geogrid in the road application is studied based on economic, technical and ecological aspect. The properties of geogrid are given in table 2.

Table 2. Properties of geogrid

S.No	Properties	Geogrid
1	Material	TechGrid B Series
2	Ultimate tensile strength	60 kN/m
3	Elongation at maximum load	15%
4	Aperture size	25 x 25 mm
5	Roll length	50 m
6	Roll width	2.5 m

2.2 FLOW CHART (METHODOLOGY)

The following flow chat (Fig.1) represents the methodology of the study

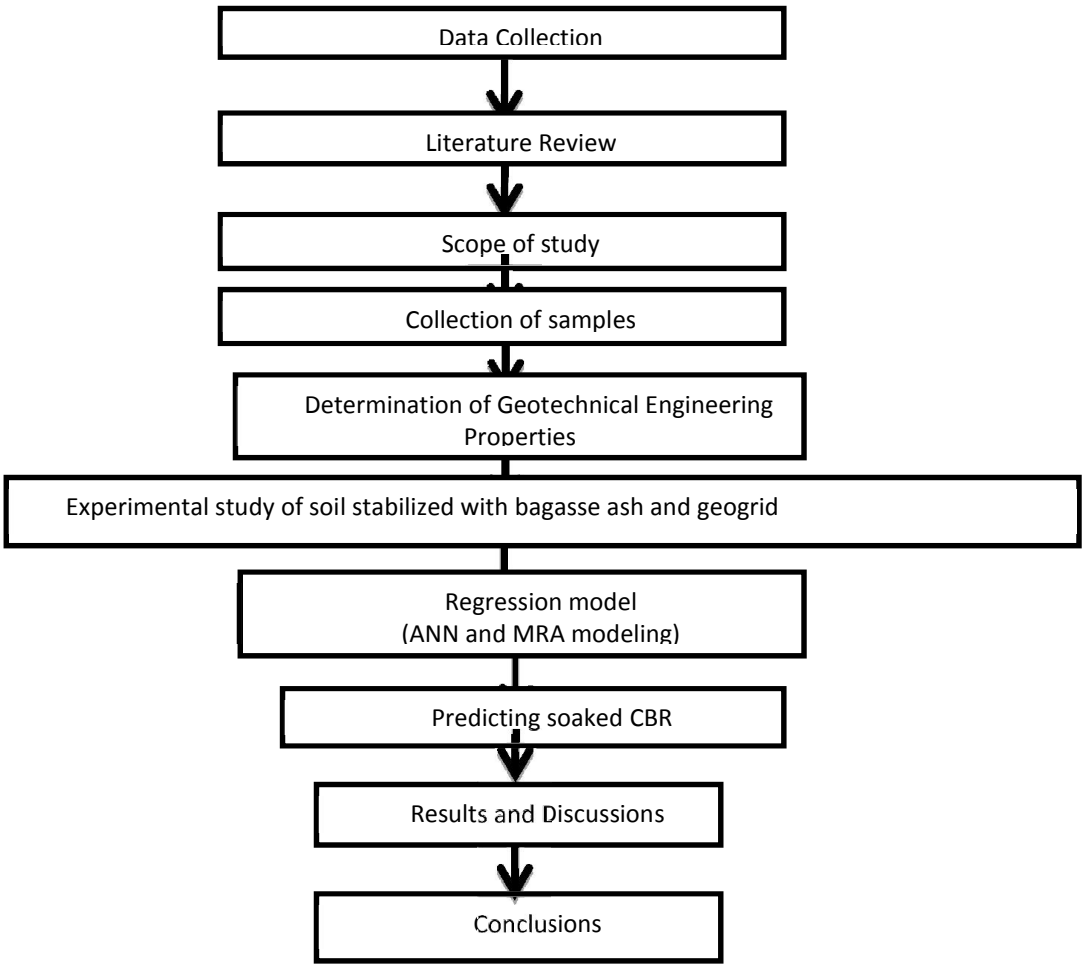


Fig.1. Methodology

3 LABORATORY INVESTIGATION

This elaborates the determination of various physical and engineering properties of the soil sample. The soil sample was analyzed in laboratory with various percentages of bagasse ash and also by changing number of geogrid layers for its compaction and strength characteristics. The laboratory investigations were carried out as per IS codes.

The properties of the soil sample are summarized in Table 3.

Table 3.Properties of soil sample

Sl.no	Properties	Result
1	Initial Moisture Content	8.3%
2	Specific Gravity	2.71
3	Sieve Analysis % of Gravel	2.1%
	% of sand	30.5%
	% of Silt	22.1%
	% of Clay	45.3%
4	Free Swell Index	50%
5	Liquid Limit (W_L)	47%
	Plastic Limit (W_P)	17%
	Shrinkage Limit (W_S)	12%
	Plasticity Index (I_P)	30%
6	Soil Classification	CI
7	Optimum Moisture Content	15%
	Maximum Dry Density	1.658 g/cc
8	Unconfined Compressive Strength (q_u)	84.12 kN/m^2
	Cohesion (C_u)	42.06 kN/m^2
9	CBR unsoaked	12.88%
	CBR soaked	2.68 %

3.1 ATTERBERG'S LIMIT TEST

Consistency test was performed on the soil added with different percentage of bagasse ash such as 2%, 4%, 6%, 8% and 10%. From this test the plasticity characteristics of the treated samples were studied. The consistency test was conducted as per IS 2720 (Part 5)-1985 in the previous phase and the readings are tabulated in Table 4.

Table 4. Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index

Sl No	% BA	LIQUID LIMIT (w_l) (%)	PLASTIC LIMIT (w_p) (%)	PLASTICITY INDEX (I_p) (%)
1	0	47	17	30
2	2	45	18	27
3	4	43	19	24
4	6	39	20	19
5	8	42	19.5	22.5
6	10	44	19	25

3.2 FREE SWELL INDEX TEST

The free swell test was performed on the soil added with different percentage of bagasse ash such as 2%, 4%, 6%, 8% and 10%. The test was conducted as per IS 2720 (Part 40)-1977 in the previous phase and the readings are tabulated in Table 5.

Table 5. Free Swell Index test values

Sl No	% BA	Free Swell (%)
1	0	50
2	2	40
3	4	35
4	6	30
5	8	43
6	10	45

3.3 COMPACTION TEST

The OMC and MDD were determined in the laboratory by conducting standard proctor compaction test. The test was carried out in soil with bagasse ash and geogrid and the optimum moisture content and maximum dry density of the soil sample are listed in the following tables(table 6,7 and 8).

Table 6. OMC and MDD for soil with bagasse ash

Sl No	% BA	Optimum Moisture Content (%)	Maximum Dry Density (g/cc)
1	0	15	1.66
2	2	16	1.64
3	4	17	1.61
4	6	17.5	1.58
5	8	18	1.53
6	10	16	1.46

Table 7. OMC and MDD for soil with bagasse ash and single geogrid layer

Sl No	% BA	Optimum Moisture Content (%)	Maximum Dry Density (g/cc)
1	0	15	1.65
2	2	16	1.62
3	4	17	1.59
4	6	17.5	1.56
5	8	18	1.51
6	10	16	1.44

Table 8. OMC and MDD for soil with bagasse ash and double geogrid layer

Sl No	% BA	Optimum Moisture Content (%)	Maximum Dry Density (g/cc)
1	0	15	1.62
2	2	16	1.58
3	4	17	1.55
4	6	17.5	1.53
5	8	18	1.48
6	10	16	1.41

3.4 UNCONFINED COMPRESSION TEST

Unconfined compression test was performed on the soil sample mixed with varying amount of bagasse ash such as 2%, 4%, 6%, 8%, 10%. From this test the shear strength characteristics of the soil samples were studied by determining unconfined compression strength and undrained cohesion. Table 9. Gives the unconfined compression strength and cohesion.

Table 9. Unconfined compression strength and undrained cohesion of soil with bagasse ash

Sl No	% BA	Unconfined compression strength (kN/m^2)	Undrained cohesion (kN/m^2)
1	0	84.12	42.06
2	2	128.66	64.33
3	4	189.84	94.92
4	6	242.19	121.09
5	8	195.73	97.86
6	10	149.23	74.61

3.5 CALIFORNIA BEARING RATIO TEST

The California Bearing Ratio value was determined in the laboratory by conducting California Bearing Ratio test. The test was carried as per IS2720 (Part 16) – 1987 in soil with bagasse ash and geogrid and the California Bearing Ratio value are listed in the table 10, 11 and 12. The test results were plotted in a graph and it is showed in figure 2, 3 and 4.

Table 10. California Bearing Ratio value of soil with bagasse ash

Sl No	% BA	Unsoaked CBR value (%)	Soaked CBR value (%)
1	0	12.66	2.68
2	2	14.31	3.042
3	4	15.38	3.101
4	6	17.53	4.12
5	8	16.82	3.93
6	10	15.74	3.22

Table 11. California Bearing Ratio value of soil with bagasse ash and single layer geogrid

Sl No	% BA	Soaked CBR value (%)
1	0	2.86
2	2	3.22
3	4	3.4
4	6	4.29
5	8	4.12
6	10	3.47

Table 12. California Bearing Ratio value of soil with bagasse ash and double layer geogrid

Sl No	% BA	Soaked CBR value (%)
1	0	3.12
2	2	3.57
3	4	3.75
4	6	4.65
5	8	4.36
6	10	3.7

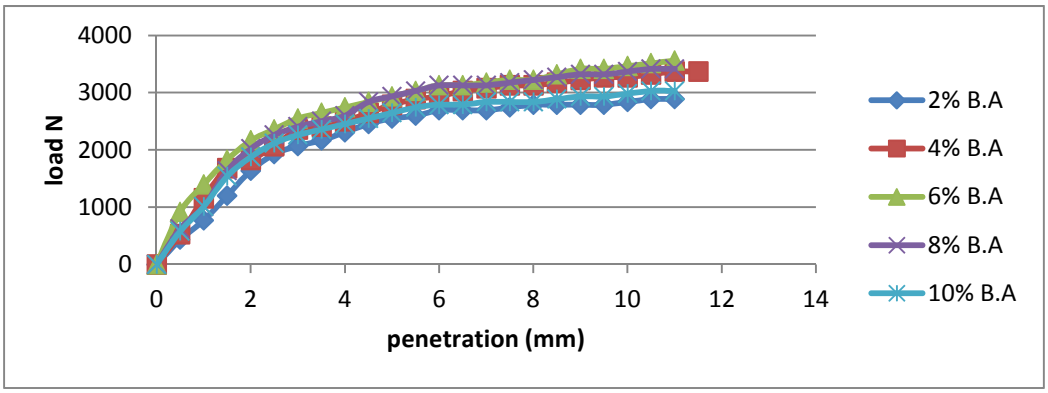


Fig. 2. CBR plot for soil with bagasse ash

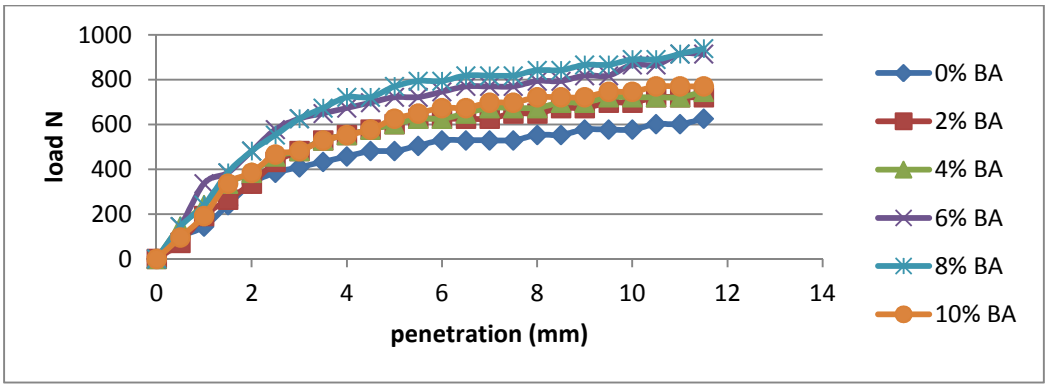


Fig. 3. CBR plot for soil with bagasse ash and single layer geogrid

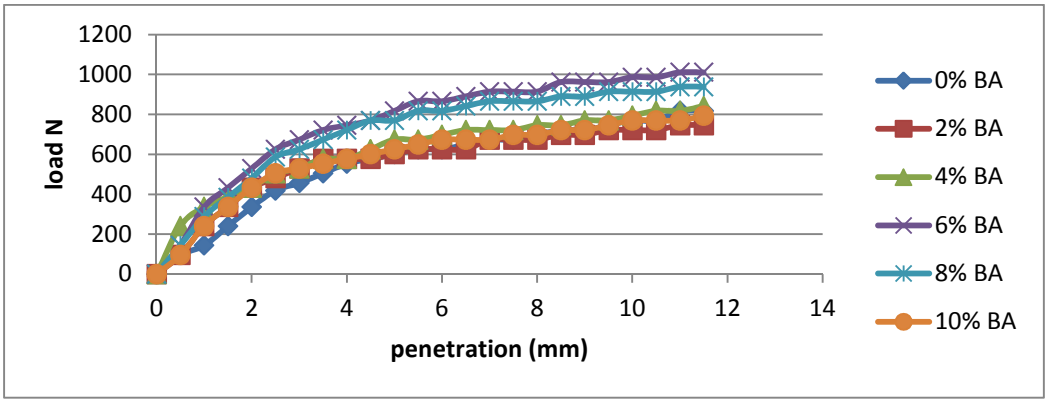


Fig. 4. CBR plot for soil with bagasse ash and double layer geogrid

4 DATA ANALYSIS

The strength of the subgrade soil is indicated by its California Bearing Ratio (CBR) value which is quite expensive and time consuming. Inorder to overcome this situation, the soaked CBR value is predicted for the stabilized soil by Genetic Algorithm (GA) and Artificial Intelligence (AI). Genetic Algorithm was performed in Excel using Evolver tool for multiple regression analysis and Artificial Intelligence was performed using Neural Networking in MATLAB computer aided software. Experiments were done to stabilize the soil with bagasse ash and geogrid in the laboratory and these values were taken as variables for the prediction of CBR.

4.1 MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS

MRA has been carried out by considering soaked CBR value as the dependent variable and the rest of soil properties as independent variables. With Genetic Algorithm each possible solution becomes an independent "organism" that can "breed" with other organisms. The spreadsheet model acts as an environment for the organisms, determining which are “fit” enough to survive based on their results.

MRA can be carried out using standard statistical software like Data Analysis Tool Bar of Microsoft Excel in order to derive the relationship statistically.The Objective Function for applying Genetic Algorithm in this research study will be formulated as follows. Y is directly proportional to the variables X1, X2, X3, X4,X5. So, the equation created will be

$Y = b0 + b1X1 + b2X2 + b3X3 + b4X4 + b5X5$

Where b0, b1, b2, b3, b4 and b5 are the constants.

The values of above constants will be solved using the Multiple Regression Analysis in the Data Analysis Toolpak a built-in Add-In for Microsoft Excel. So by inputting the values of California Bearing Ratio, Plasticity Index, Optimum Moisture Content, no of geogrid layers and bagasse Ash Fractions we can obtain the values for the constants.Correlation quantifies the degree to which dependent and independent variables are related. When R is 0.0, there is no relationship. When R is 1, there is a good relation. Any correlation with R2 value equal to 0.80 or above will be viewed as a best fit.

To test the significance of regressions, analysis of variance (ANOVA) was employed. In this test, a 95% level of confidence was chosen. If the calculated F value is greater than the tabulated F value, the null hypothesis is rejected and there is a real relation between dependent and independent variables ([1], [4], [10], [11], [12]).

4.2 ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Due to difficulties in solutions of the complex engineering systems, there is an increased demand to study on artificial neural network (ANN) inspired by the behavior of human brain and nervous system. Each ANN model can be differently organized according to the same basic structure. There are three main layers in ANN structure; a set of input nodes, one or more layers of hidden nodes, and a set of output nodes. Each layer basically contains a number of neurons working as an independent processing element and densely interconnected with each other. The neurons using the parallel computation algorithms are simply compiled with an adjustable connection weights, summation function and transfer function. The methodology of ANNs is based on the learning procedure from the data set presented it from the input layer and testing with other data set for the validation. A net workis trained by using a special learning function and learning rule. In ANNs analyses, some function called learning functions is used for initialization; training, adaptation and performance function. During the training process, a network is continuously updated by a training function which repeatedly applies the input variables to a network till a desired error criterion is obtained. Adapt functions is employed for the simulation of a network, while the network is updated fore ach time step of the input vector before continuing the simulation to the next input. Performance functions are used to grade the network results. In the learning stage, network initially starts by randomly assigning the adjustable weights and threshold values for each connection between the neurons in accordance with selected ANNs model. After the weighted inputs are summed and added the threshold values, they are passed through a differentiable non-linear function defined as a transfer function. This process is continued, until a particular input captures to their output (i.e., target)or as far as the lowest possible error can be obtained by using an error criterion. In other words the network training is the determination of the weights and the biases. An ANN model can be differently composed in terms of architecture, learning rule and self-organization. The neural network training is given in figure.5 ([1], [4], [10], [11], [12]).

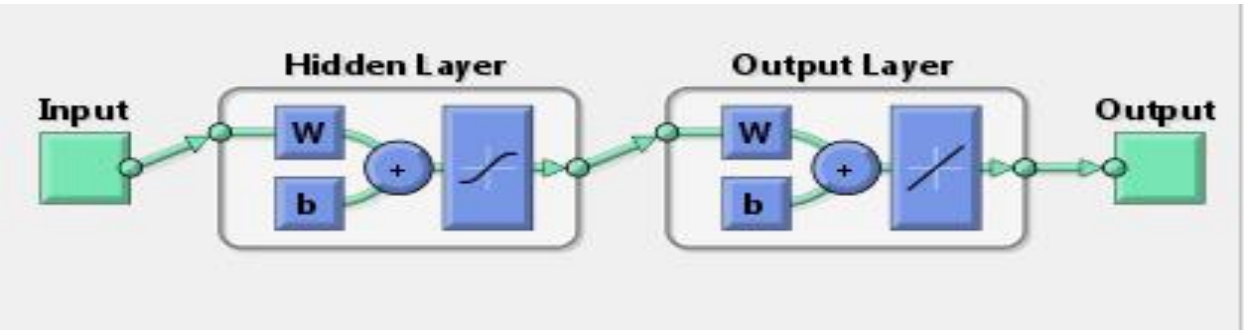


Fig. 5. Neural network

5 RESULTS AND DISCUSSIONS

This elaborates the results obtained from various tests on the soil with bagasse ash and geogrid. The tests were conducted on the soil sample at optimum moisture content. Also soaked CBR tests on soil are expensive and time consuming to conduct, it would be useful for practical purpose relations based on easily measurable parameters. For a certain type of soil the purpose is to establish relations between the geotechnical parameters both mechanical and physical in order to facilitate the input process for computer analysis.

5.1 EFFECT OF BAGASSE ASH AND GEOGRID ON COMPACTION

The variation of change in maximum dry density with respect to the % of bagasse ash added and the number of geogrid layers is shown in figure 6.

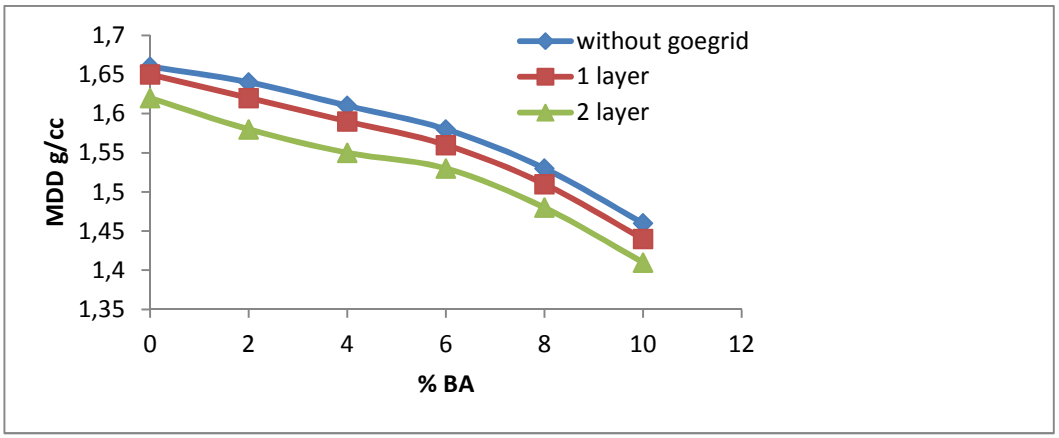


Fig.6. Variation of MDD

5.2 EFFECT OF BAGASSE ASH AND GEOGRID ON SHEAR STRENGTH

A graph showing the variation of unconfined compression strength of soil sample mixed with varying percentage of bagasse ash is shown in figure 7.

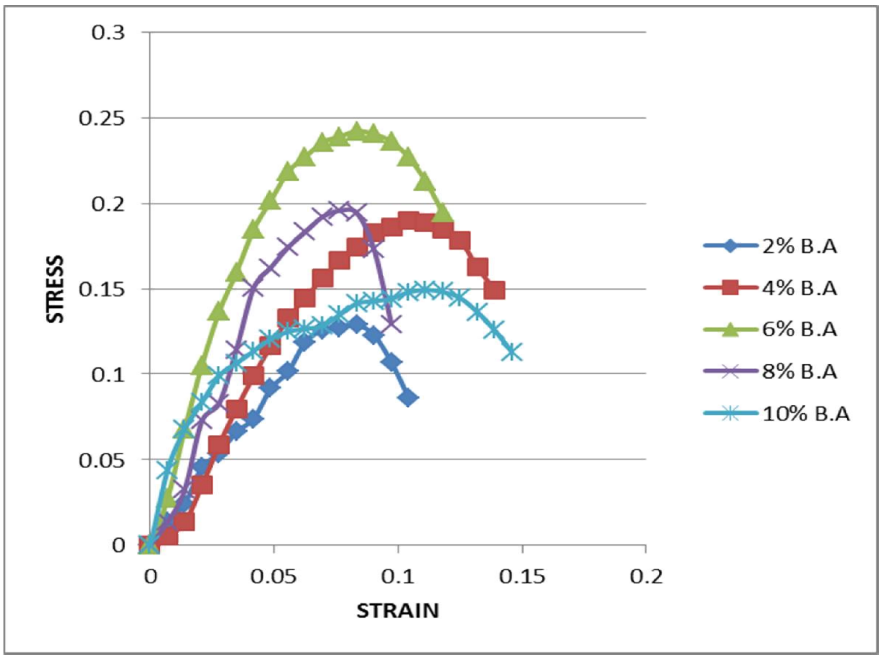


Fig.7. Comparison UCC graph for soil with bagasse ash

5.3 EFFECT OF BAGASSE ASH AND GEOGRID ON STRENGTH

A graph showing the variation of California bearing ratio value of soil sample is shown in figure 8.

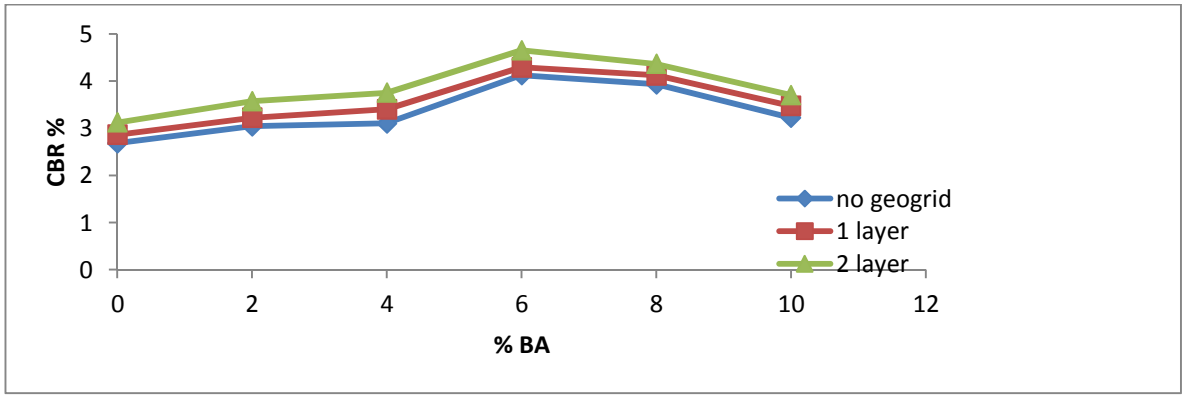


Fig.8. Variation of CBR value

5.4 PREDICTION OF SOAKED CBR

The Strength of the subgrade soil is indicated by its California Bearing Ratio (CBR) value which is quite expensive and time consuming. In order to overcome this situation, the CBR value is predicted by regression models using the soil parameters which are proportional to the strength of the soil. The methods used for predicting the CBR value are as follows.

1. Multiple Regression Analysis
2. Artificial Neural Network

5.5 CORRELATION PARAMETERS

The correlation parameters are:

Table 13. Correlation parameters

Y	X1	X2	X3	X4	X5
2.68	15	1.66	30	0	0
3.042	16	1.64	27	2	0
3.101	17	1.61	24	4	0
4.12	17.5	1.58	19	6	0
3.93	18	1.53	22.5	8	0
3.22	16	1.46	25	10	0
2.86	15	1.65	30	0	1
3.22	16	1.62	27	2	1
3.4	17	1.59	24	4	1
4.29	17.5	1.56	19	6	1
4.12	18	1.51	22.5	8	1
3.47	16	1.44	25	10	1
3.12	15	1.62	30	0	2
3.57	16	1.58	27	2	2
3.75	17	1.55	24	4	2
4.65	17.5	1.53	19	6	2
4.36	18	1.48	22.5	8	2
3.7	16	1.41	25	10	2

5.6 REGRESSION MODEL

In statistics, regression analysis is a statistical process for estimating the relationships among variables. It includes many techniques for modeling and analyzing several variables, when the focus is on the relationship between a dependent variable and one or more independent variable.

For the X and Y values, the regression equation is developed.

The output is given in the coefficients column in the last set of output

So our regression equation is

$Y=9.89+0.144562X_1-3.52975X_2-0.12072X_3-0.07613X_4+0.149065X_5$

The correlation is

CBR=0.144562OMC-3.52975MDD-0.12072PI-0.07613BA+0.149065 geogrid+9.89

Also in the regression statistics output gives the goodness of fit measure. Correlation quantifies the degree to which dependent and independent variables are related. When R is 0.0, there is no relationship. When R is 1, there is a good relation. Any correlation with R2 value equal to 0.80 or above will be viewed as a best fit.

Adjusted R square = 0.89 which measures the fit

This means 89% of Y is determined by X

A graph is plotted between observed and predicted values and this graph is shown in figure.9.

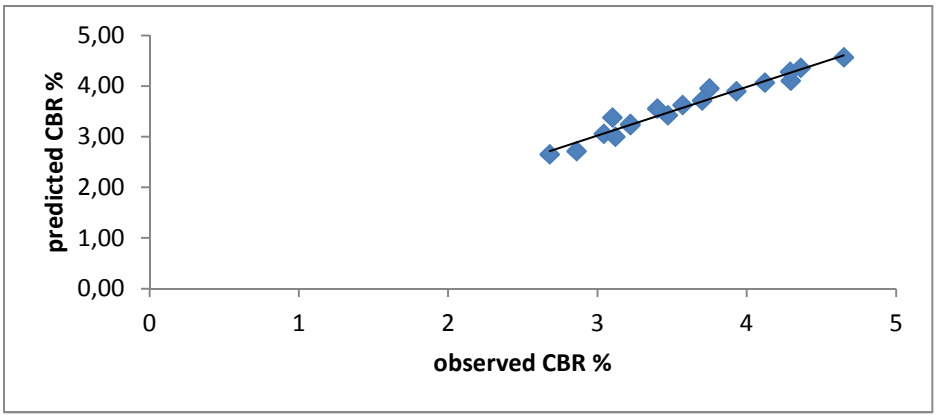


Fig.9. Correlation between predicted & observed CBR

5.7 RELIABILITY CHECKING USING ANOVA SINGLE FACTOR

Analysis of variance (ANOVA) is a collection of statistical models used to analyze the differences between group means and their associated procedures (such as "variation" among and between groups). In ANOVA setting, the observed variance in a particular variable is partitioned into components attributable to different sources of variation. In its simplest form, ANOVA provides a statistical test, whether or not the means of several groups are equal, and therefore generalizes *t*-test to more than two groups. Doing multiple two-sample t-tests would result in an increased chance of committing a type I error for this reason, ANOVAs are useful in comparing (testing three or more means (groups or variables) for statistical significance.

When p-vaue is less than 0.05, the correlation is very reliable and F-value is greater than that of F_{crit} value, then the correlation is very reliable.

In this test, a 95% level of confidence was chosen. If the calculated F value is greater than the tabulated F value, the null hypothesis is rejected and there is a real relation between dependent and independent variables.

Since the calculated F value (=30.47) is greater than the tabulated F value (F=2.30), the null hypothesis is rejected. Therefore, it is concluded that the model is reliable.

5.8 ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

For the neural network modelling, totally 18 datasets were taken for analysis. The variables that have been identified in the literature review and others which appear to have high significance over CBR value were used for ANN prediction modeling. The parameters such as plasticity index (PI), maximum dry density (cd), optimum water content, bagasse ash fraction and no. of geogrid layers were taken into consideration as input parameters for the ANN modeling. The soil parameters used herein were obtained by routine laboratory tests. For this study, 70% data were used for testing, 15% data were used for validation and the remaining 15% for training the neural network. Testing data set were not used during development of the neural network, so that they can be a good indicator for testing the accuracy of the developed network.

The ANN tool of MATLAB computer aided Software was used to execute the necessary computations. In order to compute the most appropriate ANN architecture for the modeling, the number of neurons in the hidden layer and number of multi-layer networks were tried to predict best CBR values. The architecture of the modeling was formed by using feed-forward artificial neural networks with inputs is shown in figure 10. The results of the developed ANN model are evaluated by the coefficient of determination (R2).

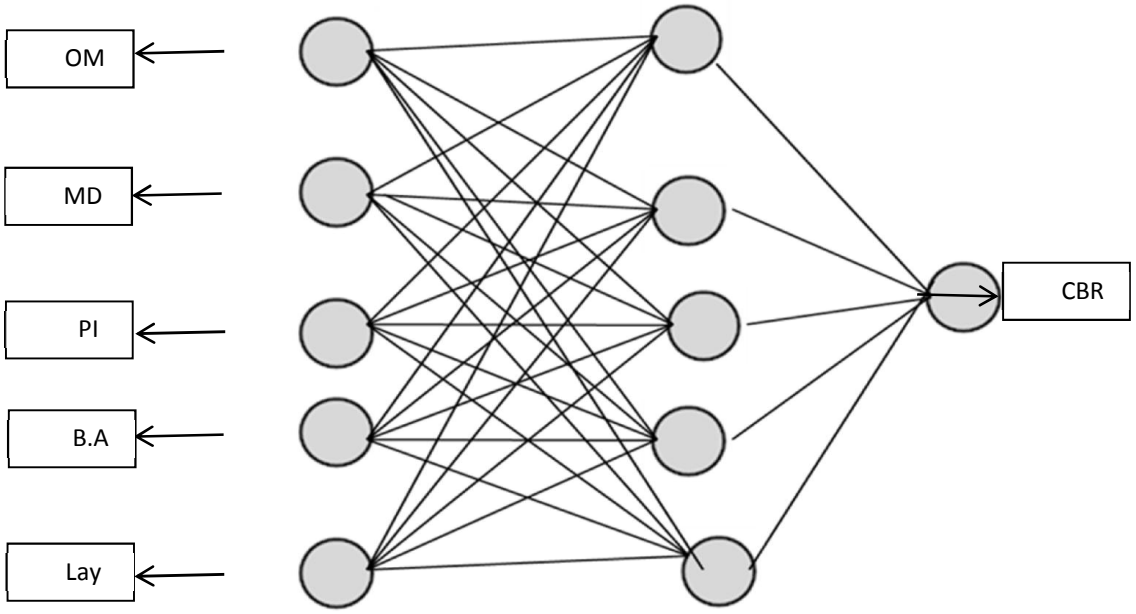


Fig.10. Architecture of Neural Network model

5.9 COMPARISON OF MRA AND ANN MODEL

A comparison of the predicted accuracies of the ANN and MRA model has been taken into account. The coefficient of determination R2 and error were taken for comparison of both the models in checking their accuracy.

In MRA the coefficient of determination R2 is 0.89 and in ANN the value is observed to be 0.94. The values in MRA are found with error percentage higher. In ANN the values are found to be more promising with minimum error percentage. The soil parameters like optimum moisture content, maximum dry density, plasticity index, bagasse ash fraction are found to be reasonable in the prediction of CBR in both the MRA and ANN modeling.

6 CONCLUSIONS

The following conclusions were obtained from the study carried out.

- The CBR value is observed to be maximum when 6% of bagasse ash is added to the soil with double layer geogrid.
- The statistical parameters such as optimum moisture content, maximum dry density, plasticity index and bagasse ash fraction appears to be reasonable in the prediction of CBR value.
- Both the ANN and MRA models are very accurate in predicting the CBR of bagasse ash with geogrid stabilized soil.
- It is found that the ANN is found to be a valuable tool for predicting the values when the inputs are given with minimal error percentage than that for the MRA.

REFERENCES

[1] Akshaya Kumar Sabat, 2013, "Prediction of California Bearing Ratio of a Soil Stabilized with Lime and Quarry Dust Using Artificial Neural Network," EJGE, and Vol. 18: 3261-3272.

[2] ASTM D1883-07e2. 2007. "Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils, American Society for Testing of Materials," Pennsylvania, USA.

[3] Bhuvaneshwari S, Robinson RG, Gandhi SR (2005), "Stabilization of expansive soils using fly ash." Fly Ash Utilization Programme, (FAUP), Technology Information Forecasting & Assessment Council (TIFAC), Department of Science and Technology (DST), New Delhi, India

[4] JyotiS.Trivedia, Sandeep Nair and ChakradharIyyunni, 2013, "Optimum Utilization of Fly Ash for Stabilization of Sub-Grade Soil using Genetic Algorithm," ELSEVIER, 51: 250 – 258.
[5] Mohammed Abdullahi.," Influence of Compactive Effort on Bagasse Ash with Cement Treated Lateritic Soil, Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies," Issue 10:79-92.
[6] Mohanty, B., Chauhan, M.S. and Mittal, S. 2011, "California Bearing Ratio of Randomly Oriented Fiber Reinforced Clayey Subgrade for Rural Roads," Proceedings of Indian Geotechnical Conference, Kochi, India, Dec. 15- 17: 611-614.
[7] Moses, G and Osinubi, K. J., (2013) "Influence of Compactive Efforts on Cement-Bagasse Ash Treatment of Expansive Black Cotton Soil," World Academy of Science: 79-285.
[8] Osinubi, K. J and Eberemu. A. O. 2006 "Effect of bagasse ash on the strength of stabilized lateritic soil," Book of Abstracts 5th Nigerian Material Congress (NIMACON), Nov 15th – 18th, Abuja, Nigeria: 24 – 25.
[9] Patel, S.R. and Desai, M.D. 2010. "CBR Predicted by Index Properties for Alluvial Soils of South Gujarat Proceedings of Indian Geotechnical Conference," India, Dec. 16- 18: 79-82.
[10] Taşkıran, T. (2010) "Prediction of California bearing ratio (CBR) of fine grainedsoilsby AI methods," Advances in Engineering Software, Vol.41:886-892.
[11] Venkatasubramanian, C. and Dhinakaran, G. 2011. "ANN Model for Predicting CBR from Index Properties of Soils, "International Journal of Civil and Structural Engineering, Integrated Publishing Association (IPA), 2 (2): 605-611.
[12] Yildrim, B. and Gunaydin, O. 2011." Estimation of CBR by Soft Computing Systems, Expert Systems with Applications, "ELSEVIER, 38: 6381-6391.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 101-120
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Estime de soi et habileté de communication des agents des entreprises publiques de la ville de goma / RD Congo : Etude menée à la Direction provinciale des impôts, du Fonds de Promotion de l'Industrie et de l'Office National du Café

Blaise BALUME BAKULIKIRA

Licencié en psychologie à l'Université de Goma, Assistant du second mandat à la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education à l'Université de Goma, RD Congo

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

ABSTRACT: The present work was about the esteem of oneself and cleverness of communication of the agents of the public corporations of the city of Goma/DRC case of the DPI, ONC and FPI So, we resorted to a questionnaire as scale of Likert managed in a direct manner to a sample uncertain of 55 agents pulled by the systematic technique. To strip and to treat the data, we resorted in the software SPSS, version 18. After the survey, we got the following results: The first hypothesis stipulated that the agents of the public corporations would use a weak level of the communication cleverness (relational, of precision and summing up) at the time of their benefits. The found results clearly show that the hypothesis is varied, because, more of the half of the topics develop the cleverness of communication in a moderate manner. The results referring to the effects of the social and demographic variables as age, the sex, the level of survey, the seniority and the organization don't have can be decided in the present article. As for the second hypothesis, one expected what the esteem of oneself encourages the communication of the agents of the public corporations positively at the time of their benefits. The results to which we succeeded show with precision that the hypothesis is invalidated, because, the results advanced by agents reflect weak and non-meaningful interrelationships with the esteem of oneself. The communication is a very large survey field but the cleverness of communication is even more precise concepts. Some aspects are sometimes appreciated partially, what constitutes some points of reference marks concerning the cleverness of communication for the future research.

KEYWORDS: Esteem of oneself and cleverness of communication.

RESUME: Le présent travail a porté sur « l'estime de soi et habiletés de communication des agents des entreprises publiques de la ville de Goma/RDC, cas de la DPI, ONC et FPI » Ainsi, nous avons recouru à un questionnaire sous forme d'échelle de Likert administré de manière directe à un échantillon aléatoire de 55 agents tiré par la technique systématique. Pour dépouiller et traiter les données, nous avons recouru au logiciel SPSS, version 18. Après l'étude, nous avons obtenu les résultats suivants : La *première hypothèse* stipulait que les agents des entreprises publiques utiliseraient un niveau faible des habiletés de communication (relationnelle, de précision et de récapitulation) lors de leurs prestations. Les résultats trouvés montrent clairement que l'hypothèse est nuancée, car, plus de la moitié des sujets développent les habiletés de communication de manière modérée. Les résultats référant aux effets des variables sociodémographiques telles que l'âge, le sexe, le niveau d'étude, l'ancienneté et l'organisation n'ont pas pu être tranchés dans le présent article. Quant à la *deuxième hypothèse*, on s'attendait à ce que l'estime de soi favorise positivement la communication des agents des entreprises publiques lors de leurs prestations. Les résultats auxquels nous avons abouti montrent avec précision que l'hypothèse est *infirmée*, car, les résultats avancés par des agents reflètent des corrélations faibles et non significatives avec l'estime de soi. La communication est un champ d'étude très large mais les habiletés de communication sont des concepts encore plus précis. Certains aspects sont parfois partiellement appréciés, ce qui constitue quelques points de repères concernant les habiletés de communication pour les futures recherches.

MOTS-CLEFS: Estime de soi, Habileté de communication.

Corresponding Author: Blaise BALUME BAKULIKIRA

1 INTRODUCTION

La thématique de la communication est devenue l'un des thèmes centraux de notre société contemporaine. Du responsable de l'Etat au citoyen de base, chacun s'interroge autant sur les difficultés à communiquer. Comment favoriser la communication entre les hommes, entre les groupes et à l'intérieur des organisations ? Des cohortes de spécialités de la communication vendent leurs services et une multitude de méthodes sont proposées pour se former ou s'améliorer dans les pratiques de communication. Dans le monde actuel du travail, la communication acquiert une place importante comme facteur de toute performance.

A titre de gestionnaire, le superviseur doit pouvoir communiquer efficacement avec ses employés, ses collègues et ses supérieurs. En effet, la plupart des activités reliées à ses fonctions exigent une solide maîtrise des habiletés de communication. Les habiletés de communication forment la pierre angulaire dans la vie de chaque jour, la base qui permet d'atteindre les buts. Les habiletés de communication verbale, non verbale ou écrite permettent aux personnes de savoir ce qu'ils pensent, ce qu'ils vont faire et ce qu'ils souhaitent que les autres fassent.

Parler, écouter, savoir parler, savoir écouter et être en relation à travers les multiples canaux, constituent l'essentiel aujourd'hui pour tout gestionnaire qui décide de promouvoir et d'accroître la qualité de gestion de son organisation en relation d'aide. Taylor cité par Espérance (2012, p.1) a remarqué que la place de l'homme au sein d'une entreprise est incontournable. Les organisations qui choisissent le mode d'automatisation comme facteur de l'accroissement au rendement, ignorant de fait que la prospérité d'une organisation n'est pas due seulement aux capitaux en jeux, aux machines et aux efforts d'un individu, mais de la conjonction des efforts de l'ensemble du personnel.

C'est pour dire que le travailleur, en relation d'aide, n'est pas un simple personnel, car son aptitude et ses habitudes liées à l'exercice du métier sont sources de production. Les interactions qui se traduisent par la communication franche, celle-ci supposent la relance des intérêts, des désirs, des jugements et des opinions de tout un chacun dans le souci majeur d'améliorer la qualité de relation entre agents. La communication se révèle donc indispensable au fonctionnement de l'organisation pour assurer l'efficacité de son système technique en permettant le maintien d'un minimum d'interdépendances entre les individus, les groupes, les bureaux au sein du système. Les processus de communication sont des outils sociaux qui permettent l'interaction humaine, conditionnent l'existence et l'efficacité des organisations. Ces processus se traduisent par les habiletés qui régissent les différentes composantes de l'organisation.

Par rapport à l'estime de soi, Noley (2012, P.25) pense que pour estimer une personne, il faut respecter deux conditions : connaître cette personne et la voir agir d'une façon qui se conforme à nos valeurs. Ces deux ingrédients sont aussi indispensables dans l'estime de soi. En somme, pour bâtir, maintenir ou augmenter notre estime, il faut exister comme un individu à part entière et agir conformément à nos valeurs. L'estime de soi se bâtit en agissant sur différentes dimensions de notre existence. A première vue, certaines de ces dimensions apparaissent plus fondamentales que d'autres. Mais il ne s'agit pas d'un processus linéaire car nous pouvons agir sur différentes composantes de notre vie en obtenant un résultat sur l'estime de soi. Par cela, il suffit que l'action respecte nos valeurs.

Pour James (1890 p.16), l'estime de soi est le résultat d'un rapport entre nos succès et nos prétentions dans les domaines importants de la vie. En d'autres termes, l'estime de soi est le entre ce que sont réellement les humains et ce qu'ils veulent être (leur idéal de soi). Certaines recherches empiriques montrent que plus l'écart entre le soi réel et idéal de soi est important, plus l'estime de soi est faisable. Pour Bandura (2002, pp.24-26), le sentiment d'auto-efficacité (qui correspond à la perception selon laquelle un individu peut mette en œuvre une suite d'actions pour arriver à un but donné) et l'estime de soi représentent deux construits théoriques distincts. L'estime de soi peut provenir d'auto-évaluations basées sur la compétence personnelle, mais aussi sur la possession de caractéristiques personnelles investies de valeurs positives ou négatives. Il s'avère que l'estime de soi est multidimensionnelle (travail, vie sociales, …). Il n'y a pas de lien systématique ente le sentiment d'auto-efficacité et l'estime de soi.

Selon Maslow (1970, p.92), l'estime de soi est considéré comme un élément clé de la hiérarchie des besoins humains de base, au sommet de laquelle on trouve l'auto-actualisation de soi ou accomplissement de soi. Les besoins d'un niveau ne peuvent être satisfaits que si les besoins du niveau inférieur l'ont été auparavant. Une totale auto-actualisation de soi n'est pas atteignable, ce terme désignant plutôt l'idée d'un processus en cours que nous poursuivons tout au long de notre vie. L'auto-actualisation dépend donc d'un développement continuel de notre potentiel, et non pas d'une tentative d'être parfait.

La construction d'une estime de soi constitue un des aspects les plus importants du processus de croissance humaine. Le concept d'estime de soi englobe le besoin du respect de soi, de confiance en soi, de pertinence de ses actions et de valeur

personnelle, tous ces facteurs étant nécessaires à l'expérimentation de son accomplissement. La réalisation d'un certain niveau d'estime de soi est nécessaire au démarrage du processus d'auto-actualisation. En développant notre potentiel, on se nourrit soi-même et on peut arriver « à nous aimer nous-mêmes comme nous aimons Dieu ».

En développant son potentiel, on apprécie de plus en plus sa propre valeur, sa propre importance et on construit ainsi le socle d'une bonne estime de soi. Les régies financières de la ville de Goma en particulier le FPI, l'ONC et la DGI/Goma en province du Nord –Kivu (RDC) ne sont exemptées de cette réalité. C'est dans ce cadre que nous nous posons deux questions interactives suivantes : à quel degré les agents des entreprises publiques utilisent-ils les habiletés de communication lors de leurs prestations ? En outre, l'estime de soi d'un agent favorise-t-elle les habiletés de communication ?

Dans une démarche d'analyse quantitative, la présente étude poursuit deux objectifs complémentaires : appréhender le niveau d'utilisation des habiletés de communication des agents des entreprises publiques et identifier le degré de relation entre l'estime de soi et les habiletés de communication des agents.

Partant du contour effectué au niveau de la problématique, en nous inspirant aussi des idées de Bibola (2015) à propos de styles de communication, sans laisser pour compte les données des observations quotidiennes et des entretiens avec quelques agents initiés au mois de février avant de circonscrire ce sujet, nous présumons que les salariés de ces trois institutions seraient marqués par de degrés faibles du niveau des habiletés de communication quels que soient l'âge, le sexe, le niveau d'étude ou l'ancienneté liée au poste. Par ailleurs, plus l'estime de soi est faible chez l'agent plus il développera sans un déficit de communication interpersonnelle.

Pout tout travail scientifique, il est préférable de définir clairement l'intérêt que revêt l'étude. L'intérêt de cette étude réside dans la pratique et dans la théorie. Sur le plan pratique, il pourra offrir aux responsables de GRH et à d'autres acteurs du gouvernement congolais œuvrant dans les domaines de régies financières en général, un instrument de base pour la promotion de rendements et de la prévention des conflits interpersonnels. Au plan théorique, ce travail pourrait fournir aux chercheurs qui aborderaient ce thème, des informations nécessaires sur les profils des habiletés de communication interpersonnelles de travailleurs congolais.

Pour réaliser ce travail, nous nous sommes intéressés au personnel employé dans les trois régies financières. L'effectif total est de l'ordre de 155 agents. Dans la collecte des données, nous avons recouru à un questionnaire sous forme d'échelle de Likert qui a été administré à un échantillon aléatoire de 55 agents. Le dépouillement et le traitement des données se sont effectués par le logiciel SPSS, version 18.

A propos de la subdivision de cette étude, hormis l'introduction, la conclusion, cet article est constitué de trois points. Le premier porte sur les considérations théoriques. Le deuxième concerne le cadre méthodologique. Les résultats sont exposés au troisième point.

2 CONSIDERATIONS GENERALES

Un mot peut être défini des différentes façons par plusieurs auteurs selon qu'il se situe dans un domaine ou un autre. Il arrive que les termes simples et d'usages courant posent parfois des difficultés d'être circonscrit de façon concise et précise. Les difficultés proviennent de la variabilité de sens que comporte tout concept. En vue d'éviter tout malentendu, le chercheur se voit obligé de définir les concepts dans son travail.

2.1 COMMUNICATION

2.1.1 DÉFINITIONS

Selon Shannon cité par Bibola (2013), la communication est l'ensemble des processus par lesquels s'effectuent les échanges d'informations et de significations entre des personnes dans une situation sociale donnée. Pour Syllamy (1991, p. 37), la communication est, tout d'abord, une perception. Elle implique la transmission intentionnelle ou non, d'informations destinées à renseigner ou à influencer un individu ou un groupe récepteur. La communication est émission et transmission d'un message par une personne ou un groupe et sa réception par autrui avec des erreurs possibles, liées surtout au codage de la langue parlée ou écrite, du langage mimi gestuel, par l'émetteur, puis au décodage par le récepteur (Muller, 2002, p.24).

C'est dans cette optique la communication est un échange réciproque des individus utilisant le même langage, des codes partagés et des gestes ayant une signification. Dans ce contexte, nous considérons la communication comme la transmission d'une information à une personne ou au sein d'un groupe en vue d'atteindre une réciprocité.

2.1.2 THÉORIES SUR LA COMMUNICATION

Nous abordons ce point en soulevant quelques théories de certains auteurs qui ont parlé de la communication.

2.1.2.1 LA COMMUNICATION COMME SITUATION TECHNIQUE

La théorie de la communication est apparue dans les années 1945-1950, en même temps que la théorie de l'information. Elle avait alors pour objectif de formaliser et de modéliser la relation homme-machine entre les ordinateurs naissant et leurs utilisateurs, en théorisant et en conceptualisant la communication afin de l'inculquer aux ordinateurs. C'est une base de la cybernétique qui, pour faire ressortir l'élément de communication, utilise le concept de boîte noire, ce qui permet de le dissocier de l'élément émetteur ou récepteur (Weaver, 1949, p.62).

Il y a communication lorsque, l'on émet ou que l'on reçoit un message et lorsque l'on donne une signification au message, aux signaux, ce qui permet de le comprendre. Celle-ci peut-être déformée par des parasites sonores ou environnementaux, ce qui gêne l'attention et donc, la compréhension.

La rétroaction (ou feed-back) est un outil utilisé à des fins de reconnaissance, ce qui signifie que l'on a compris le message émis. Elle peut être positive ou négative et renvoie au fait du comprendre ou non le message. N'a ni de commencement, ni de fin. L'être humain a une éducation, une psychologie, des codes, des valeurs, une humeur qui lui sont propres. La compréhension du message est fonction de tous ces éléments (Mattelart, 2010, p. 55).

Selon cette théorie il existe quatre facteurs de communication interdisciplinaire :

- Facteur Physique : selon l'endroit dans lequel on se trouve on ne communique pas de la même façon ;
- Facteur Culturel : selon le style de vie, les croyances et les valeurs ;
- Facteur Socio-psychologique : relations de statuts des interlocuteurs ;
- Facteur Temporel : selon le moment où nous nous exprimons (exemple : enterrement, mariage).

Toute communication comporte une méta-communication. En fonction du ton de la voix, le message est différent. Les enjeux de la communication selon Mucchielli (2006, p. 70) sont les suivants : l'information positivement sociale, la mobilisation (persuasion), le relationnel (favorise la prise de contact et les relations) et le normatif (ritualisation, normes, éducatives, politesse).

2.1.2.2 LA COMMUNICATION DANS LE CADRE D'ANALYSE PSYCHOSOCIOLOGIQUE

Du point de vue psychosociologique, la communication peut être définie de manière sensiblement différente de celle de Shannon (le processus de communication sont fondateurs de processus sociaux). Echange d'informations, de significations, les processus de communication sont donc fondamentalement sociaux, ils reposent et sont déterminés par les phénomènes d'interaction. Selon le modèle psychosociologique, toute communication est une interaction. Étant une interaction, elle se présente comme un phénomène dynamique produisant une transformation. C'est-à-dire qu'elle s'inscrit dans un processus d'influence réciproque entre des acteurs sociaux. La communication ne peut être conçue comme un simple processus de transmission fondée sur l'interaction, elle est toujours une transaction entre les locuteurs, l'émission et le récepteur sont simultanées. L'émetteur est un même temps émetteur et récepteur, et non pas émetteur puis récepteur (et réciproquement) (Shannon, 1952, p.92).

Shannon, (1952, p.92).ajoute que la communication est donc bien un acte social, cet acte pouvant être délibéré ou involontaire, conscient ou non. Elle est en tout cas l'un des actes fondateurs du lien social, et comme le formulent bien les théoriciens (Watzalawick, Weaver, Lasswell, Newcomb, Berlo, Jakobson, etc.) de la « nouvelle communication» : on ne peut pas communiquer si l'on admet que dans une interaction, tout comportement a la valeur d'un message, c'est-à-dire qu'il est une communication. La communication ne repose pas bien entendu sur la seule expression orale, elle est un système à canaux multiples : les gestes, les mimiques, la position corporelle, le silence lui-même sont des actes de communication. Ils véhiculent en effet une signification en témoignant la nature du lien social existant ou souhaité. La communication a donc toujours une finalité, un objectif. Cet objectif peut être explicite, implicite ou non conscient. Quelle que soit la situation de la communication étudiée, l'une des questions fondamentales que l'on devra se poser pour comprendre et intervenir dans les situations de communication sera : quels sont les objectifs réels des acteurs ? Car, bien entendu, les objectifs réels sont totalement différents (Watzlawick et al, 1972, p.76). Meunier et al. (2004, pp. 271, 279) soulignent encore que toute communication est un acte et un acte social. Issue de la relation sociale, la communication forme, maintien ou transforme la relation. On peut figurer graphiquement cela au moyen d'un de ces schémas.

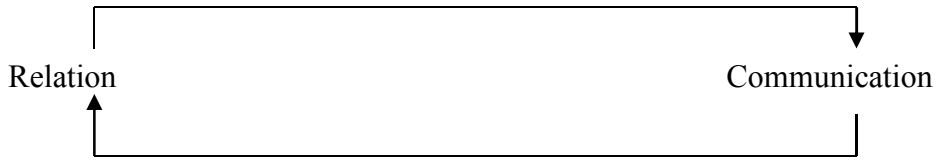
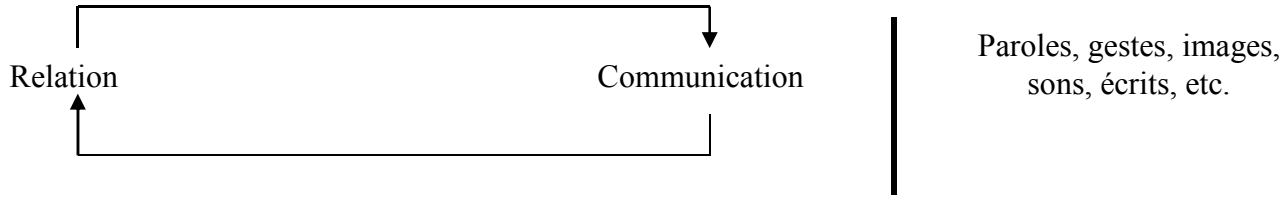


Figure 2 : Titre

Ce schéma synthétise assez bien une des idées centrales de la linguistique pragmatique. Mais il n'y a aucune raisons de ne pas généraliser. Tous les modes de communication, en effet, ont quelque chose à avoir avec la relation sociale : la parole et la gestualité non verbale bien sûr, mais aussi l'écrit, l'image, le son et toutes les combinaisons de ces matières signifiantes que l'on peut observer dans les médias. Inscrivons cette diversité de mode de communication dans notre schéma (Meunier et al.2004, p. 271,279).



L'auteur continu en disant que ces modes de communication n'agissent pas de la même façon. Une des manières de les définir consisterait précisément à caractériser la façon spécifique dont chacun s'inscrit dans (et agit sur) l'interaction sociale. L'histoire humaine et sociale nous a légué une multiplicité de modes de communication : la gestualité, la parole, l'image, l'écriture, etc. qui peuvent fonctionner séparément mais qui dans beaucoup de cas, se combinent et interagissent dans des actes particuliers de communication

2.1.3 LES HABILETÉS DE COMMUNICATION

Les gestionnaires sont formés afin d'intervenir de façon professionnelle avec les individus, les groupes et les communautés qu'ils rencontrent, ils doivent avoir les habiletés de base pour faire de la gestion. Parmi celles-ci, les habiletés de communication sont nécessaires afin que les gestionnaires puissent interagir avec les membres de l'organisation auprès de laquelle ils travaillent. Ces habiletés sont requises pour l'établissement et le maintien de relations interpersonnelles efficaces. La façon dont le gestionnaire utilisera ces habiletés déterminera la qualité de son contact avec les membres de l'organisation de même que la réussite de ses interventions. Il est alors essentiel de bien le connaître et de bien s'en servir. Les Habiletés de communication sont l'écoute active, la vérification, le reflet, la reformulation, la clarification, le résumé. Le feed-back constructif, la spécificité et l'immédiateté (Beaudry, 2001, p. 89).

L'échec des communications s'explique souvent par l'incapacité d'écouter véritablement autrui. Les effets d'une bonne écoute sont nombreux. La communication avec le membre de l'organisation est plus intime, l'aidant a un meilleur contact avec le monde intérieur de la personne qu'il aide ce qui contribuera au développement de sa capacité d'écoute face à lui même et face à ce qu'il vit dans ses relations avec les autres collègues. Cela apporte aussi une conscience de soi plus vive et une ouverture naturelle à autrui. De plus, une bonne communication consiste à vérifier ses interactions avec autrui (Pauze, 1984, p.230).

L'auteur ajoute que la vérification est utile pour s'assurer que l'effet du message envoyé est bien celui prévu par la personne qui le transmet. Il faut aussi bien comprendre le message communiqué par autrui. Il doit donc être clair et précis. Par ailleurs, le reflet et la reformulation permettent de vérifier le contenu verbal(les mots utilisés) et le contenu non verbal (les sentiments exprimés) dans la transmission et l'interprétation des messages. Le reflet consiste à reprendre les même propos d'une personne et à lui refléter. La formulation permet de redire en ses propres mots le contenu et les sentiments que la personne a exposé. Ces deux habiletés servent à s'assurer d'avoir bien compris le message de son interlocuteur. De cette façon, l'aidant peut demander à l'aider de définir certains termes, certains de ses pensées. Ces habiletés s'avèrent, à long terme, qu'il emploie ou d'expliciter des attitudes préventives pour empêcher que la communication ne soit faussée qui utilise ces habiletés permet d'installer une relation de confiance avec son collègue car il démontre une compréhension de l'autre et l'acceptation de son vécu (Pauze, 1984, p.230).

Parmi les autres habiletés de communication, la clarification s'avère également utile afin de bien comprendre l'autre. Elle jette un nouvel éclairage sur les propos d'une personne. Le gestionnaire encourage celle-ci à s'expliquer davantage. Le résumé peut avoir mêmes fonctions que la clarification cependant, l'intervenant reprend une partie de ce que la personne a explicité pour faire un compte-rendu de tout ce qu'elle lui a révélé. Ces habiletés de communication sont utiles afin d'être en mesure de mieux communiquer avec autrui. Lorsque deux personnes se comprennent bien, il va moins de difficultés qui obstruent la relation. Un gestionnaire qui ne possède et ne maîtrise pas bien ces habiletés, ne pourra pas avoir une entière confiance en ses capacités et il risque de se sentir menacé par les propos de ses collègues (Pauze, 1984, p.230).

2.2 ESTIME DE SOI

2.2.1 DÉFINITIONS

Pour Noley (2012, p.23), l'estime de soi c'est un jugement que l'on a de soi et que l'on porte sur soi. Hoden que cite Bibola (2014) dit que l'estime de soi est l'idée qu'un individu se fait de lui-même et de la valeur qu'il s'accorde. C'est dans le même sens que Hall et al.(1978, p.19) pensent que l'estime de soi est ce que le sujet pense de lui-même, une auto-évaluation de soi-même, par soi-même, une opinion que le sujet a de ce qu'il est, ce qu'il fait, ce qu'il voit et se juge par rapport à l'environnement social. Nous pouvons ainsi dire que l'estime de soi est une appréciation favorable comporte sur soi-même.

2.2.2 NOTIONS CONNEXES

2.2.2.1 IMAGE DE SOI

Une activité fondamentale du cerveau humain est la constitution de l'image de soi. C'est elle qui influence le plus notre vie. L'image de soi est une idée que chacun d'entre nous se fait de son identité physique et psychologique. Il est surprenant de constater à quel point un de nos modes d'expression incontournable et aussi le plus universellement utilisé, est aussi aujourd'hui le plus contesté. Je veux parler de l'apparence, qui a comme traduction directe l'image de soi. Nous vivons entend-on dire, dans une civilisation de l'image, « le culte du corps », « la dictature de l'apparence ». Cette contestation vient de gens qui s'expriment eux-mêmes au travers de comportements et d'apparences, reflets de leurs états psychiques intimes (Braiker et al., 2006 p. 36).

L'image de soi d'une personne est une image mentale généralement peu résistante à un changement, décrivant la personnalité physique et psychologiques et également certains points de vue appris sur l'individu par le jugement des autres pouvant parfois interférer sur sa propre image (Rogers et al, 1977, p.35). L'auteur ajoute qu'un individu peut développer une image de soi négative. Une image de soi négative peut être le résultat de critique accumulée qu'un individu a subi durant son enfance, ce qui a conduit à endommager son propre point de vue. Les enfants en particulier sont vulnérables aux jugements de figures autoritaires.

2.2.2.2 ATTITUDES

L'attitude est un concept indispensable dans l'explication du comportement social et une notion nécessaire dans l'explication des réactions devant une tâche (Allport, 2001, p.192). C'est dans cette optique que l'auteur définit l'attitude comme étant un état mental et neuropsychologique de préparation de l'action, organisé à la suite de l'expérience et qui concerne une influence dynamique sur le comportement de l'individu vis-à-vis de tous les objets et de toutes les situations qui s'y rapportent.

2.2.2.3 OPINIONS

L'opinion est une manière de penser sur un sujet ou un ensemble de sujets, jugement personnel que l'on porte sur une question, qui n'implique pas que ce jugement soit obligatoirement juste (Du Bos, 1924, P.58). Pour Brisson (2006, p.62), une opinion personnelle est émise par une personne considérée dans son individualité et une opinion publique ou populaire quand elle est portée collectivement par la société ou présentée comme telle. Similairement, une opinion est subjective si elle se base essentiellement sur le ressenti ou la position personnelle plutôt que des faits ou raisons objectifs.

2.2.3 ESTIME DE SOI ET COMMUNICATION ORGANISATIONNELLE

Quête de reconnaissance, perte de sens, isolement, mais aussi épanouissement, construction identitaire. Tel est notre propos avec comme point d'entrée la problématique de la reconnaissance, de plus en plus soulevée mais insuffisamment interrogée dans une approche de la communication organisationnelle (Andonova et al. 2010. p.10). La communication organisationnelle est l'étude de la communication subordonnée à l'action organisée. C'est aussi l'ensemble des moyens de communication mis en œuvre pour la réalisation d'une tâche organisée (Simon, 1947, p.28). Les modèles de communication organisationnelle représentent les différentes manières dont l'information est transmise au sein d'une organisation. Il existe plusieurs types d'orientation de la communication possible dans une entreprise (Bouzon, 2006, p.85) :

- Communication vers le haut (verticale ascendante)

Ce type de communications permet de transmettre l'information d'un palier hiérarchique inférieur vers un palier supérieur. Traditionnellement, ce style de communication est plus fréquent auprès de gestionnaires que les non-gestionnaires. Cette communication est moins utilisée que la communication vers le bas et plus fréquente que la communication horizontale.

- Communication vers le bas (verticale descendante)

Ce type de transmission d'information est caractérisé par un passage de celle-ci du niveau hiérarchique supérieur vers un niveau inférieur. Son objectif consiste à faciliter la tâche pour la coordination des différents paliers hiérarchiques.

- Communication horizontale

Cette forme représente une communication inter ou intra-départementale correspondant à un même palier hiérarchique. Elle est importante car elle permet de transmettre des informations visant à résoudre des problèmes communs.

- Communication en diagonale

Elle concerne les individus travaillant dans des départements différents et n'occupant pas le même niveau hiérarchique. Dans le cadre des organisations, l'estime mutuelle constitue l'acte de reconnaissance le plus souvent rencontré résultant d'interactions sociales réussies (Andonova et al. 2009, p.136).

3 CADRE METHODOLOGIQUE

Le présent chapitre décrit la population d'étude et les techniques de collecte des données.

3.1 POPULATION ET ECHANTILLON D'ETUDE

Il est toujours conseillé à un chercheur de mener ses investigations sur une population mère ou un univers d'enquête, c'est-à-dire sur l'ensemble des individus concernés par les objectifs de la recherche. Cet univers est défini par les caractéristiques communes dénombrables à partir des documents généraux ou des recensements officiels. C'est dans ce sens que s'inscrit la définition de Mucchielli (2006, p.22) qui stipule que « la population est un groupe humain concerné par l'objectif de l'enquête ». Pour nous, il s'agit d'un ensemble des personnes concernées par l'objet de la recherche. Cette étude a porté sur l'ensemble des agents actifs de trois entreprises publiques, notamment de la Direction Générale des Impôts, de l'Office National du Café et du Fonds de Promotion de l'Industrie pendant le moment de l'enquête en Juin 2015. Le nombre de ces agents est de 155. Le tableau n° 2.1 reprend la répartition de ces individus par corporation.

Tableau n° 2.1. Effectif des agents selon les organisations

Organisation	Effectif	%
DGI/DPNK	71	46
ONC/Section de Goma	60	39
FPI/DPNSK	24	15
Total	**155**	**100**

Pour des raisons de temps et d'accessibilité à toute la population d'enquête, nous étions obligés de travailler avec une partie de cet univers appelée échantillon. De Landsheere (1974, p. 251) stipule qu'échantillonner c'est la manière de choisir un nombre défini ou limité d'individus, d'objets ou d'événements dont l'observation permet de tirer les conclusions

applicables à la population entière dans laquelle le choix a été fait. L'échantillon est une partie de l'univers, un ensemble duquel on limitera éventuellement l'objet, soit pour réduire le coût de l'enquête et rendre plus rapide son exploitation, soit parce que la population toute entière est inaccessible (Cheury, 1968, P.8),

Etant donné que les effectifs de chaque corporation étaient bien définis, nous avons préféré choisir les sujets selon la technique aveugle. Celle-ci a consisté à lister toutes les unités statistiques de manière exhaustive afin de procéder à des triages au hasard. L'avantage de cette technique réside à la représentativité de l'échantillon.

Dans le tirage, nous avons retenu 55 sujets selon les caractéristiques suivantes : organisation, sexe, âge, niveau d'étude et ancienneté. Le tableau n° 2.3 donne la répartition de nos interlocuteurs du point de vue de leur sexe.

Tableau n° 2.3 : Effectifs des sujets selon le sexe

Sexe	**Effectif**	**%**
Masculin	44	80
Féminin	11	20
Total	**55**	**100**

L'examen de ce tableau montre que 80% de nos sujets sont des hommes alors que 20 % représentent des femmes.

Tableau n° 2.4 : Répartition des sujets selon la tranche d'âge

Tranche d'âge	**Effectif**	**%**
18-30 ans	07	13
31 ans et plus	48	87
Total	**55**	**100**

Un coup d'œil sur le tableau indique que 48 sujets, soit 87 % ont une tranche d'âge qui varie entre 31 ans et plus, et 7 sujets, soit 13% ont une tranche d'âge qui varie entre 18-30ans.

Tableau 2.5 : Effectifs des sujets selon le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	**Effectif**	**%**
Inférieur à 15 ans	12	22
15 ans et plus	43	78
Total	**55**	**100**

Les résultats de ce tableau ci-haut, montrent que 43 sujets, soit 78% ont un niveau d'instruction de plus de 15 ans et 12 sujets, soit 22 % ont un niveau d'instruction inférieur à 15 ans.

Tableau 2.6 : Effectifs des sujets selon l'ancienneté

Ancienneté	**Effectif**	**%**
Inférieur à 5 ans	16	29
5 ans et plus	39	71
Total	**55**	**100**

L'examen de ce tableau montre que 39 sujets, soit 71 % ont une ancienneté de plus de 5 ans et 16 sujets, soit 29 % ont une ancienneté inférieur à 5 ans.

3.2 COLLECTE DES DONNEES

Un chercheur en science psychologique peut recourir à plusieurs techniques comme les observations, les tests, le questionnaire, l'interview en tenant compte de différents types de données auxquelles on fait allusion. La technique peut

être définie comme un moyen d'atteindre un but. Elle reprend les étapes d'opérations limitées, liées à des éléments pratiques concrètes, adaptées à un but défini (Bibola, 2010).

Les techniques ne sont que des outils mis à la disposition de la recherche, elles jouent ce que De Landsheere appelle instrument de la recherche. En psychologie, un chercheur peut recourir à plusieurs techniques comme les tests, l'observation, le questionnaire, l'interview ou encore l'entretien en tenant compte de différents types de données auxquelles on fait allusion. Quant à nous, la technique du questionnaire nous a servi pour récolter les données de ce travail. Son choix se justifie par la possibilité de toucher rapidement un grand nombre des sujets à un temps limité.

Il existe trois principales formes de questions : les questions fermées sont celles dans lesquelles le choix et la liberté d'expression de l'enquêté est réduit au minimum. Les questions ouvertes, laissent l'enquêté libre d'organiser sa réponse comme il l'attend. Dans les questions semi-ouvertes ou semi-fermées, on propose au sujet une série des propositions parmi lesquelles il peut choisir une ou plusieurs, mais on lui laisse la possibilité d'en produire d'autres. Pour Grawitz (1973, p.722), le choix des différentes formes de questions dépend surtout de certains facteurs liés à la situation.

De ce qui précède, nous avons opté pour l'utilisation d'un questionnaire sous forme d'une échelle de Likert. La consigne de la première partie était d'expliquer aux répondants que le chiffre 1 représentait « rarement ou pas fréquent », le chiffre 2 reflétait « souvent ou assez fréquent », le chiffre 3 marquait « toujours ou très fréquent ». La deuxième partie à son tour portait sur l'estime de soi où le chiffre 1 équivalait à « tout à fait en désaccord », le chiffre 2 équivalait à « plus en désaccord », le chiffre 3 équivalait à « plutôt en accord » et le chiffre 4 équivalait à « tout à fait en accord ».

De manière générale, le questionnaire contenait trois parties proprement dites : la première partie reprenait 18 questions par lesquelles les enquêtés inscrivaient le chiffre qui correspondait le mieux à leurs attitudes quotidiennes. Il est à signaler que ce questionnaire exploitait trois sous-thèmes des habiletés de communication. Il s'agit des habilités relationnelles (6 questions de 1 à 6), habiletés de précision (6 questions de 7 à 12) et les habilités de récapitulation (6 questions de 13 à 18). La seconde partie reprenait 10 (19 à 28) questions qui portaient sur l'estime de soi lesquelles inscrivaient aussi le chiffre qui correspondait le mieux à leur attitude habituelle. La troisième partie en son tour, portait sur les aspects sociodémographiques tels que l'âge, le sexe, le niveau d'instruction, l'ancienneté et l'organisation.

Quant à l'administration, Lamoureux, Ghiglione, Matalon, Bon et Grégory (1971, p. 17) considèrent que lorsque l'enquêté répond lui-même au questionnaire sans intermédiaire d'un tiers, on parle de l'auto-administration. L'administration d'un questionnaire peut être directe ou indirecte. Elle est directe quand elle consiste à remettre le questionnaire au sujet pour le récupérer par la suite après son remplissage ; elle est indirecte quand elle consiste à lire les questions au sujet en notant directement les réponses qu'il fournit. Pour ce qui nous concerne, il s'agissait de laisser aux agents les questionnaires tout en donnant des explications et des consignes à respecter. Le retrait de protocoles était fait selon la convenance avec les sujets. Pour cette étude, cette approche a été appliquée suite au niveau d'instruction acceptable de répondants. Pour dire que nous avons procédé à l'administration directe.

Pour dépouiller, rappelons-le, le dépouillement est une opération qui consiste à inventorier les résultats dans un document de protocole en relevant les individus (Javeau, 1971, p. 14). Il s'agit de classer, d'ordonner, de quantifier de réponses verbales et autres manifestations symboliques des individus enquêtés. C'est donc l'opération qui permet au chercheur de résumer, de synthétiser les données récoltées) l'issue d'une enquête en tenant compte de diverses facettes du problème, notamment de la description, de l'origine, des causes, etc. Van der Maren (1999, p.33) pense à ce point qu'il n'y a pas une forme de recherche qui ne prenne appui sur un matériel quelconque. Toute recherche porte non seulement sur un problème, mais nécessite une forme d'inscription qu'il s'agit d'examiner, de condenser et de traiter avant l'interprétation. Les données qui résultent d'une recherche se présentent le plus souvent sous forme complexe et, bien que cela puisse paraître une affirmation triviale, ne sont jamais analysées d'avance. Il appartient au chercheur d'y mettre de l'ordre et de déployer l'ingéniosité nécessaire pour en percevoir toutes les facettes et toutes les nuances valables. L'analyse doit permettre de voir si les hypothèses de recherche sont confirmées ou infirmées dans les faits ou d'examiner tout aspect de données qui module ou complète ces premières conclusions relatives aux hypothèses.

Ainsi, le dépouillement des données permet de structurer un portrait des résultats de la recherche afin de comprendre tant quantitativement que qualificativement le comportement des sujets. La nature des données que nous avions recueillies, nous a conduits respectivement à un dépouillement de la manière suivante : les réponses proposées se présentaient avec les occurrences suivantes : « rarement ou pas fréquent » avec comme pondération « 1 », pour « souvent ou assez fréquent », on accordait le chiffre 2 et le chiffre 3 pour la partie I et la partie II était accordé à l'occurrence « toujours ou très fréquent ». Ces pondérations se justifient par le fait que tous les items se sont avérés positifs selon l'objectif que nous avons assigné à cette étude.

Pour traiter les données, nous avons au préalable enregistré toutes les informations codifiées dans les feuilles Excel. Par la suite, nous avons fait recours au progiciel SPSS (statistical package for the social sciences). V. 18.0. Cette dernière technique nous a permis de vérifier toutes les hypothèses soutenues dans la présente étude.

4 RESULTATS DE L'ETUDE

Ce point présente les résultats des habiletés de communication et d'estime de soi des agents des entreprises considérées dans cette recherche. Les résultats en question sont exposés dans une optique descriptive, comparative et corrélationnelle. L'objectif poursuivi est de voir dans quelle mesure les hypothèses émises sont vérifiées. Les interprétations sont bien entendu fondées sur certaines théories psychologiques en considérant les résultats des études antérieures.

4.1 ANALYSES DESCRIPTIVES

Les analyses descriptives sont utilisées pour présenter de façon sommaire nos données afin de leur donner une vue d'ensemble. Ainsi, les statistiques descriptives sont la moyenne et l'écart-type calculés pour toutes nos variables (variables d'étude).

Les données du tableau n° 3.1 concernent les variables d'études. Il s'agit des habiletés à la communication et l'estime de soi. Nous avons considéré quatre niveaux dans les habiletés : relationnelles, précision, récapitulation et communication.

Tableau 3.2 : Statistiques descriptives des habiletés de communication et d'estime de soi

INDICES	Relationnelles	Précision	Récapitulation	Communication	Estime de soi
Moyenne	13, 11	12, 25	15, 84	48, 51	28,82
Médiane	13	13	15	50	29
Mode	15	13	15	54	27
Ecart type	2,15	2,12	3,05	7,05	2,95
Minimum	9	8	10	10	20
Maximum	17	16	23	23	38

Notre préoccupation à ce stade est d'étudier les différents niveaux des habiletés de communication et d'estime de soi retrouvés chez les agents des institutions publiques en considérant les différentes variables descriptives : l'âge, le sexe, le niveau d'instruction, l'ancienneté et l'organisation. Pour ce faire, nous avons dressé une grille de niveaux que le lecteur peut trouver dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Grille de niveaux des habiletés de communication et d'estime de soi selon les scores[1]

Dimensions	Niveaux		
	Faible	Modéré	Elevé
Habiletés Relationnelles	(9-11)	(12-14)	(15-17)
Habiletés de précision	(8-10)	(11-13)	(14-16)
Habiletés de récapitulation	(10-13)	(14-18)	(19-23)
Habiletés de communication	(34-44)	(45-55)	(56-66)
Estime de soi	(20-25)	(26-31)	(32-38)

D'un coup d'œil à ce tableau, nous remarquons que de 9 à 11, les habiletés relationnelles sont faibles ; de 12 à 14, les habiletés relationnelles sont modérées ; de 15 à 17, les habiletés relationnelles sont élevées. De 8 à 10, les habiletés de précision sont faibles ; de 1 à 13, les habiletés de précision sont modérées ; de 14 à 16, les habiletés de précision sont élevées. Les habiletés de récapitulations sont faibles de 10 à 13 ; ces habiletés sont modérées de 14 à 18, elles sont élevées

[1] ***Note*** *: les différents degrés sont définis de manière mathématique à partir de scores totaux (Min et Max).*

de 19 à 23. De 34 à 44, les habiletés de communications sont faibles ; de 45 – 55, les habiletés de communication sont modérées ; de 55 à 66, les habiletés de communication sont élevées. L'estime de soi est faible de 20 à 25, elle est modérée de 26 à 31, l'estime de soi est élevée de 32 de 32 à 38.

Le tableau ci-dessous nous montre les différents niveaux des habiletés de communication et d'estime de soi.

Tableau 3.4. Différents niveaux des habiletés de communication et d'estime de soi

		HABILETES			ESTIME DE SOI
VARIABLES	**Relationnelles**	**Précision**	**Récapitulation**	**Communication**	
Hommes	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
Femmes	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
24 -43ans	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
44 -68ans	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
Gradués	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
Licenciés	Modéré	Modéré	Elevé	Modéré	Modéré
Nouveaux	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
Anciens	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
ONC	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
FPI	Modéré	Modéré	Modéré	Elevé	Modéré
DGI	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré

Il se dégage de ce tableau que, l'ensemble de l'échantillon, pour les hommes, pour les femmes, pour les agents ayant l'âge de 44 et 68 ans, pour les gradués comme pour les licenciés, pour les nouveaux comme pour les anciens, pour les agents de l'ONC, du FPI t de la DGI, les niveaux des habiletés relationnelles, d'habiletés de précision, habiletés de récapitulation, habiletés de communication et l'estime de soi sont modérés, à l'exception de quelques cas. Nous voulons savoir l'effort de l'âge sur les habiletés de communication, et ce tableau ci-dessous nous donnent les informations.

4.2 COMPARAISONS DE MOYENNES SELON LES VARIABLES SOCIODEMOGRAPHIQUES

Dans cette section, il est question de reproduire en premier lieu les variables sociodémographiques. Ces résultats sont décrits dans les tableaux suivants. Pour chaque tableau, nous recourons à la moyenne, à l'écart-type et à la probabilité pour apprécier la signification suivant l'analyse univariée effectuée. Il s'agit du test « **t** » de Student pour la comparaison de deux moyennes dont les variances se sont révélées homogènes dans tous les cas.

Tableau 3.5 : Effets de l'âge sur les habiletés de communication

Dimensions	Tranche d'âge	Moyenne	Ecart-type	Test-t
Ecoute active	24-43 ans	4,75	,841	0,07
	44-68 ans	4,68	,885	
Feedback	24-43 ans	3,69	1,064	5,97 *
	44-68 ans	4,42	1,017	
Immédiateté	24-43 ans	4,36	1,046	0,44
	44-68 ans	4,58	1,346	
Habiletés relationnelles	24-43 ans	12,81	2,189	2,12
	44-68 ans	13,68	2,001	
Vérification	24-43 ans	4,58	1,156	1,50
	44-68 ans	4,16	1,344	
Clarification	24-43 ans	4,42	,996	0,50
	44-68 ans	4,21	1,084	
Spécificité	24-43 ans	3,67	,862	4,74*
	44-68 ans	3,11	,994	
Habilités de précision	24-43 ans	12,67	1,942	4,17*
	44-68 ans	11,47	2,270	
Reformulation	24-43 ans	3,89	1,190	5,83*
	44-68 ans	3,11	1,049	
Reflet	24-43 ans	4,44	1,081	3,02
	44-68 ans	3,95	,848	
Résumé	24-43 ans	4,08	,906	0,08
	44-68 ans	4,16	,958	
Habilités de récapitulation	24-43 ans	16,42	3,202	3,97
	44-68 ans	14,74	2,469	
Habiletés de communication	24-43 ans	50,17	7,241	6,25*
	44-68 ans	45,37	5,737	

Il ressort de ce tableau que l'âge exerce un effet significatif sur 5 variables relatives aux habilités à la communication. Nous avons le feedback, la spécificité, les habilités de précision, la reformulation et les habilités de la communication. Les différences sont en faveur des jeunes pour quatre de ces variables. C'est pour le feedback que la balance penche en faveur des agents de plus de43 ans. Les effets du sexe des répondants sont résumés dans le tableau 3.6.

Tableau 3.6 : Effet de sexe sur les habiletés de communication

Dimensions	Sexe	Moyenne	Ecart-type	Test-t
Ecoute active	Femmes	4,70	,878	0,09
	Hommes	4,78	,808	
Feedback	Femmes	3,70	1,051	7,59**
	Hommes	4,44	1,042	
Immédiateté	Femmes	4,32	1,056	1,07
	Hommes	4,67	1,328	
Habiletés relationnelles	Femmes	12,73	2,207	0,70
	Hommes	13,89	1,844	
Vérification	Femmes	4,51	1,216	0,44
	Hommes	4,28	1,274	
Clarification	Femmes	4,41	,985	0,38
	Hommes	4,22	1,114	
Spécificité	Femmes	3,70	,878	7,59**
	Hommes	3,00	,907	
Habilités de précision	Femmes	12,62	1,934	3,55
	Hommes	11,50	2,333	
Reformulation	Femmes	3,86	1,182	5,20**
	Hommes	3,11	1,079	
Reflet	Femmes	4,43	1,068	2,82
	Hommes	3,94	,873	
Résumé	Femmes	4,03	,957	0,90
	Hommes	4,28	,826	
Habilités de récapitulation	Femmes	16,30	3,239	2,65
	Hommes	14,89	2,447	
Habiletés de communication	Femmes	49,89	7,333	4,58*
	Hommes	45,67	5,750	

La lecture des données reprises dans ce tableau montre que quatre variables sont influencées par le sexe des répondants. Nous avons la capacité de procédé au feed-back pendant la communication ; la reformulation lors de la communication ; la spécificité et les habiletés de communication. Par contre les capacités d'écoute active, d'immédiateté, les habiletés relationnelles, de vérifications, de clarification, les habiletés de précision, le reflet, de procéder au résumé et les habiletés de récapitulation sont développés chez les enquêtés de la même manière quel que soit leur sexe.

Les effets du niveau d'études sur les habilités de communication sont rendus dans le tableau 3.7.

Tableau 3.7 : Effets de niveau d'étude sur les habiletés de communication

Dimensions	Niveau d'études	Moyenne	Ecart-type	t-test
Ecoute active	Gradué	4,69	,900	0,22
	Licencié	4,80	,768	
Feedback	Gradué	3,77	1,031	2,49
	Licencié	4,25	1,164	
Immédiateté	Gradué	4,34	1,056	0,63
	Licencié	4,60	1,314	
Habiletés relationnelles	Gradué	12,80	2,220	2,02
	Licencié	13,65	1,954	
Vérification	Gradué	4,51	1,245	0,38
	Licencié	4,30	1,218	
Clarification	Gradué	4,40	1,006	0,27
	Licencié	4,25	1,070	
Spécificité	Gradué	3,69	,900	5,33*
	Licencié	3,10	,912	
Habilités de précision	Gradué	12,60	1,973	2,63
	Licencié	11,65	2,277	
Reformulation	Gradué	3,83	1,200	3,10
	Licencié	3,25	1,118	
Reflet	Gradué	4,49	1,067	4,40*
	Licencié	3,90	,852	
Résumé	Gradué	4,09	,919	0,06
	Licencié	4,15	,933	
Habilités de récapitulation	Gradué	16,43	3,202	0,80
	Licencié	14,80	2,526	
Habiletés de communication	Gradué	50,00	7,515	4,53*
	Licencié	45,90	5,524	

De ce tableau, il ressort trois variables où le niveau d'étude a joué un effet significatif. Nous avons la spécificité, le reflet et les habilités de communication. Les différences sont en faveur des gradués. Dans les autres variables, aucune différence significative n'a été constatée. Parmi celles-ci, nous avons les capacités d'écoute active du feed-back d'immédiateté des habiletés relationnelles, la vérification, la clarification, les habiletés des précisions, la reformulation lors de la communication procédé au résumé des idées pendant la communication les habiletés de récapitulation. Elles sont développées chez les enquêtés de la même manière quel que soit leur niveau d'étude.

Les effets de l'ancienneté des sujets sur les habiletés de communication sont condensés dans le tableau 3.8.

Tableau 3.8 : Effets de l'ancienneté sur les habiletés de la communication

Dimensions	Ancienneté	Moyenne	Ecart-type	t-test
Ecoute active	Nouveau	4,73	,847	0,00
	Ancien	4,73	,884	
Feedback	Nouveau	3,70	1,043	8,36**
	Ancien	4,60	,986	
Immédiateté	Nouveau	4,35	1,145	0,82
	Ancien	4,67	1,175	
Habiletés relationnelles	Nouveau	12,78	2,236	3,72
Vérification	Ancien	14,00	1,648	0,14
	Nouveau	4,48	1,240	
Clarification	Ancien	4,33	1,234	0,12
	Nouveau	4,38	,979	
Spécificité	Ancien	4,27	1,163	2,77
	Nouveau	3,60	,928	
Habilités de précision	Ancien	3,13	,915	1,25
	Nouveau	12,45	2,087	
Reformulation	Ancien	11,73	2,187	3,56
	Nouveau	3,80	1,181	
Reflet	Ancien	3,13	1,125	0,37
	Nouveau	4,33	1,118	
Résumé	Ancien	4,13	,743	2,12
	Nouveau	4,00	,934	
Habilités de récapitulation	Ancien	4,40	,828	
	Nouveau	16,05	3,258	0,71
Habiletés de communication	Ancien	15,27	2,434	1,20
	Nouveau	49,15	7,618	

À la lecture de ce tableau, une seule variable est influencée par l'ancienneté des répondants. Il s'agit de la possibilité de procéder au feed-back pendant la communication. Les anciens agents sont plus caractérisés par cette composante que les nouveaux. Les autres variables ne sont pas significativement influencées par l'ancienneté.

Tableau 3.6 : Effets de l'organisation sur les habiletés de communication

Dimensions	Organisation	Moyenne	Ecart-type	Test-t
Ecoute active	ONC	4,60	0,821	1,69
	FPI	5,07	0,884	
	DPI	4,60	0,821	
Feedback	ONC	3,75	0,910	1,84
	FPI	4,40	0,986	
	DPI	3,80	1,281	
Immédiateté	ONC	4,70	0,923	3,02
	FPI	4,73	1,223	
	DPI	3,95	1,191	
Habiletés relationnelles	ONC	13,05	1,761	
	FPI	14,20	20,77	3,48*
	DPI	12,35	2,300	
Vérification	ONC	4,60	0,995	
	FPI	4,27	1,486	0,32
	DPI	4,40	1,273	
Clarification	ONC	4,45	0,999	
	FPI	4,73	0,884	2,86
	DPI	3,95	1,050	
Spécificité	ONC	3,35	0,813	
	FPI	3,33	1,234	0,91
	DPI	3,70	0,801	
Habilités de précision	ONC	12,40	1,847	
	FPI	12,33	2,410	0,14
	DPI	12,05	2,235	
Reformulation	ONC	3,80	1,240	
	FPI	3,60	1,242	0,42
	DPI	3,45	1,146	
Reflet	ONC	4,85	0,745	
	FPI	4,27	1,100	787**
	DPI	3,70	0,923	
Résumé	ONC	4,20	0,768	
	FPI	4,07	0,884	0,15
	DPI	4,05	1,099	
Habilités de récapitulation	ONC	17,10	2,532	
	FPI	15,80	3,364	3,68*
	DPI	14,60	2,909	
Habiletés de communication	ONC	50,50	5,763	
	FPI	48,53	8,535	1,62
	DPI	46,50	6,894	

Vu la lecture de ce tableau, trois variables sont influencées par l'organisation de répondants. Il s'agit des habiletés relationnelles, le reflet, les habiletés de récapitulation. Les organisations sont plus caractérisées par ces composantes. Les autres variables ne sont pas significativement influencées par l'organisation.

4.3 ANALYSES BIVARIÉES

Les analyses bivariées permettent d'établir le niveau d'association entre deux variables en comparant leur distribution (Fox 1997). Elles consistent à mettre toutes les variables à l'étude en relation les unes avec les autres. Dans le cadre de cette étude, nous avons déterminé la corrélation entre chacune des variables et les autres. Pour ce faire, nous avons utilisé le coefficient de corrélation de r de Bravais-Pearson. Le tableau 3.9 reprend les différentes corrélations observées. Il s'agit d'une matrice des inter corrélations.

Tableau 3.9 : Matrice de corrélations entre les variables

Dimensions	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Ecoute active	0,16	0,01	0,48**	0,19	0,28	0,19	0,33*	0,17	0,26	0,28*	0,30*	0,40**
2. Feedback		0,42**	0,80**	0,05	0,12	0,10	0,13	-0,02	0,23	0,36*	0,21	0,23
3. Immédiateté			0,75**	0,36**	0,22	-0,09	0,27	0,16	0,35**	0,17	0,30*	0,36**
4. H. relationnelles				0,29*	0,29*	0,08	0,34*	0,15	0,41**	0,38**	0,39**	0,47**
5. Vérification					0,32*	0,09	0,78**	0,37**	0,24	0,14	0,39**	0,69**
6. Clarification						0,02	0,68**	0,19	0,19	0,16	0,25	0,56**
7. Spécificité							0,51**	0,05	0,06	-0,06	0,01	0,32*
8. H. de précision								0,33*	0,26	0,13	0,35**	0,82**
9. Reformulation									0,46**	-0,01	0,77**	0,66**
10. Reflet										0,20	0,81**	0,65**
11. Résumé											0,43**	0,39**
12.H. récapitulation												0,81**
13.H.communication												

Il est remarquable que certaines variables sont intercorrélées entre elles que d'autres. La variable la plus corrélée avec les autres est les habilités à la communication. Elle entretient une corrélation significative avec toutes les variables sauf le feedback. Il en est de même des habilités à la récapitulation qui corrèle 8 variables. Notons aussi que les habilités relationnelles ont des corrélations très significatives avec l'écoute active, le feedback et l'immédiateté.

Tableau 3.10 : Matrice de corrélation entre les habiletés et l'estime de soi

Dimensions de communications	Estime de soi	p	Signification	
Ecoute active	0,113	0,41	n.s	
Feedback	0,185	0,17	n.s	
Immédiateté	0,105	0,44	n.s	
Habiletés relationnelles	0,96	0,15	n.s	
Vérification	-0,080	0,56	s.n	
Clarification	0,156	0,27	s.n	
Spécificité	0,138	0,31	s.n	
Habilités de précision	0,090	0,51	s.n	
Reformulation	0,122	0,38	s.n	
Reflet	0,175	0,20	s.n	
Résumé	-0,040	0,77	s.n	
Habilités de récapitulation	0,126	0,36	s.n	
Habiletés de communication	0,135	0,32	s.n	

s.n : Non significatif

Il ressort de ce tableau que les dimensions des habiletés de communication présente probablement les corrélations faibles qui sont positives sauf à la capacité d'un agent de résumer les idées des autres. En outre, il est important de dire que les habiletés de communication ne sont pas en liaison significative avec l'estime de soi d'u agent.

Autrement dit, quelle que soit une estime de soi positive ou négative d'un agent, ses capacités de communication ne seraient pas du tout influencées de manière directe.

4.4 DISCUSSION

La discussion des résultats constitue le but de la quatrième section de ce chapitre. La discussion subséquente et inhérente aux résultats trouvés pose une interrogation qui semble être importante pour l'aboutissement de notre dissertation. Que dire des résultats observés ? ; est-il possible de les comprendre à la lumière de certaines considérations théoriques ? Les réponses à ces questions constituent l'essentiel de cette partie de ce point. La première hypothèse stipulait que les agents des entreprises publiques utiliseraient un niveau faible des habiletés de communication (relationnelles, de

précision et de récapitulation) lors de leur prestation. Les résultats trouvés montrent clairement que l'hypothèse est nuancée, car, plus de la moitié des sujets développe des habiletés de communication de manière modérée.

Ainsi, il est utile d'utiliser fréquemment ces habiletés de communication d'où la pertinence d'avoir au moins un degré modéré d'utilisation surtout chez les travailleurs qui s'en servent tous les jours lors de leur prestation avec les collègues. Les résultats référant aux effets des variables sociodémographiques, notamment, l'âge, le sexe, le niveau d'instruction, l'ancienneté et l'organisation n'ont pu être tranchés dans la présente étude. Selon la deuxième hypothèse, on s'attendait à ce que l'estime de soi favorise la communication positivement des agents des entreprises publiques lors de leurs prestations. Les résultats trouvés montrent avec précision que l'hypothèse est infirmée, car les résultats avancés par des reflètent des corrélations faibles et non significatives avec l'estime de soi.

Il serait préférable de vérifier les idées émises des variables sociodémographiques dans une étude ultérieure, afin de comparer les résultats à ceux de la présente étude. En ce qui concerne les traits de différence entre hommes et femmes en tenant compte du t-test réalisé avec les composantes de communication, il est important de remarquer qu'il n'y a pas de différence significative entre les hommes et les femmes dans les quatre sous-échelles des habiletés de communication.

Certaines études n'ont pas pu trouver de lien entre le sexe et la communication. Mais encore là, il s'agit d'une différence minime qui doit être analysée avec prudence surtout en recourant aux tests statistiques appropriés. Ces résultats rencontrent les idées de Pauze (1984, p.230). Dans notre étude, la formation n'a pas été étudiée comme variables sociodémographique car la population d'étude semble avoir différents horizons de connaissance et de domaines différents dans lesquels ils opèrent. Par ailleurs, il est important de mettre en évidence l'apprentissage et le développement des habiletés de communication dans les milieux du travail. Parmi les autres habiletés de communication, la clarification s'avère également utile afin de bien comprendre l'autre. Elle jette un nouvel éclairage sur les propos d'une personne. Le gestionnaire encourage celle-ci à s'expliquer davantage.

Le résumé peut avoir les mêmes fonctions que la clarification cependant, l'intervenant reprend une partie de ce que la personne a explicité pour faire un compte-rendu de tout ce qu'elle lui a révélé. Ces habiletés de communication sont utiles afin d'être en mesure de mieux communiquer avec autrui. Lorsque deux personnes se comprennent bien, il va moins de difficultés qui obstruent la relation. Un gestionnaire qui ne possède et ne maîtrise pas bien ces habiletés, ne pourra pas avoir une entière confiance en ses capacités et il risque de se sentir menacé par les propos de ses collègues.

Pauze (1084, p.230) ajoute que le feed-back est une réponse verbale et non verbale donnée à une personne. Le contenu du message(les propos de la personne) et la manière dont elle transmet son message (contenu non verbal) doivent être congruents. Le travailleur donne ses commentaires sur la manière dont il perçoit son collègue. Cela peut aider la personne qui reçoit le feed-back. Ils servent à faire voir s obstacles dans les interactions et rendre celles-ci plus faciles. Cette habileté sert faire augmenter le sentiment de confiance et sécurité dans la relation d'aide. La motivation à communiquer de la part de d'un gestionnaire accroit cette motivation.

Une des dernières habiletés de communication, la spécificité, permet au travailleur d'être plus précis lorsqu'il s'exprime. Ainsi, le travailleur demande à son collègue donner des détails sur ce qu'il relate afin de saisir ses propos. La dernière habileté, l'immédiateté, réfère à la capacité du travailleur à accorder de l'importance à ce qui se vit, au moment présent, dans relation avec son collègue. Le passé d'une personne peut affecter son présent, l'utilisation de cette habileté sert à faire voir cela au membre de l'organisation.De cette manière, il est possible de travailler sur ce qui pose problème dans le moment présent (Pauze, 1984, p.230).

Les habiletés quant à elles, réfèrent à un ensemble de comportement de l'ordre du savoir-faire, mis en œuvre dans une situation donné. Il peut s'agir de savoir-faire cognitif, affectif ou psychomoteur. La situation donnée consiste en une situation d'intervention. Pour ce qui est du concept de communication, il constitue transactionnel continu et irréversible entre des communicateurs qui occupent des environnements différents mais se chevauchant, et qui sont à la fois émetteurs et récepteurs de messages, dont une grande partie est déformée par bruits externes psychologiques (Adler et al.1998, p.354).

La communication réfère aussi à un acte d'échange d'informations verbales et non verbales entre deux ou plusieurs individus ou entre un groupe et un individu ou entre deux ou plusieurs groupes dans un contexte plus ou moins spécifique avec des moyens variées et selon des finalités plus ou moins clairement définies. L'objectif de la communication est d'interagir avec son milieu pour affirmer sa présence, satisfaire ses besoins, survivre et se développer. La communication s'effectue selon un processus où il ya une sélection des signaux au moyen des cinq sens qui fournissent des indices informationnels qui sont organisés et interprétés, consciemment ou inconsciemment (Gélinas, 2001, p.135). Cet auteur ajoute que le but de la communication est donc un partage de significations et non seulement une transmission

d'informations. II y a divers paliers dans la communication : le contenu du message, la structure de la relation, la valence affective, le niveau conscient et inconscient.

5 CONCLUSION

Nous voici à la fin de notre étude qui a porté sur l'estime de soi et habiletés de communication des agents des entreprises publiques de la ville de Goma/RDC, cas de la DPI, ONC et FPI. Partant de cette étude, nous sommes partis de questions suivantes : à quel degré les agents des entreprises publiques utilisent-ils les habiletés de communication lors de leurs prestations ? L'estime de soi d'un agent favorise-t-elle les habiletés de communication ? En posant ces questions, nos objectifs consistaient à : appréhender le niveau d'utilisation des habiletés de communication des agents des entreprises publiques et identifier le degré de relation entre l'estime de soi et les habiletés de communication des agents.

C'est ainsi que nous avons émis les hypothèses suivantes : les salariés de ces trois institutions seraient marqués par de degrés faibles du niveau des habiletés de communication quels que soient l'age, le sexe, le niveau d'étude ou l'ancienneté liée au poste et, plus l'estime de soi est faible chez l'agent plus, il développera sans doute un déficit de communication interpersonnelle. Pour atteindre ces hypothèses, nous nous sommes intéressés à l'ensemble des agents de ces trois institutions dont la taille était de 155. Ainsi, nous avons recouru à un questionnaire sous forme d'échelle de Likert de manière indirecte administré à un échantillon aléatoire de 55 tiré par la technique systématique. Pour dépouiller et traiter les données, nous avons recouru au logiciel SPSS, version 18. Après l'étude, nous avons obtenu les résultats suivants : La *première hypothèse* stipulait que les agents des entreprises publiques utiliseraient un niveau faible des habiletés de communication (relationnelle, de précision et de récapitulation) lors de leurs prestations. Les résultats trouvés montrent clairement que l'hypothèse est nuancée, car, plus de la moitié des sujets développent les habiletés de communication de manière modérée. Ainsi, il est utile d'utiliser fréquemment ces habiletés de communication d'où la pertinence d'avoir au moin un degré modéré d'utilisation surtout chez les travailleurs qui s'en servent tous les jours lors de leurs prestations avec les collègues. Cette étude se présentent de la manière suivante : il s'observe des habiletés de communication pour l'ensemble des agents à un degré modéré surtout les habiletés relationnelles et de récapitulation. Ces habiletés sont utilisées modérément chez les hommes comme chez les femmes. Il existe un lien entre les quatre dimensions : habiletés relationnelles, habiletés de précision, habiletés de récapitulation et habiletés de communication. Plus une personne utilise ces quatre habiletés, plus elle communiquera parfaitement.

La communication est un champ d'étude très large mais les habiletés de communication sont des concepts encore plus précis. Certains aspects sont parfois partiellement appréciés, ce qui constitue quelques points de repères concernant les habiletés de communication pour les futures recherches. Ainsi, cette nouvelle préoccupation suscite des nouvelles investigations et montre que ce travail n'a pas épuisé les aspects de l'étude sur l'estime de soi et les habiletés de communication dans les entreprises, nous pensons donc que d'autres chercheurs après nous, pourrons poursuivre cette question en élargissant les investigations. Les résultats référant aux effets des variables sociodémographiques telles que l'âge, le sexe, le niveau d'étude, l'ancienneté et l'organisation n'ont pas pu être tranchés dans le présent article. Quant à la *deuxième hypothèse*, on s'attendait à ce que l'estime de soi favorise positivement la communication des agents des entreprises publiques lors de leurs prestations. Les résultats auxquels nous avons abouti montrent avec précision que l'hypothèse est *infirmée*, car, les résultats avancés par des agents reflètent des corrélations faibles et non significatives avec l'estime de soi.

La communication est un champ d'étude très large mais les habiletés de communication des concepts encore plus précis. Certains aspects sont parfois partiellement appréciés, ce qui constitue quelques points de repères concernant les habiletés de communication pour les futures recherches. Ainsi, cette nouvelle préoccupation suscite des nouvelles investigations et montre que cet article n'a pas épuisé les aspects de l'étude sur l'estime de soi et les habiletés de communication dans les entreprises publiques à Goma/RDC. Nous essayons donc de penser que d'autres chercheurs pourront y porter leur attention.

REFERENCES

[1] Adler, R.B et Towne, N. (1998). *Communication et interaction*. 2ème éd. Paris : Etudes vivantes

[2] Allport, G.W. (2001). *Personnalité : l'interprétation psychologique*. New York : Rinehart et Winston.

[3] Andonova, Y. et Vacher, B. (2009).*Visibilité et reconnaissance de l'individu au travail* ; *communication et organisation*. Paris : Gallimard.

[4] Bandura, A. (2002). *Auto-efficacité : le sentiment d'efficacité personnelle*. Bruxelles : De Boeck.

[5] Beaudry, M. et Trottier, G. (2001). *Les habiletés d'intervention en service social individuel et familial. Développement et évaluation.* Laboratoire de recherche. Québec : Espoir

[6] Bouzon, A. (2006). *La communication organisationnelle en débat : camps, concepts, perspectives*. Paris: L'harmattan.
[7] Braiker, G. et al. (2006). *Who's pulling your strings? How to break the cycle of manipulation*. Michigan: Grand Rapids.
[8] Brissson, L. (2006). *Puissance et limite de la raison*. Paris : Gallimard.
[9] Cheury, M. (1968). *Manuel de recherche*. Paris: Dalloz
[10] Du Bos, C. (1924). *Les archives*. Paris : SEDES.
[11] De Lansheere, G. (1974). *Introduction à la recherche en éducation*. Paris : Armand Collin.
[12] Gélinas, J. (2001). *L'entrevue*. Québec : Espoir
[13] Grawitz, M. (1973). *Méthodes des recherches en sciences sociales*. Paris : Dalloz.
[14] Hall, L. et Leigh, C. (1978). *L'estime de soi, un bien précieux*. Paris : Le souffle d'or.
[15] James, W. (1990). *Précis de psychologie*. Paris : les empêcheurs de penser en rond.
[16] Lamoureux, R. et al. (1971). *L'enquête en psychosociale*. Paris : PUF
[17] Maslow, A. (1970). *Devenir le meilleur de soi-même : besoin fondamentaux, motivation et personnalité*. New York : Wyndham Hall Press.
[18] Mattelart, A. et Mattelart, M (2010). *Histoire des théories de la communication*. Paris : La découverte.
[19] Meunier, J.P. et Peraya, D. (2004). *Introduction aux théories de la communication*. Bruxelles : De Boeck.
[20] Mucchielli, R. (2006). *Etude des communications approches constructives*. Paris :Armand Collin
[21] Mucchielli, R. (2006). *L'analyse de contenu des documents et de la communication*. Paris : ESF
[22] Pauze, E. (1984). *Techniques d'entretiens et d'entrevue*. Paris : Outremont, Modulo
[23] Rogers, C. et al. (1977). *On personnal Power: inner strength and its Revolutionary impact*. New York : Delacorte Press
[24] Shannon, C. et Wearver, W. (1976). *La théorie mathématique de l'information*. Paris: Retz
[25] Shannon, C. (1952). *Communication. Theory of secrecy systems*. New York: Viking Press
[26] Shannon, C. (1991). Théorie de la communication Massachusetts : MIT Press
[27] Simon, H. (1947). Administrative Behavior. New York : Free Press
[28] Van der Maren, J.M. (1999). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal : PUM
[29] Watzlawick, P. et al. (1972). *Une logique de la communication*. Paris : Seuil
[30] Wearver, W. (1949). *De la communication à la télécommunication*. Paris : Dalloz
[31] Muller, C. (2010). *Dictionnaire de la psychiatrie*. Paris : CILF
[32] Noley, J. (2012). *Dictionnaire de la psychiatrie.* Paris : CILF
[33] Syllamy, N. (1991). *Dictionnaire de psychologie*. Paris : Larousse
[34] Bibola, J. (2013). *Psychologie de groupe II*. Cours inédit. G3 Psychologie. UNIGOM : F.P.S.E

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 121-129
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Using Fuzzy Logic to Evaluate the Relationship between Designing Training Program and Level of Creativity and Innovation

Thabit Hassan Thabit[1], Sid Ahmed Hadj Aissa[2], and Sinan Abdullah Harjan[3]

[1]Accounting Department, Cihan University, Erbil, Iraq

[2]Faculty of Economic, Business and Management Sciences, University of Blida 02, Blida, Algeria

[3]Finance Department, Cihan University, Erbil, Iraq

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

ABSTRACT: This paper describes the relationship between the designing training program and the level of creativity and innovation by using the fuzzy logic as a suitable tool to evaluate the linguistic variable.
The researchers used the Fuzzy Logic (FL) to analyze the collected data of questionnaires, they used MatLab 6.5 to calculate the FL equations in addition to Excel.
The researchers concluded that there are many different relations between creativity and innovation and the main items of designing the training program.

KEYWORDS: Training program, Fuzzy logic, Creativity, Innovation.

1 INTRODUCTION

Managers are beginning to realize that it's important for their staff to be developed. For that they are always searching for the best ways to increase the level of their staff and to encourage them to create and innovate.

According to the previous studies, many researchers believed that the best way to develop the staff is by the good training program, in addition training makes employees feel that they are part of company family, demonstrates that the organization is interested in its employees' professional development or skill enhancement. As well when employees realize that the organization is investing in them, they reciprocate with loyalty. Ongoing training helps to create the reputation of a great place to work and results in fewer wage demands, less absenteeism, and a longer list of job applicants, on the other hand the training programs can help to increase the level of innovation and creativity.

2 THE TRAINING

2.1 THE CONCEPT OF TRAINING :

Training means changing behaviour pattern , it is the art of doing the job a correct , effective and efficient manner , training has been defined by many authors and scholars as :

1. The process of transmitting and receiving information related to problem solving[1] .
2. The organized procedure by which people learn knowledge and/or skill for a definite purpose[2] .
3. The systematic development of the knowledge, skills and attitudes required by an individual to perform adequately a given task or job[3].

Corresponding Author: Thabit Hassan Thabit

2.2 THE NEED FOR TRAINING

The efficiency of any organization depends on directly on how well its member are trained. Newly hired employees almost always need some training before they can take up their work, while older employees require training both to keep them alert to the demands of their jobs and to fit them for transfers and promotions[4].

Every organization should provide training to all the employees irrespective of their qualifications and skills. Specifically the need for training arises because of following reasons[5]:

1. Environmental changes: Mechanization, computerization, and automation have resulted in many changes that require trained staff possessing enough skills. The organization should train the employees to enrich them with the latest technology and knowledge.
2. Organizational complexity: With modern inventions, technological upgradation, and diversification most of the organizations have become very complex. This has aggravated the problems of coordination. So, in order to cope up with the complexities, training has become mandatory.
3. Human relations: Every management has to maintain very good human relations, and this has made training as one of the basic conditions to deal with human problems.
4. To match employee specifications with the job requirements and organizational needs: An employee's specification may not exactly suit to the requirements of the job and the organization, irrespective of past experience and skills. There is always a gap between an employee's present specifications and the organization's requirements. For filling this gap training is required.
5. Change in the job assignment: Training is also necessary when the existing employee is promoted to the higher level or transferred to another department. Training is also required to equip the old employees with new techniques and technologies.

2.3 THE CONSIDERATIONS FOR TRAINING PROGRAM

The considerations for developing a training program are as follows[6] :

1. Needs assessment and learning objectives : This part of the framework development asks you to consider what kind of training is needed in your organization. Once you have determined the training needed, you can set learning objectives to measure at the end of the training.
2. Consideration of learning styles : Making sure to teach to a variety of learning styles is important to development of training programs.
3. Delivery mode : What is the best way to get your message across? Is web-based training more appropriate, or should mentoring be used? Can vestibule training be used for a portion of the training while job shadowing be used for some of the training, too? Most training programs will include a variety of delivery methods.
4. Budget : How much money do you have to spend on this training?
5. Delivery style : Will the training be self-paced or instructor led? What kinds of discussions and interactivity can be developed in conjunction with this training?
6. Audience : Who will be part of this training? Do you have a mix of roles, such as accounting people and marketing people? What are the job responsibilities of these individuals, and how can you make the training relevant to their individual jobs?
7. Content : What needs to be taught? How will you sequence the information?
8. Timelines : How long will it take to develop the training? Is there a deadline for training to be completed?
9. Communication : How will employees know the training is available to them?
10. Measuring effectiveness of training : How will you know if your training worked? What ways will you use to measure this?

2.4 DESIGNING TRAINING PROGRAM

An effective training program is built by following a systematic, step-by step process. Training initiatives that stand alone (one-off events) often fail to meet organizational objectives and participant expectations. The five necessary steps to creating an effective program are the following[7] :

1. Assess Training Needs: The first step in designing a training program is to identify and assess needs. Employee training needs may already be established in the organization's strategic, human resources or individual development plans.

2. **Set Organizational Training Objectives:** The training needs assessments (organizational, task & individual) will identify any gaps in the current training initiatives and employee skill sets. These gaps should be analyzed and prioritized and turned into the organization's training objectives. The ultimate goal is to bridge the gap between current and desired performance through the development of a training program.
3. **Create Training Action Plan:** The next step is to create a comprehensive action plan that includes learning theories, instructional design, content, materials and any other training elements. Resources and training delivery methods should also be detailed. While developing the program, the level of training and participants' learning styles need to also be considered.
4. **Implement Training Initiatives :** The implementation phase is where the training program comes to life. Organizations need to decide whether training will be delivered in-house or externally coordinated. Program implementation includes the scheduling of training activities and organization of any related resources (facilities, equipment, etc.). The training program is then officially launched, promoted and conducted. During training, participant progress should be monitored to ensure that the program is effective.
5. **Evaluate & Revise Training:** As mentioned in the last segment, the training program should be continually monitored. At the end, the entire program should be evaluated to determine if it was successful and met training objectives. Feedback should be obtained from all stakeholders to determine program and instructor effectiveness and also knowledge or skill acquisition. Analyzing this feedback will allow the organization to identify any weaknesses in the program. At this point, the training program or action plan can be revised if objectives or expectations are not being met.

2.5 MEASURING EFFECTIVENESS OF TRAINING

After completing the training, the management wants to make sure its training objectives were met. One model to measure effectiveness of training is the Kirkpatrick model, developed in the 1950s. His model has four levels[8] :

1. Reaction: How did the participants react to the training program?
2. Learning: To what extent did participants improve knowledge and skills?
3. Behavior: Did behavior change as a result of the training?
4. Results: What benefits to the organization resulted from the training?

Figure 1 can illustrate the Kirkpatrick's four levels of training evaluation.

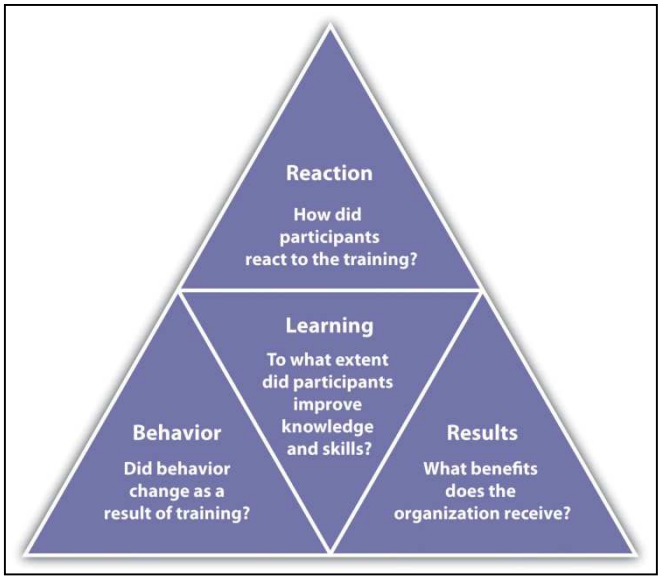


Fig. 1 : Kirkpatrick's four levels of training evaluation

3 THE CREATIVITY

3.1 THE CONCEPT OF CREATIVITY

There are many definitions of creativity. A number of them suggest that :

1. Creativity is the generation of imaginative new ideas, involving a radical newness innovation or solution to a problem, and a radical reformulation of problems[9] .
2. Creative solution, either new or recombined, must have value . A novel idea is not a creative idea unless it is valuable or it implies positive evaluation[10] .
3. Creative is imagination, which involves the generation of ideas not previously available as well as the generation of different ways of seeing events, is important to achieve creative actions[11] .

3.2 THE MAIN TYPE OF CREATIVITY

There are three main types of creativity, involving different ways of generating the novel ideas[12]:

1. The “combinational” creativity that involves new combinations of familiar ideas.
2. The “exploratory” creativity that involves the generation of new ideas by the exploration of structured concepts.
3. The “transformational” creativity that involves the transformation of some dimension of the structure, so that new structures can be generated.

3.3 THE OBJECTIVES OF CREATIVITY

Main objectives of a creative thinking process is to think beyond existing boundaries, to awake curiosity, to break away from rational, conventional ideas and formalised procedures, to rely on the imagination, the divergent, the random and to consider multiple solutions and alternatives[13].

The result of the creative thinking process is especially important for businesses. Managers and managerial decisions and actions, confronted with fast-changing and ambiguous environments in business, need to develop creative solutions and creative action-based strategies to solve problems, as they allow to increase understanding of problematic situations, to find multiple problems, to produce new combinations, to generate multiple solutions that are different from the past, to consider possible alternatives in various situations that could occur in the future and “to expand the opportunity horizon and competence base of firms”[11].

3.4 THE BENEFITS OF CREATIVITY

Creativity, through the generation of ideas with value, is needed in order to solve concrete problems, ease the adaptation to change, optimise the performance of the organisation and best practice manufacturing, and change the attitude of the staff of the organisation. Creative thought processes are also important at all stages in the R&D process. Some expected results of the creativity process are[14] :

- innovation through new product and process ideas
- continuous improvement of products or services
- productivity increase
- efficiency
- rapidity
- flexibility
- quality of products or services
- high performance

4 THE INNOVATION

4.1 THE CONCEPT OF INNOVATION

The significance of innovation is recognized at both the micro and the macro level of an economy. At a firm level, some scholars noted that "Innovation is widely considered as the life blood of corporate survival and growth"[15] . The European Commission defined innovation as a new or significantly improved product (good or service) introduced to the market or the introduction within an enterprise of a new or significantly improved process. Innovations are based on the results of new technological developments, new combinations of existing technology or the utilization of other knowledge acquired by the enterprise. Innovations should be new to the enterprise concerned; for product innovations they do not necessarily have to be new to the market and for process innovations the enterprise does not necessarily have to be the first to have introduced the process[16].

4.2 MANAGEMENT INNOVATION

Management innovation involves the introduction of novelty in an established organization, and as such it represents a particular form of organizational change. In its broadest sense, then, management innovation can be defined as a difference in the form, quality, or state over time of the management activities in an organization, where the change is a novel or unprecedented departure from the past[17].

4.3 PERSPECTIVE OF MANAGEMENT INNOVATION

There are 4 main perspectives of management innovation as following [18] :

1. The institutional perspective takes a macro level and comparatives approach to make sense of the institutional and socioeconomic conditions in which particular management innovations emerge. The institutional perspective measures innovation in terms of the discourse around particular ideologies and also at the level of specific practices or techniques. It gives no direct consideration to the role of human agency in shaping the process; instead, it focuses on the preconditions in which an innovation first emerges and then the factors that enable industries to adopt such innovations.
2. The fashion perspective focuses on how management innovations emerge through the dynamic interplay between the managers who use new management ideas and the "fashion setters" who put forward those ideas. This perspective provides a wealth of insight into how management fashions take shape, including a detailed understanding of the typical attributes of managers who buy into these fashions.
3. The cultural perspective attempts to understand how management innovation shapes, and gets shaped by, the culture of the organization in which it is being implemented. It operates at the meso level of analysis by looking at how individual attitudes toward management innovation interact with the organization level introduction of the innovation. One strand of this literature takes a critical perspective.
4. The rational perspective builds on the premise that management innovations are introduced by individuals with the goal of making their organizations work more effectively. According to this perspective, an individual puts forward an innovative solution to address a specific problem that the organization is facing, and he or she then champions its implementation and adoption.

There is also a subtheme within this perspective concerned with the links between management and technological innovation, which suggests that they may convolve[18].

4.4 THE FRAMEWORK OF MANAGEMENT INNOVATION

The framework of the process of management innovation has two dimensions. The horizontal dimension consists of four phases of the innovation process [18]:

1. Motivation is concerned with the facilitating factors and precipitating circumstances that lead individuals to consider developing their own management innovation.
2. Invention is an initial act of experimentation out of which a new hypothetical management practice emerges.
3. Implementation is the technical process of establishing the value of the new management innovation in vivo.
4. Theorization and labeling is a social process whereby individuals inside and outside the organization make sense of and validate the management innovation to build its legitimacy.

The vertical dimension, scholars expect two groups of individuals to shape the process[19] :

1. Internal change agents, who are the employees of the innovating company proactive in creating interest in, experimenting with, and validating the management innovation in question.
2. External change agents, who, similar to management intellectuals and idea entrepreneurs, are independent consultants, academics, and gurus proactive in creating interest in, influencing the development of, and legitimizing the effectiveness and retention of new management practices.

The figure 2 illustrates the framework of the process of management innovation.

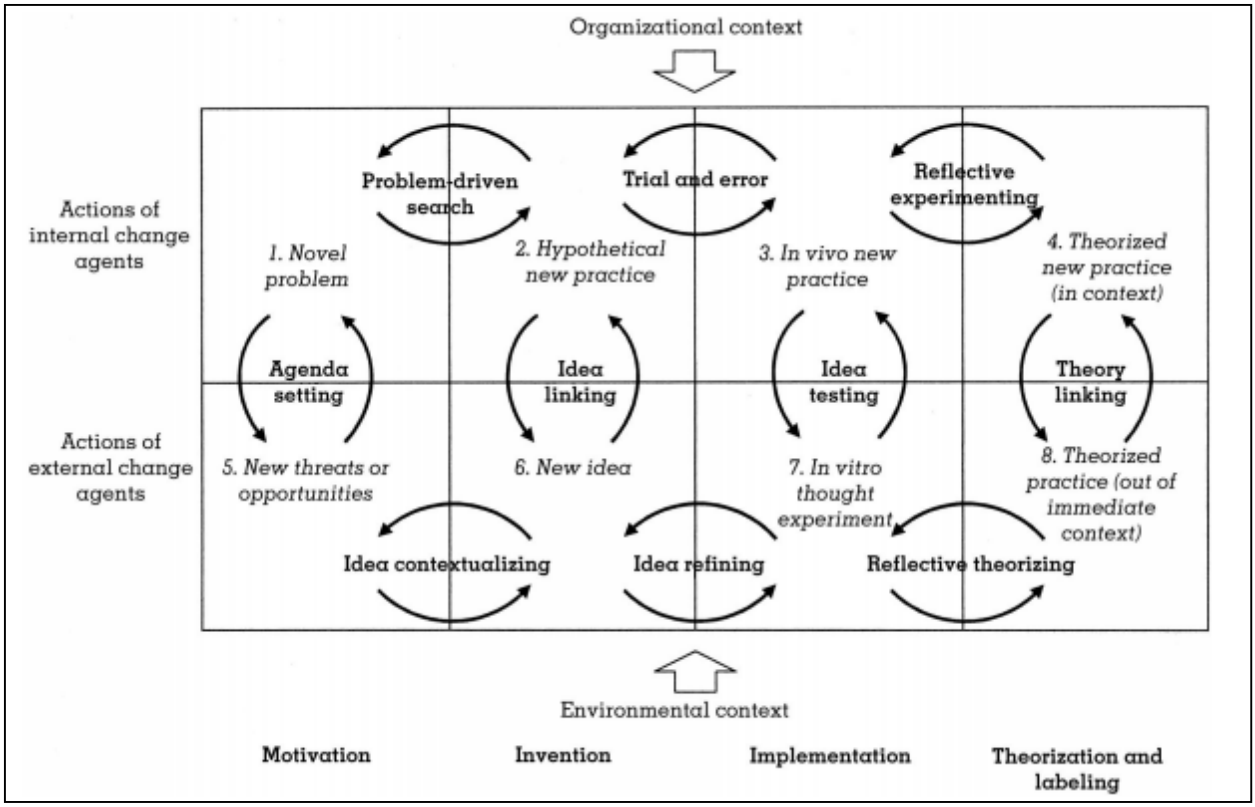


Fig. 2 : The Process of Management Innovation Framework

5 THE PRACTICAL PART

5.1 THE CONCEPT OF FUZZY LOGIC

Fuzzy logic is a form of many-valued logic; it deals with reasoning that is approximate rather than fixed and exact. Compared to traditional binary sets (where variables may take true or false values). Fuzzy logic variables may have a truth value that ranges in degree between 0 and 1. Fuzzy logic has been extended to handle the concept of partial truth, where the truth value may range between completely true and completely false [20].

Furthermore, when linguistic variables are used, these degrees may be managed by specific functions. Irrationality can be described in terms of what is known as the fuzzjective [21].

The term "fuzzy logic" was introduced in the 1965 proposal of fuzzy set theory by Lotfi A. Zadeh. Fuzzy logic has been applied to many fields, from control theory to artificial intelligence [22].

In fact, Zadeh made the following statement in his seminar paper of 1965 : The notion of a fuzzy set provides a convenient point of departure for the construction of a conceptual framework which parallels in many respects the framework used in the case of ordinary sets, but is more general than the latter and, potentially, may prove to have a much wider scope of applicability, particularly in the fields of pattern classification and information processing . Essentially, such a framework provides a natural way of dealing with problems in which the source of imprecision is the absence of sharply defined criteria of class membership rather than the presence of random variables [23].

5.2 THE BENEFITS OF FUZZY LOGIC

There are many benefits of using fuzzy logic, such as [24] :

1. Fuzzy Logic describes systems in terms of a combination of numerics and linguistics (symbolic). This has advantages over pure mathematical (numerical) approaches or pure symbolic approaches because very often system knowledge is available in such a combination.

2. Problems for which an exact mathematically precise description is lacking or is only available for very restricted conditions can often be tackled by fuzzy logic, provided a fuzzy model is present.
3. Fuzzy logic sometimes uses only approximate data, so simple sensors can be used.
4. The algorithms can be described with little data, so little memory is required.
5. The algorithms are often quite understandable.
6. Fuzzy algorithms are often robust, in the sense that they are not very sensitive to changing environments and erroneous or forgotten rules.
7. The reasoning process is often simple, compared to computationally precise systems, so computing power is saved This is a very interesting feature, especially in real time systems.
8. Fuzzy methods usually have a shorter development time than conventional methods.

5.3 FUZZY LOGIC METHODOLOGY

In this section, the results of conducted FL method are highlighted. In the research, we focused mainly on the managers opinions to develop the training program by evaluating their opinions according to the questionnaire.

The researchers distributed 50 questionnaires with 20 questions to 50 managers in Algerian companies. The questionnaire divided to 3 parts, the first part was about the main information of the respondents, the second part contained 25 questions about the measurements of choosing the suitable training program, and the third part contained 25 questions about the relation between the effectiveness of training program and the level of innovation and creative.

All the answers were linguistic variables, so that the FL is the best method to analyze the results.

To analyze the results of the questionnaires by FL. The results are processed by fuzzy logic function, built in Matlab ver. 6.5 according to the following steps:

1. Determining the required ratios of the results.
2. determining the weights of ratios and **questions**
3. Calculating all the ratios, based on the data of the questionnaires.
4. Calculating all the ratios according to their weights which resulted from step 3.
5. Calculating the rate of the linguistic variables by assuming a rated value to each linguistic variable by dividing the weight of each ratio into the number of linguistic variables.
6. Calculating the rate of triangular fuzzy numbers by using the function of fuzzy logic in MatLab ver.6.5.
7. Computing the weighted rates of triangular fuzzy numbers.
8. Determining the fuzzy Distance of each ratio by using the equation (1) and (2) [25].

$$D^2(\tilde{X}, M) = (b-M)^2 + {}^1\!/_3\,(b-M)[(c+a)-2b] + {}^1\!/_{18}\,[(c-b)^2 + (b-a)^2] - {}^1\!/_{18}\,[(c-b)(b-a)]\,f(\alpha) \approx \alpha \ldots . (1)$$

$$D^2(\tilde{X}, M) = (b-M)^2 + {}^1\!/_2\,(b-M)[(c+a)-2b] + {}^1\!/_9\,[(c-b)^2 + (b-a)^2] - {}^1\!/_9\,[(c-b)(b-a)]\,f(\alpha) \approx 1 \ldots . (2)$$

Table 1 shows the results of analysis:

Table 1. Fuzzy Logic Analysis Results

Vr.	Level of innovation	Level of Creativity	Impact	The correlation
Training Program	24%	31%	70%	83%
Choosing Trainers	32%	30%	77%	77%
Choosing Trainees	40%	51%	67%	88%
Content of Program	33%	29%	80%	85%

Fig. 3, 4, and 5 illustrate the results of analysis by bar chart to show the clear view for scholars about the relationship between (content of training of program, choosing the trainees, choosing trainers, and methods of training program) and (innovation and creativity).

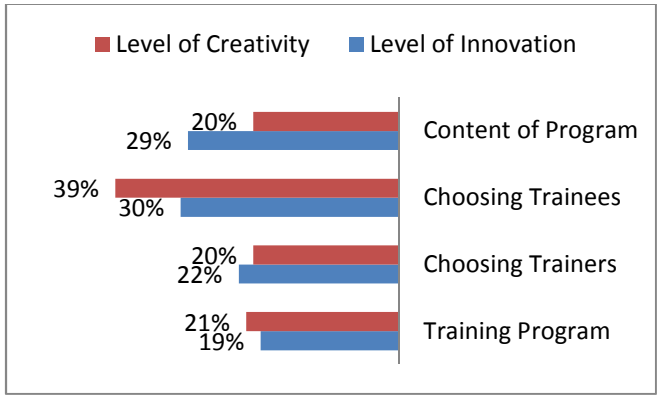


Fig. 3: Fuzzy Logic analysis bar chart

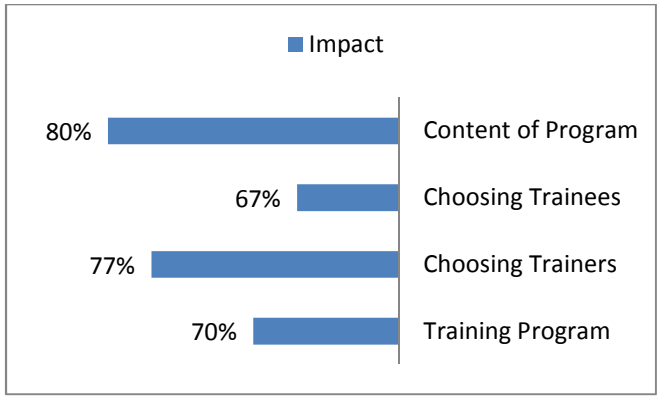


Fig. 4: Fuzzy Logic analysis bar chart

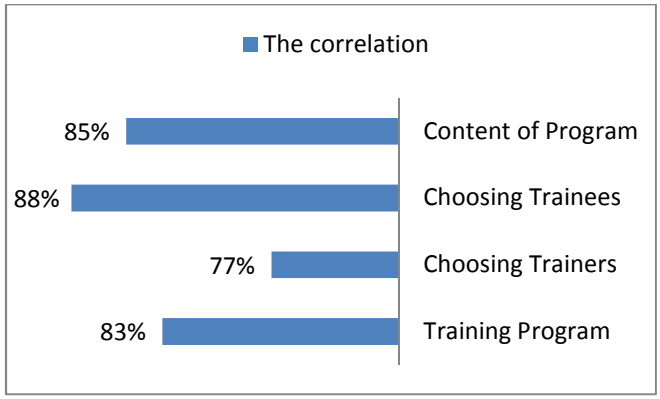


Fig. 5: Fuzzy Logic analysis bar chart

6 CONCLUSION

In this paper the results of Fuzzy Logic analysis of the questionnaires indicate the following:

- Choosing trainees (39%) is the most influential factor on creativity in the organization, and both of the content of program (20%) and choosing trainers (20%) are the least influential factor on creativity.

- Innovation significantly influenced by choosing trainees (30%) and influenced a little by a training program (19%).
- The most important factor that can make a great change in the levels of innovation and creativity jointly is the content of training program (80%), and the least important one is choosing trainees (67%).
- According to the result of correlation coefficient calculation, the strongest relationship is happened between (innovation and creativity) and choosing trainees (88%), and the weakest on is happened between (innovation and creativity) and choosing trainers (77%).

Finally, the proposed algorithm has the capability to deal with similar types of the same situations such as: ranking the best decisions to be dealt with, the best financial ratio in the bank, choosing the best applications in environmental sustainability, etc. therefore, the proposed method provides accurate selection and can be used easily in many sectors.

REFERENCES

[1] Halloran , Jack , 1978 , Applied Human Relations , Prentice – Hall of India , Pvt. Ltd. , New Delhi , India , pp. 326 .

[2] Beach , Dale S. , 1985 , Personal Management of People at Work , Macmillan Publishers , London , UK , pp. 35 .

[3] Armstrong , Michael , 1997 , A Handbook of Personnel Management Practice, reproduced in Personnel in Practice, Currie, Donald : Blackwell Business , Oxford , Pp. 61 .

[4] Kolekar , B.D. , 1993 , Human Resources Development , Northern Book Center , New Delhi , India , Pp 64 .

[5] Training: Meaning, Definition and Types of Training , available on : http://www.yourarticlelibrary.com/

[6] Laura Portolese Dias , 2015 , Designing a Training Program , Human Resource Management v. 1.0 , Flat World Education, Inc. , available on : http://www.flatworldknowledge.com/

[7] http://www.explorance.com/5-steps-to-creating-effective-training-programs/

[8] Kirkpatrick, Donald, 2006 , Evaluating Training Programs, 3rd ed. Berrett-Koehler, San Francisco ,USA .

[9] Newell, A. and Shaw, J.C. (1972), "The process of creative thinking", in A. Newell and H.A. Simon (eds), Human Problem Solving, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp. 144-174.

[10] Higgins, J.M. (1996), "Innovate or evaporate: creative techniques for strategists", Long Range Planning, Vol. 29, No. 3, pp. 370-380.

[11] dt ogilvie (1998), "Creative action as a dynamic strategy: using imagination to improve strategic solutions in unstable environments", Journal of Business Research, No. 41, pp. 49-56.

[12] Boden, M.A. (1998), "Creativity and artificial intelligence", Artificial Intelligence, No. 103, pp. 347-356.

[13] Candy, L. (1997), "Computers and creativity support: knowledge, visualisation and collaboration", Knowledge-Based Systems, No.10, pp. 3-13.

[14] Sefertzi , Eleni , 2000 , Creativity , Report produced for the EC funded project , available on : http://www.adi.pt/ .

[15] Zahra, S. A. and Covin, J. G. (1994), "The financial implications of fit between competitive strategy and innovation types and sources", The Journal of High Technology Management Research, Vol. 5 No. 2, pp. 183 – 211.

[16] European Commission (2005), "Third Community Innovation Survey (CIS 3)" , available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu .

[17] Hargrave, T., & Van de Ven, A. 2006. A collective action model of institutional innovation. Academy of Management Review, 31: 864 – 888.

[18] Birkinshaw, Julian , Hamel, Gary , and Mol, Michael J. , 2008 , Management Innovation , Academy Of Management Review , Vol. 33, No. 4, 825–845.

[19] Georgantzas, N. C., and Shapiro, H. J. , 1993 , Viable theoretical forms of synchronous production innovation. Journal of Operations Management, 11: 161–183.

[20] Novák, V., Perfilieva, I. and Močkoř, J., Mathematical principles of fuzzy logic , Dodrecht: Kluwer Academic ,1999 .

[21] Thabit , Thabit H. , "Adoption The Fuzzy Logic To Enhance The Quality Of The Accounting Information To Operate Balanced Scorecard - Applied on Mosul Bank For Development & Investment in Nineveh Province" , M.Sc. thesis in accounting , University of Mosul , Mosul , Iraq , June 2013 .

[22] Toni, A. D. and Tonchia, S., Performance measurement systems models , characteristics and measures , International Journal of Operations & Production Management , 2(1/2) , 2001.

[23] Ross, Timothy J. , Fuzzy Logic with Engineering Applications , Third Edition , John Wiley & Sons, Ltd., 2010.

[24] Al-Hubaity , Qasim M. and Thabit , Thabit H. , The Use of Fuzzy Logic Model for Decision Making Depending on Multiple Linguistic Criteria: An Accounting Study in Ways of Pricing Products , journal of Tanmiatalrafiain , administration and economic collage , University of Mosul , 110(34) , pp: 105-122 , 2012 .

[25] El-Hossainy , T.M., *A Fuzzy Model for Multi-Criteria* , JKAU: Eng. Sci., 1(22) , pp: 99-118 , 2011.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 130-140
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Análisis de estudio de casos para estimar la edad basado en detección de rostros en las imágenes digitales

[Case study analysis to estimate the age based on face detection digital images]

Luis Enrique Colmenares-Guillen[1-2], Francisco Javier Albores Velasco[2], and Omar Gonzalo Ledo Moreno[1]

[1]Facultad de Ciencias de la Computación,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Puebla, Puebla, México

[2]Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Apizaco, Tlaxcala, México

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

ABSTRACT: Age estimation based on face detection, is one of the different areas of study within digital images and is widely used by researchers and the by the different technological applications. Consequently, the present research focuses on studying the methods and the most important trends on age classification based on different analyzes of the main facial characteristics of a person such as the proportions of the face, identifying wrinkles, drooping eyelids, and fiducial points, among others. With these data, and using computational learning algorithms, better known as support vector machines and artificial neural networks, an analysis of some classification processes it is performed. Some age estimators such as OpenBR and Face API were also tried in order to obtain solutions that help generate new proposals for age estimation. Determining the age of people can be of assistance for marketing studies; for selecting contents suitable to certain age groups; for systems based on human interactions; and the probable detection of child pornography, which help to prevent criminal content subsisting on the web.

KEYWORDS: Age estimation, face detection, anthropometric model, age classification, human faces.

RESUMEN: La estimación de edad, basado en rostros es una de las diferentes áreas de estudio dentro de las imágenes digitales y que es ampliamente utilizado por investigadores y por las distintas aplicaciones tecnológicas. Por consiguiente, el presente trabajo de investigación se enfoca a estudiar los métodos y tendencias más importantes de clasificación de edad basado en diferentes análisis de características principales faciales de una persona como pueden ser: las proporciones de la cara, identificación de arrugas, caída de parpados, puntos fiduciales, entre otros. Con estos datos, se lleva a cabo el análisis de algunos procesos de clasificación, utilizando algoritmos de aprendizaje computacional mejor conocidos como máquinas de soporte vectorial y redes neuronales artificiales. También, se efectuaron, algunas pruebas de los estimadores de edad, como OpenBR y Face API, para obtener soluciones que ayuden a generar nuevas propuestas para estimar la edad. Determinar la edad de las personas puede transformarse en una gran ayuda, para estudios de mercadeo, para la selección de contenidos aptos para ciertos grupos etarios, para sistemas que se basan en interacciones humanas y para posible detección de pornografía infantil que ayude a prevenir contenidos delictivos que existen en la web.

PALABRAS-CLAVE: Estimación de edad, detección de rostros, modelo antropométrico, clasificación edad, rostros humanos.

Corresponding Author: Luis Enrique Colmenares-Guillen

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, los rostros humanos son una fuente de información importante que traen consigo un verdadero impacto dentro de las comunicaciones sociales, ya que los rostros representan información propia sobre un individuo. Al extraer los datos se pueden llegar a concretar información que nos determinen el estado de animo de una persona o experiencias de su propia vida [18].

Un rostro humano tiene una gran cantidad de información útil, que está sumamente relacionada a la identidad de las personas, ya que los rostros, nos puede brindar valiosa información para conocer su edad, genero, grupo étnico, entre otros datos [10]. Por tal motivo, este problema ha inspirado a investigadores, quienes han dedicado al análisis de imágenes faciales, porque es una intensa área de investigación, con énfasis especial en la identificación facial, la extracción de características de un rostro, clasificación de género y hasta expresiones faciales. Aunque, ya que es un tema apenas explorado, hay muy poca información y trabajos que se dediquen al tema de estimación de edad [17].

El desarrollo de un modelo general para la apariencia facial debe considerar ciertos atributos que caracterizan cualquier rostro, como: la textura de la piel, la forma de la cara, puntos fiduciales [9].

El envejecimiento humano conlleva a un conjunto de alteraciones inevitables e irreversibles que se provocan con el paso de los años, comprende de la reducción de flexibilidad de los tejidos, perdida de colágeno y grasa en tejido subcutáneo, entre otros, esto hace que la piel se empiece a abolsar provocando pliegues y arrugas, la caída de la punta nasal, caída de dientes, y normalmente estos signos empiezan a surgir a partir de los 30 años de edad [16].

Las diversas posturas, expresiones, la iluminación y otros factores como el maquillaje, las degradaciones causadas por la falta de definición en la imagen, entre otras, también son algunas de las causas que hacen que conocer la edad de una persona por medio del reconocimiento de rostros sea un proceso muy complejo [9]. Además, a estas dificultades se le agregan otras, que hacen variar también los resultados, como el estilo de vida, los genes, hasta el medio ambiente, hacen que la construcción de un modelo universal de clasificación de edad sea una tarea compleja.

Algunas aplicaciones prácticas que se puede utilizar la detección de rostros, son: las limitaciones de edad para comprar bebidas alcohólicas o cigarros, videojuegos, películas, conducir un coche, acceso a páginas web de contenido para adultos, detección de pornografía infantil, entre otros [19].

2 ESTIMACIÓN DE EDAD

La estimación de edad se puede definir como la determinación del grupo etario o la edad de una persona. La edad se puede determinar de muchas maneras, pero esta investigación se refiere a la estimación de la edad sobre imágenes bidimensionales de rostros humanos.

Según Geng [1], hay varios tipos de edad:

- La edad cronológica se define como el número de años que una persona ha vivido.
- Apariencia es la información acerca de la edad, definida por la apariencia de una persona.
- La edad percibida se define por la respuesta de otras personas que se basan sobre la apariencia de una persona.
- La edad estimada definida por un ordenador basada en la apariencia de las personas.

El objetivo de la estimación de la edad, es que la edad resultante, sea lo más cercano posible a la edad real o cronológica de una persona.

3 CAMBIOS FACIALES QUE OCURREN DURANTE EL CRECIMIENTO Y EL ENVEJECIMIENTO

Geng [1], en su trabajo sobre la estimación de la edad reconoce dos etapas del envejecimiento facial. La primera fase, los primeros años, que se define como el tiempo transcurrido, desde el nacimiento hasta la edad adulta. En esta etapa, la mayoría de los cambios se deben a el crecimiento cráneo-facial como se ilustra en Fig. 1.

- La barbilla se hace más prominente.
- Las mejillas se extienden sobre un área más grande.
- Características del rostro aumentan y cubren los espacios.
- La frente cae de nuevo, reduce el espacio libre en la superficie del cráneo.

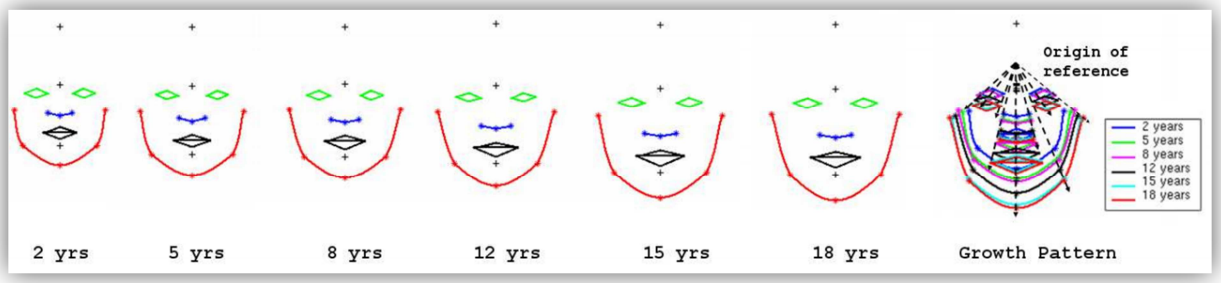


Fig. 1. Crecimiento cráneo-facial hasta antes de llegar a la etapa adulta [6].

Además de los cambios causados por el crecimiento cráneo-facial, se producen cambios menores en la piel [1], como:

- El vello facial se hace más denso y cambia de color.
- Se producen cambios en el color de la piel.

La segunda fase del envejecimiento facial, reconocido por Geng [1], es en la edad adulta. La edad adulta se define como el tiempo desde el final del crecimiento hasta la vejez. Los principales cambios en esta etapa son los cambios en la textura de la piel. La piel se vuelve más delgada, más oscura, menos elástica y más correosa. Además, las arrugas, las mejillas hundidas y bolsas bajo los ojos aparecen.

4 MODELOS DE REPRESENTACIÓN FACIAL

Según Saravia [2], existen cinco diferentes enfoques que se utilizan, como modelos para la representación facial y son:

a) Modelos antropométricos:

Su objetivo es obtener una aproximación de la edad e implementar simulaciones para recolectar los cambios de la apariencia con el paso del tiempo. La antropometría facial, es la ciencia de medir el tamaño y las proporciones de un rostro humano. Este modelo es útil para las personas jóvenes, y no para los adultos. Este modelo tiene en cuenta únicamente la geometría de la cara, sin la información sobre textura [11]. El modelo antropométrico propuesto para un rostro frontal humano está compuesto por 32 parámetros que se obtienen a partir de un grupo de 18 puntos de referencia [6], como se observa en la Fig. 2.

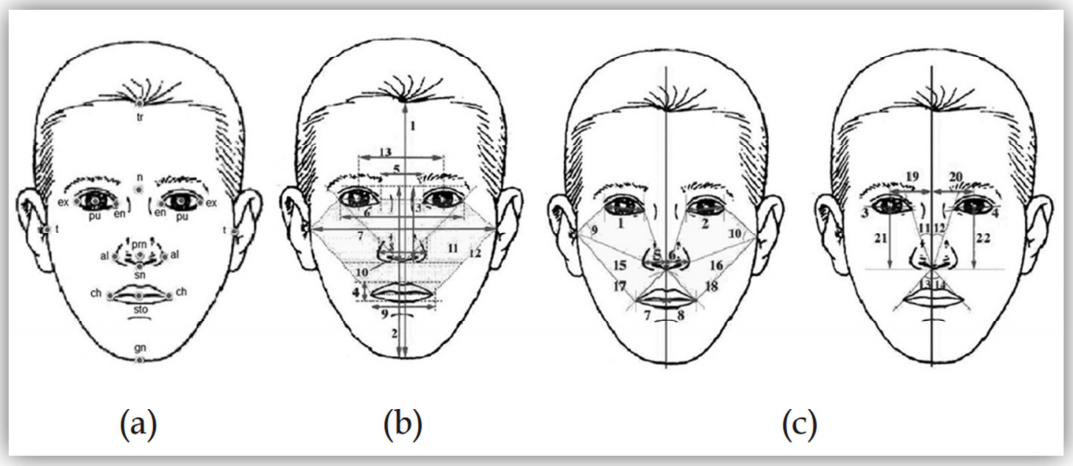


Fig. 2. Parámetros antropométricos [14]: (a) Puntos de referencia [15]; (b) Parámetros antropométricos del modelo de un rostro frontal [15]; (c) Medidas para realizar la evaluación de la simetría facial [15]

b) Modelo activo de apariencia:

Son ampliamente utilizados como una característica para la estimación de edad. A diferencia del modelo antropométrico, este modelo no está orientado sólo a las personas más jóvenes, pero se ocupa de la evaluación de la edad de las personas de todas las edades. Funciona, utilizando la geometría del rostro humano y su textura. De esta manera la edad de una persona puede ser estimado con mayor precisión [11].

c) Colectores de edad:

En este modelo la estructura subyacente de la edad facial, se proyecta en un espacio de características de dimensión menor [2].

d) Modelos basados en características:

Estos modelos describen la edad del rostro con un conjunto de texturas con características discriminantes locales tales como la boca, la nariz, los ojos y tiene un clasificador estructural. A comparación de otros modelos son menos sensibles a algunas variaciones de luz, puntos de vista e inexactitudes en la localización de la cara, pero sus técnicas de extracción de características deben ser precisas y confiables para tener una buena respuesta de salida [13].

e) Modelos de simulación de edad.

Este modelo tiene valores críticos como la posición del rostro, su expresión, y la iluminación. Es capaz de realizar tareas complejas que se encuentran interrelacionadas y la muestra mediante la realización de finitas combinaciones en cuestión de segundos [12].

Como el objetivo de este trabajo de investigación es identificar a un menor de edad, el uso de un análisis antropométrico es el más viable, ya que, es más eficiente para el cálculo de la edad en personas jóvenes.

5 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo un clasificador de edad y usando únicamente el rostro de una persona, la investigación utilizara un esquema genérico como se muestra en Fig. 3, que consta de los siguientes pasos:

- En un principio se tiene una imagen de entrada, que es una imagen bidimensional de un rostro humano.
- Enseguida, la imagen debe pasar por un pre-procesamiento, con el fin de mejorar el contraste, eliminar lo que no se utilizara: en esta fase, los datos de entrada como de salida son imágenes.
- Después se busca la ubicación de los principales rasgos faciales, los puntos de interés como son los ojos, mejillas, boca, barbilla, nariz y punto más alto de la frente.
- Se lleva a cabo una extracción de datos de los puntos de interés, la meta de la extracción de características faciales es para realizar el cálculo de razones entre las diversas distancias del rostro humano, es decir, realiza un análisis antropométrico del cual, se puede hacer una aproximación de la edad de la persona.
- Se hace una clasificación.
- Finalmente, se entrega el resultado final en este caso, el resultado de la estimación de la edad de la persona.

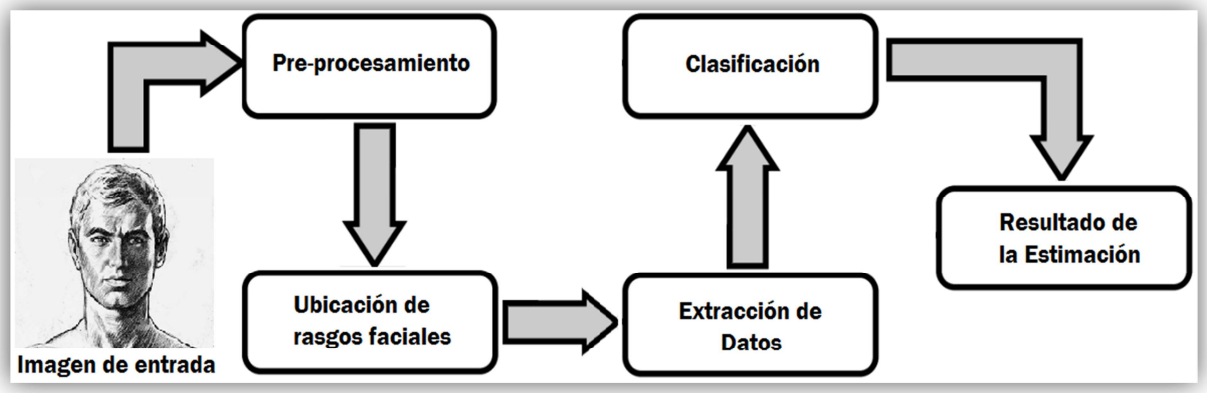


Fig. 3. Esquema genérico para la clasificación de edad

6 MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN

La etapa más importante después hacer el pre-procesamiento de la imagen, es la ubicación de los principales puntos faciales y la extracción de los datos, el punto definitivo consiste en el proceso de clasificación para poder dar una aproximación final acerca de la edad que se va a calcular.

La implementación de redes neuronales es la técnica más utilizada para este tipo de trabajos, pero los métodos de clasificación se extienden a:

6.1 CLASIFICACIÓN VÍA REDES NEURONALES ARTIFICIALES (RNA):

Las RNA intentar simular las redes neuronales biológicas de nuestro cuerpo y han servido para conocer estrategias de solución que se basan en ejemplos de algún comportamiento típico; este tipo de clasificador no necesita que la tarea que se va a ejecutar se programe, sino que aprenden de la experiencia y se generalice. Su etapa de aprendizaje puede que sea supervisado o no, siempre y cuando se use un conjunto de datos para el entrenamiento [3]. La red Feedforward es la más conocida y empleada para este tipo de clasificación, está formada de una capa de entrada (tiene igual número de neuronas como de atributos que se definan), una o varias capas ocultas y una última de salida (donde se encuentra el valor o valores obtenidos de la estimación), como se observa en la Fig. 4. Sus unidades son llamadas neuronas, que hacen operaciones matemáticas simples. Su organización hace que las neuronas de entrada puedan transmitir señales a las neuronas de salida por medio de las ocultas [5].

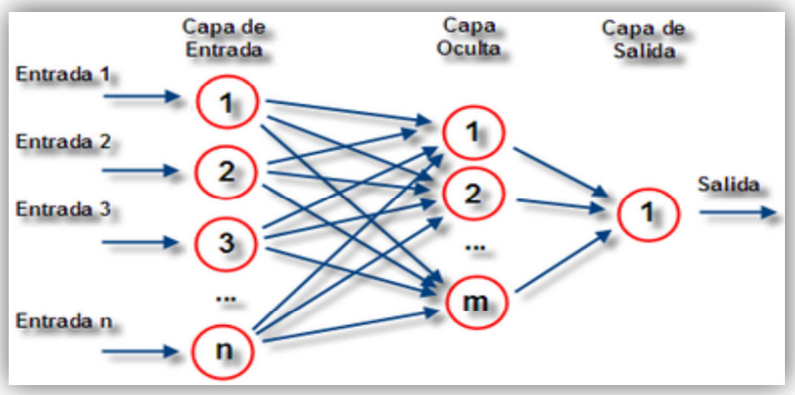


Fig. 4. Ejemplo de red neuronal [5]

6.2 CLASIFICADORES DE LA DISTANCIA MÍNIMA

Un clasificador por distancia mínima tiene un proceso simple que esta aplicado al reconocimiento de formas. Su fase de aprendizaje, consiste solamente en la selección de un representante, en un grupo de prototipos que pertenecen a la misma fase. El representante seleccionado, normalmente, es quien se encuentra más centrado, en la distribución de los prototipos en la clase. Se puede decir que este método, no es muy bueno, porque sobreclasifica dicha imagen, esto quiere decir que no hay pixel que se quede sin clasificar. Mientras que algunos autores marcan esto como una ventaja. La realidad, es innecesario, porque no hay necesidad de clasificar áreas y es razonable dejarlas sin clasificar [4].

6.3 MÁQUINAS DE SOPORTE VECTORIAL (SVM)

La técnica que las SVM, es que mueven un espacio de atributos de entrada a otro espacio que tiene una mayor dimensionalidad, en dicho espacio se tratan de separar las diversas clases por medio de hiperplanos, y se intenta que estén separadas por el espacio más amplio posible, como se muestra en la Fig. 5.

Los clasificadores con SVM se consideran superiores a las redes neuronales artificiales, porque son muy eficientes al hacer separaciones de grupos etarios. Aunque, la naturaleza binaria que tiene, puede resultar como una desventaja, ya que puede una tarea complicarse, si se le expone a más de dos clases [2].

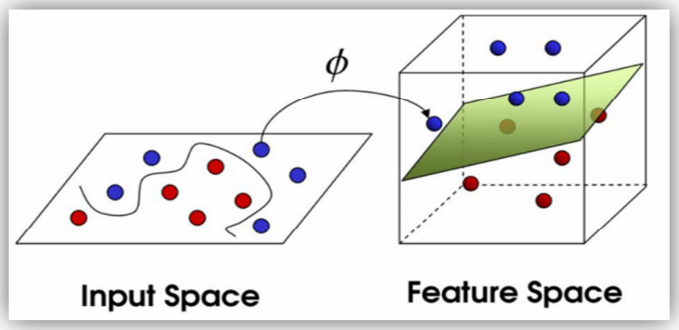


Fig. 5. Ejemplo del funcionamiento de las SVM [5]

Como cualquier otro problema de clasificación, se debe tener un conjunto de entrenamiento el cual provee información necesaria que asocie un futuro dato de entrada, con la decisión que debe ser elegida.

7 SELECCIÓN DE RANGOS ETARIOS

Un punto que es muy importante, es la división de los rangos etarios. Para hacer la división de los intervalos de edad, cada rango debe contar con un conjunto de usuarios con características similares. El objetivo es encontrar, a que rango de edad está asociada la persona, es decir, si es un menor de edad o un adulto. Considerando el objetivo del proyecto se debe hacer un mayor énfasis a la detección de rostros de los menores de edad para su protección, entonces la división se realizaría en dos rangos principales que serían para los menores de edad y otro para los mayores de edad, es decir, de 0 a 18 y de 18 a un valor máximo de edad que se considere senil. Aquí en México la mayoría de edad se alcanza hasta los 18 años. En la Fig. 1, el primer rango de edad de 0 a 18 años, se puede dividir en rangos secundarios que estarían presentes en los clasificadores de estimación de edad para reconocer si es un menor de edad.

8 PRUEBAS DE ESTIMADORES Y RESULTADOS

Face API y OpenBR son dos conjuntos de herramientas que se dedican al análisis facial de una persona, con el objetivo de analizar los resultados que se obtengan y ver la eficiencia de cada una de las aplicaciones. Se realizó la instalación de ambas herramientas para así, llevar a cabo las pruebas con los diferentes rostros de personas.

8.1 FACE API

Se utilizó Face API que es una parte del Microsoft Oxford Project [7], el reconocimiento de rostros que contiene la aplicación proporciona funcionalidades de identificación o verificación de una persona a partir de una selección de caras detectadas automáticamente. Ofrece cuatro funciones de reconocimiento: la verificación de cara, la búsqueda de caras similares, agrupamiento automático de caras y de identificación personal. Además, proporciona métodos para:

- Procesar imágenes de rostros.
- Reconocimiento de características.
- Estimar la edad.
- Genero.
- Verificar si una persona está sonriendo.
- Si tiene puestos anteojos.

Todo esto es posible, ya que es una REST API, es decir, que la aplicación es un intermediario para hacer uso de un servicio web que se puede integrar dentro de una aplicación propia. Para poder tener libre acceso al repositorio se tuvo que crear una cuenta en Microsoft Azure, para que Face API nos brindara las llaves para poder usar sin problemas la aplicación. Se realizó la instalación de Visual Studio 2015 para poder ejecutar la solución que nos brinda su propio repositorio. Aunque, la estimación de edad y género, todavía se consideran como experimentales, sus resultados tienen un rango de error mucho menor que otros estimadores como el utilizado posteriormente como OpenBR. Face API puede estimar la edad de una persona individualmente o por grupo de personas como se observa en la Fig. 6.

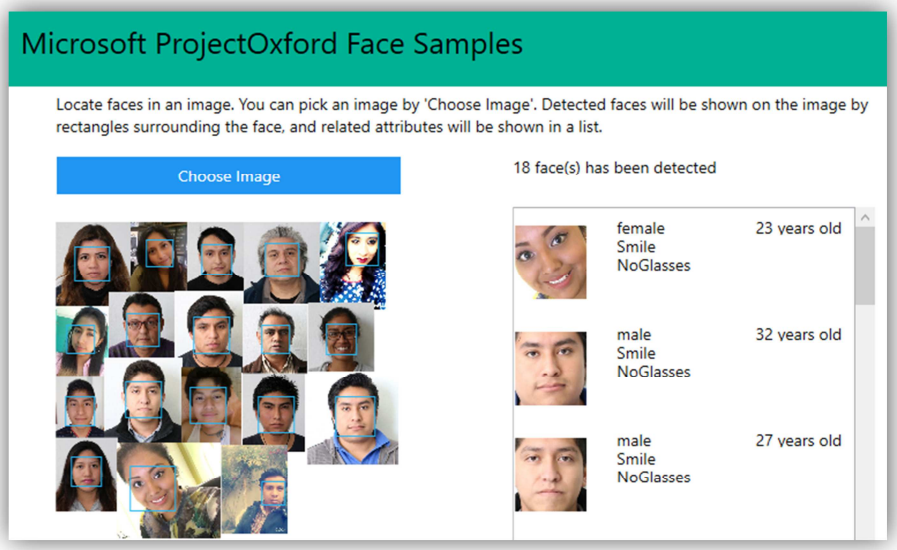


Fig. 6. Uso de Face API

Para llevar a cabo la detección de rostros se realiza la carga de una imagen a la aplicación. Esto se realiza mediante el envío de una petición "POST" con contenido del tipo octet-stream, la imagen debe ser en formato JPEG con un tamaño de 4 MB. El uso de la biblioteca por parte del cliente, se realiza mediante el paso de un objeto del tipo Stream. Consecuentemente, nos devuelve la propiedad FaceRectangule que contiene las caras detectadas y las identifica por medio de rectángulos, que por lo general tiene contenido los ojos, las cejas, la nariz y la boca, hay que tomar en cuenta que características como la parte superior de la cabeza, las orejas y la barbilla no se incluyen en la propiedad como se observa en la Fig. 6. El método que muestra la Fig. 7 es el envió de la imagen que contiene o no, un rostro humano por medio del servicio web y las propiedades que se retornan que son el rectángulo correspondiente y los puntos de referencia de la imagen [7].

```
string imageUrl = "http://news.microsoft.com/ceo/assets/photos/06_web.jpg";
var faces = await faceServiceClient.DetectAsync(imageUrl, true, true);

foreach (var face in faces)
{
    var rect = face.FaceRectangle;
    var landmarks = face.FaceLandmarks;
}
```

Fig. 7. Método para hacer la detección de caras y la identificación de características [7]

De forma predeterminada, hay 27 puntos de señal predefinidas. La Fig. 8, figura muestra cómo se definen los 27 puntos:

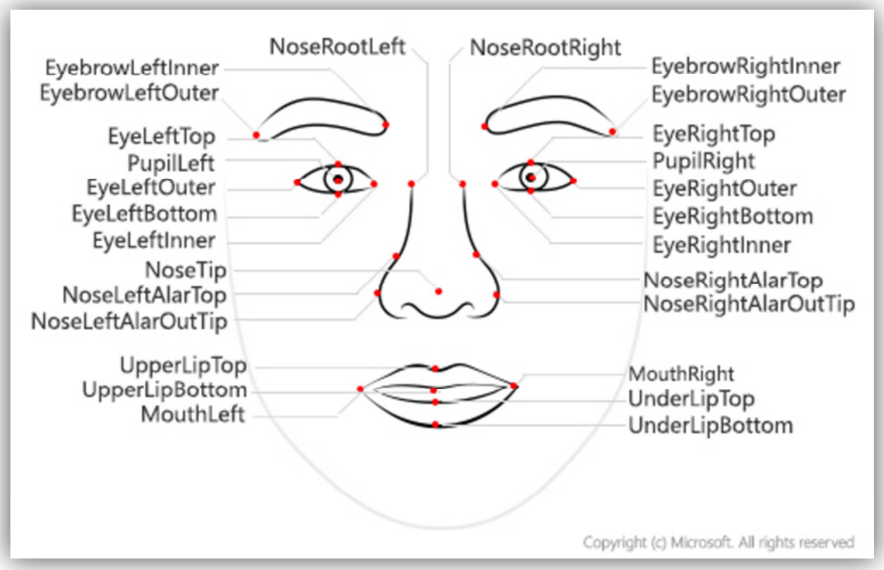


Fig. 8. Puntos predefinidos [7]

La edad es uno de los atributos que se obtienen después de detectar una cara. El atributo de edad es opcional en los resultados de la detección, y puede ser controlado con una solicitud de detección especificado por el parámetro returnFaceAttributes como se observa en la Fig. 9.

```
var requiedFaceAttributes = new FaceAttributeType[] {
                FaceAttributeType.Age,
                FaceAttributeType.Gender,
                FaceAttributeType.Smile,
                FaceAttributeType.FacialHair,
                FaceAttributeType.HeadPose,
                FaceAttributeType.Glasses
            };
var faces = await faceServiceClient.DetectAsync(imageUrl,
    returnFaceLandmarks: true,
    returnFaceAttributes: requiedFaceAttributes);

foreach (var face in faces)
{
    var id = face.FaceId;
    var attributes = face.FaceAttributes;
    var age = attributes.Age;
    var gender = attributes.Gender;
    var smile = attributes.Smile;
    var facialHair = attributes.FacialHair;
    var headPose = attributes.HeadPose;
    var glasses = attributes.Glasses;
}
```

Fig. 9. Atributos que se obtienen después de la detección de los puntos de referencia de un rostro [7]

8.2 OPENBR

OpenBR [8], fue utilizado bajo una distribución Linux, donde su utilización es bajo consola. Ofrece herramientas para:

- Reconocimiento de rostros.
- Estimación de edad
- Genero

Para realizar una estimación de la edad a partir de la línea de comandos se ejecuta la instrucción de la Fig. 10, donde el resultado de la estimación de la edad es almacenado en el archivo metadata.csv, en donde hay una columna donde se almacena el valor numérico.

```
$ br -algorithm AgeEstimation \
    -enroll ../data/MEDS/img/S354-01-t10_01.jpg ../data/MEDS/img/S001-01-t10_01.jpg metadata.csv
```

Fig. 10. Comando para la estimación de edad en OpenBR [8]

8.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Las pruebas que se realizaron a un grupo de dieciocho personas que se observa en la Tabla 1, se colocó la edad real de las personas, la edad estimada individualmente por Face API, la edad estimada de una persona en una imagen que contiene varios rostros y la edad estimada por OpenBR; servirá para observar que tanto se separan los resultados estimados de los resultados esperados entre Face API y OpenBR.

Tabla 1. Pruebas con Face API y OpenBR

	Edad Real	Face API (Individual)	Face API (Imagen Conjunta)	OpenBR
Ricardo	14	18	19	47.9
Miguel	14	20	19	43.71
Andrea	15	22	22	22.47
Kely	17	24	24	25.27
Daisy	19	23	23	28.02
Roque	21	32	32	42.25
Thomas	21	27	26	30.98
Omar	22	27	27	24.6
Carla	22	20	19	30.56
Servando	22	28	28	31.97
Cristian	23	31	30	26.32
Yolanda	23	34	35	35.51
Harbey	23	32	32	42.28
Marlene	23	27	28	35.29
Ana Laura	26	28	30	44.93
Mario	44	35	36	38.15
Luis Enrique	46	41	41	30.46
Jorge	56	59	59	42.5

Los resultados estimados de Face API tienen una aproximación más cercana a la edad esperada y OpenBR varía mucho sus resultados, como se observa en la Fig. 11.

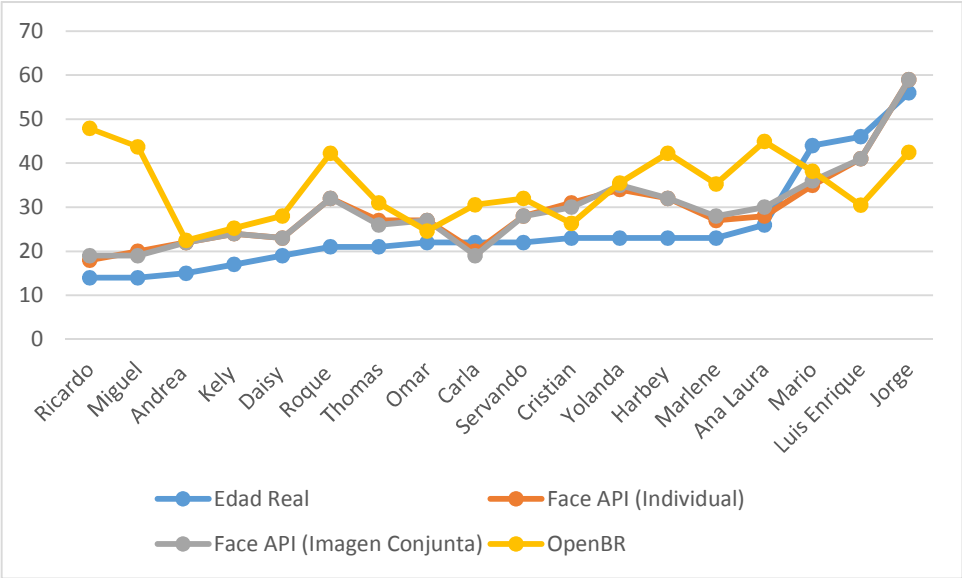


Fig. 11. Representacion de la edad real con FaceAPi y OpenBR

9 CONCLUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se han realizado pruebas con las dos herramienta Face API y OpenBR, y e concluye que la estimación de la edad ha sido con mayor precisión con la herramienta Face API. Se pudo verificar que existen varias aproximaciones al procesamiento del envejecimiento dentro del reconocimiento de rostros, por lo tanto el trabajo para proponer nuevas aproximaciones para la detección de rostros en infantes representa un nuevo reto para la investigación en las imágenes digitales. Aunque, los métodos existentes son aun incapaces de lidiar eficazmente con el envejecimiento de una persona, si se tienen algunos factores que representan mayor complejidad como, las diferencias en el proceso de envejecimiento de personas de diferentes etnias, que hace fracasar al sistema en la obtención de un modelo que generalice estas diferencias.

El determinar la edad de las personas y poder diferenciar a un menor de un adulto, puede transformarse en una gran ayuda para la selección de contenidos aptos para ciertos grupos etarios, en estudios de mercado, en otros sistemas que se basan en interacciones humanas y también de posible detección de pedófilos con contenidos de pornografía infantil, previniendo los contenidos delictivos que integran actualmente la web.

Como conclusión se puede decir, que, para hacerle frente al problema de la estimación de edad utilizando el rostro de una persona, es indispensable el surgimiento de nuevos métodos y técnicas que logren hacer una extracción de rasgos discriminativos apropiados para resolver el problema, así por igual una medida de semejanza que ayude a realizar una comparación en los rostros de las personas.

AGRADECIMIENTO

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el apoyo parcial para esta investigación y al Profesor José Luis Luna Govea por la revisión del Ingles en el abstract.

REFERENCIAS

[1] Geng Xin, Fu Yun, Smith-Miles Kate. 2010. Automatic Facial Age Estimation, Tutorial de PRICAI.
[2] Saravia Estrada, J. (2011). Desarrollo de un método de clasificación de edad para imágenes faciales basado en análisis antropométrico y de texturas. Santiago de Chile. Universidad de Chile.
[3] Tanco, F., Verrastro, C., Grinberg, D. and Roitman, J. Implementación de redes neuronales artificiales en hardware para aplicación en detección automática de fulguraciones solares. Buenos Aires.
[4] Micó Andrés, M. (1996). Algoritmos de búsqueda de vecinos más próximos en espacios métricos. Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia.

[5] Rodríguez Ruiz, A. (2012). Estimación Automática de Edad a partir de Imágenes Faciales. Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
[6] L. G. Farkas. Anthropometry of the Head and Face. Raven Press, New York, 1994.
[7] Microsoft.com. Microsoft Cognitive Services - Face API. [en línea] Disponible en: https://www.microsoft.com/cognitive-services/en-us/face-api
[8] Openbiometrics.org. OpenBR | Home. [en línea] Disponible en: http://openbiometrics.org
[9] Meneces, L., Larin, R. and Méndez, H. (2013). Retos actuales en el reconocimiento de rostros envejecidos. La Habana, Cuba.
[10] Ylioinas, J., Hadid, A. and Pietikainen, M. Age Classification in Unconstrained Conditions Using LBP Variants. Oulu, Finlandia.
[11] Yun Fu, Guodong Guo, Thomas S. Huang. 2010. Age Synthesis and Estimation via Faces: A Survey. In IEEE Transactions on Pettern Analysis and Machine Intelligence.
[12] Fullana, C. and Urquía, E. (2009). Los modelos de simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación. Comillas.
[13] Pereyra, P. Reconocimiento Facial Mediante Imágenes Estereoscópicas Para Control de Ingreso. Universidad de Buenos Aires.
[14] Gutiérrez, R. (2004). Estudio de la relación entre características antropométricas, atractivo facial y calidad seminal. Valencia.
[15] Camargo, J., Pérez, E., Sotaquirá, M. and Gutiérrez, R. (2011). Algoritmo para la obtención de parámetros antropométricos en imágenes de rostros frontales. Barranquilla.
[16] Burgué, J. La cara, sus proporciones estéticas. [en línea] La Habana. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/protesis/la_cara,_sus_proporciones_esteticas.pdf.
[17] Jain, A., Flynn, P. and Ross, A. (2008). Handbook of biometrics. New York, N.Y.: Springer.
[18] Tara T. Lineweaver, Paul Hutman, Christopher Ketcham, John Neil Bohannon III. The Effect of Comprehension Feedback and Listener Age on Speech Complexity. Journal of Language and Social Psychology.
Steiner, M. (2010). Facial Image-based Age Estimation. Institute for Anthropomatics.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 141-151
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Implication des paramètres physico-chimiques sur la qualité des eaux de la rivière Lubumbashi (Pont Katuba jusqu'en aval de la rivière Kafubu) Lubumbashi, Haut-Katanga / RD Congo

[Involvement of physicochemical parameters of the water quality of the river Lubumbashi (Katuba Bridge to downstream of the river Kafubu) Lubumbashi, Haut Katanga / DR Congo]

Serge Kashimbo Kalala[1], Mukanya Senga Serge Christian[2], and Meli Kimpinde Adelin[3]

[1]Chef des travaux à l'Unité de Gestion des ressources naturelles, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, B.P: 1825, RD Congo

[2]Chef des travaux au Département de Métallurgie, Faculté Polytechnique, Université de Lubumbashi, B.P:1825, RD Congo

[3]Chef des travaux à la Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, B.P: 1825, RD Congo

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

ABSTRACT: The study of physico-chemical parameters (temperature, pH, Dissolved Oxygen, Turbidity, and electrical conductivity) Rivers Water (Lubumbashi and Kafubu) remains essential insofar as it allows to highlight the current status of these two streams to impose safeguards that hardly renewable resource, for its better management. Thus a transect was established on the river starting from Lubumbashi Bridge Katuba (Station A) to downstream of the Kafubu River (station E). Measures on the physico-chemical parameters of the water in situ were performed in order to determine the current state of water (quality), the use by local residents and especially to establish responsibility in relation to the source of contamination (population or society). The results of measurements on the physicochemical parameters indicate strong pressure from rivers and Lubumbashi Kafubu due partly to the presence in front of the Terril Processing Society of Lubumbashi (STL). This by the spill hot liquid effluents untreated into the river Lubumbashi would be the origin of the change in the physical, chemical and biological conditions of aquatic creatures, preventing them from achieving their optimal life cycle. And secondly to the rejection by the people of Kamalondo common, Kenya, Katuba various waste (organic waste, electronic waste, chemical detergents) in the two rivers in the study. These wastes have contributed their degradation, to changes in physical and chemical parameters of water in particular pH and turbidity. This upstream to downstream class waters of two rivers in the study of inferior quality and should be subject to special monitoring.

KEYWORDS: physicochemical parameters, effluent, rivers and Kafubu Lubumbashi, various wastes, in situ measurements, current status.

RESUME: L'étude des paramètres physico-chimiques (Température, pH, Oxygène Dissous, Turbidité, et conductivité électrique) des eaux des rivières (Lubumbashi et Kafubu) demeure indispensable dans la mesure où elle permet de mettre en évidence l'état actuel de ces deux cours d'eau afin d'imposer des mécanismes de protection de cette ressource difficilement renouvelables, pour sa meilleure gestion. Ainsi un transect a été établi sur la rivière Lubumbashi partant du pont de la Katuba (station A) jusqu'en aval de la rivière Kafubu (station E). Des mesures sur les paramètres physico-chimiques de l'eau in situ ont été effectuées dans le but de déterminer l'état actuel de l'eau (qualité), l'usage par les riverains et surtout d'établir la

Corresponding Author: Serge Kashimbo Kalala

responsabilité par rapport à la source de contamination (population ou société). Les résultats des mesures sur les paramètres physico-chimiques indiquent une forte pression des rivières Lubumbashi et Kafubu liée d'une part, à la présence en amont de la Société de Traitement de Terril de Lubumbashi (STL). Celle-ci par le déversement des effluents liquides chauds, non traités dans la rivière Lubumbashi serait à l' origine du changement des conditions physiques, chimiques et biologiques des êtres aquatiques, les empêchant de réaliser leur cycle de vie de façon optimale. Et d'autre part au rejet par les populations des communes Kamalondo, Kenya, katuba des déchets divers (déchets organiques, déchets électroniques, détergents chimiques) dans les deux cours d'eau à l'étude. Ces déchets ont contribué par leurs dégradations, à la variation des paramètres physico-chimiques de l'eau en particulier le pH et la turbidité. Cette situation de l'amont à l'aval classe les eaux de deux rivières à l'étude de moins bonnes qualités et devraient faire l'objet d'une surveillance particulière.

MOTS-CLEFS: Paramètres physico-chimiques, effluents liquides, rivières Lubumbashi et Kafubu, déchets divers, mesures in situ, état actuel.

1 INTRODUCTION

La qualité des eaux usées (sous l'angle de leurs caractéristiques physiques et chimiques) détermine partiellement les impacts environnementaux de ces eaux [1]. Dans les zones arides et semi-arides, les produits chimiques sont présents à des concentrations plus élevées que dans les zones humides [2]. L'eau douce renouvelable est une ressource indispensable à la vie. Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines. En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels [3], l'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs [4], mais aussi altérer les usages de l'eau (captage de l'eau, baignade, etc.) [5].

Dans la province du Katanga, les rivières sont sous une sérieuse menace de dégradation résultant des décharges régulières des effluents riches en polluants, provenant des usines de traitement, d'enrichissement et de production des cathodes de cuivre[6]. Le traitement des minerais par les usines hydrométallurgiques ainsi que les procédés métallurgiques à différents stades sont à l'origine de la pollution de l'air, des eaux de surface et des sédiments par suite des émanations des gaz d'usine, mais également des rejets accidentels ou volontaires des effluents liquides chargés en substances dangereuses dans les cours d'eau [7]. Le procédé hydrométallurgique consiste à dissoudre les minéraux de cuivre et de cobalt dans de l'acide sulfurique dilué, à débarrasser mécaniquement de sa gangue, la solution de sulfate ainsi obtenue (la plus pure possible) sera soumise à l'électrolyse [8]. Les résidus minéraux ainsi que les effluents liquides qui en découlent sont rejetés dans l'environnement (rivières) [9]. Ils sont soit des stériles, soit des solutions de stériles, ou des boues et scories. Les scories et stériles sont généralement entreposés en tas sur le site industriel, ou valorisées comme remblais et les effluents relâchés dans la nature souvent sans aucun traitement préalable [10].

La rivière Lubumbashi traverse une grande partie de la ville et draine une importante quantité d'eaux des petits affluents vers le bassin versant de la Kafubu. Elle se trouve particulièrement touchée par le problème d'une démographie croissante des centres riverains et du développement continu des secteurs industriel et agricole. En effet, les rejets liquides d'origines domestiques générés par les communes de la Kamalondo, Kenya et Katuba et industrielles générés par la Société de Traitement de Terril de Lubumbashi (STL) sont déversés directement dans la rivière Lubumbashi d'une façon précaire et sans traitement préalable.

Ainsi, un diagnostic plus complet de la situation actuelle sur l'état de l'eau de la rivière Lubumbashi et un suivi rigoureux de son évolution, s'avèrent d'une grande nécessité pour la sauvegarde de cet écosystème. C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent travail qui consiste à étudier l'impact des activités anthropiques (procédés métallurgiques, déversements volontaires des déchets divers) sur la qualité des eaux des rivières Lubumbashi et Kafubu par des mesures in situ des paramètres physico-chimiques reconnus et exigés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [11].

2 MILIEU, MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MILIEU

2.1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA VILLE D'ETUDE

La ville de Lubumbashi est située dans la province du Katanga entre les parallèles -11°30' et -11°50' et les méridiens 27°17' et 27°40'. Elle est située dans une vaste dépression limitée au Nord-est par l'anticlinal de l'Etoile (1275m d'altitude) et au Sud-ouest par l'anticlinal de Kisanga (1346m d'altitude) [12].

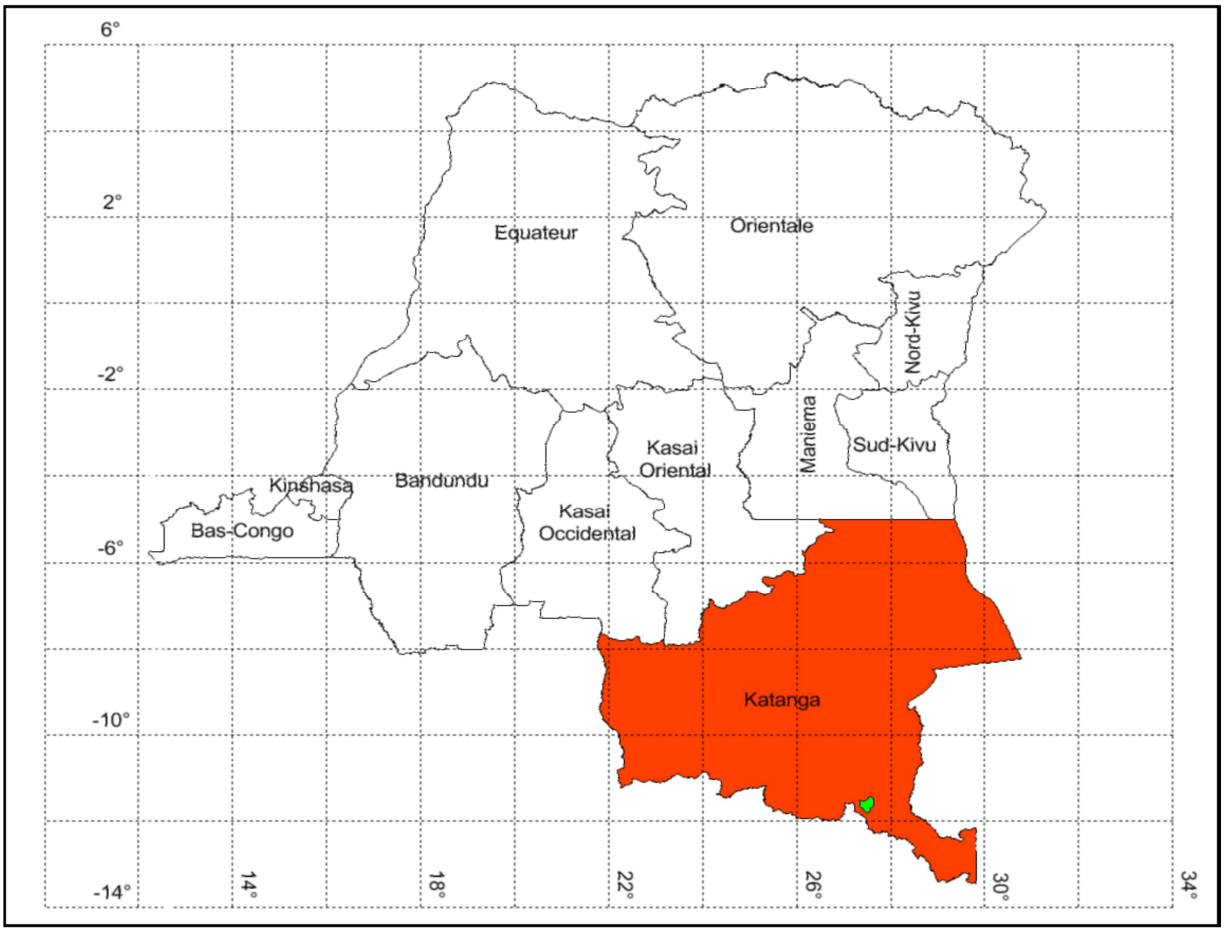


Figure 1 : La carte localisation du secteur d'étude

2.1.2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La rivière Lubumbashi (1,2 m³/ sec) a creusé une petite vallée douce, peu profonde et boisée, constituant certainement un élément positif dans le choix du site. La Kimilolo (6,95 m³/sec), la Kafubu (3 m³/sec), la Karavia (0,4 m³/sec) et la Kapemba (0,3 m³/sec) sont des rivières proches (débits relevés en saison sèche) [12]. Le sol est constitué, en grande partie, d'une terre ocre rouge qui forme la latérite (hydroxyde de fer + alumine) [13]. Le climat continental est relativement sain et comporte deux grandes saisons dénommées "saison sèche" et "saison des pluies" (36 jours de pluie par an) coupée en deux par un court interlude sec (début 2e quinzaine d'octobre à mi-janvier - février à fin avril). Les vents sont constants mais sans force (sauf en cas d'orage et de tornade). La température moyenne avoisine les 21°C toute l'année, avec un maximum de 32°C et un minimum de 6°C (rarement -1° C) [14].

2.2 MÉTHODOLOGIE DE TERRAIN

Tenant compte de diverses activités recensées dans la zone d'étude (eaux usées industrielles, domestiques, et agricoles), cinq stations (S1 à S5) réparties le long de la rivière Lubumbashi (figure 2) ont été retenues pour la mesure des paramètres physico-chimiques (pH, C.E, Turbidité, D.O, T°) de telle sorte qu'elles soient accessibles et reflètent les caractéristiques réelles des eaux de surface de la rivière Lubumbashi au niveau du premier bief d'étude.

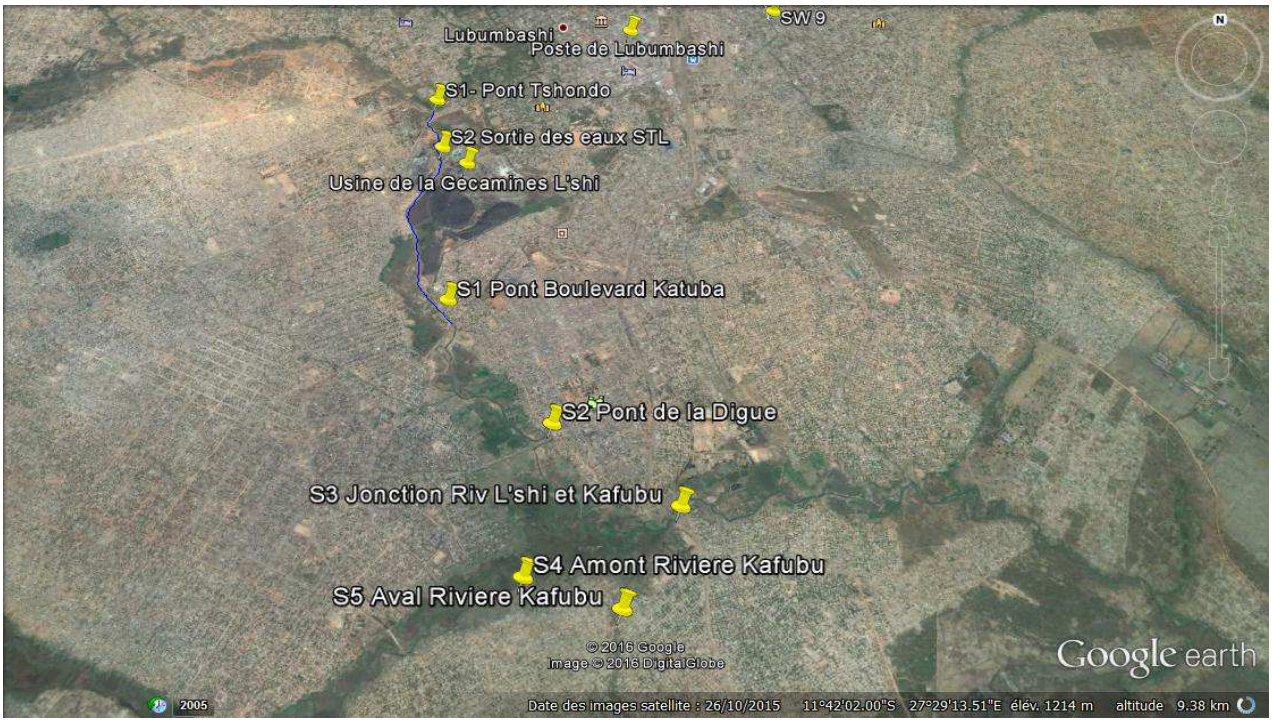


Figure 2 : Situation géographique des stations des mesures au niveau de la rivière Lubumbashi et Kafubu

2.3 MATÉRIELS DE TERRAIN

2.3.1 MATÉRIELS

Les matériels qui ont permis le travail sur le terrain sont: Gants en latex sans talc, Formulaires de prise des paramètres de terrain, Eau distillée, Détergent.

2.3.2 APPAREILS

Le travail sur le terrain exige pour son bon déroulement, des appareils permettant le prélèvement des paramètres physico-chimiques ainsi que les coordonnées géographiques. Il s'agit d'un multi probe, un GPS, une montre pour préciser l'heure de prélèvement et un appareil photo.

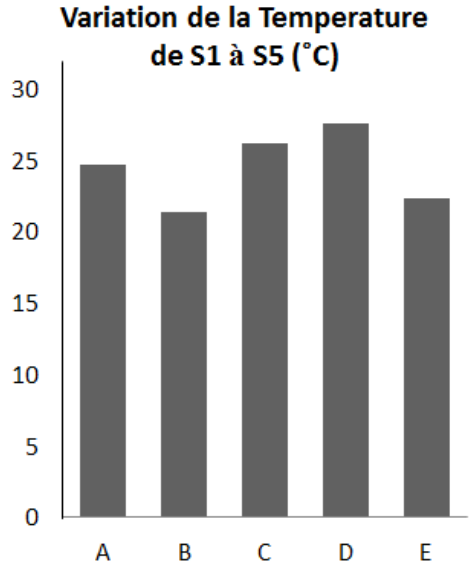
2.4 MESURES DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

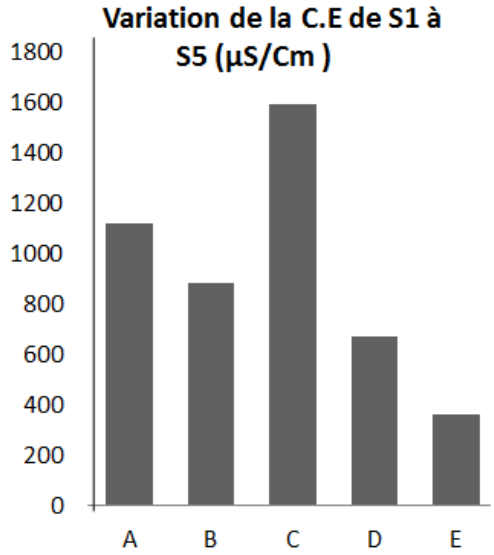
Le long de la rivière Lubumbashi et sur toute la zone étudiée, les échantillons d'eau ont été prélevés en période humide (mois de Février 2011), cette période montre une pluie intense et une crue violente. A chaque prélèvement, la température de l'eau, la turbidité, la conductivité électrique, le pH et l'oxygène dissous ont été mesurés in situ.

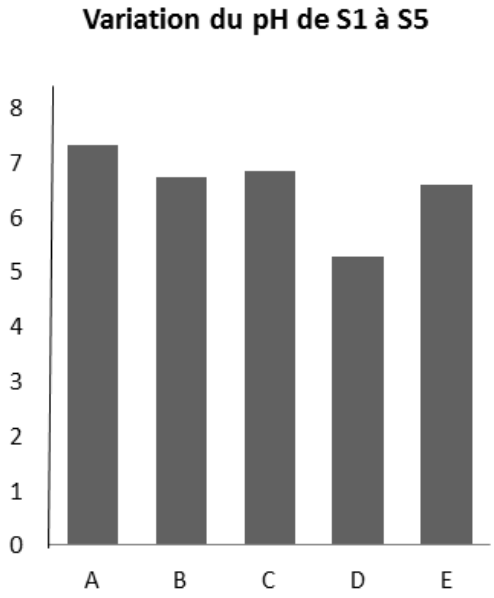
3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

	Paramètres Physico-chimiques					Coord. Géographiques	
	pH	**C.E**	**Turbidité**	**D.O**	**Temp.**	**Latitude (S)**	**Longitude (E-O)**
	u.u	mS/Cm	NTU	mg/L	˚C	DMS	DMS
Pont Blvard Katuba Riv L'shi	7.32	1120	196	4.5	24.7	11°41'47.1"	27°28'17.8"
Pont de la Digue Riv L'shi	6.74	880	190	3.6	21.4	11°42'26.7"	27°28'50.2"
Jonction Riv L'shi, Kafubu	6.85	1590	200	3.2	26.2	11°42'50.2"	27°29'25.0"
Amont Riv Kafubu	5.29	670	125	2.4	27.6	11°43'10.5"	27°28'45.5"
Aval Riv Kafubu	6.6	360	146	5.5	22.4	11°42'45.4"	27°29'25.9"

Table 1. Variation de la Température, de la conductivité électrique et du pH de la station(S1) à la station (S5) le long des rivières Lubumbashi et Kafubu







Légende

A: Pont Boulevard Katuba sur la Rivière Lubumbashi
B: Pont de la Digue sur Rivière Lubumbashi
C : Jonction entre Rivières L'shi et Kafubu
D : Amont de la rivière Kafubu
E : Aval de la rivière Kafubu

TEMPERATURE

La température de l'eau est un facteur physico-chimique qui détermine un grand nombre des processus biologiques et chimiques qui se déroulent dans l'eau. En général, ces processus s'accélèrent avec le réchauffement de l'eau [15]. Une température plus élevée de l'eau augmente la production primaire et pourrait contribuer à l'accélération des processus biologiques et chimiques, à la solubilité des gaz dans l'eau et surtout à la dissociation des sels dissous et des complexes métalliques [16] [17]. La température qui permet le développement d'une vie équilibrée dans un cours d'eau se situe entre 10 et 20˚C [18]. Dans la zone d'étude, la température présente des valeurs situées dans la fourchette de 21.4. à 28.2˚C. Les valeurs mesurées de la température dépassent celles recommandées par les normes de l'OMS, de 20˚C, à l'exception de la station C qui présente la valeur la plus élevée, 28.2˚C alors que la B a une valeur de 21.4˚C. Il convient de noter que dans ces conditions, ces variations des températures de l'eau induisent des perturbations sur la croissance et le développement de certaines espèces aquatiques [19]. Dans le cas présent, l'eau de la rivière Lubumbashi hormis le fait qu'elle reçoit des eaux de drainage multiples, au-delà de différentes activités anthropiques s'exerçant le long (lavage des véhicules, des vêtements,…) les températures ainsi mesurées ne sont que le résultat du réchauffement naturel de l'eau, étant donné que la descente de terrain s'est effectuée dans les après-midis aux heures ensoleillées en excluant la possibilité de l'influence des effluents liquides chauds rejetés par la Société de traitement de Terril de Lubumbashi (STL).

CONDUCTIVITE ELECTRIQUE

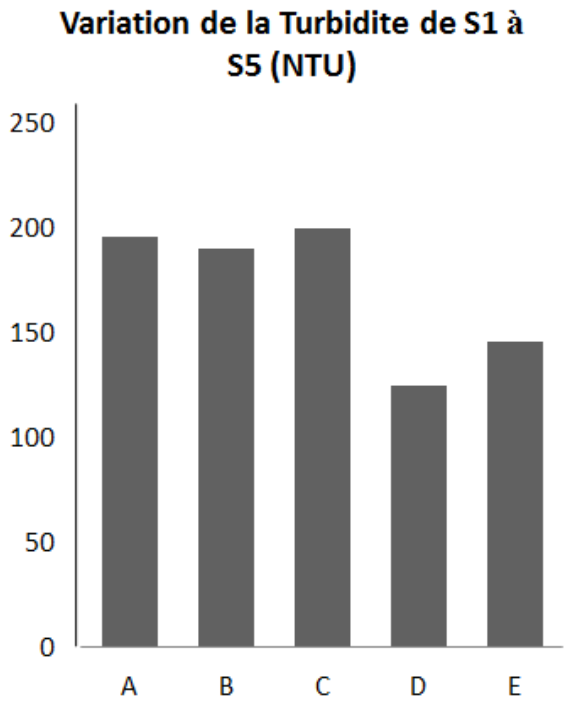
La conductivité est fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. L'eau douce, tout comme l'eau d'une rivière, devrait avoir une conductivité comprise entre 300 et 1.200 µS/cm [15]. Si une eau présente une conductivité inférieure à 300, on peut en déduire qu'elle est pauvre en ions et que, la moindre modification du milieu ambiant entraînera une variation brutale de la valeur du pH [20]. Une eau dont la conductivité est supérieure à 1.200 µS/cm ne peut plus être considérée comme une eau douce [21]. Les valeurs enregistrées montrent des variations importantes. Elles oscillent entre 360 µs/cm à la station E en période humide et 1590µs/cm à la station C dans les eaux de la rivière Lubumbashi. La valeur la plus élevée observée à la troisième station est due à la réduction de la vitesse des eaux, suite à la rencontre des eaux des rivières Lubumbashi et Kafubu. La réduction de la vitesse de l'eau occasionne le phénomène de dépôt des sédiments [22]. De la situation de l'Amont, liée à la présence de la société de traitement de Terril de Lubumbashi, qui déverse ses effluents liquides riches en particules minérales dans la rivière Lubumbashi, l'on est amené à comprendre que l'eau les a charriées jusqu'à ce point de jonction ou on trouve une conductivité élevée et pH acide. A cette réalité, s'ajoutent deux activités anthropiques fréquentes réalisées par la population le long de la rivière Lubumbashi, il s'agit de lavage des véhicules au détergent ainsi que des vêtements. Ces deux activités contribuent à la libération des agents chimiques dans l'eau. Cette situation indique une minéralisation excessive attribuée aux effluents liquides de la STL ainsi qu'aux eaux usées rejetées par les populations contenant toute sorte des déchets. La répartition de la conductivité électrique des eaux étudiées montre une gamme variée des valeurs (diminution, augmentation) pendant la période humide de la campagne. Ceci réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.

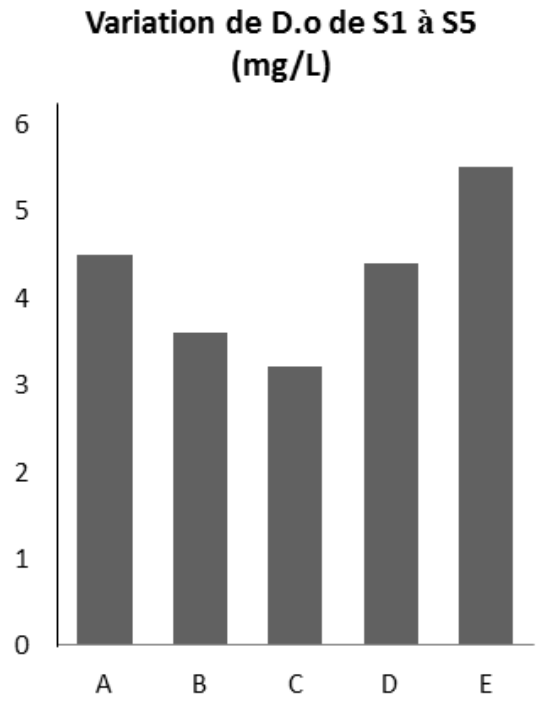
PH

Le pH est très fortement influencé par la photosynthèse, et influence lui-même un grand nombre de processus biologiques et chimiques [15]. Le pH influence ainsi la forme de certains composés chimiques (gaz carbonique, acide sulfurique, ammonium/ammoniaque etc.) [23]. Une partie de ces formes chimiques peuvent devenir toxiques quand le pH dépasse certaines limites [24]. Outre cette toxicité indirecte, le pH peut avoir des effets néfastes directs pour les poissons et d'autres espèces de la faune et de la flore [25].

Les valeurs observées révèlent que le pH de l'eau de la rivière Lubumbashi oscille de la neutralité (station A) à l'acidité dans les autres stations (B, C, D, E). En effet, le pH varie entre 7,32 dans la station S1 et 5,29 dans la station S5. Ceci est dû à l'introduction des agents chimiques, qui proviendraient des détergents utilisés par l'ensemble de la population des quartiers Kamalondo et Kenya. Ces eaux de nettoyage riches en déchets divers et agents chimiques se déversent dans celle de la rivière Lubumbashi, acidifiant ainsi le milieu et le chargeant en particules en suspension, ce qui explique des valeurs élevées de la turbidité. Les variations de pH le long de ce deuxième bief pourraient influencer la forme de certains composés chimiques, ceux-ci peuvent devenir toxiques lorsque le pH devient acide 5.29 (D). Une autre hypothèse de l'acidité serait la décomposition de la matière organique déversée sous forme des déchets, dans l'eau de la rivière Kafubu (D) par la population. En effet, le pH augmente vers la cinquième station (E) influencée par l'entrée des eaux de pluies, ce qui peut être expliqué par la dilution de l'eau [26].

Variation de la turbidité et de l'Oxygène Dissous le long des rivières L'shi et Kafubu





TURBIDITE

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopique) [15]. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension [26], ingérer une eau de cette qualité induirait des conséquences majeures sur la santé du consommateur à l'instar des maladies diarrhéiques et dermatologiques [27]. Sur le terrain, le deuxième bief est caractérisé par des mouvements saccadés de l'eau, il y a d'une part l'entrée des eaux de drainage (pluie) et usées (riches en agents chimiques et déchets divers) de la population des communes Kamalondo et Kenya et d'autre part la jonction des rivières Lubumbashi et Kafubu. La turbidité de l'eau sur le deuxième bief s'étale de 125 NTU (station D) en amont de la Kafubu à 200 NTU (station C) à la jonction de ces deux rivières (Lubumbashi et Kafubu). Ces valeurs sont excessivement élevées, et indiquent un état de mauvaise qualité de l'eau au regard des recommandations de l'OMS [11]. Cette situation est similaire à celle rencontrée lors de l'étude menée par Atibu et al en saison des pluies sur les rivières Luilu et Musonoi.

OXYGENE DISSOUS (D.O)

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse [15]. Il est utilisé essentiellement pour les eaux de surface et constitue un excellent indicateur de leurs qualités [28]. La saturation en O_2 diminue lorsque la température et l'altitude augmentent [29]. Une valeur inférieure à 1 mg d'O2 par litre indique un état proche de l'anaérobie; une valeur de 1 à 2 mg d'O2 par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible ; une teneur de 4 à 6 mg d'O2 par litre caractérise une eau de bonne qualité [30]. Le taux d'oxygène dissous sur le site d'étude varie de 2.4 mg/L (station D), là où la température est élevée à 5.5 mg/L (station E). Il ressort de ces résultats, liés à l'oxygène dissous que les stations B, C, D ne sont pas favorables à la croissance et au développement de la vie aquatique tandis que les stations A et E présentent un taux supérieur à 4 mg/L, caractérisant une eau de bonne qualité. Cette situation de faible taux d'oxygène dissous est liée à la présence des déchets divers déversés par les populations des quartiers environnants dans les rivières Lubumbashi et Kafubu. On note la présence des matières organiques abondantes dans ces déchets, donc leurs dégradations contribuent à la consommation importante de l'oxygène dissous, d'où son faible taux dans certaines stations. On note également l'existence d'une relation de causalité entre la température et l'oxygène dissous. Comme dit ci-haut, le taux d'oxygène dissous diminue avec l'augmentation de la température et de l'altitude, ceci s'observe à la station D ou le taux de D.O est de 2.4 mg/L accompagné d'une température de 27.6˚C.

TYPOLOGIE SPATIALE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES EN FONCTION DES STATIONS

Dans le but d'établir une relation entre les différents paramètres physico-chimiques étudiés et pour mieux évaluer l'effet des activités anthropiques sur la qualité des eaux de la rivière Lubumbashi, une Analyse en Composante Principale (ACP) a été effectuée sur une matrice de données constituée de cinq mesures (pH, C.E, Turbidité, D.O, Température) sur cinq stations lors de la campagne de 2011 en saison des pluies.

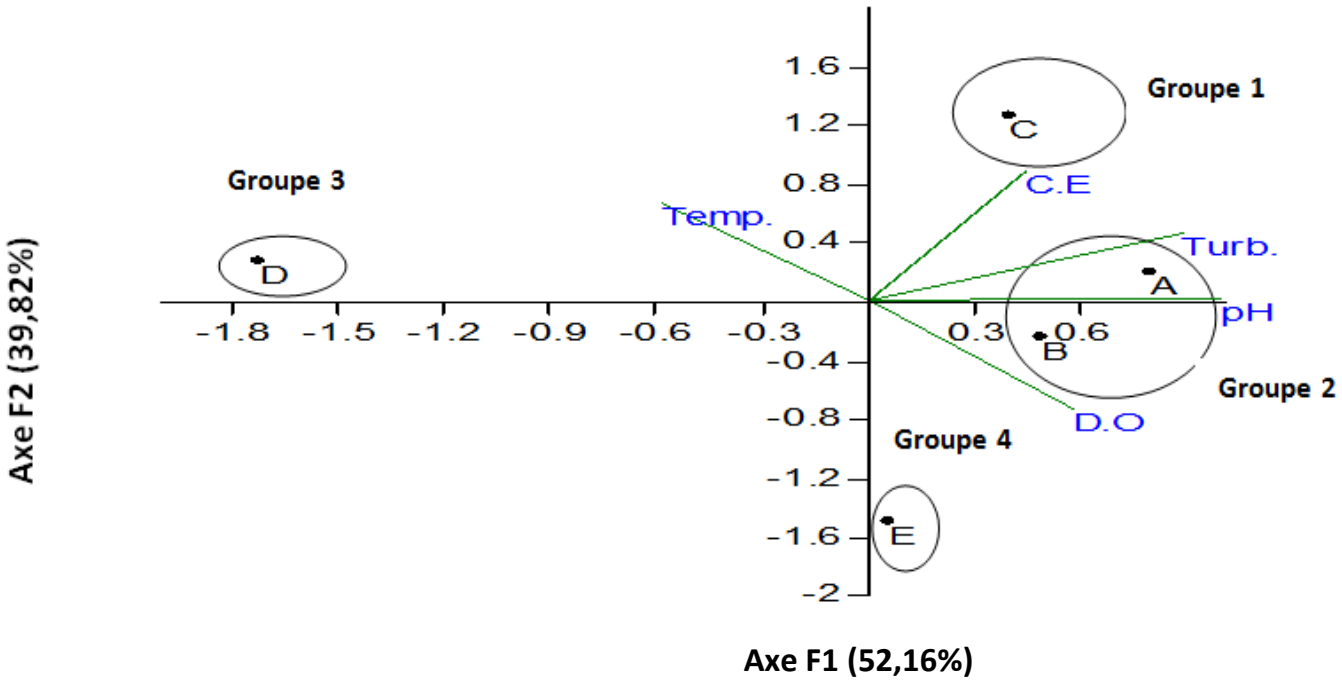


Figure 2: Graphique d'interrelation entre les paramètres et les sites

MATRICE DE CORRELATION

	pH	C.E	Turb.	D.O	Temp.
pH	1	0.44884	0.061909	0.28886	0.38828
C.E	0.4484	1	0.11853	0.52285	0.55719
Turb.	0.85944	0.78148	1	0.85771	0.65835
D.O	0.59598	-0.38445	0.11199	1	0.22393
Temp.	-0.50247	0.35541	-0.27171	-0.6616	1

Figure 3: Matrice de corrélation entre les paramètres physico-chimiques dans l'eau

Au regard de la figure 2, représentant le graphique d'interrelation entre les paramètres physico-chimiques par rapport aux stations, il se dégage, l'existence de quatre groupes distincts (Groupes 1, 2, 3, 4). Le premier groupe, constitué de la station C se trouve sous l'influence de la conductivité électrique, qui présente avec la turbidité une corrélation positive hautement significative avec un coefficient de **0.78148**. En pratique, l'existence d'une telle corrélation n'est pas tellement prise en compte, dans le cas présent cette situation se justifie du fait qu'au point C, la jonction entre les rivières Lubumbashi et Kafubu, la vitesse de l'eau diminue, on note l'entrée des eaux de drainage des communes Kamalondo, Kenya et Katuba charriant de déchets divers. Ce qui justifie l'augmentation de la turbidité à ce point. La forte conductivité est justifiée par l'existence en amont de la Société de Traitement de Terril de Lubumbashi qui déverse ses effluents liquides riches en substances minérales dans l'eau de la rivière Lubumbashi. Le groupe 2 constitué des stations A et B est sous l'influence du pH et du D.O. Cela se justifie car les deux stations présentent un pH neutre ou légèrement acide et un taux de D.O favorable à une vie aquatique. L'on peut donc conclure que les stations A et B ne sont pas sous l'influence des effluents de la STL, des eaux de drainage contenant des agents chimiques ou des déchets divers. On note également l'existence d'une corrélation

positive très hautement significative entre le pH et la turbidité (**0.85944)** à cheval entre le groupe 1 et 2**.** Cette corrélation s'explique par la dégradation des matières organiques qui contribuent à la libération des acides humiques [31], ce qui acidifie l'eau surtout à la station C, indiquant la jonction des rivières Lubumbashi et Kafubu. Le groupe 3 représenté par la station D se trouve sous l'influence de la température. Au regard des paramètres étudiés au niveau de la station D, l'on est amené à conclure que l'eau est classée dans la catégorie d'eau de mauvaise qualité et ne peut faire l'objet d'aucun usage. Le groupe 4 constitué par la station E présente des paramètres (D.O, pH) qui ont des corrélations de faible significativité. Les valeurs correspondantes de l'oxygène dissous et du pH indiquent qu'à cet endroit du deuxième bief la vie aquatique est possible, raison pour laquelle les poissons, grenouilles sont visibles à l'œil nu. Au regard des paramètres étudiés en amont de la station E, du deuxième bief, on comprend que la rivière a exercé un haut pouvoir auto-épurateur lié d'une part à la dégradation de la matière organique, et d'autre part à la dilution de l'eau du bassin versant de la Kafubu par l'apport des eaux de pluie étant donné que celui constitue l'exutoire, donc le point de chute des eaux de plusieurs rivières de la ville de Lubumbashi.

4 CONCLUSION

Il ressort de cette étude sur les mesures des paramètres physico-chimiques (pH, Température, D.O, Turbidité, C.E) que les eaux des rivières Lubumbashi et Kafubu sont de mauvaise qualité à certains endroits et ne doivent pas faire l'objet d'usage afin de prévenir les risques sur la santé de l'homme ainsi que de celle des êtres aquatiques. Cette situation est due à deux phénomènes majeurs observés sur les eaux. II s'agit de la présence de la Société de Traitement de Terril (STL) qui déverse sans traitement préalable d'importantes quantités d'effluents liquides chauds dans la rivière Lubumbashi. Ces effluents contribuent au changement des paramètres étudiés et rendent le milieu (Eau) défavorable aux processus biologiques et chimiques que les êtres aquatiques devraient réaliser en conditions optimales. Un autre phénomène qui influence la modification des paramètres physico-chimiques est la présence des déchets divers (ordures ménagères, déchets organiques, détergents riches en agents chimiques) déversés par les populations des communes Kamalondo, Kenya et Katuba dans les deux rivières à l'étude. L'on notera que la dégradation des déchets organiques consomme l'oxygène dissous en quantité, ce qui explique son faible taux, défavorable à la vie de certains êtres aquatiques tels que les poissons. Cette dégradation des déchets organiques contribuent également à la libération des acides organiques (humiques) ayant la capacité d'acidifier l'eau au regard des valeurs obtenues sur le pH. En considérant l'aval de la rivière Kafubu comme l'exutoire et au regard du niveau des paramètres physico-chimiques mesurés, l'on peut conclure que le pouvoir auto-épurateur des rivières s'est exercé d'une manière très significative sur les eaux qui se déversent dans le bassin versant de la Kafubu. Cette situation est expliquée par l'apport de grandes quantités d'eaux de pluies (drainage) dans les deux rivières, ce qui justifie la dilution des agents chimiques toxiques.

Pour clore ce chapitre, deux recommandations importantes méritent d'être adressées d'une part à la population riveraine en particulier, et à la population Lushoise en général. D'autre part aux autorités ayant en charge la ville de Lubumbashi, en matière d'assainissement du milieu et de gestion des déchets pour offrir à la population, un environnement sain propice à une bonne santé.

A la population riveraine

- D'éviter de déverser toutes sortes des déchets (déchets organiques, ordures ménagères, détergents chimiques, déchets électroniques,…) dans les cours d'eau ;

Aux autorités de la ville de Lubumbashi

- De contraindre aux opérateurs industriels et miniers, de pratiquer la politique de **ZERO rejet**, donc d'éviter de rejeter leurs effluents hors de leurs concessions ;
- De contraindre aux opérateurs industriels d'installer des dispositifs modernes de traitement des effluents (liquides et solides) par leurs recyclages ;
- D'apprendre à la population par des formations à la base ou par les medias, les techniques de gestion des déchets (organiques, chimiques, biologiques ou médicaux) d'abord au niveau local (chez sois) ;
- De disponibiliser les poubelles (plastiques ou métalliques) aux endroits stratégiques pour permettre à la population d'en faire usage afin de réduire le risque de déversement des déchets dans les cours d'eau.

REFERENCES

[1] Corcoran, E., Nellemann, C., Baker, E., Bos, R., Osborn, D. et Savelli, H. (eds)., 2010. Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development, A Rapid Response Assessment, United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal. www.grida.no, Printed by Birkeland Trykkeri AS, Norway, pp. 5-82.

[2] Concas, A., Ardau, C., Cristini, A., Zuddas, P., Cao, G., 2006. Mobility of heavy metals from tailings to stream waters in a mining activity contaminated site. Chemosphere 63, 253p.

[3] Mc KINNEY M.L. (2002). Urbanization, biodiversity and conservation. Biosci., 52, 883-890.

[4] MULLISS R.M, REVITT D.M., SHUTES R.B.E. (1997). The impacts of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. Water Sci. Technol., 36, 195-199.

[5] BURTON G.A.JR., PITT R.E. (2001). Stormwater effects handbook, a toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. CRC/ Lewis Publishers, 875p.

[6] Banza, C.L.N., Nawrot, T.S., Haufroid, V., Decree, S., De Putter, T., Smolders, E., Kabyla, B.I., Luboya, O.N., Ilunga, A.N., Mutombo, A.M., Nemery, B., 2009. High human exposure to cobalt and other metals in Katanga. Environ. Res. 109, 745–752

[7] MOULAERT, N., Emissions de l'industrie métallurgique à Lubumbashi (Shaba - Zaïre) et conséquences sur l'environnement , Travail de fin d'études inédit, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 1992.

[8] GHISLAIN, Y., GECOMIN. Traitement métallurgique, in Les expatriés de Lubumbashi, [en ligne], http://lubum2.free.fr /umhk/gecomin/traitement.htm, page consultée le 10Fevrier 2015.

[9] Atibu, K.E., Devarajan, N., Thevenon, F., Mwanamoki, P.M., Tshibanda, J.B., Mpiana, T.P., Prabakar, K., Mubedi, I.J., Wildi, W., Poté, J., 2013. Concentration of metals in surface water and sediment of Luilu and Musonoie Rivers, Kolwezi-Katanga, Democratic Republic of Congo. Art. 26, 1-7.

[10] Kashimbo Kalala S., Mongoli Mwanga B., Kazadi Kanyama P., Mpundu Mubemba M., "Influence of a hydrometallurgical plant in active on the water quality of the Naviundu channel: Case of the Chemical Plant of Africa (CHEMAF) Lubumbashi / Katanga, DR. Congo," International Journal of Innovation and Scientific Research, vol. 16, no. 2, pp. 433–447, July 2015.

[11] W.H.O. 1998. Guideline for drinking water quality, 2nd ed., vol. 2, health criteria and other supporting information. World Health Organisation, Geneva.

[12] Akwerali Sombo J., et al 2013. Plan d'amenagement et de gestion des ressources en eau dans la ville de Lubumbashi. UNILU/Facultes des sciences. Rapport, 56p.

[13] Ngongo M.L., Van Ranst E., Baert G., Kasongo E.L.,Verdoodt A., Mujinya B.B. & Mukalay J.M., 2009. Guide des Sols en R.D.Congo, Tome I. Etude et Gestion. UGent, HoGent, UNILU. Lubumbashi, 262 p.

[14] BERNARD, E., 1950. Aperçus fondamentaux sur la climatologie du Katanga. C.S.K., Comptes Rendus, Congrès Scientifique, Elisabethville, 13-19/08/1950. IV, 1:56-96.

[15] SEL.LR (1996-2000). Le protocole de surveillance FOGEM. La surveillance FOGEM des zones humides côtières du Languedoc-Roussillon Annexe 2000-2005. 7p.

[16] McNeely, R.N., V.P. Neimanis and L. Dwyer. 1979. Water Quality Sourcebook – A Guide to Water Quality Parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Minister of Supply and Services Canada. Ottawa, ON.

[17] LEYNAUD G. (1968). Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.

[18] BREMOND R., PERRODON C. (1979). Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. Prévention des pollutions. 2eme éd: 259 p.

[19] LEYNAUD G. (1968). Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.

[20] DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, 16p.

[21] DALMAS P., 2000. Mesures de conductivité sur une eau pure ou comment appliquer la norme USP24-NF19. Article paru dans la Gazette du Laboratoire, 4p.

[22] Beauchamp J., 2005. Cours de Sédimentologie, Transport des matériaux. Université de Picardie Jules Verne, Chap. 4.

[23] DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, 16p.

[24] BREMOND R., PERRODON C. (1979). Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. Prévention des pollutions. 2ème éd: 259 p.

[25] Miller, J.R., Hudson-Edwards, K.A., Lechler, P.J., Preston, D., Macklin, M.G., 2004. Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of Rio Pilcomayo basin, Bolivia. Sci. Total Environ. 320, 189–209.

[26] GULLIVER J.S. et H.G. STEFAN, 1984b. Stream productivity analysis with DORM-II, parameter estimation and sensitivity. *Water Res.*, 18, 1577-1588.
[27] FLEISCHER. M., 1974. Iodine. Geochemistry and the Environment. Vol. 1. The relationship of Selected Trace Elements to Health and disease. NAS. Washington. USA, 26 pp.
[28] HEBERT S., LEGRE S. (2000). Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5 p.
[29] SABATER S., ARMENGOL J., COMAS E., SABATER F., URRIZALQUI I. et I. URRUTIA, 2000. Algal biomass in a disturbed Altantic river: water quality relationships and environmental implications. Sci. Total Environ., 263, 185-195.
[30] LÉGARÉ S., 1998. Dynamique de l'oxygène en lac et en rivière dans le bassin versant de la rivière Saint Charles. Mémoire Maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy, 146 p.
[31] HOWARTH R. W., MARINO R., GARRITT R. et D. SHERMAN, 1992. Ecosystem respiration and organic carbon processing in a large, tidally influenced river: the Hudson River. Biogeochem., 16, 83-102.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 152-162
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Implication des paramètres physico-chimiques sur la qualité des eaux de la rivière Lubumbashi (Pont Tshondo jusqu'en aval de l'affluent de Kamalondo) Lubumbashi, Haut-Katanga / RD Congo

[Involvement of physico-chemical parameters of the water quality of the river Lubumbashi (Tshondo Bridge to downstream tributary of the Kamalondo) Lubumbashi, Haut Katanga / DR Congo]

Serge Kashimbo Kalala[1], Mukanya Senga Serge Christian[2], and Meli Kimpinde Adelin[3]

[1]Chef des travaux à l'Unité de Gestion des ressources naturelles, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, B.P: 1825, RD Congo

[2]Chef des travaux au Département de Métallurgie, Faculté Polytechnique, Université de Lubumbashi, B.P:1825, RD Congo

[3]Chef des travaux à la Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, B.P: 1825, RD Congo

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

ABSTRACT: The study concerns the analysis of physical-chemical parameters (T °, pH, C.E, Turbidity, DO) along the river Lubumbashi to diagnose its current state. Thus, in situ measurements were carried out on the river Lubumbashi divided into two bays. The results obtained show that station B where the discharge liquid effluent from the Slag Processing Society Lubumbashi (STL), an increase of the temperature, conductivity, and a decrease in dissolved oxygen content accompanied by a acid pH. Turbidity has very high values in all stations and above 50 NTU, which indicate very cloudy water condition. This could be justified by the study period, the rains and rivers receive various wastes. These contribute to increased turbidity of river water Lubumbashi. The conductivity values are also very high especially at the station B, and are positively correlated significantly with the pH as well as the concentration of ETM (Cu, Co, Pb, Fe) analyzed in the previous study. What justifies the low oxygen levels in the stations B, C, and D impacted by the hot liquid effluents discharged by the STL, this is confirmed by Hebert and Légaré who have shown that cold water contains a greater amount dissolved oxygen than warm water. The presence of small fish, frogs in the stations A and E at the level of dissolved oxygen of 4.2 and respectively 4.5 mg / L indicates the existence of an aquatic life. Demonstrating a self-purification of the river Lubumbashi.

KEYWORDS: STL, liquid waste, physicochemical parameters, surface water, River Lubumbashi.

RESUME: L'étude concerne l'analyse des paramètres physico-chimiques (T°, pH, C.E, Turbidité, DO) le long de la rivière Lubumbashi afin d'établir un diagnostic de son état actuel. Ainsi, des mesures in situ ont été effectuées sur la rivière Lubumbashi reparties en deux biefs. Les résultats obtenus montrent que la station B où se déversent les effluents liquides de la Société de Traitement de Terril de Lubumbashi (STL), une augmentation de la température, de la conductivité, et une diminution de la teneur en oxygène dissous accompagnée d'un pH acide. La turbidité affiche des valeurs très élevées dans toutes les stations et sont supérieures à 50 NTU, qui indiquent l'état très trouble de l'eau. Cette situation pourrait être justifiée par la période de l'étude, la saison des pluies ou les cours d'eau reçoivent des déchets divers. Ceux-ci contribuent à l'augmentation de la turbidite de l'eau de la rivière Lubumbashi. Les valeurs de la conductivité sont aussi très élevées particulièrement à la station B, et sont corrélées positivement de manière significative avec le pH ainsi qu'avec la

Corresponding Author: Serge Kashimbo Kalala

concentration en ETM (Cu, Co, Pb, Fe) analysés dans l'étude précédente. Ce qui justifie le faible taux d'oxygène dans les stations B, C, et D impactées par les effluents liquides chauds, rejetés par la STL, ceci est confirmé par *Hébert et Légaré* qui ont démontré qu'une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude. La présence des petits poissons, grenouilles dans les stations A et E au taux d'oxygène dissous respectivement de 4.2 et 4.5 mg/L indique l'existence d'une vie aquatique. Ce qui démontre une auto-épuration de la rivière Lubumbashi.

MOTS-CLEFS: STL, Effluents liquides, Paramètres physico-chimiques, Eaux de surface, Rivière Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

Les industries minières sont la principale source de pollution des cours d'eau actuellement à travers le monde [1]. Cette pollution déborde largement les sites d'extraction et de traitement des minerais. Les métaux lourds sont les principaux polluants (Cu, Zn, Co, As, Pb, Cd, etc.). A cette pollution s'ajoute celle due aux ordures ménagères et hospitalières répandues sur le sol ou jetées directement dans les cours d'eau [2]. Diverses industries manufacturières et métallurgiques contribuent aussi à polluer localement les cours d'eau et les sols suite au manque de dispositif adéquat de gestion [3] de différents types des déchets générés à chaque étape du processus dans le cycle de production des produits finis [4]. Sous l'effet des composants des effluents, les écosystèmes subissent de nombreux changements chimiques, physiques et biologiques qui entrainent une dégradation de l'environnement [5].

L'eau douce renouvelable est une ressource indispensable à la vie. Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines. En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels [6], l'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs [7], mais aussi altérer les usages de l'eau (captage de l'eau, baignade, etc.) [8]. Le recyclage de l'eau peut contribuer à la sécurité environnementale et à la gestion durable des ressources hydriques au Katanga [9]. De nos jours, le recycle est perçu comme la solution la plus adaptée à la problématique de la gestion durable des ressources hydriques actuellement menacées par la pollution d'origine industrielle due à l'eau d'exhaure des mines souterraines et à l'eau résiduaire des procédés minéralurgiques et métallurgiques [10].

La ville de Lubumbashi est traversée par la rivière qui porte le même nom, laquelle est connectée au Nord à la rivière Kasapa, au Sud à la rivière Kafubu et Kimilolo, dans sa partie orientale la ville est baignée par la rivière Kampemba, le Canal Naviundu et la rivière Naviundu [11]. De nos jours, la plupart des usines de traitement de minerais (en général hydrométallurgiques) installées à Lubumbashi rejettent leurs effluents liquides non traités [12, 13] dans les cours d'eau qui se jettent tous dans les rivières Lubumbashi et Kafubu en passant par le canal Naviundu et la rivière Kampemba pour terminer leurs courses dans le bassin versant de la Kafubu. La rivière Lubumbashi est actuellement exposée aux rejets d'origines d'une part: industrielles générés par la Société de Traitement de Terril (STL) située en amont, celle-ci déverse de grandes quantités d'effluents liquides chauds [14], qui seraient à la base des changements des paramètres physico-chimiques qui définissent la qualité d'une eau favorable au bon développement et à la bonne croissance des êtres aquatiques [15]. D'autre part d'origines domestiques générées par le déversement dans les rivières Lubumbashi et Kafubu des déchets divers (déchets organiques, déchets ménagers, déchets électroniques,…) par les populations des communes Kamalondo, Kenya et Katuba. L'étude avait pour objectif de déterminer l'état actuel de l'eau des rivières Lubumbashi et Kafubu par la mesure in situ des paramètres physico-chimiques. Ceci en vue de mettre en évidence les risques liés à la dégradation de la qualité de l'eau par les activités anthropiques afin de proposer des recommandations bénéfiques aux autorités de la ville pour une meilleure gestion des ressources en eau.

2 MILIEU, MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MILIEU

2.1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA VILLE D'ETUDE

La ville de Lubumbashi est située dans la province du Katanga entre les parallèles -11°30' et -11°50' et les méridiens 27°17' et 27°40'. Elle est située dans une vaste dépression limitée au Nord-est par l'anticlinal de l'Etoile (1275m d'altitude) et au Sud-ouest par l'anticlinal de Kisanga (1346m d'altitude)[16].

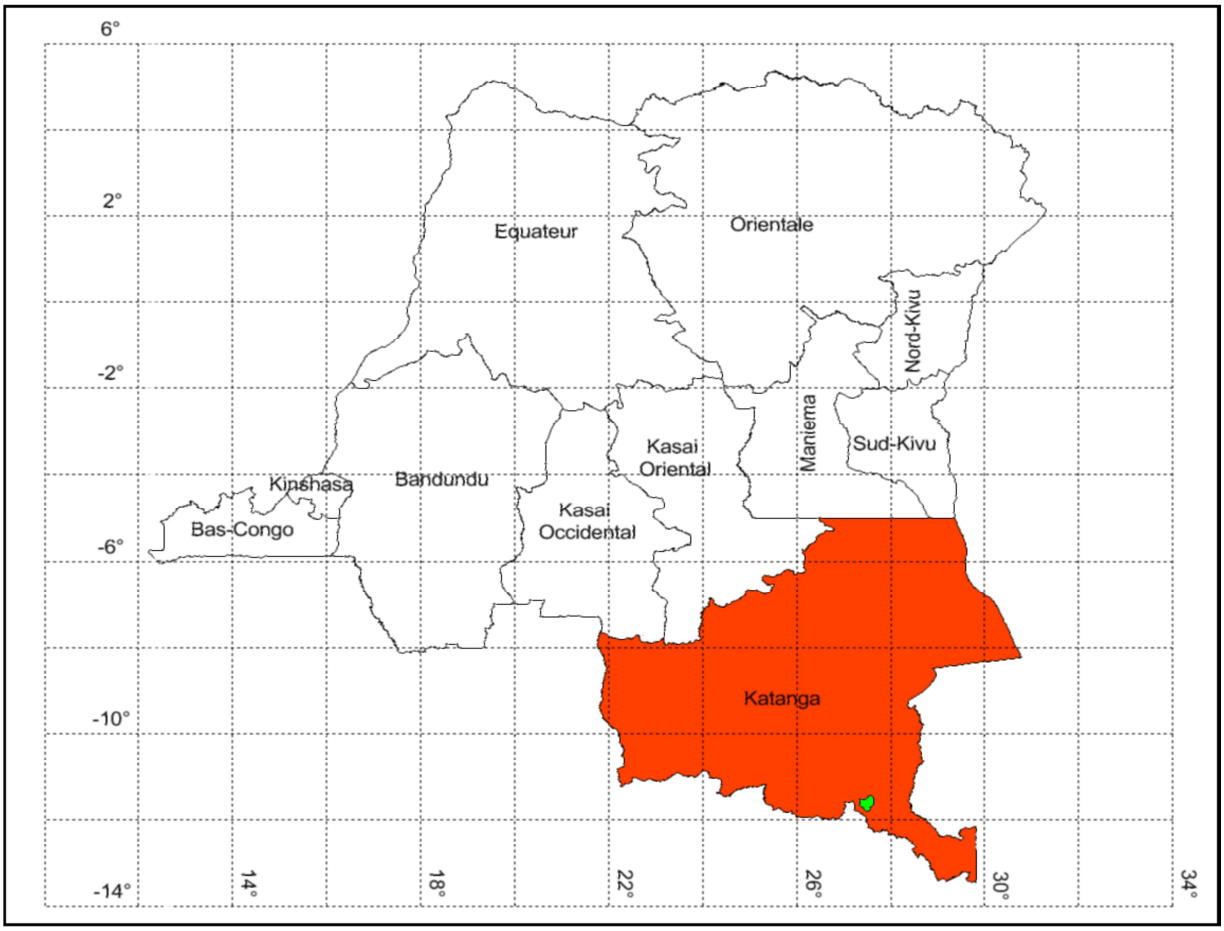


Figure 1 : La carte localisation du secteur d'étude

2.1.2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La rivière Lubumbashi (1,2 m³/ sec) a creusé une petite vallée douce, peu profonde et boisée, constituant certainement un élément positif dans le choix du site. La Kimilolo (6,95 m³/sec), la Kafubu (3 m³/sec), la Karavia (0,4 m³/sec) et la Kapemba (0,3 m³/sec) sont des rivières proches (débits relevés en saison sèche) [16]. Le sol est constitué, en grande partie, d'une terre ocre rouge qui forme la latérite (hydroxyde de fer + alumine) [17]. Le climat continental est relativement sain et comporte deux grandes saisons dénommées "saison sèche" et "saison des pluies" (36 jours de pluie par an) coupée en deux par un court interlude sec (début 2e quinzaine d'octobre à mi-janvier - février à fin avril). Les vents sont constants mais sans force (sauf en cas d'orage et de tornade). La température moyenne avoisine les 21°C toute l'année, avec un maximum de 32°C et un minimum de 6°C (rarement -1° C) [18].

2.2 MÉTHODOLOGIE DE TERRAIN

Tenant compte des diverses activités recensées dans la zone d'étude (eaux usées industrielles, domestiques, et agricoles), cinq stations (S1 à S5) réparties le long de la rivière Lubumbashi (figure 2) ont été retenues pour la mesure des paramètres physico-chimiques (pH, C.E, Turbidité, D.O, T°) de telle sorte qu'elles soient accessibles et reflètent les caractéristiques réelles des eaux de surface de la rivière Lubumbashi au niveau du premier bief d'étude.



Figure 2 : Situation géographique des stations des mesures au niveau de la rivière Lubumbashi

2.3 MATÉRIELS DE TERRAIN

2.3.1 MATÉRIELS

Les matériels qui ont permis le travail sur le terrain sont: Gants en latex sans talc, Formulaires de prise des paramètres de terrain, Eau distillée, Détergent.

2.3.2 APPAREILS

Le travail sur le terrain exige pour son bon déroulement, des appareils permettant le prélèvement des paramètres physico-chimiques ainsi que les coordonnées géographiques. Il s'agit d'un multi probe, un GPS, une montre pour préciser l'heure de prélèvement et un appareil photo.

2.4 MESURES DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

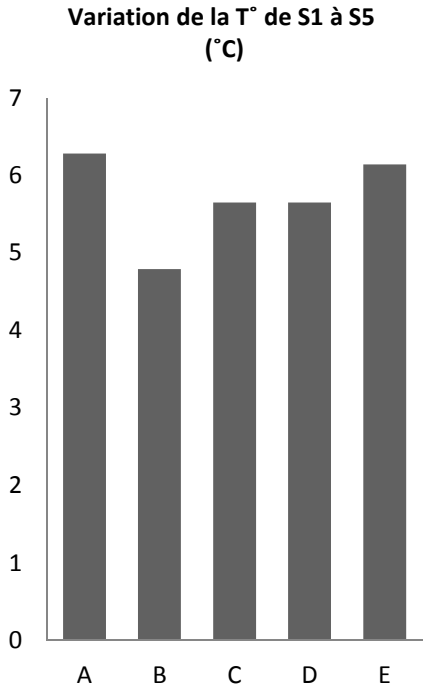
Le long de la rivière Lubumbashi et sur toute la zone étudiée, les échantillons d'eau ont été prélevés en période humide (mois de Février 2011), cette période montre une pluie intense et une crue violente. A chaque prélèvement, la température de l'eau, la turbidité, la conductivité électrique, le pH et l'oxygène dissous ont été mesurés in situ.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 1 : Résultats sur les mesures des paramètres Physico-chimiques pris sur le terrain

	Paramètres Physico-chimiques					Coordonnées Géographiques	
	pH u.u	**C.E mS/Cm**	**Turbidité NTU**	**D.O mg/L**	**Température ˚C**	**Latitude (S) DMS**	**Longitude (Est-Ouest) DMS**
Pont Tshondo (Amnt Riv L'shi)	7.83	1580	163	4.2	23.9	11°40'29.5" S	27°28'06.1" E
Sortie Eau STL (Riv L'shi)	5.68	5760	219	2.3	30.3	11°40'49.5" S	27°28'10.0" E
Amont Aff. Kamalondo	6.58	3760	129	2.5	27	11°41'37.9" S	27°28'13.2" E
Aval Aff. Kamalondo	7.65	2090	127	3.5	25	11°41'50.6" S	27°28'21.0" E
Aval Aff.Kamal entrée autre Aff	7.44	1970	160	4.5	23.5	11°41'49.8"S	27°28'20.5" E

Variation de la Température de S1 à S5 le long de la rivière Lubumbashi



Légende

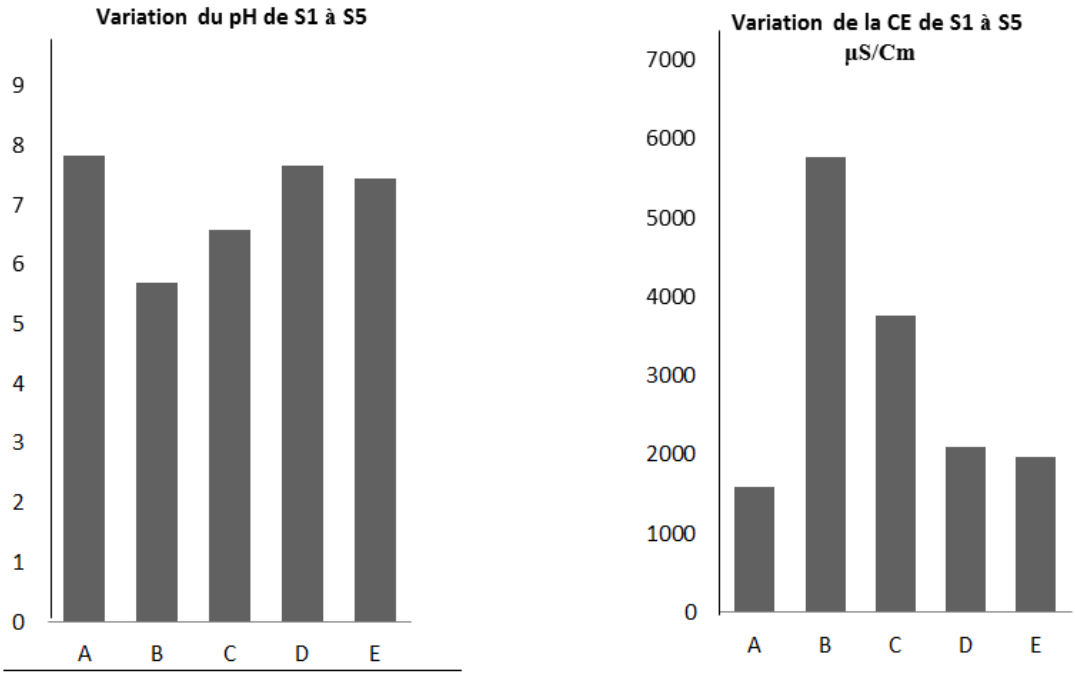
A : Pont Tshondo (Amont rivière L'shi)
B : Sortie Eau STL vers rivière L'shi
C : Amont de l'affluent Kamalondo
D : Aval de l'Affluent de Kamalondo
E : Aval de l'Affluent Kamalondo avec entrée d'un autre affluent.

TEMPERATURE

La température de l'eau est un facteur physico-chimique qui détermine un grand nombre des processus biologiques et chimiques qui se déroulent dans l'eau. En général, ces processus s'accélèrent avec le réchauffement de l'eau [19]. Une température plus élevée de l'eau augmente la production primaire et augmente ainsi le risque d'apparition des crises dystrophiques [20]. La température qui permet le développement d'une vie équilibrée dans un cours d'eau se situe entre 10 et 20˚C [21]. Dans la zone d'étude, la température oscille entre 23.5 et 30.3˚C. La valeur élevée est observée au niveau de la station B, 30.3˚C qui indique la sortie des eaux chaudes, issues des procédés d'extraction du Cu, Zn par la Société de traitement de Terril de Lubumbashi (STL). D'une manière générale, les valeurs sont élevées dans toutes les autres stations. Ceci est justifié par le fait que les mesures ont été effectuées les après-midis, pendant que le soleil était au Zénith. Donc l'eau a été influencée par les activités métallurgiques de la STL juste dans la station C, après la B. Ces températures de l'eau au dessus de 20˚C, influencent les autres propriétés de l'eau et exercent une pression sur la vie aquatique. Dans ce cas, Un

certain nombre d'espèces aquatiques, notamment les poissons, ne supportent pas les extrêmes et ont tendance à quitter le milieu quand les températures s'approchent des limites [22].

Variation de la conductivité électrique et de la turbidité de S1 à S5 le long de la rivière Lubumbashi



pH

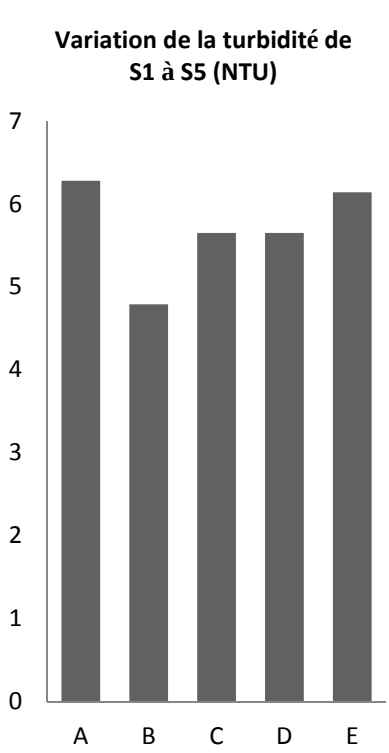
Le pH est très fortement influencé par la photosynthèse, et influence lui-même un grand nombre de processus biologiques et chimiques [19]. Le pH influence ainsi la forme de certains composés chimiques (gaz carbonique, acide sulfurique, ammonium/ammoniaque etc.) [23]. Une partie de ces formes chimiques peuvent devenir toxiques quand le pH dépasse certaines limites [21]. Outre cette toxicité indirecte, le pH peut avoir des effets néfastes directs pour les poissons et d'autres espèces de la faune et de la flore [24]. Le pH du bief étudié (S1à S5) varie de 5.68 à 7.83. La station B présente le pH acide 5.68, à ce point on constate une conductivité électrique très élevée 5760 µS/cm. Ce qui traduit aussi une forte concentration des éléments traces étudiés (Cu, Co, Pb, Cd) dans les échantillons d'eau analysés précédemment. La valeur du pH, de la conductivité électrique ainsi que la concentration en ETM traduisent le non traitement des effluents liquides avant leurs relâchements dans la rivière Lubumbashi. Ceci rencontre les résultats des études menées par *Kashimbo* sur l'eau du canal Naviundu rejetée par Chemical Of Africa (CHEMAF) ainsi que par *Atibu* ***et al*** sur les rivières Luilu et Musonoi. Les variations de pH sont dues à des facteurs environnementaux défavorables, à l'intervention humaine ou aux effets de la civilisation industrielle sur le milieu aquatique [25].

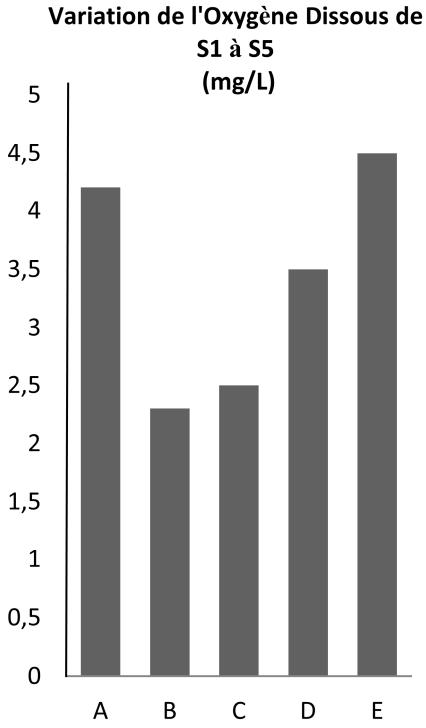
CONDUCTIVITE ELECTRIQUE

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. L'eau douce, tout comme l'eau d'une rivière, devrait avoir une conductivité comprise entre 300 et 1 200 µS/cm [19]. Si une eau présente une conductivité inférieure à 300, on peut en déduire qu'elle est pauvre en ions et que, la moindre modification du milieu ambiant entraînera une variation brutale de la valeur du pH [23]. Une eau dont la conductivité est supérieure à 1.200 µS/cm ne peut plus être considérée comme une eau douce [26]. La conductivité mesurée sur la rivière Lubumbashi présente des valeurs élevées, supérieures à la norme de l'OMS [27] retenue pour l'eau potable ainsi que celle des rivières. Elle varie de 1580 µS/cm de la première station à 5760 µS/cm à la deuxième station. Au regard des valeurs de la conductivité mesurées dans les cinq stations, il ressort que la qualité de l'eau de la rivière Lubumbashi a été impactée par les effluents liquides riches en particules métalliques. Cette situation est attribuée à la Société de traitement de Terril de Lubumbashi (STL) qui devrait recycler ses effluents ou les traiter avant leurs relâchements dans la rivière Lubumbashi. Prenant en compte aussi la concentration des ETM (Cu, Co, Pb, Cd) analysés dans les échantillons d'eau au niveau de ces cinq stations, il ressort que la

vie aquatique (flore, faune) ainsi que la qualité de l'eau se trouvent actuellement menacées. La diminution de la conductivité s'observe au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la STL, l'explication de cette diminution réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales [28].

Variation du pH et de l'Oxygène Dissous de S1 à S5 le long de la rivière Lubumbashi





TURBIDITE

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopique) [19]. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension [29], ingérer une eau de cette qualité induirait des conséquences majeures sur la santé du consommateur à l'instar des maladies diarrhéiques et dermatologiques [30].

Deux effets différents influencent les mesures de la turbidité sur le terrain, il s'agit des processus biologiques, mais aussi des processus mécaniques [19]. Généralement, on est plutôt intéressé par les effets de l'activité biologique, mais malheureusement, on trouve de fortes turbidités également après des pluies importantes et des vents violents. Ces deux hypothèses correspondent à la situation rencontrée sur le site d'étude. La turbidité varie entre 127 NTU (station D) et 219 NTU (station B). Les valeurs élevées sont justifiées premièrement par la période de l'étude, la saison des pluies, deuxièmement par l'entrée des cours d'eau charriant de déchets divers dans la rivière Lubumbashi. Ce qui démontre à suffisance que l'eau de la rivière Lubumbashi est trouble car supérieure à la valeur de 50 NTU (NTU>50 : Eau trouble) fixée par l'OMS [27].

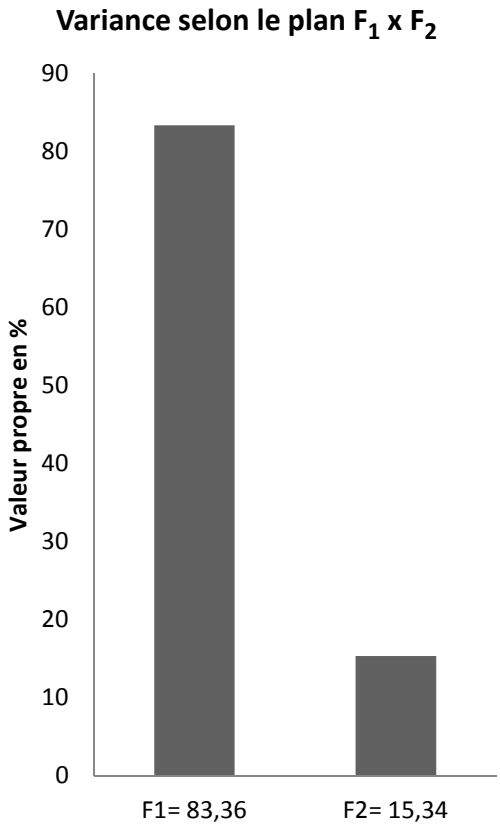
OXYGENE DISSOUS (D.O)

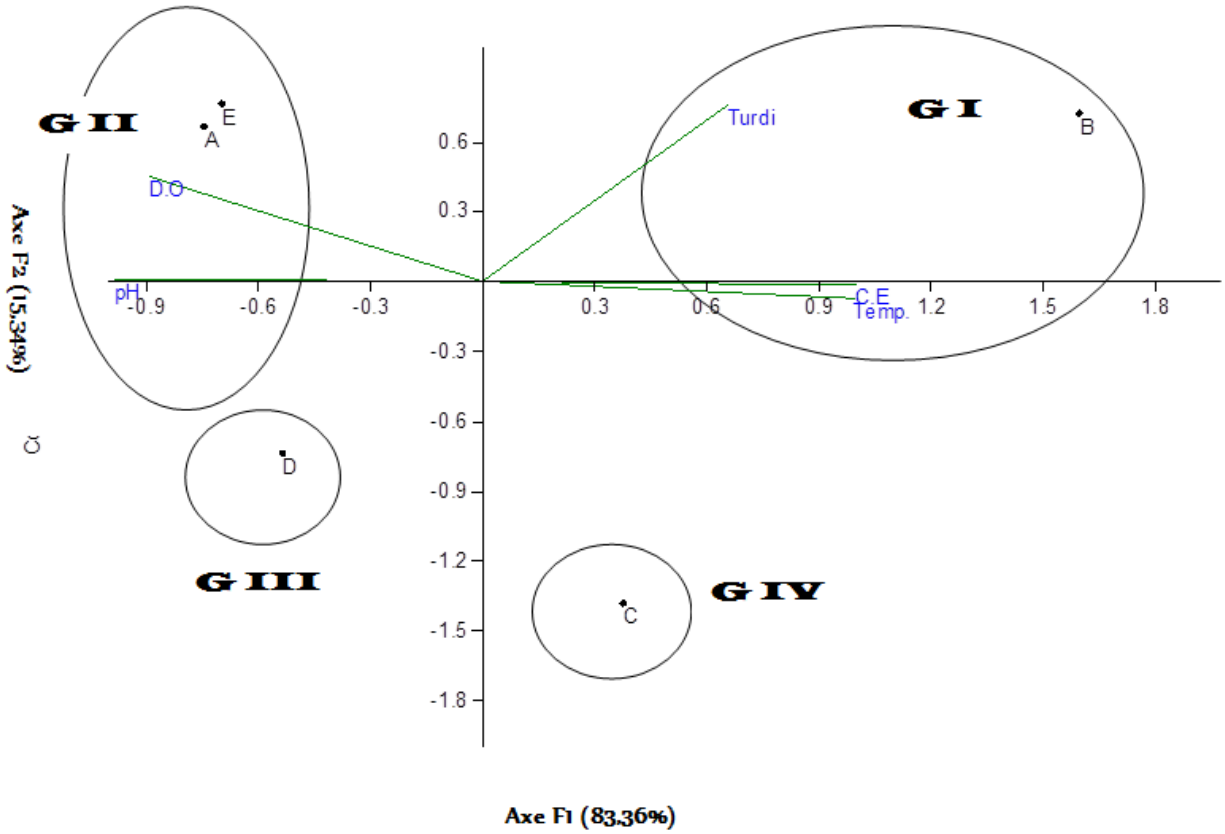
La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse [19]. C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface et constitue un excellent indicateur de leurs qualités [31]. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'auto-épuration d'un cours d'eau [32]. La saturation en O_2 diminue lorsque la température et l'altitude augmentent [33] [34]. Une valeur inférieure à 1 mg d'O2 par litre indique un état proche de l'anaérobie; une valeur de 1 à 2 mg d'O2 par litre indique une rivière fortement polluée mais

de manière réversible ; une teneur de 4 à 6 mg d'O2 par litre caractérise une eau de bonne qualité [35]. Dans notre étude, le taux de l'oxygène est faible et varie entre 2.3 à 4.2 mg/L. Les stations A et E ont des taux de l'Oxygène Dissous se situant dans la fourchette de 4 à 6 mg/L, on note également des températures relativement faibles dans ces mêmes stations. *Hébert et Légaré*, 2000 ont démontré qu'une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude. Ce qui justifie la présence de petits poissons, des grenouilles et des crustacés due à l'échange de l'oxygène avec l'atmosphère, la facilité et la circulation de l'air dans l'eau. Par contre, les valeurs inferieures à 4 mg/L sont enregistrées dans les autres stations, ou les températures sont supérieures ou égales à 25˚C. Le réchauffement de l'eau a provoqué une diminution de la dissolution de l'oxygène dissous, aggravée par une augmentation de la consommation de l'oxygène par les organismes vivants. Les faibles teneurs en oxygène dissous observées aux stations S_2, S_3 et S_4 sont dues à la charge organique des rejets industriels et urbains émanant des quartiers périphériques de la rivière Lubumbashi sans aucun traitement préalable.

TYPOLOGIE SPATIALE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES EN FONCTION DES STATIONS

Dans le but d'établir une relation entre les différents paramètres physico-chimiques étudiés et pour mieux évaluer l'effet des activités anthropiques sur la qualité des eaux de la rivière Lubumbashi, une Analyse en Composante Principale (ACP) a été effectuée sur une matrice de données constituée de cinq mesures (pH, C.E, Turbidité, D.O, Température) sur cinq stations lors de la campagne de 2011 en saison des pluies.





Il ressort de cette ACP, le pourcentage de variance initiale expliquée par chaque paramètre pris en compte dans cette étude. La première composante F1 (83,36%) donne la majorité d'informations liées à l'état actuel des eaux de la rivière Lubumbashi sur les paramètres physico-chimiques. Ceci permet donc de détecter les changements ainsi que leurs causes (naturelles ou anthropiques) pouvant survenir à un instant **t** sur cette rivière. La seconde composante donne aussi un peu d'information F2 (15,24%) sur les relations entre ces paramètres étudiés. Les eaux de la rivière Lubumbashi suivant le graphique 3 ci-dessus sont influencées par les paramètres Turbidité, Conductivité électrique et température (Groupe 1). Les fortes températures de l'eau seraient dues à l'entrée des effluents chauds déversés par la société de Traitement de Terril de Lubumbashi (STL), celles-ci s'accompagnent des valeurs élevées de la conductivité électrique suite au traitement métallurgique du Terril. Les mesures ayant été effectuées pendant la saison des pluies justifie les valeurs élevées de la turbidité. Cette situation s'observe à la deuxième station (B), indiquant la sortie des eaux de la STL. Ce qui permet de déterminer l'origine des variations des paramètres dans l'eau mais aussi et surtout de mettre en évidence les conséquences liées à ces variations sur les êtres aquatiques ainsi que sur l'homme.

Le groupe 2, représenté par les stations A et E présentent un pH favorable à la bonne croissance des êtres aquatiques. Les taux d'oxygène dissous dans ces stations sont aussi à un niveau acceptable pour le maintien de la vie aquatique. C'est ainsi que l'on observe au niveau de la station A et E, la présence des grenouilles, petits poissons ainsi que des crustacés. Par contre, les stations C et D présentent des paramètres physico-chimiques à cheval entre les deux groupes précédemment évoqués.

4 CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus sur les paramètres physico-chimiques mesurés au niveau des eaux de la rivière Lubumbashi, on constate une dégradation de la qualité de l'eau particulièrement au niveau de la zone soumise aux rejets d'effluents liquides provenant de la Société de Traitement de Terril de Lubumbashi respectivement au niveau de la station S2. On note au niveau des stations C, D l'entrée des rejets urbains ayant influencés les propriétés de l'eau de la rivière Lubumbashi. Cependant cette contamination a tendance à diminuer aux stations situées loin de ces rejets d'effluents liquides par la STL, il s'agit des stations A et E. Cette diminution pourrait être liée au phénomène d'autoépuration de la rivière.

L'analyse en Composantes Principales des données physico-chimiques a permis de faire ressortir la corrélation existante entre les différents paramètres et de différencier une zonalité de la qualité de l'eau dans la zone d'étude. Les différents paramètres physico-chimiques étudiés présentent des valeurs particulièrement dans la station B, élevées de la température, de la turbidite, de la Conductivité électrique. Ces trois paramètres sont corrélés au faible taux d'oxygène dissous et à un pH acide. Cette situation serait imputée à la Société de Traitement de Terril de Lubumbashi (STL) qui rejette ses effluents liquides chauds au lieu de les recycler ou de les traiter avant leurs relâchements dans le milieu naturel. Les modifications de certains de ces paramètres physico-chimiques induisent des changements importants sur la qualité de l'eau ainsi la vie des êtres aquatiques. Au regard de ci qui précède, la préservation des ressources hydriques devient donc impérative devant la dégradation de ces écosystèmes aquatiques et exige la mise en place des stations d'épuration et des décharges contrôlées pour la ville de Lubumbashi ou on enregistre de nos jours, une croissance démographique rapide et une intensification des activités anthropiques sans aucunes normes, ni restrictions.

REFERENCES

[1] Couasnon T.H., Laura Lander, L.A., Rouet-Leduc B.E., Niklas von wolff N.K., 2013. La Mine de Grasberg - Bénédiction ou Juron? Atelier sur les valeurs de l'environnement : entre éthique et économie 2ème semestre – Année 2012-2013, 15p.

[2] Corcoran, E., Nellemann, C., Baker, E., Bos, R., Osborn, D. et Savelli, H. (eds)., 2010. Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development, A Rapid Response Assessment, United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal. www.grida.no, Printed by Birkeland Trykkeri AS, Norway, pp. 5-82.

[3] MOULAERT, N., Emissions de l'industrie métallurgique à Lubumbashi (Shaba - Zaïre) et conséquences sur l'environnement, Travail de fin d'études inédit, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, 1992.

[4] ASSANI A.A. et MUTEB M. (1994) - Aspect de la pollution de la rivière Lubumbashi par la Fonderie Minière de la Gécamines, Bulletin de la Société Belge d'Etudes Géographiques, 2, Pp. 211-223

[5] Metcalf & Eddy 2003. Wastewater Engineering :Treatment and Reuse, 4 ed., McGraw Hill, Toronto, Ontario, 225p.

[6] Mc KINNEY M.L. (2002). Urbaization, biodiversity and conservation. Biosci., 52, 883-890.

[7] MULLISS R.M, REVITT D.M., SHUTES R.B.E. (1997). The impacts of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. Water Sci. Technol., 36, 195-199.

[8] BURTON G.A.JR., PITT R.E. (2001). Stormwater effects handbook, a toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. CRC/ Lewis Publishers, 875p.

[9] Van der Bruggen, B., 2010. The global water recycling situation, Sustainability Science and Engineering, Vol. 2, 41-61.

[10] Kalenga, K.K.J., 2012. Contribution à l'optimisation de la sulfuration dans la valorisation par la flottation du minerai de cuprocobaltifère de Ruashi I au Katanga (R.D. Congo), Thèse de doctorat, Faculté Polytechnique de Mons, Service de Génie Minier, Université de Mons, p.38-47,146.

[11] Akwerali Sombo J., et al 2013. Plan d'amenagement et de gestion des ressources en eau dans la ville de Lubumbashi. UNILU/Facultes des sciences. Rapport, 56p.

[12] Atibu, K.E., Devarajan, N., Thevenon, F., Mwanamoki, P.M., Tshibanda, J.B., Mpiana, T.P., Prabakar, K., Mubedi, I.J., Wildi, W., Poté, J., 2013. Concentration of metals in surface water and sediment of Luilu and Musonoie Rivers, Kolwezi-Katanga, Democratic Republic of Congo. Art. 26, 1-7.

[13] Kashimbo Kalala S., Mongoli Mwanga B., Kazadi Kanyama P., Mpundu Mubemba M., "Influence of a hydrometallurgical plant in active on the water quality of the Naviundu channel: Case of the Chemical Plant of Africa (CHEMAF) Lubumbashi / Katanga, DR. Congo," International Journal of Innovation and Scientific Research, vol. 16, no. 2, pp. 433–447, July 2015.

[14] Kashimbo Kalala S., Mukanya Senga SC., Mukoj Kavund A., Mwenge Twakale L., Kesonga Nsele M., Meli Kimpinde A., and Kiyukeno Kitwanyoka Y., "Impacts study of Liquid discharges from Terril Company Plant (STL) on Lubumbashi River : Lubumbashi, Haut-Katanga/DR Congo," International Journal of Innovation and Scientific Research, vol. 21, no. 2, pp. 285–292, April 2016.

[15] DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, 16p.

[16] Akwerali Sombo J., et al 2013. Plan d'amenagement et de gestion des ressources en eau dans la ville de Lubumbashi. UNILU/Facultes des sciences. Rapport, 56p.

[17] Ngongo M.L., Van Ranst E., Baert G., Kasongo E.L.,Verdoodt A., Mujinya B.B. & Mukalay J.M., 2009. Guide des Sols en R.D.Congo, Tome I. Etude et Gestion. UGent, HoGent, UNILU. Lubumbashi, 262 p.

[18] BERNARD, E., 1950. Aperçus fondamentaux sur la climatologie du Katanga. C.S.K., Comptes Rendus, Congrès Scientifique, Elisabethville, 13-19/08/1950. IV, 1:56-96.

[19] SEL.LR (1996-2000). Le protocole de surveillance FOGEM. La surveillance FOGEM des zones humides côtières du Languedoc-Roussillon Annexe 2000-2005. 7p.

[20] HOWARTH R. W., MARINO R., GARRITT R. et D. SHERMAN, 1992. Ecosystem respiration and organic carbon processing in a large, tidally influenced river: the Hudson River. *Biogeochem.*, 16, 83-102.
[21] BREMOND R., PERRODON C. (1979). Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. Prévention des pollutions. 2eme éd: 259 p.
[22] LEYNAUD G. (1968). Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.
[23] DE VILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, 16p.
[24] Miller, J.R., Hudson-Edwards, K.A., Lechler, P.J., Preston, D., Macklin, M.G., 2004. Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of Rio Pilcomayo basin, Bolivia. Sci. Total Environ. 320, 189–209.
[25] CHESTERIKOFF A., GARBAN B. et D. OLLIVON, 1991. Daily rhythms in the River Seine: relative impacts of natural and anthropogenic factors. *Water Res.*, 25, 1523-1528.
[26] DALMAS P., 2000. Mesures de conductivité sur une eau pure ou comment appliquer la norme USP24-NF19. Article paru dans la Gazette du Laboratoire, 4p.
[27] W.H.O. 1998. Guideline for drinking water quality, 2nd ed., vol. 2, health criteria and other supporting information. World Health Organisation, Geneva.
[28] Yu J.Y. et Heo B. Dilution and removal of dissolved metals from acid mine drainage along Imgok Creek, Korea. Appl. Geochem. 16, 1041-1053 (2001).
[29] GULLIVER J.S. et H.G. STEFAN, 1984b. Stream productivity analysis with DORM-II, parameter estimation and sensitivity. *Water Res.*, 18, 1577-1588.
[30] FLEISCHER. M., 1974. Iodine. Geochemistry and the Environment. Vol. 1. The relationship of Selected Trace Elements to Health and disease. NAS. Washington. USA, 26 pp.
[31] HEBERT S., LEGRE S. (2000). Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5 p.
[32] BILLEN G., GARNIER J., SERVAIS P., BRION N., FICHT A., EVEN S., BERTHE T. et M. POULIN, 1999. L'oxygène : un témoin du fonctionnement microbiologique. Programme scientifique Seine-Aval, vol. 5. Université de Rouen. Rouen.
[33] SABATER S., ARMENGOL J., COMAS E., SABATER F., URRIZALQUI I. et I. URRUTIA, 2000. Algal biomass in a disturbed Altantic river: water quality relationships and environmental implications. Sci. Total Environ., 263, 185-195.
[34] BUTCHER J.B. et S. COVINGTON, 1995. Dissolvedoxygen analysis with temperature dependence. *J. Environ. Eng*., 121, 756-759.
[35] MÜLLER J. et G. WEISE, 1987. Oxygen budget of a river rich in submerged macrophytes (River Zschopau in the south of the GDR). *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, 72, 653-667.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 163-173
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

DO HEALTHCARE PROFESSIONALS EDUCATE PATIENTS ON DRUG-FOOD INTERACTIONS?

Raiany Thaimeny Nery[1] and Angelita Cristine de Melo[2]

[1]Pharmacy student, Federal University São João Del-Rei (UFSJ), Divinópolis, Minas Gerais, Brazil

[2]Federal University São João Del-Rei (UFSJ), Research Group on Epidemiology and Public Health and Research Group on Clinical Pharmacy, Divinópolis, Minas Gerais, Brazil

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

ABSTRACT: *Introduction:* Food-drug can have a significant influence on the therapeutic success of the drug and on the adverse effect profiles of many drugs being administered. This study assessed the prevalence of potential drug-food interactions and orientation of health professionals on the proper use of medicines.
Methods: Cross-sectional study which included 517 patients aged 18 years or over between May-August 2012. The analysis of the information included estimates of central tendency, variability and proportions. Multivariable analysis was performed by the Statistical Learning Theory Exhaustive CHAID algorithm was used to define of cut-offs for the complexity of pharmacotherapy and prioritize patients more likely to take their medications incorrectly with regard to food.
Results: 1786 drugs were used by patients. Captopril and omeprazole were the most incorrectly used. Total of 66.0% of patients reported that they had not received any information on their pharmacotherapy and 95.2% stated that they had doubts or difficulties that could have been resolved by the pharmacist. An absence of additional information to those strictly necessary for compliance with the regimen of drugs prevailed (89.7%). The most common inaccuracy was taking a drug with food that should be taken on an empty stomach to improve absorption of the drug (57.7%).
Conclusion: Professionals, in general, do not seem to warn their patients to take their medications on a full or empty stomach, at least in writing medications. Health professional awareness of the drug administration process can reduce medication errors and may contribute to the optimization of pharmacotherapy.

KEYWORDS: Food-drug interactions, medication errors, complexity of pharmacotherapy, patient education, pharmacoepidemiology.

INTRODUCTION

Interactions between drugs and food occur when a food or nutrient changes the effectiveness of a drug, or when it interferes with the individual's nutritional status [1,2]. These interactions are gaining recognition in the healthcare system, given that the total bioavailability, pharmacokinetics, pharmacodynamics and therapeutic efficacy of drugs may be altered due to concomitant intake (or not) with food [3]. The mechanisms related to the effects of food on drug absorption include, among others decreased, increased or retarded absorption [4,5]. Considering the clinical effects, the reduction of bioavailability may occur, which predisposes to a therapeutic failure, or there may be an increase leading to risks of adverse effects and toxicity [6–8].

The drugs possess guidelines on food in order to maximize the effect or to reduce toxicity in the gastrointestinal tract [1,8]. Many patients are unaware of or do not understand these instructions and take their medicines incorrectly, which predisposes to a medication error [9]. The drug-food interactions comprise one of the medication errors, which fall within the administration time errors. These errors occur during the prescribing, dispensing, administration and monitoring of medication use process and its principal cause is an inadequate knowledge of clinical pharmacology [10–12]. In a study involving 2,874 opportunities for errors, 10 errors were due to time of administration and were related to drugs that interact with food or other drugs [11].

Corresponding Author: Angelita Cristine de Melo

As the number of medications, the dose and the duration of the therapeutic regimen increases, so does the regimen complexity, which culminates with an increased risk of interactions [2,9], however, most of them can be easily recognized [2,13]. The pharmacist could help to minimize medication errors associated with drug-food interactions as they hold the necessary knowledge and are accessible to the population in the health system. However, re-engineering of the professional practice with a focus on direct patient needs is required. This is because nowaday their major responsibility is give them "access" to drugs and does not contribute to the solution of post-access problems, such as drug-food interactions and their consequences[14].

There is a shortage of epidemiological studies involving drug-food interactions and their consequences, probably due to difficulties in obtaining adequate samples, lack of infrastructure for the study and especially lack of research interest due to the non-recognition of the problem and its clinical significance [15]. This study analyses the prevalence of drug-food interactions and their possible implications, as well as the existence of information in medical prescriptions for the prevention and clinical performance of the pharmacist for patients seen in primary healthcare.

METHODS

A cross-sectional study on patterns of drug use related to healthcare and drug-food interactions in a city, with approximately 200,000 inhabitants. It is an industrial and health reference for 55 municipalities in the Midwest region of the state of Minas Gerais, Brazil. It is part of a larger study that examined pharmacotherapy in primary health care. In the original study, the random sample was estimated considering the accuracy of 4.0%, statistical significance 5.0% and the outcome occurrence of non-adherence to therapy in 36.8% of the population totalling 427 individuals. For possible losses and stratifications, 20.0% was added resulting in a total of 517 people. For the patient selection, this sample was proportional to number of dispensations amount in one of five public pharmacies. The patients were selected by a random draw [16].

The inclusion criteria were inhabitants of the area covered by the municipality aged 18 years or over, with prescription at least one drug during the collection period. The exclusion criteria at the time of collection were the use of any medication whose prescription was not available or withdrawal of medication by a third party.

Data collection was conducted by trained Pharmacy scholars under the supervision of a Pharmacist between May and August 2012 in five primary health care pharmacies considering the pharmacy hours of operation and on weekdays at different times. It was requested to patient show their prescription (all of which were conducted by hand) followed by a questionnaire that was administered by an interviewer who subsequently instructed the patient on how to use the drugs [16]. For the analysis of the (in) correct use of medication related to the feed, we considered only oral medication that has been used for patients.

The dependent variable "patient with (in) appropriate drug use" was analysed by considering referential TRUVEN [17] in relation to time of feeding and administration of medications reported by the patient. This variable was stratified into "all in correct use", "a least one incorrectly use", and "all incorrectly use".

The independent variables used were: socio-demographic data (gender, age, educational level, marital status, people in the household); clinical conditions with self-reported medical diagnosis (number of diseases, cardiovascular diseases and endocrine metabolic diseases) according to International Classification of Diseases, version 10 (ICD-10) [18]; indicators of access/utilization of healthcare services (private health insurance, medical appointments, additional information on requirements, pharmaceutical appointments, drugs, access, information on the drug received at the pharmacy, and doubt or difficulty to be resolved by the pharmacist); characteristics of pharmacotherapy [Potential Clinical Impact of Drug-therapy Problems (PDTP), complexity of pharmacotherapy and adherence]; and existence of written technical recommendations in the medical prescription.

The complexity of pharmacotherapy was defined by the Medication Regimen Complexity Index (MRCI) [19] and validated in Brazil [20]. The MRCI is an instrument used to measure a treatment regimen complexity for an individual patient, and it is divided into 3 sections: A (dosage forms), B (dosing frequency), and C (additional information, such as take at specific times and relation to food) [16]. The complexity index is the sum of the points (scores) for the 3 sections [19].

Adherence was assessed by the question "How often can you follow the instructions for dosage of this medicine?". Self-reported adherence was stratified on the Likert scale (1 – every time, 2 – most times, 3 – sometimes, 4 – hardly any time, 5 – never). For the complete treatment regimen, it was considered as non-adherence if the patient did not adhere to at least one drug.

The analysis of the information included estimates of central tendency, variability and proportions. Multivariable analysis was performed by the Statistical Learning Theory Exhaustive CHAID (chi-squared automatic interaction detector) algorithm

with Pearson's chi-square test and and Bonferroni adjustments. This analysis was used to define of cut-offs for the complexity of pharmacotherapy and prioritize those patients who may be at higher risk of clinically relevant food-drug interactions in order to optimize of health care services. Analysis criteria included ranking of variables in the model: statistical significance of 5.0%, a total of 50 cases in the parent node and 30 cases in the child node, and up to three hierarchical levels, as well as cross-validation by 10 sub folds. For constructing the database and for analyses, the SPSS program was used.

This study was conducted in accordance with ethical standards, and it was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Hospital São João de Deus under the number, 154/2011.

RESULTS

The majority of 517 patients were female (73.5%), with up to four years of study (62.8%) and living with a partner (54.9%). The median age was 58.8 years (P_{25}= 50.5; P_{75}= 66.3). Considering the profile of clinical conditions with medical diagnosis, the median was 2.0 diseases (P_{25}= 2.0; P_{75}= 3.0), however a total of 265 had up to three cardiovascular diseases and 371 patients had one or more endocrine metabolic diseases. In relation to access and use of healthcare services, 34.0% of patients had private health plans, had a median of 3.0 medications prescribed (P_{25}= 2.0; P_{75}= 5.0), most of them had all drugs by public health system (89.0%).

Whereas clinical follow-up, the patient had a median of 3.0 annual medical appointments (P_{25}= 2.0; P_{75}= 5.0) and a median of zero appointments by the pharmacist in a year. A total of 66.0% of patients reported that they had not received any information on their pharmacotherapy. Despite the low provision of medication therapy management services, 95.2% stated that they had doubts or difficulties that could have been resolved by the pharmacist regarding the use of medications. Considering safety indicators and effectiveness of pharmacotherapy, 53.0% of respondents had some PDTP. The complexity of pharmacotherapy was 8.5 (P_{25}= 5.0; P_{75}= 13.5) and self-reported adherence to pharmacotherapy was 74.5% (Table 1).

Patients with all medications in correct use, with at least one drug incorrectly used and all drugs incorrectly used were compared by bivariate analysis, and age, number of diseases, endocrine metabolic diseases, number of drugs, PDTP, complexity of pharmacotherapy and adherence ($p<0.01$) and gender ($p= 0.04$) were statistically significant.

Table 2 shows the profile of drug use in relation to food and the characteristics of pharmacotherapy. Of the 1,786 drugs used by patients, most were oral solid (95.1%). Simvastatin and hydrochlorothiazide were the drugs most appropriately taken by patients. In contrast, captopril and omeprazole were the most inadequately administered, both must be used on an empty stomach.

An absence of additional information to those strictly necessary for compliance with the regimen of drugs prevailed (89.7%). The most common technical recommendation of drug administration was to take with or without food (42.6%). Despite information provided by health professional is insufficient, only few drugs were in incorrect use regarding food (16.7%).

Table 1. Factors associated with correct use of drugs in relation to food. Minas Gerais - Brazil, 2012

Characteristics	All patients (n= 517)	Patients and their drugs			p value[a]
		Correct use (n=310)	At least one in incorrect use (n=196)	Incorrect use (n=11)	
Socio-demographic characteristics					
Gender Female % (n)	73.5 (380)	77.1 (239)	67.3 (132)	81.8 (9)	= 0.04*
Age P_{50} (P_{25}; P_{75})	58.8 (50.5; 66.3)	55.8 (47.8; 65.0)	61.9 (54.5; 67.9)	53.4 (44.3; 60.4)	<0.01*
Years of Schooling % (n)					>0.05
Non-literacy	7.5 (39)	7.7 (24)	7.1 (14)	9.1 (1)	
1 a 4	55.3 (286)	53.6 (166)	57.7 (113)	63.6 (7)	
5 a 11	33.1 (171)	34.5 (107)	31.1 (61)	27.3 (3)	
>11	4.1 (21)	4.2 (13)	4.1 (8)	-	
Lives with a partner % (n)	54.9 (284)	56.4 (175)	52.6 (103)	54.5 (6)	>0.05
Number of inhabitants per household P_{50} (P_{25}; P_{75})	3.0 (2.0; 4.0)	3.0 (2.0; 4.0)	3.0 (2.0; 4.0)	2.0 (2.0; 5.0)	>0.05
Clinical conditions					
Diseases P_{50} (P_{25}; P_{75})	2.0 (2.0; 3.0)	2.0 (1.0; 3.0)	3.0 (2.0; 4.0)	1.0 (1.0; 3.0)	<0.01*
Cardiovascular diseases % (n)	***(n= 265)***	***(n= 137)***	***(n=124)***	***(n=4)***	>0.05
1	94.3 (250)	94.9 (130)	93.6 (116)	100.0 (4)	
2	5.3 (14)	5.1 (7)	5.6 (7)	-	
3	0.4 (1)	-	0.8 (1)	-	
Endocrine/ metabolic diseases % (n)	***(n= 371)***	***(n= 202)***	***(n= 163)***	***(n= 6)***	<0.01*
1	55.8 (207)	61.9 (125)	46,6 (76)	100.0 (6)	
2	38.5 (143)	33.2 (67)	46,6 (76)	-	
3	5.7(21)	4,9 (10)	6.8 (11)	-	
Access and use of health care services					
Private Health care assistance % (n)	34.0 (176)	34.8 (108)	32.2 (65)	27.3 (3)	>0.05
Acquisition of drugs by public health					
All drugs	89.0 (460)	90.0 (279)	86.7 (170)	100.0 (11)	>0.05
At least one drug	10.6 (55)	9.4 (29)	13.3 (26)	0.0(0)	
None drug	0.4 (2)	0.6 (2)	0.0 (0)	0.0 (0)	
Drugs P_{50} (P_{25}; P_{75})	3.0 (2.0; 5.0)	2.0 (2.0; 4.0)	4.0 (3.0; 6.0)	1.0 (1.0; 2.0)	<0.01*
Medical appointments P_{50} (P_{25}; P_{75})	3.0 (2.0; 5.0)	3.0 (2.0; 5.0)	3.0 (2.0; 6.0)	2.0 (2.0-5.0)	>0.05
Pharmaceutical appointments P_{50} (P_{25}; P_{75})	0.0 (0.0; 0.0)	-	-	-	>0.05
Had doubt or difficulty to be resolved by the pharmacist % (n)	95.2 (492)	92.2 (286)	99.5 (195)	100.0 (11)	>0.05
Received any information about drug in the pharmacy % (n)					
No	66.0 (341)	66.8 (207)	63.3 (124)	90.9 (10)	>0.05
Most often	28.4 (147)	28.0 (87)	30.6 (60)	0.0 (0)	
Hardly ever	5.6 (29)	5.2 (16)	6.1 (12)	9.1 (1)	
Characteristics of pharmacotherapy					
PDTP[b] (yes)	53.0 (274)	41.6 (129)	71.9 (141)	36.4 (4)	<0.01*
Complexity of pharmacotherapy P_{50} (P_{25}; P_{75})	8.5 (5.0; 13.5)	7.0 (4.0; 11.0)	12.5 (8.0; 17.0)	4.5 (2.0;6.0)	<0.01*
Adherence % (n)	74.5 (385)	72.3 (224)	78.6 (154)	63.6 (7)	<0.01*

[a] *Pearson's chi-square with Bonferroni adjustment.*

[b] *Potential Clinical Impact of Drug-therapy Problems*

** = Statistically significant difference.*

Table 2. Characteristics of pharmacotherapy and its suitability in the presence of food. Minas Gerais. Brazil. 2012

Characteristics	All (n= 1786)	Drugs			
		Correct use (n= 1323)	Incorrect use (n= 298)	Treatment initiation (n= 100)	Another route of administration (n= 65)
Characteristics of pharmacotherapy % (n)					
Pharmaceutical form and route of administration (n= 1786)					
Solid oral: capsules and tablets	95.1 (1698)	99.0 (1310)	99.3 (296)	9.2 (92)	-
Other oral forms[a]	1.2 (22)	1.0 (13)	0.7 (2)	0.7 (7)	-
Injectable: vials and ampoule	1.5 (26)	-	-	0.1 (1)	38.4 (25)
Cream and ointment	0.4 (7)	-	-	-	10.8 (7)
Drops and nasal spray	0.7 (13)	-	-	-	20.0 (13)
Aerosol	0.4 (7)	-	-	-	10.8 (7)
Transdermal patch	0.7 (13)	-	-	-	20.0 (13)
More prescribed drugs	**% (n)**	**% (n; position)**	**% (n; position)**	**% (n; position)**	**% (n; position)**
Sinvastatin	9.9 (177)	12.7 (168; 2)	-	9.0 (9; 1)	-
Hydrochlorothiazide	9.7 (173)	12.8 (170; 1)	-	3.0 (3; 5)	-
Losartan	8.0 (143)	10.7 (141; 3)	-	2.0 (2; 6)	-
Omeprazole	5.3 (95)	3.4 (45; 8)	15.1 (45; 2)	5.0 (5; 3)	-
Captopril	5.3 (94)	1.5 (20; 14)	24.8 (74;1)	-	-
Metformin	5.3 (94)	6.0 (80; 5)	2.7 (8; 8)	6.0 (6; 2)	-
Levothyroxine	4.9 (87)	5.5 (73; 6)	4.7 (14; 4)	-	-
AAS	4.7 (84)	6.2 (82; 4)	0.7 (2; 14)	-	-
Propranolol	2.6 (47)	3.5 (46; 7)	-	1.0 (1; 7)	-
Atenolol	2.2 (40)	3.0 (40; 9)	-	-	-
Other	42.1 (752)	34.6 (458)	52.0 (155)	74.0 (74)	100.0 (65)

[a] *Gums, lozenges, solution, suspension, sublingual spray/tablet, gargles, mouthwash.*

Table 3. Characteristics of using drugs related to food. Minas Gerais. Brazil. 2012

Characteristics	All (n= 1786)	Drugs			
		Correct use (n= 1323)	Incorrect use (n= 298)	Treatment initiation (n= 100)	Another route (n= 65)
Profile of adequacy of use of drugs % (n)					
Additional information in prescriptions					
No	89.7 (1603)	89.0 (1177)	93.0 (277)	88.0 (88)	93.8 (61)
Yes	10.3 (183)	11.0 (146)	7.0 (21)	12.0 (12)	6.2 (4)
Relationship with food	61.2 (112)	60.9 (89)	66.7 (14)	75.0 (9)	0.0 (0)
Take on an empty stomach	21.9 (40)	23.3 (34)	23.8 (5)	8.3 (1)	0.0 (0)
Specific care with drug	15.3 (28)	13.7 (20)	9.5 (2)	16.7 (2)	100.0 (4)
Do not lie down after you take the drug	1.6 (3)	2.1 (3)	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)
Technical recommendation of administration in relation to food					
Ingest your drug with food or without food	42.6 (760)	57.5 (760)	-	-	-
Ingest the drug with food	28.9 (516)	29.8 (395)	40.6 (121)	-	-
Ingest the drug without food	19.3 (345)	12.7 (168)	59.4 (177)	-	-
Start of treatment or other route	9.2 (165)	-	-	100.0(100)	100.0 (65)
Appropriateness of use of drugs in relation to food					
Correct	83.3 (1488)				
Incorrect (n= 298)	16.7 (298)				
Empty stomach to maximize effect and uses full stomach	57.7 (172)	-	57.7 (172)	-	-
Full stomach to reduce irritation and uses an empty stomach	30.9 (92)	-	30.9 (92)	-	-
Full stomach for absorption and uses an empty stomach	10.7 (32)	-	10.7 (32)	-	-
Incorrect gastric contents	0.7 (2)	-	0.7 (2)	-	-
Potential Clinical Significance (n= 298)					
Ineffectiveness of pharmacotherapy	67.4(201)		67.4(201)		
Insecurity of pharmacotherapy	32.6 (97)	-	32.6 (97)	-	-

The most common inaccuracy was to take a drug with food that should have been taken on an empty stomach to improve absorption of the drug (57.7%) (Table 3). The most common potential consequence of the incorrect use of drugs was risk of

ineffectiveness of pharmacotherapy (67.4%). The drugs used most incorrectly were captopril (24.8%) and omeprazole (15.1%). Hydrochlorothiazide was the drug that most correctly used (12.8%), followed by simvastatin(12.7%) and losartan (10.7%) (Table 2).

The hierarchization of independent variables for "Patient in (in) appropriate drug use" maintained in the final model the complexity of pharmacotherapy and health conditions number ($p<0.01$). The greater the complexity of pharmacotherapy, the lower was the proportion of drug used correctly. The analysis proposed cut-off points for the scores of MCRI, and for most strata, complexity was enough to explain the whole distinction of drug administration. Most patients with MCRI≤ 4.0 (87.5%) used all their medication correctly in relation to the mode of use, and this relation was demonstrated in third level was MCRI≤ 2.0 (93.8%). In contrast, the majority of patients (86.0%) with scores MCRI>18.0 used at least one drug incorrectly in relation to feeding. Health condition number was important for explain drug use in higher than 4.0 through 12.0 MCRI index in direct way (~20.0% reduction) (Figure1).

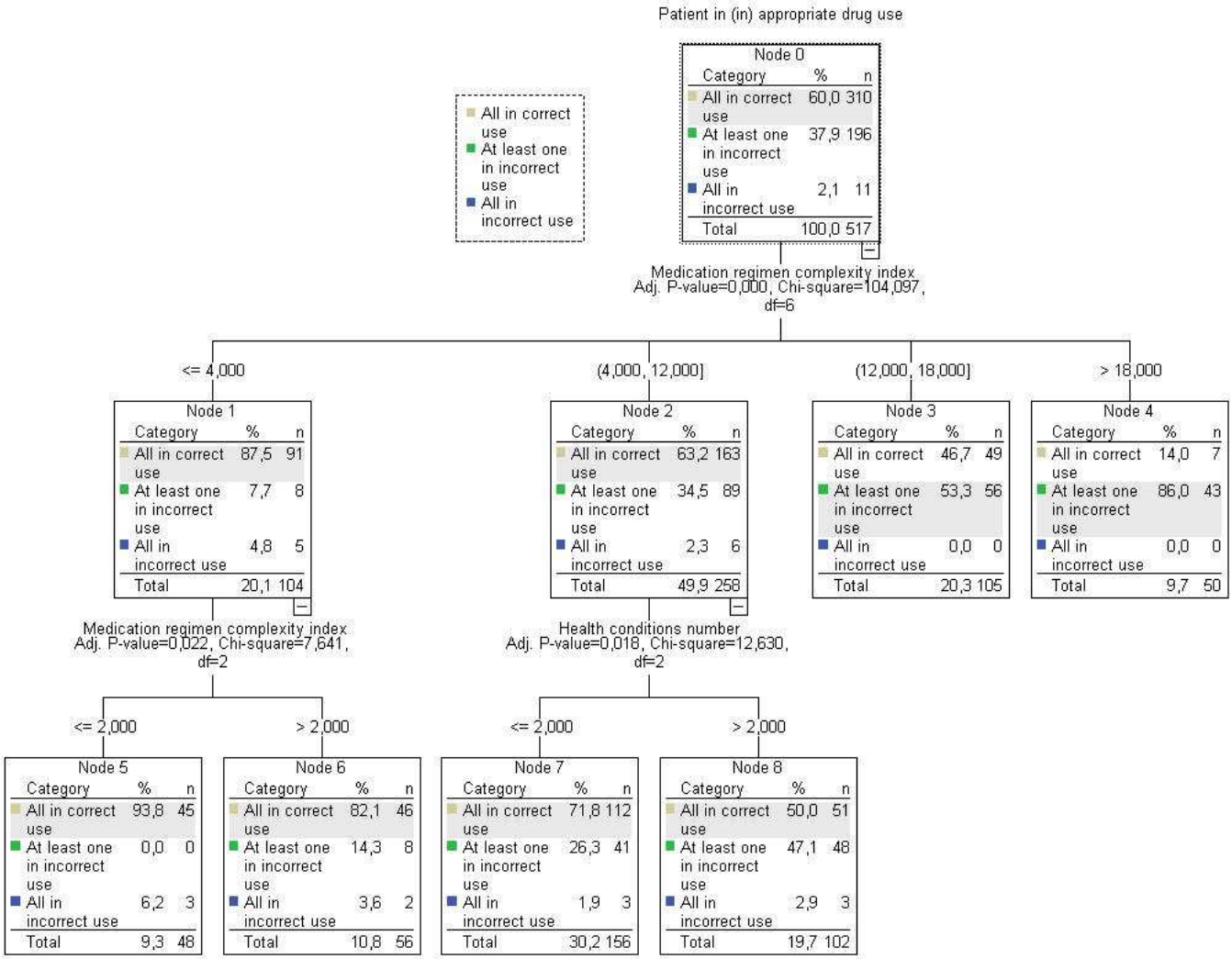


Figure 1. Multivariate analysis by the theory of statistical learning of the factors associated with the use (in) appropriate of drugs with regard to food

DISCUSSION

In this study, the prevailing patient was female, adult/elderly, with low education, living with a partner and had chronic diseases, especially cardiovascular and endocrine metabolic diseases. Pharmacotherapy showed a considerable proportion of inappropriate use of drugs that was strongly associated with the increase in complexity of pharmacotherapy, followed by health conditions number. In the bivariate analysis, age, number of medications, PDTP and adherence to pharmacotherapy were also statistically significant. As for healthcare, use of the public system to access services and drug predominated, yet an absence of explicit guidance on prescription and low access to clinical pharmacist services prevailed.

Once the patient's recruitment in pharmacies was performed on office hours, the high number of women is justified, since the working hours of healthcare centers, mainly with regard the primary care, do not meet the male demand. It happens due to the incompatibility male population availability embedded in the labor market. In turn, the elderly people who do not develop labor activities visit the healthcare centers more frequently [21]. The low schooling is comparable to other studies [22–25] as well as the marital status of the existence of spouse [22, 23]. This shows the likely external validity of the findings despite the limitations of cross-sectional studies, such as the impossibility of causal inference and the possibility of memory bias.

The median number of drugs used by respondents was similar to that found by other authors [26]. In other studies, it was higher, yet most studies occurred in different scenarios, such as hospitals [25, 27, 28]. Drugs that act on the cardiovascular system and digestive tract were the most prescribed which is consistent with the reported nosological profile of the prevalence of cardiovascular and endocrine metabolic diseases, as well as with the findings of other authors [23, 29-32]. Some authors, similar to this study, found hydrochlorothiazide as one of the most prescribed drugs [23, 28, 33].

In Brazil, there is the public funding policy and guarantee of universal access to healthcare technologies [34]. In this study, there was a great use of public services in a manner similar to other Brazilian studies [23, 24, 35, 36], notably in regard to access to drugs [23]. However, these findings are different those of other countries in which predominates access by private health insurance [28, 37]. The WHO's Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases (NCDS) aims to ensure 80.0% availability of the affordable basic technologies and essential medicines required to treat major noncommunicable diseases in both public and private facilities [38].

Considering the access to health professionals, the number of medical appointments per year was possibly appropriate, given the prevalence of chronic conditions that can be followed up by biannual consultations for controlled patients [23]. That the professional should evaluate potential interactions of clinical importance [39] before prescribing is essential for preventing health problems. Despite this, it seems that advice to patient about drug-food interactions did not occur or was not written in the prescription. These findings are similar to other studies [1, 40]. Most spoken information provided during interactions with health professionals is forgotten and there is often little time available for this in consultations [41]. In addition to the frequent absence of instructions on the prescription, the study also found a lack of clarity or ambiguity that caused interpretation and medication errors [31]. In a study conducted in an elderly Brazilian population, only 37.21% of patients received instructions from their doctor [1].

Absence of written instructions for patients in prescription, maybe are consequence of verbal education. In an American study conducted in outpatient primary care clinics, 77.4% of the individuals reported that their doctor explained how to take the medication [40]. However, this type of education requires the patient capacity to process and retain information, which does not always coincide with their ability [42]. Generally, patients prefer a combination of oral instructions and written information [43], probably due, in part, to the fact that the patients might forget half of what they have been told within five minutes of a health consultation and remember only 20.0% of the information passed on to them. However, retention of information by patients can be improved by 50.0% if additional written information is provided, and consequently the use of written information also maximizes health professionals' time, helps reduce time spent on repetition of routine information and prevent errors [44].

Pharmacists as healthcare providers have an obligation to provide guidance to patients on the correct use of their medications [45]. However, clinical pharmacist service was almost inexistent despite it was necessary. Pharmacy technicians routinely dispense medications and the pharmacist may not be directly involved in counselling and specific patient concerns[40]. The pharmaceutical report a lack of time to fulfil one's professional obligations due to an increase in their workload[46].

In contrast to the findings of low provision of aid services to patients post-access to drugs, evidence shows that the pharmaceutical care improves medication use and health results [47]. In one study in intensive care units, drug interactions were reduced in 65.0% by the pharmacist [48].

After interventions by pharmacists to solve PDTP there were greater adherence to pharmacotherapy [49, 50] and patients report better knowledge about their disease and are satisfied with the pharmacist's work [51]. Some authors have shown that

pharmaceutical interventions can prevent about 60.0% of PDTP [52], and can reduce the number of drugs, thus promoting patient adherence and avoiding the adverse reactions, thus contributing to improving the quality of life and decreasing healthcare costs [27]. Highlighting the absence of this type of care in this study, it was identified that 50.0% of respondents had some PDTP. These results differ from those documented in the literature. In a study conducted in hospitals, a PDTP frequency of 15.7%was found, with the most common being drug interactions [52]. In an emergency service hospital, the prevalence was 31.6% PDTP [53]. In another study involving only the elderly with chronic diseases, the prevalence was 87.0% [54].

In multivariable analyses, a complexity of pharmacotherapy and the number of clinical conditions were significantly associated with use of medicines in relation to food. The association we found suggests that when it is impossible to instruct all patients about the correct use of their medications in relation to food, patients should be prioritized as the scores of complexity of pharmacotherapy, taking into account the cut-offs and the number of diseases. Some authors claim, identification of patients with a highly complex therapy can be used as an indicator to prioritize patients with multiple chronic health conditions number and problems in their pharmacological therapies [16].

Complex therapies can also cause a decrease in adherence [55-57]. In contrast, our study indicated an increase in adherence in this type of therapy. We affirm limitation in measure adherence, given the self-report adherence by patient, which can cause unreliable results associated with information and memory bias.

Medication errors related to incorrect drug administration maybe did drug's effectiveness be reduced or insecurity increased [6, 58]. The most common drug administration errors are those with food restrictions, it suggest correct use random [59]. Captopril was the drug in which we observed the most inappropriate use, associated with concomitant food similar to other studies [2, 60]. The consequence of these medication errors is to reduce the drug absorption by approximately 15.0% to 54.0% [1, 61-63]. Between 1999 and 2010, the prevalence of antihypertensive consumption increased from 47.8% to 60.5% [64], which highlights the importance of proper guidance on taking these drugs. The second-most incorrectly used drug was omeprazole. Its rate, but not the extent, of absorption is affected by food, causing a reduction in the maximum concentration of 63.0% and 24.0% of the area under the curve [65, 66].

The results of this study on the types of medication error of administration for food are difficult to compare with the literature, because most studies have also analysed inadequate doses, drugs taken by the wrong patient, at the wrong time, unauthorized drugs prescribed by the doctor and omission in this category [12, 14, 29, 67–69]. In a study conducted in a teaching hospital in France, a value of less than 2.3% for medication errors related to the concomitant intake with food was found [29].

Intervention to solve food-drug use problems can increase health results. In a study conducted in two Dutch hospitals, there was a reduction of administration errors after interventions to promote the correct administration of drugs in patients with enteral feeding tubes [70].

CONCLUSION

This study identified low prevalence of drug-food interaction despite few professional patient educations, suggesting correct use random or due to verbal instructions. Professionals, in general, do not seem to warn their patients to take their medications on a full or empty stomach, at least in writing. There are indications that health professionals that are aware of the drug administration process can reduce medication errors and can contribute to the optimization of pharmacotherapy.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Divinópolis Government, especially Thais Bueno Enes dos Santos and Diego Ribeiro, Fernanda Silva Reghin, Juliana Miranda Ferreira, Lílian Katarine Silva Lopes e Sarah Geralda Silva Andrade that helped in data collection

FUNDING

Federal University of São João Del-Rei and the Minas Gerais Research Support Foundation (Fapemig)

COMPETING INTERESTS

We declare no conflict of interest.

REFERENCES

[1] Akamine D, Filho MK, Peres CM. Drug-nutrient interactions in elderly people. Curr. Opin. Clin Nutr Metab Care. 2007; 10: 304–10.

[2] Lopes EM, Carvalho RBN De, Freitas RM De. Análise das possíveis interações entre medicamentos e alimento / nutrientes em pacientes hospitalizados. Einstein 2010; 8: 298–302.

[3] Won CS, Oberlies NH, Paine MF. Mechanisms underlying food-drug interactions: Inhibition of intestinal metabolism and transport. Pharmacol Ther. 2012; 136: 186–201.

[4] Varum FJO, Hatton GB, Basit AW. Food, physiology and drug delivery. Int J Pharm. 2013; 457: 446–60.

[5] Bushra R, Aslam N, Khan AY. Food-drug interactions. Oman Med J. 2011; 26: 77–83.

[6] Harrington L, Gonzales C. Food and drug interactions in critically ill adults. Crit Care Nurs Clin North Am. 2004; 16: 501–8.

[7] Genser D. Food and drug interaction: Consequences for the nutrition/health status. Annals of Nutrition and Metabolism. 2008; 52: 29–32.

[8] Schmidt LE, Dalhoff K. Food-drug interaction. Drugs 2002; 62: 1481–502.

[9] Lindquist LA, Lindquist LM, Zickuhr L, et al. Unnecessary complexity of home medication regimens among seniors. Patient Educ Couns. 2014; 96: 93–97.

[10] Cheragi MA, Manoocheri H, Mohammadnejad E, et al. Types and causes of medication errors from nurse's viewpoint. Iran J Nurs Midwifery Res. 2013; 18: 228–31.

[11] Teunissen R, Bos J, Pot H, et al. Clinical relevance of and risk factors associated with medication administration time errors. Am J Health Syst Pharm. 2013; 70: 1052–6.

[12] Keers RN, Williams SD, Cooke J, et al. Causes of medication administration errors in hospitals: a systematic review of quantitative and qualitative evidence. Drug Saf. 2013; 36: 1045–67.

[13] McCabe BJ. Prevention of food – drug interactions with special emphasis on older adults. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2004; 7: 21–26.

[14] Ernawati DK, Lee YP, Hughes JD. Nature and frequency of medication errors in a geriatric ward: an Indonesian experience. Ther Clin Risk Manag. 2014; 10:413–21.

[15] Heuberger R. Polypharmacy and food-drug interactions among older persons: a review. J Nutr Gerontol Geriatr. 2012; 31: 325–403.

[16] Ferreira JM, Galato D, Melo AC. Medication regimen complexity in adults and the elderly in a primary healthcare setting: determination of high and low complexities. Pharmacy Practice 2015; 13(4): 659

[17] Truven Health Analitycs. Micromedex® Drugdex System®. Truven Health Analitycs; 2015.

[18] World Health Organization. ICD-10 Version: 2010. 2014 http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en

[19] George J, Phun YT, Bailey MJ, et al. Development and validation of the medication regimen complexity index. Ann Pharmacother. 2004; 38: 1369–76.

[20] Melchiors AC, Correr CJ, Fernández-Llimos F. Tradução e Validação para o Português do Medication Regimen Complexity Index. Arq Bras Cardiol. 2007; 89: 210–8.

[21] Levorato CD, Mello LM De, Silva AS Da, et al. Fatores associados à procura por serviços de saúde numa perspectiva relacional de gênero. Cien Saude Colet. 2014; 19: 1263–74.

[22] Marin MJS, Cecílio LCO, Perez ADWUF, et al. Caracterização do uso de medicamentos entre idosos de uma unidade do Programa Saúde da Família. Cad Saude Publica. 2008; 24: 1545–55.

[23] Sousa MCVB, Melo AC, Santos DMSS, et al. Analysis of elderly individuals' access to and utilization of health services and prescription drugs and their patterns of use. Lat Am J Pharm. 2012; 31: 1379–86.

[24] Silva AL, Ribeiro AQ, Klein CH, et al. Utilização de medicamentos por idosos brasileiros, de acordo com a faixa etária: um inquérito postal. Cad Saude Publica. 2012; 28: 1033–45.

[25] Berdot S, Bertrand M, Dartigues J-F, et al. Tavernier B, Ritchie K, Alpérovitch A. Inappropriate medication use and risk of falls – A prospective study in a large community-dwelling elderly cohort. BMC Geriatr. 2009; 9: 30-40.

[26] Fernandez-Arias M, Acuna-Villaorduna A, Miranda JJ, et al. Adherence to pharmacotherapy and medication-related beliefs in patients with hypertension in Lima, Peru. Plos One. 2014; 9: e112875.

[27] Sancar M, Mutlu BY, Okuyan B, et al. Determination of geriatric patients' drug profile and identify their pharmaceutical care requirements by determining potential risk factors. Eur Geriatr Med. 2011; 2: 280–3.

[28] Crentsil V, Ricks MO, Xue Q-L, et al. A pharmacoepidemiologic study of community-dwelling, disabled older women: factors associated with medication use. Am J Geriatr Pharmacother. 2010; 8: 215–24.

[29] Berdot S, Sabatier B, Gillaizeau F, et al. Evaluation of drug administration errors in a teaching hospital. BMC Health Serv Res. 2012; 12: 60–7.

[30] Chen Y-F, Dewey ME, Avery AJ. Self-reported medication use for older people in England and Wales. J Clin Pharm Ther. 2001; 26: 129–40.
[31] Ekedahl A. Problem prescriptions in Sweden necessitating contact with the prescriber before dispensing. Res Social Adm Pharm. 2010; 6: 174–84.
[32] Flores LM, Mengue SS. Drug use by the elderly in Southern Brazil. Rev Saude Publica. 2005; 39: 924–9.
[33] Mendes-Netto RS, Silva CQV, Filho ADO, et al. Assessment of drug interactions in elderly patients of a family health care unit in Aracaju (Brazil): A pilot study. Afr J Pharm Pharmacol 2011; 5: 812–8.
[34] Araujo JLO, Pereira MD, Del Fiol FDS, et al. Access to Antihypertensive Agents in Brazil: evaluation of the "Health Has No Price" Program. Clin Ther. 2014; 36: 1191–5.
[35] Baldoni AO, Ayres LR, Martinez EZ, et al. Pharmacoepidemiological profile and polypharmacy indicators in elderly outpatients. Braz J Pharm Sci. 2013; 49: 443–52.
[36] Pereira VOM, Acurcio FA, Guerra Júnior AA, et al. Perfil de utilização de medicamentos por indivíduos com hipertensão arterial e diabetes mellitus em municípios da Rede Farmácia de Minas. Cad Saude Publica. 2012; 28: 1546–58.
[37] Hu S, Tang S, Liu Y, et al. Reform of how health care is paid for in China: challenges and opportunities. Lancet 2008; 372: 1846–53.
[38] World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. 2013
[39] Aronson JK. Balanced prescribing – principles and challenges. Br J Clin Pharmacol. 2012;7 4: 566–72.
[40] Serper M, Mccarthy DM, Patzer RE, et al. Patient Education and Counseling What patients think doctors know : Beliefs about provider knowledge as barriers to safe medication use. Patient Educ Couns. 2013; 93: 306–11.
[41] Bond C, Blenkinsopp A, Raynor DK. Prescribing and partnership with patients. Br J Clin Pharmacol. 2012; 74: 581–8.
[42] Harrington KF, Valerio MA. A conceptual model of verbal exchange health literacy. Patient Educ Couns. 2014; 94: 403–10.
[43] Borgsteede SD, Karapinar-Çarkit F, Hoffmann E, et al. Information needs about medication according to patients discharged from a general hospital. Patient Educ Couns. 2011; 83: 22–28.
[44] Angioli R, Plotti F, Capriglione S, et al. The effects of giving patients verbal or written pre-operative information in gynecologic oncology surgery : a randomized study and the medical-legal point of view. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2014; 177: 67-71.
[45] Chen C, Liau Y, Wu P. Inpatient satisfaction with TCM medication counseling services provided by pharmacists. Eur J Integr Med. 2012; 4:e281–288.
[46] Frisk P, Bergman U, Kälvemark-Sporrong S. Exploring community pharmacists' experiences of surveying patients for drug utilization research purposes. Int J Clin Pharm. 2015; 37:522-8
[47] Murad MS, Chatterley T, Guirguis LM. A meta-narrative review of recorded patient-pharmacist interactions: Exploring biomedical or patient-centered communication? Res Soc Adm Pharm. 2014; 10:1-20.
[48] Rivkin A, Yin H. Evaluation of the role of the critical care pharmacist in identifying and avoiding or minimizing significant drug-drug interactions in medical intensive care patients. J Crit Care. 2011; 26: 104.e1–104.e6.
[49] Neininger MP, Kaune A, Bertsche A, et al. How to improve prescription of inhaled salbutamol by providing standardised feedback on administration : a controlled intervention pilot study with follow-up. BMC Health Serv Res. 2015; 15: 40.
[50] Hatah E, Tordoff J, Duffull SB, et al. Pharmacists' performance of clinical interventions during adherence support medication reviews. Res Soc Adm Pharm. 2014; 10: 185–94.
[51] Tan ECK, Stewart K, Elliott RA, et al. Pharmacist consultations in general practice clinics: The Pharmacists in Practice Study (PIPS). Res Social Adm Pharm. 2014; 10: 623–32.
[52] Al-Hajje AH, Atoui F, Awada S, et al. Drug-related problems identified by clinical pharmacist's students and pharmacist's interventions. Ann Pharm Fr. 2012; 70: 169–76.
[53] Andreazza RS, Castro MS, Köche PS, et al. Causes of drug-related problems in the emergency room of a hospital in southern Brazil. Gac Sanit. 2011; 25: 501–6.
[54] Chan D-C, Chen J-H, Kuo H-K, et al. Drug-related problems (DRPs) identified from geriatric medication safety review clinics. Arch Gerontol Geriatr. 2012; 54: 168–74.
[55] Calvo-Cidoncha E, González-Bueno G, Almeida-González CV, et al. Influence of treatment complexity on adherence and incidence of blips in HIV/HCV coinfected patients. J Manag Care Spec Pharm. 2015; 21: 153–7.
[56] Glombiewski JA, Nestoriuc Y, Rief W, et al. Medication adherence in the general population. PLoS One 2012; 7: e50537.
[57] Gellad WF, Grenard JL, Marcum ZA. A systematic review of barriers to medication adherence in the elderly : looking beyond cost and regimen complexity. Am J Geriatr Pharmacother. 2011; 9: 11–23.
[58] Marengoni A, Pasina L, Concoreggi C, et al. Understanding adverse drug reactions in older adults through drug – drug interactions. Eur J Intern Med. 2014; 2: 843–6.

[59] Rodriguez-Gonzalez CG, Herranz-Alonso A, Martin-Barbero ML, et al. Prevalence of medication administration errors in two medical units with automated prescription and dispensing. J Am Med Inform Assoc. 2012; 19: 72–78.
[60] Silva LD, Henrique DM. Uso incorreto de medicamentos por pacientes após acidente vascular cerebral. Invest Educ Enferm. 2011; 29: 187–193.
[61] Leibovitch ER, Deamer RL, Sanderson LA. Food-drug interactions Careful drug selection and patient counseling can reduce the risk in older patients. Geriatrics 2004; 59: 19–22.
[62] Salvetti A, Pedrinelli R, Magagna A, et al. Influence of food on acute and chronic effects of captopril in essential hypertensive patients. J Cardiovasc Pharmacol. 1985; 7: 25–29.
[63] Ohman KP, Kagedal B, Larsson R, et al. Pharmacokinetics of captopril and its effects on blood pressure during acute and chronic administration and in relation to food intake. J Cardiovasc Pharmacol. 1985; 7: 20–24.
[64] Tu K, Anderson LN, Butt DA, et al. Antihypertensive drug prescribing and persistence among new elderly users : Implications for Persistence Improvement Interventions. Can J Cardiol. 2014; 30: 647–52.
[65] Thomson ABR, Sinclair P, Matisko A, et al.: Influence of food on the bioavailability of an enteric-coated tablet formulation of omeprazole 20 mg under repeated dose conditions. Can J Gastroenterol. 1997; 11: 663–7.
[66] Andersson T, Andren K, Cederberg C, et al.: Bioavailability of omeprazole as enteric coated (EC) granules in conjunction with food on the first and seventh days of treatment. Drug Invest. 1990; 2: 184–8.
[67] Bohand X, Simon L, Perrier E, et al. Frequency, types, and potential clinical significance of medication-dispensing errors. Clinics 2009; 64: 11–16.
[68] Szczepura A, Wild D, Nelson S. Medication administration errors for older people in long-term residential care. BMC Geriatr. 2011; 11:82.
[69] Berdot S, Gillaizeau F, Caruba T, et al. Drug administration errors in hospital inpatients: a systematic review. Plos One 2013; 8: e68856.
[70] Van den Bemt PMLA, Cusell MBI, Overbeeke PW, et al. Quality improvement of oral medication administration in patients with enteral feeding tubes. Qual Saf Health Care. 2006; 15: 44-47.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 174-184
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Un éclairage sur le processus entrepreneurial des seniors entrepreneurs marocains : Une approche par la théorie d'effectuation

[A lighting on the entrepreneurial process of the Moroccans seniors-entrepreneurs: an approach by theory of effectuation]

Taoufik YATRIBI and Said BALHADJ

Département Management et Audit des Organisations,
Ecole Nationale de Commerce et de Gestion de Tanger, Maroc

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

ABSTRACT: The current context in Morocco is marked by an important demographic change where the retired people are going to represent the most important segment of the population due to the ageing of the population. The entrepreneurship appears as a credible solution to maintain this category in working, what will allow to create jobs and to strengthen the growth. Based an exploratory qualitative study, this article aims to study the entrepreneurial process of the Moroccan-engineers-entrepreneurs. More exactly, we shall try to understand how these people spreads in entrepreneurship. Based on effectuation theory of entrepreneurship was proposed by Saras Sarasvathy, the results reveal that the seniors Moroccan entrepreneurs proceed with an effectual logic. They start with their means, by defining acceptable losses, by favoring the strategic partnerships, by being opened on the surprises and by creating their own universe. The theoretical and managerial implications of this study will be discussed.

KEYWORDS: Entrepreneurial process, theory of effectuation, engineers-entrepreneurs.

RESUME: Le contexte actuel au Maroc est marqué par un changement démographique important où les retraités vont représenter le segment de la population le plus important dû au vieillissement de la population. L'entrepreneuriat apparaît comme une solution crédible pour maintenir cette catégorie en activité, ce qui permettra de créer des emplois et renforcer la croissance. À l'appui d'une étude qualitative exploratoire, cet article a pour objectif d'étudier le processus entrepreneurial des ingénieurs entrepreneurs marocains. Plus précisément, nous chercherons à comprendre comment ces personnes se déploient en entrepreneuriat. En s'appuyant sur la théorie d'effectuation proposée par Saras Sarasvathy, les résultats révèlent que les séniors entrepreneurs marocains procèdent avec une logique effectuale. Ils démarrent avec leurs moyens, en définissant des pertes acceptables, en privilégiant les partenariats stratégiques, en étant ouvertes sur les surprises et en créant leur propre univers. Les implications théoriques et managériales de cette étude seront discutées.

MOTS-CLEFS: Processus entrepreneuriale, théorie d'effectuation, ingénieurs entrepreneurs.

1 INTRODUCTION

Bien que de nos jours le Maroc soit plus entrepreneurial que dans les années 1980 et 1990, cela reste néanmoins insuffisant au regard de l'économie mondiale actuelle. D'après le dernier sommet mondial de l'entrepreneuriat (2014), la création d'entreprise innovante apparaît comme un des moyens importants pour renforcer l'innovation et la croissance. Les études empiriques suggèrent que la création et la survie des entreprises soient perçues comme un enjeu important,

Corresponding Author: Taoufik YATRIBI

notamment pour la croissance et l'emploi [1], la croissance de la productivité [2], et également pour la réduction des inégalités sociales [3].

Le contexte actuel est marqué par un changement démographique important. En effet, les retraités vont représenter le segment de population le plus important dû au vieillissement de la population. Selon le Haut-Commissariat au Plan, 97000 personnes seront admis à la retraite entre 2012 et 2018 avec une moyenne annuelle de 13858 contre seulement une moyenne annuelle de 7400 personnes entre 2004 et 2011.

Ces nouvelles tendances interrogent la recherche académique mais également les experts de terrain, sur des questions liées à la promotion de l'entrepreneuriat chez les retraités dans une perspective de relance économique et sociale des États. Souvent, ils se retrouvent isolés, oubliés et assez souvent exclus des cadres d'analyse des professionnels. Pourtant, ils disposent d'un capital humain (compétences, savoir-faire, expériences, réseau, etc) indispensable à la poursuite d'opportunité et à la survie de l'entreprise.

L'entrepreneuriat apparaît comme une voie de carrière toute à faire crédible, permettant d'abord aux retraités de maintenir une vie active, permettant aussi aux États de confronter le chômage en créant plus d'emplois, ainsi que pour les entreprises qui désirent se séparer des seniors pour supprimer les coûts qu'ils engendrent.

L'objectif de cet article est d'étudier le processus entrepreneurial chez les séniorpreneurs marocains, défini contextuellement comme la création/reprise d'entreprise par des seniors, c'est-à-dire par des individus retraités ou proches de la retraite. Il s'agit de comprendre comment les séniors se déploient en entrepreneuriat ? Et comment réussissent-ils dans leurs projets ? Nous proposons une étude qualitative exploratoire afin d'identifier les principaux déclics de transition du salariat à l'entrepreneuriat chez un groupe atypique d'entrepreneurs marocains, à savoir les ingénieurs. Les ingénieurs sont en effet une source majeure d'innovation [4] et d'accumulation de compétences pour l'entreprise et le pays [5]. La référence [6] cite la référence [7] pour rappeler que « leur formation scientifique et technique ainsi que leur expérience professionnelle leur confèrent une capacité à innover et les préparent, en particulier, à être des éléments pivots de l'innovation technologique ».

Une première partie présentera une revue de la littérature sur le sujet et le cadre théorique de notre étude. Nous détaillerons dans une deuxième partie la méthodologie de l'étude qualitative. Nous dévoilerons ensuite nos résultats, avant de les discuter dans la quatrième partie. Enfin, les conclusions de notre recherche seront détaillées.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE ET CADRE THÉORIQUE

2.1 L'ENTREPRENEURIAT DES SÉNIORS : ÉTAT DE L'ART

Une lecture transversale de la littérature sur l'entrepreneuriat montre un manque flagrant des études sur l'entrepreneuriat des séniors. Nous proposons dans ce qui suit une synthèse des principaux travaux sur le sujet.

L'entrepreneur senior peut être défini comme : « un individu qui a entamé une expérience entrepreneuriale postérieure à ses 45 ans. Il souhaite faire face au désengagement social et prolonger son activité professionnelle » [8]. Cette tranche de la population ambitionne de transmettre aux générations futures ses connaissances, son expérience, son savoir-faire. Elle souhaite également générer des revenus pour assurer son quotidien ou se donner un complément de salaire [8].

Plusieurs raisons expliquent pourquoi certains individus proches de la retraite décident de se lancer en affaires. Selon la référence [8], les seniorpreneurs sont des individus qui ont atteint l'âge où les obstacles financiers sont à leur minimum ; ils ont atteint l'âge ou les crédits sont payés, les enfants ont grandi et s'assument financièrement. Selon la référence [9], l'âge constitue un facteur déterminant pour passer à l'acte entrepreneurial. Il rajoute que l'âge est un des facteurs influençant le plus clairement l'entrepreneuriat. L'expérience est un facteur systématiquement lié à l'âge. Elle a été reconnue comme un facteur déterminant dans le passage à l'acte entrepreneurial. les entrepreneurs plus âgés sont plus capables de créer une entreprise que les jeunes en raison du capital financier, humain et social accumulé au cours des années d'expérience (par exemple, [10], [11]. [12]) rajoutent que la durée de vie d'une entreprise créée par une personne âgée est plus élevée que celle crée par un jeune.

En revanche, l'intention de créer une entreprise est plus faible chez les personnes âgées que les jeunes (par exemple, [13], [14]). Cela peut être surprenant car la capacité à créer et gérer une entreprise est supérieur chez les personnes plus âgées en raison de plusieurs facteurs comme le savoir-faire accumulé durant les années d'expérience, la capacité à financer le projet, le réseau constitué de personnes susceptibles de l'aider, etc. Cependant, la référence [15] trouvent que les compétences entrepreneuriales augmentent avec l'âge, mais les intentions entrepreneuriales ont tendance à diminuer. Cela

peut être expliqué par le fait que le vieillissement apporte des changements dans le comportement des individus. Par exemple, lorsque les personnes vieillissent, elles tendent à adopter un comportement plus conservateur [16].

Ainsi, des auteurs ont mis en avant les facteurs qui dirigent les seniors vers l'entrepreneuriat. Tout d'abord, les séniors ont eu des carrières valorisantes, avec l'approche de l'âge à la retraite, ils vont chercher, d'une manière ou d'une autre, un moyen pour rester actif dans la société. Comme le souligne la référence [17] : « les notions de finitude et de fin de vie constituent des éléments clés pour expliquer le comportement entrepreneurial des seniors et leur besoin de transmission d'un patrimoine culturel et cognitif ».

D'autres auteurs (par exemple, [18], [19]) trouvent que les séniors décident de se lancer en affaires en réponse à une faible satisfaction au travail. L'insatisfaction au travail est reconnue comme un antécédent direct de l'intention entrepreneuriale [13]. La faible employabilité et le manque de perspective d'évolution, poussent certains individus d'orienter leur carrière à l'entrepreneuriat. La référence [11] rajoutent que la retraite insuffisante agit également comme un facteur de poussé (effet «push») vers l'entrepreneuriat.

Finalement, quelques travaux se sont interrogés sur la capacité des séniors à innover. Par exemple, la référence [20] identifie plusieurs facteurs pouvant impacter négativement la capacité à innover des entrepreneurs seniors : la détérioration des capacités cognitives et le changement de la perception du temps lié au vieillissement, l'attitude des seniors vis-à-vis des idées innovantes et de la technologie, les difficultés d'accès à la formation continue à partir d'un certain âge. Les résultats de leur étude quantitative insistent sur la faible capacité à innover chez les entrepreneurs seniors.

2.2 LA THÉORIE ENTREPRENEURIALE D'EFFECTUATION COMME CADRE THÉORIQUE DE NOTRE RECHERCHE

L'objectif de cette partie est de présenter le cadre théorique mobilisé pour étudier le processus entrepreneurial chez les séniorpreneurs. La littérature sur le processus entrepreneurial est à la fois riche et vaste. Différents auteurs ont élaboré des modèles du processus entrepreneurial (par exemple, [21], [23]). Pour ne pas nous perdre dans des développements inutiles pour notre recherche, nous avons privilégié la théorie de l'effectuation avancée au début des années 2000 par Saras Sarasvathy.

Le cadre théorique proposé par la référence [24] s'avère fécond pour analyser le processus entrepreneurial. Elle a gagné pendant ces dernières années une grande crédibilité scientifique dans les recherches en entrepreneuriat, mais aussi en dehors des cercles universitaires, notamment chez les acteurs de l'accompagnement. Plusieurs auteurs (par exemple, [24], [26]) soulignent que la rationalité telle qu'elle est abordée par les chercheurs était une illusion. Les décisions que prennent les individus au cours d'un processus entrepreneurial sont affectées par des intuitions et des émotions (par exemple, [27], [28]). Par conséquent, les différentes recherches en entrepreneuriat laissent constater que les décisions ne suivent pas toujours une logique causale. Sarasvathy a donc proposé une nouvelle approche du comportement entrepreneurial, appelée approche par l'effectuation. Le principal objectif est de répondre à la question du « pourquoi » et du « comment » certains individus se déploient en entrepreneuriat.

Comment donc procède un entrepreneur effectuale ?

À partir d'une étude de cas sur 27 entrepreneurs qui ont réussi, Saras Sarasvathy constate que le processus entrepreneurial ne suit pas une logique causal, mais plutôt effectuale. Effectuer signifie l'exploitation des contingences plutôt de les éliminer. Elles sont vues comme des opportunités et non comme des risques à éviter. Selon la référence [25], l'effectuation suppose qu'à partir des moyens et des ressources qui sont à la disposition de l'individu (ses compétences, son expérience, son savoir-faire, etc), l'individu fixe une série d'objectifs possibles en fonction de ses ressources. Sarasvathy appelle ce raisonnement de pensée entrepreneuriale par l'effectuation [24]. Dans le cas contraire, c'est-à-dire lorsque l'individu fixe d'abord des objectifs prédéterminés, ensuite il essaie de rassembler les moyens et les ressources pour les atteindre on parle plutôt d'un raisonnement causal.

Le principe de l'approche effectuale est que le futur peut se contrôler plutôt que de prédire car il est imprévisible, ce qui permet à l'individu de minimiser le risque d'échec. Dans l'approche effectuale, les individus prennent leurs décisions en fonction du niveau de pertes ou de risques qu'ils peuvent accepter, et non selon un strict calcul coûts-bénéfices. La figure ci-après, retrace le processus d'effectuation de Sarasvathy [24] :

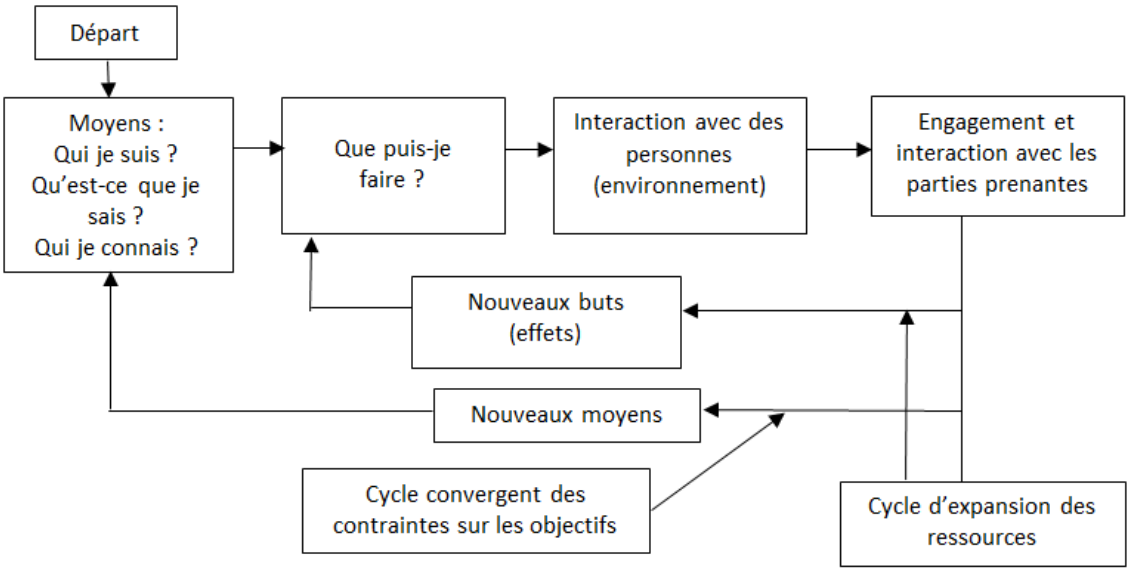


Fig. 1 Le processus effectuale de Sarasvathy (2001).

Source : Traduit de Sarasvathy (2001)

Dans le processus effectuale, cinq grands principes d'action guident l'entrepreneur [24] :

1) **Démarrez avec ses moyens** : Il s'agit des ressources dont tout individu dispose : la personnalité (ce que je suis ?), le capital humain : compétences, éducation, expérience, etc. (ce que je peux en faire ?), et le réseau (qui peut m'aider ?). Le succès dépend de cette capacité à mobiliser autour de son projet les ressources de son réseau. Cela peut être pour demander le prêt d'un local ou d'un véhicule, du savoir-faire pour créer un site internet, un contact d'investisseur ou de client, etc. Selon la référence [24], le processus entrepreneurial repose sur ces trois questions : ce que je suis, ce que je peux en faire, et qui peut m'aider.
2) **Définir les pertes acceptable**s : selon la théorie de l'effectuation, l'individu entreprenant n'est pas quelqu'un qui risque tout, mais il décide de ce qu'il peut ou non risquer.
3) **Privilégier les partenariats stratégiques** : il s'agit de construire un réseau de personnes susceptibles d'apporter des ressources pour réussir le projet.
4) **Être ouvert aux surprises** : Dans une logique effectuale, il s'agit de ne pas se prémunir contre les surprises mais de faire avec. c'est la capacité à réagir aux surprises qui fait l'entrepreneur.
5) **Créer son propre univers** : L'entrepreneur n'est pas celui qui prédit l'avenir mais qui le contrôle en privilégiant l'action à l'analyse.

3 MÉTHODE DE RECHERCHE

Comme nous l'avons souligné plus haut, la littérature sur l'entrepreneuriat des séniors est rare. Cette situation nous oriente à une recherche qualitative exploratoire. La référence [29] indique que les méthodes qualitatives sont mieux adaptées pour appréhender la complexité du comportement entrepreneurial. L'étude a été basée sur une analyse approfondie à partir des récits de vie de 4 entrepreneurs marocains ayant démissionnés de leurs emplois pour créer leurs propres entreprises. Le nombre des cas n'a pas été choisi sur des critères de représentation statistique mais rapport à notre objet de recherche. Notre objectif est d'explorer le processus entrepreneurial en s'appuyant sur la théorie d'effectuation, nous avons jugé pertinent de choisir un nombre qui nous conduira à une saturation acceptable. C'est ainsi que quatre cas ont été retenus.

L'approche par entretien semi-directif s'avère particulièrement adéquate pour étudier le phénomène de création d'entreprise [30]. Elle est adaptée aux études qui cherchent à comprendre et interpréter le sens que donnent les personnes à leur carrière, aussi bien de manière générale que dans le cas d'un changement de carrière. La référence [31] souligne que

l'approche qualitative est un moyen approprié lorsque « tous les aspects ne peuvent pas être capturés par l'intermédiaire d'une approche normalisée quantitative à ce stade du développement du sujet de recherche »

Lors des entretiens, nous avons essayé de se focaliser sur la question du « comment ? » et le « pourquoi ? » de manière à identifier les déclics de la transition de l'emploi salarié à celui de l'entrepreneur. Des relances étaient nécessaires pour approfondir certains aspects (« Pouvez-vous être plus explicite concernant…»).

Pour analyser le contenu des données textuelles, nous avons procédé à un découpage du texte en unités de sens afin de dégager des univers sémantiques. Nous les avons ordonnés selon les cinq principes de la théorie d'effectuation afin de faciliter l'interprétation des résultats.

En ce qui concerne le choix des individus interrogés, nous avons choisi la méthode d'échantillonnage de boule de neige. Cette méthode d'échantillonnage non aléatoire est utile lorsqu'on recherche la compréhension d'un phénomène nouveau qui n'est pas assez étudié [31]. Cependant, nous avons choisi les cas selon les critères suivants :

- L'entrepreneur doit avoir un âge supérieur à 45 ans, limite à partir de laquelle nous considérons une personne comme sénior,
- Une expérience professionnelle reconnue,
- Avoir un diplôme d'ingénieur,
- L'individu a quitté son entreprise par sa propre volonté, hors licenciement ou un plan d'essaimage.

Enfin, les entretiens se sont déroulés dans des endroits différents selon la disponibilité du répondant, ils ont duré en moyenne quatre-vingts minutes.

Le tableau 2 présente un descriptif général des quatre cas de l'étude.

Tableau 1. Présentation des cas

Identification	Age (à la création)	Date de création	Parcours antérieur avant la création	Domaine professionnel (employé)	Domaine professionnel (entrepreneur)
Cas 1	47	2002	- Diplôme d'ingénieur d'État (Informatique/Télécom) - Master en marketing - Plusieurs formations au cours de sa carrière professionnelle - 23 ans d'expérience dans une entreprise semi-publique	Télécom	Consulting / Location de voiture / Restauration
Cas 2	49	2008	- Diplôme d'ingénieur d'État (Génie industriel) en 1986 - Cycle supérieur de gestion à l'ISCAE (1992/1993) - 3 ans d'expérience dans une entreprise publique - Formation en consulting - 20 ans d'expérience dans le métier du consulting dans plusieurs entreprises et programmes.	Consulting	Conseil et Coaching
Cas 3	54	2003	- Diplôme d'ingénieur d'État (Génie industriel) en 1978 - Plusieurs formations en gestion durant sa carrière professionnelle, - 19 ans d'expérience dans une entreprise publique, - 2 ans d'expérience dans une entreprise privée, - 4 ans d'expérience dans le cadre d'un programme des nations unies,	Les Mines	Entreprise de construction métallique / Bureau d'études
Cas 4	47	2009	- Diplôme d'ingénieur d'État (Informatique/Télécom) en 1985 - Cycle supérieur en management - 13 ans d'expérience dans une entreprise publique - 7 ans d'expérience dans des bureaux d'études	Télécom	Câblage téléphonique

La composition de l'échantillon (uniquement des hommes) s'est avérée cohérente avec la littérature, ainsi qu'avec les enquêtes de création d'entreprise. Des chercheurs indiquent que même si l'entrepreneuriat féminin est en constante augmentation, il continue d'être inférieur à l'entrepreneuriat masculin (par exemple, [29], [32], [33]).

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Une analyse des données textuelles a révélé l'existence des cinq principes de la théorie d'effectuation proposée par Sarasvathy (2001) : (1) Démarrer avec ses moyens ; (2) définir les pertes acceptables ; (3) privilégier les partenariats stratégique ; (4) être ouvert aux surprises et (5) créer son propre univers. Nous avons voulu garder cette hiérarchie dans la présentation de nos résultats.

(1) Démarrer avec ses moyens. Dans les quatre cas étudiés, les entrepreneurs ont souligné le fait qu'ils ont démarré avec leurs propres moyens. D'abord, nous avons constaté que les quatre cas étudiés avaient un point en commun celui de la perception d'identité entrepreneuriale, faisant ainsi référence à la première question posée dans la logique effectuale « Qui suis-je ? ».

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *L'idée de création d'une entreprise j'y pensais quand j'étais étudiant (…) quand j'étais à l'entreprise X, j'étais cadré, tu ne peux pas par exemple réfléchir stratégie ou repenser la gestion ou le management de l'entreprise non vous ne pouvez pas faire ça* » Cas 2
- « *Alors déjà moi ma carrière quand j'étais étudiant je ne la voyais pas en tant que salarié mais entant qu'entrepreneur, donc l'idée de travailler à l'entreprise X c'était juste pour me préparer* » Cas 3

Ensuite, le discours des répondants révèle que le principal atout qui leur a permis de faire la transition vers le statut d'entrepreneur est celui du capital humain dont ils disposent. L'ensemble des répondants ont fait l'éloge de leurs compétences et leur savoir-faire accumulé durant leurs années d'expériences. Le capital humain peut être considéré dans notre cas parmi les moyens, donc des ressources de l'entrepreneur selon la théorie d'effectuation.

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *[…] J'avais confiance en mes compétences et que je pouvais bien réussir mon projet* (Cas 1)] »
- « *[…] Quand tu es sûr de tes compétences ça devient plus facile de faire le pas (Cas 2)* ».
- « *[…] j'ai quitté l'entreprise X pour travailler dans l'entreprise Y, ça m'a permis de changer la nature de mon travail qui était plus technique, et c'est donc là où j'ai commencé à avoir le flair des affaires dès la première année (…) négocier des contrats avec des clients, fournisseurs, gérer un projet, etc.* (Cas 3) ».
- « *[…] J'ai le savoir-faire, l'expérience nécessaire (…) il faut être le fils du métier pour faire ce que je fais aujourd'hui* (Cas 4) ».

De surcroit, les séniors entrepreneurs ont démarré avec leurs propres moyens. Ils se sont lancés avec une épargne sans faire appel à un crédit bancaire ou une demande de prêt auprès de leur entourage. C'est le cas par exemple du répondant 3 qui a réussi à créer une entreprise de construction métallique (Chaudière, ventilateur, chaise, etc) à partir des moyens mises à sa disposition.

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *[…] quand j'ai créé ma propre société, je l'ai créé chez moi dans mon appartement, j'avais une voiture, un bureau, et c'était ma femme qui répondait au téléphone (…) j'ai eu ma première commande, mais je n'avais pas d'atelier, je me suis débrouillé avec un institut de formation, il avait des élèves qui n'avaient pas de la matière pour faire la pratique, mais ils avaient des équipements très intéressants, moi j'ai apporté la matière et les plans. J'ai fait ma première commande chez eux.* (Cas 3) ».

(2) Définir les pertes acceptables. Il convient de noter d'après nos entretiens que les séniors entrepreneurs ne sont pas des preneurs de risque. La décision de quitter leur emploi de salarié et créer leur entreprise est soumise à un long processus de réflexion. Dans les quatre cas étudiés, l'idée de créer une entreprise est née plusieurs années avant. Cependant, les seniors attendaient que l'idée se murisse, l'opportunité se présente, et les moyens se rassemblent. Les discours des répondants révèlent que l'employabilité a un rôle crucial dans le passage à l'acte entrepreneurial, dans la mesure où les répondants sont sûrs qu'en cas d'échec, ils n'auraient pas de problème à retrouver un autre emploi salarié.

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *[…] On a une famille et des engagements, il ne faut pas prendre beaucoup de risque. Je me suis aventuré dans les affaires parce que je savais que si ça ne marchera pas je pouvais travailler dans une autre entreprise* (Cas 1)] »
- « *[…] Je n'ai pas quitté mon emploi de salarié avant la création de mon entreprise, mais j'ai commencé tout en restant salarié, après un an, j'ai décidé de consacrer tout mon temps à mon entreprise parce que c'est sûr que je me casserai les jambes si je l'ai fait directement après ma démission* (Cas 3) »
- « *[…] J'avais les compétences nécessaires, j'ai constitué déjà un portefeuille de mes futurs clients, je savais qu'il existe une opportunité d'affaire à saisir, et je me suis dit qu'il n'y a pas de raison que ça ne marchera pas* (Cas 4) »

(3) Privilégier les partenariats stratégiques. L'analyse des discours révèle que les premiers partenaires des séniors entrepreneurs sont les ex-collègues. Le maintien de contact avec l'entourage professionnel du seniorpreneur permet par la suite la détection et la poursuite des opportunités d'affaires. De surcroit, cet aspect de réseautage apparaît comme une source de survie de l'entreprise, dans la mesure où les contrats décrochés (souvent par sous-traitance) se font à l'intérieur de ce réseau. C'est le cas des répondants 2, 3 et 4 :

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *Mon entreprise m'aide dans la mesure où je développe leur réseau, donc l'utilise leur réseau qui sont des clients potentiels plus tard (…) donc nous avons un réseau de consultants, quand quelqu'un décroche un marché il peut m'appeler pour travailler sur une partie dont je suis compétent* (Cas 2) »
- *« […] pour avoir des affaires parfois je fais appel à des entreprises étrangères pour décrocher un marché et je sous-traite avec eux* (Cas 3) »
- « *[…] Maintenant je travaille beaucoup avec ma société-mère, mais pas d'une façon directe, je fais de la sous-traitance avec d'autres sociétés qui décrochent des marchés de chez eux (…) je travaille aussi avec mes amis qui veulent changer l'architecture de leur réseau alors je fais le consultant* (Cas 4) »

(4) être ouvert aux surprises. Le parcours de l'entrepreneur est rempli par des obstacles et des périodes de crise à surmonter. Notre étude révèle que les séniors entrepreneurs sont ouverts à ces obstacles, et une proactivité à trouver des solutions. Les cas 2 et 4 illustrent parfaitement ce point.

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *[…] à un certain moment c'était la crise, il n'y avait pas assez de travail, j'ai même avoir des regrets d'avoir quitté mon emploi, mais à force de chercher on finit par tomber sur quelque chose, j'ai travaillé dans un programme de la PNUD comme consultant* (Cas 2) »
- « *[…] à l'entreprise où j'ai travaillé ils ont lancé un projet, j'étais au courant, mais on n'a pas voulu me passer la commande. Alors j'ai fait intervenir une autre entreprise étrangère qui était installée ici, je leur ai dit voilà il y a une affaire intéressante à l'entreprise X je peux la prendre de chez vous à 13Dhs/Kg et vous ajoutez une marge, alors ils ont décroché le marché à 17 Dhs et m'ont passé la commande à 13 Dhs, donc ils ont gagné 4 Dhs le kg sans rien faire* (Cas 4) »

(5) créer son propre univers. Dans la logique effectuale, l'entrepreneur ne cherche pas à prévoir son marché, mais plutôt à l'inventer. Le cas 4 illustre parfaitement cette logique.

Extraits de verbatim qui illustre notre propos :

- « *[…] Quand je travaillais à la bourse de sous-traitance, j'ai développé un réseau d'entrepreneurs important (…) j'étais toujours passionné par le métier du consulting, j'ai élaboré des modules pour le développement commercial et d'innovation. Après avoir contacté plusieurs de ces entrepreneurs, ils ont apprécié l'idée et j'ai eu mes premières commandes après* (Cas 2) »
- « […] *Entre 2006 et 2009, il y avait une explosion du marché du Télécom, y avait un réel besoin dans les travaux de câblage, alors j'ai décidé de saisir cette opportunité* (Cas 3) »

5 DISCUSSION

L'objectif de cette partie est de discuter les apports des développements de la théorie de l'effectuation proposés par la référence [24] à l'analyse des résultats. À la lumière des résultats obtenus, la démarche entrepreneuriale des séniors entrepreneurs s'apparente à la logique effectuale proposée par la référence [24]. Le principe de l'approche effectuale est que le futur peut se contrôler plutôt que de le prédire, ce qui permet à l'individu de minimiser le risque d'échec. Nos résultats illustrent parfaitement ce point. En effet, il ressort de nos résultats que les séniors adoptent un comportement très conservateur dans la transition de l'emploi salarié à celui de l'entrepreneur. Plusieurs citations dans les discours des répondants montrent que ce passage est le résultat d'un long processus de réflexion et d'action afin de minimiser le risque d'échec. Nos résultats montrent aussi que les séniors entrepreneurs ne sont pas des preneurs de risque, mais leurs discours montrent qu'une bonne préparation est la clé de leur réussite.

La personnalité des séniors entrepreneurs faisant référence à la question « Qui suis-je » dans la théorie de l'effectuation, apparait comme le premier élément d'attraction à l'entrepreneuriat. Le cas 2 et 3 se sont perçus plus comme des entrepreneurs que des salariés durant leurs carrières professionnelles. Ce facteur a été déjà évoqué dans la littérature en faisant référence à la perception d'identité entrepreneuriale [34]. Cette aspiration à l'identité d'entrepreneur s'explique notamment par le besoin accomplissement et d'autonomie au travail. Ensuite, le capital humain (compétences, savoir-faire et les expériences) apparait aussi parmi les moyens ayant permis de se déployer en entrepreneuriat. Les répondants indiquent clairement qu'ils avaient en possession des compétences et un savoir-faire à mobiliser. De surcroit, la confiance en leur propre compétence a aussi joué un rôle essentiel. Cette confiance a aussi un impact positif sur la perception de l'échec (Deuxième principe de l'effectuation : Définir les pertes acceptables). Les cas 1, 2 et 4 expliquent qu'il n'y avait pas une raison d'échec au moment où la personne est compétente dans son domaine. Cependant, on peut s'interroger sur la sincérité d'une telle position. Il convient de noter que ces trois entrepreneurs sont des prestataires de services. La référence [20] soulignent que les recherches sur les personnes âgées montrent une moindre capacité de créativité et d'innovation par rapport aux plus jeunes. Contrairement au Cas 3, qui a investi dans l'industrie en créant une entreprise de construction métallique, et qui a fait preuve d'un goût pour le risque. A ce niveau, il convient de noter que l'ensemble des cas étudiés n'avaient pas trop à perdre en cas d'échec car ils avaient la possibilité de retourner à l'emploi salarié. Les Cas 2 et 3 ont indiqué qu'ils ont retourné pour quelques temps à l'emploi salarié au moment où leurs entreprises traversaient une période de crise. Cela fait référence au quatrième principe de la théorie de l'effectuation « être ouvert aux surprises ».

Nos résultats montrent également l'apparition du troisième principe de l'effectuation « privilégier les partenariats stratégiques » dans les discours des répondants. Nous considérons que cet élément est la principale clé de leur réussite. En effet, dans les quatre cas étudiés, nous avons constaté qu'avant la décision de quitter l'emploi salarié, l'entrepreneur avait déjà établi un réseau de professionnels (collègues/amis, clients, fournisseurs), lui a permis ainsi d'acquérir la confiance dans la poursuite d'une opportunité d'affaire. En effet, l'ensemble des répondants indiquent que les contrats qui décrochent proviennent de leur réseau établi au moment où ils étaient salariés. Le cas 1, 3 qui sous-traitent avec des entreprises clients de leur ex-employeur. Le Cas 2 qui sous-traite avec certains de ses collègues dans un réseau d'entrepreneurs. On retrouve donc l'un des principes fondamentaux de la théorie de l'effectuation à savoir que l'avenir peut se contrôler et non se prédire.

En outre, nos résultats montrent aussi que la création d'entreprise par les séniors est une réponse à une faible satisfaction au travail. Chaque répondant avait clairement exprimé son insatisfaction et que celle était sa principale raison de quitter. A l'exemple du Cas 1 qui cite : « […] Chez l'entreprise X c'était la bureaucratie tu suis le système, tu es cadré, tu n'as pas une marge de manœuvre pour montrer toutes vos compétences, tu suis le système c'est tout (…) de plus quand le volume du travail a augmenté les salaires n'ont pas bougé ». Quant au Cas 3, il reçoit un très bon salaire, mais le manque de perspective d'évolution lui a poussé à la démission « […] J'avais un salaire de directeur, des primes, pour se déplacer de Casablanca à Marrakech on prend l'avion, c'était le luxe (…) j'étais important dans l'entreprise, quand j'ai proposé au PDG de centraliser l'activité de maintenance au lieu d'avoir plusieurs services, l'idée a été refusé, et j'ai directement démissionné après (…) ». La satisfaction au travail a été identifiée par certains auteurs comme antécédent majeur de l'intention entrepreneuriale (par exemple, [13], [35], [36])**.** Des conditions de travail défavorables conduisent souvent à une insatisfaction ce qui pousse certains salariés à choisir l'entrepreneuriat comme nouvelle orientation de carrière. Par exemple, la référence [37] a confirmé que les individus sont motivés par la création d'entreprise si la satisfaction tirée de l'emploi salarié est moindre que celle perçue en étant entrepreneur.

6 CONCLUSION

6.1 IMPLICATIONS THÉORIQUES

Conformément aux résultats de l'analyse contextuelle, nous pensons que la théorie de l'effectuation fournit un cadre théorique adaptée et novateur pour comprendre le processus entrepreneurial chez les séniors entrepreneurs. A notre connaissance, aucun travail de recherche dans la littérature n'a testé la théorie d'effectuation sur une population des séniors entrepreneurs. Les résultats de l'analyse des discours des répondants confirment l'existence des cinq principes de la théorie d'effectuation dans la logique entrepreneuriale des séniors.

6.2 IMPLICATIONS MANAGÉRIALES

Les changements démographiques que connaissent plusieurs pays et le Maroc en particulier, à travers l'augmentation du nombre des retraités dans les prochaines années à venir, invitent les pouvoirs publics mais aussi les entreprises à promouvoir l'entrepreneuriat auprès des séniors. Les séniors sont des personnes expérimentées, savent détecter des opportunités, monter un projet, l'entrepreneuriat est sans doute le meilleur procédé pour employer leur savoir-faire afin de créer de l'emploi et favoriser la croissance.

Notre étude fournie aussi des contributions intéressantes pour comprendre ce qui amène un sénior à quitter son emploi pour créer son entreprise. Nos résultats dévoilent trois déclics majeurs ayant permis aux séniors de se déployer efficacement dans l'entrepreneuriat, il s'agit : du capital humain (en particulier l'expérience et le savoir-faire), le réseautage (le réseau des professionnels clients/fournisseurs), et le mentorat.

Les États confrontés à des contraintes financières de plus en plus importantes, ainsi que les entreprises qui désirent se séparer des seniors pour supprimer les coûts qu'ils engendrent ont tout à fait intérêt à mettre en place une structure dédiée à l'accompagnement des séniors. A côté du capital humain que détiennent les séniors, le réseautage et le mentorat apparaissent comme des atouts indispensables pour préparer les séniors à l'entrepreneuriat. La transmission des savoirs et le partage des expériences entrepreneuriales sont considérés comme des conditions nécessaires de pérennisation des structures. Notre étude montre à quel point les connaissances tissées au cours de la carrière professionnelle ont un fort impact sur la survie de l'entreprise.

6.3 LIMITES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Notre étude de nature qualitative exploratoire n'est pas dépourvue de certaines limites. En effet, la nature exploratoire de notre recherche et le nombre de cas étudié ne permet pas une généralisation des résultats. Il serait intéressant de mener une étude quantitative sur un échantillon important.

D'autre part, les résultats obtenus concernent uniquement la catégorie professionnelle des ingénieurs. Les autres catégories comme les cadres et les techniciens peuvent présenter des motivations et des modes de déploiement en entrepreneuriat différents de ceux des ingénieurs. Les études futures doivent s'intéresser à plusieurs catégories professionnelles dans une approche comparative.

REFERENCES

[1] A. Van Stel, M. Carree, et R. Thurik, « The Effect of Entrepreneurial Activity on National Economic Growth. », *Small Business Economics*, vol. 24, n° 3, p. 311, avr. 2005.

[2] S. Wennekers, A. van Stel, M. Carree, et R. Thurik, « The Relationship between Entrepreneurship and Economic Development: Is It U-Shaped? », *Foundations & Trends in Entrepreneurship*, vol. 6, n° 3, p. 167, mai 2010.

[3] R. W. Fairlie, « Does Business Ownership Provide a Source of Upward Mobility for Blacks and Hispanics? », *Entrepreneurship and Public Policy, ed., Doug Holtz-Eakin, Cambridge: MIT Press.*, 2004.

[4] R. Boyer et D. Michel, « Innovation et croissance », Paris, Rapport pour le Conseil d'Analyse Économique, 1998.

[5] M. Lavoie et R. Finnie, « The early careers of engineers and the accumulation of skills in the Canadian economy », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, n° 1, p. 53–59, 1998.

[6] A. Fayolle, « D'une approche typologique de l'entrepreneuriat chez les ingénieurs à la reconstruction d'itinéraires d'ingénieurs entrepreneurs », *Revue de l'Entrepreneuriat*, vol. Vol. 1, n° 1, p. 77‑97, janv. 2001.

[7] T. Gaudin, « Les ingénieurs et l'innovation », *Culture technique*, n° 12, p. 133‑136, 1984.

[8] A. Maâlaoui, A. Fayolle, S. Castellano, M. Rossi, et I. Safraou, « L'entrepreneuriat des seniors », *Revue française de gestion*, vol. 227, n° 8, p. 69‑80, 2012.
[9] M. Minniti et M. Lévesque, « Entrepreneurial types and economic growth », *Journal of Business Venturing*, vol. 25, p. 305‑314, janv. 2010.
[10] R. P. Singh, « Changing Entrepreneurial Cognitive Processes with Age: A Conceptual Discussion Based on Neuroscience », *Journal of Marketing Development and Competitiveness*, vol. 5, n° 6, p. 2011.
[11] P. Weber et M. Schaper, « UNDERSTANDING THE GREY ENTREPRENEUR. », *Journal of Enterprising Culture*, vol. 12, n° 2, p. 147, juin 2004.
[12] R. Cressy, « Why do Most Firms Die Young? », *Small Business Economics*, vol. 26, n° 2, p. 103, mars 2006.
[13] L. Lee, P. K. Wong, M. D. Foo, et A. Leung, « Entrepreneurial intentions: The influence of organizational and individual factors », *Journal of Business Venturing*, vol. 26, n° 1, p. 124‑136, janv. 2011.
[14] T. Yatribi et S. Balhadj, « The influence of the age on the entrepreneurial intention: case of the Moroccan executives-engineers », *Australian Journal of Business and Management Research*, n° In press, 2016.
[15] B. Rotefoss et L. Kolvereid, « Aspiring, nascent and fledgling entrepreneurs: an investigation of the business start-up process. », *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 17, n° 2, p. 109, mars 2005.
[16] D. C. Hambrick et P. A. Mason, « Upper Echelons: The Organization as a Reflection of Its Top Managers. », *Academy of Management Review*, vol. 9, n° 2, p. 193, avril 1984.
[17] M. Brasseur, « L'entrepreneuriat des seniors comme quête existentielle », *Revue française de gestion*, vol. 227, n° 8, p. 81‑94, 2012.
[18] J. A. Challenger, « "Seniorpreneurs" Lead U.S. Business Start-Ups. », *USA Today Magazine*, vol. 132, n° 2706, p. 20‑20, mars 2004.
[19] J. Kickul et J. A. Zaper, « Untying the Knot: Do Personal and Organizational Determinants Influence Entrepreneurial intentions? », *Journal of Small Business and Entrepreneurship*, vol. 15, n° 3, p. 57‑77, 2000.
[20] A. Colovic et O. Lamotte, « Entrepreneurs seniors et innovation », *Revue française de gestion*, vol. 227, n° 8, p. 127‑141, 2012.
[21] L. J. Filion, « Le champ de l'entrepreneuriat : historique, évolution, tendances », *Revue internationale P.M.E. : Économie et gestion de la petite et moyenne entreprise*, n° 2, 1997.
[22] W. B. Gartner, « A Conceptual Framework for Describing the Phenomenon of New Venture Creation », *The Academy of Management Review*, vol. 10, n° 4, p. 696‑706, oct. 1985.
[23] A. Shapero et L. Sokol, « The social dimensions of entrepreneurship. In: Kent, C.A., Sexton, D.L., Vesper, K.H. (Eds.), Encyclopedia of Entrepreneurship. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ », p. 72–90, 1982.
[24] S. D. Sarasvathy, « Causation and Effectuation: Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency », *The Academy of Management Review*, n° 2, p. 243, 2001.
[25] G. N. Chandler, D. R. DeTienne, A. McKelvie, et T. V. Mumford, « Causation and effectuation processes: A validation study », *Journal of Business Venturing*, vol. 26, p. 375‑390, janv. 2011.
[26] A. McKelvie, J. M. Haynie, et V. Gustavsson, « Unpacking the uncertainty construct: Implications for entrepreneurial action », *Journal of Business Venturing*, vol. 26, p. 273‑292, janv. 2011.
[27] R. A. Baron, « The Role of Affect in the Entrepreneurial Process », *The Academy of Management Review*, n° 2, p. 328, 2008.
[28] M. S. Cardon, J. Wincent, J. Singh, et M. Drnovsek, « The Nature and Experience of Entrepreneurial Passion », *The Academy of Management Review*, n° 3, p. 511, 2009.
[29] J. Kirkwood, « Motivational factors in a push-pull theory of entrepreneurship. », *Gender in Management*, vol. 24, n° 5, p. 346, juin 2009.
[30] B. McKenzie, « Collecting Oral Histories for Entrepreneurship Research. New England », *Journal of Entrepreneurship*, vol. 8, n° 1, p. 37‑48, 2005.
[31] K. Ettl et F. Welter, « Gender, context and entrepreneurial learning », *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, vol. 2, n° 2, p. 108‑129, janv. 2010.
[32] N. Langowitz et M. Minniti, « The Entrepreneurial Propensity of Women. », *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. 31, n° 3, p. 341, mai 2007.
[33] S. MOULT et A. R. ANDERSON, « ENTERPRISING WOMEN: GENDER AND MATURITY IN NEW VENTURE CREATION AND DEVELOPMENT. », *Journal of Enterprising Culture*, vol. 13, n° 3, p. 255‑271, sept. 2005.
[34] S. M. Farmer, Xin Yao, et K. Kung-Mcintyre, « The Behavioral Impact of Entrepreneur Identity Aspiration and Prior Entrepreneurial Experience. », *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. 35, n° 2, p. 245, mars 2011.
[35] R. H. Brockhaus, « The effect of job dissatisfaction on the decision to start a business », *Journal of Small Business Management*, vol. 18, n° 1, p. 37, 1980.

[36] L. Schjoedt et K. Shaver, « Deciding on an Entrepreneurial Career: A Test of the Pull and Push Hypotheses Using the Panel Study of Entrepreneurial Dynamics Data », *Entrepreneurship Theory and Practice*, p. 733‑752, 2007.

[37] J. G. Eisenhauer, « The Entrepreneurial Decision: Economic Theory and Empirical Evidence. », *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. 19, n° 4, p. 67, 1995.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 185-195
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Influence of the urban fabric character on emotional conscience of the perceiver: In accordance with revelation of Sir Gordon Cullen's principles reflected in Taj Mahal's physical setting in India

Ravindra Patnayaka and Suryakala Nannapaneni

School of Architecture, GITAM University, Visakhapatnam, Andhra Pradesh, India

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

ABSTRACT: A city is more than the union of its denizens. It is a blend of various land parcels with specific content and context. Apart from the physical setting, an urban space with its attributed character and identity retains the contentment of imageability of a perceiver. Articulation of solids and voids within a given stretch characterizes the urban fabric of that particular vicinity. Theorists confess that one could regulate the emotional quotient of an observer without discontentment, by the way of designing various contextual urban spaces. In 1961, Sir Gordon Cullen postulated concepts like "serial vision", "here and there", "closure and enclosure", "infinity of space" etc., portrayed the sense of appreciating designed urban spaces while shredding the boredom throughout ones solo journey. The systematic planning and visualization caliber of the designer, reflected in the manifestation of many of the then image making urban parcels are barely available with predefined parameters, and rely upon certain profound design principles. Taj Mahal complex in India, a timeless architectural marvel had its global identity not only as a built mass of marble, but also bags the potential of retaining the image making pleasure of a visitor with its exuberant enunciation of volume and space. This paper attempts to discover certain principles of Gordon Cullen reflected in Taj physical setting that intensifies and escalates the imageability, and then concludes justifying the significance of visualization in the design of an urban space so as to stimulate the emotional conscience of a visitor.

KEYWORDS: Gordon Cullen, Serial Vision, Taj Mahal, Here and There, Closure and Enclosure, Existing view and Emerging view, Focal point.

1 INTRODUCTION

A city comprises of many elements other than its dwellers. It is an organism whose development may not be predicted. A city is a composition of various elements within a habitat constituting urban mass, urban space, architecture, landscape, physical planning, etc. [1]. The design of cities aims at developing a personal relationship with their respective inhabitants and the elemental parcels such as functional, recreational, work space, Central Business Districts, certain spaces of interest etc. and defining the distinct borders within an urban environment [2]. Eventually, any district with its respective specific character bags the potential of becoming an image making land parcel with the presence of certain natural or man-made marvels, whether it be a naturally occurring picturesque scape or a well designed built environment. Combinations of certain configurations of mass and space has a potential of becoming a timeless aesthetic attraction [3]. Designers of classical and medieval times hardly used the potential of postulating design philosophies and principles in stimulating the senses with the kind of approach in designing spaces despite having exuberant visionary and skill, until various urban philosophers projected their views in doing so [4]. A place can make us feel satisfied or dissatisfied with the way it is designed and the elements used in the composition. Few places we enjoy, some we appreciate, others we dislike, revisit, recommend to a friend, etc. as a wall can create a sense of interest and become an image making element [5]. Identifying or designing with certain specific features that make us feel the sense of eternal life within a place has been explained by many philosophers [2]. One among them was Sir Gordon Cullen, an architect and urban designer who was the key inducer and activist in developing the British urban design theories during the post-war period. According to Gordon Cullen "What is exactly gazed by an urban inhabitant is difficult to know as their observations may be sensitive or subtle." Confessing the above, he postulated various interesting principles correlating urban space designs with the psychological conscience of the inhabitant or visitor in his book, "The

Corresponding Author: Ravindra Patnayaka

Concise Townscape". Taj Mahal, an epitome of the Mughal art, one of the Seven Wonders of the World is an architectural marvel which exemplifies the accordance of majority of Sir Gordon Cullen's principles of Townscape.

2 THE TAJ MAHAL PHYSICAL SETTING

"Taj Mahal represents the finest architectural and artistic achievement through perfect harmony and excellent craftsmanship in a whole range of Indo-Islamic sepulchral architecture. It is a masterpiece of architectural style in conception, treatment and execution and has unique aesthetic qualities in balance, symmetry and harmonious blending of various elements." - UNSECO.

Taj Mahal is a white marble mausoleum on the south bank of the Yamuna River in the Indian city of Agra. This monumental masterpiece i.e., the tomb of Mumtaz Mahal, beloved wife of the Mughal emperor Shah Jahan [6] was commissioned in the year 1632, under whose patronage the city of Agra had been transformed into a flourishing city of trade. The city gained its esteemed name, "Riverfront Garden City", as a result of its punctiliously designed gardens, profuse flowering bushes and fruit-bearing trees during the Mughal era [7].

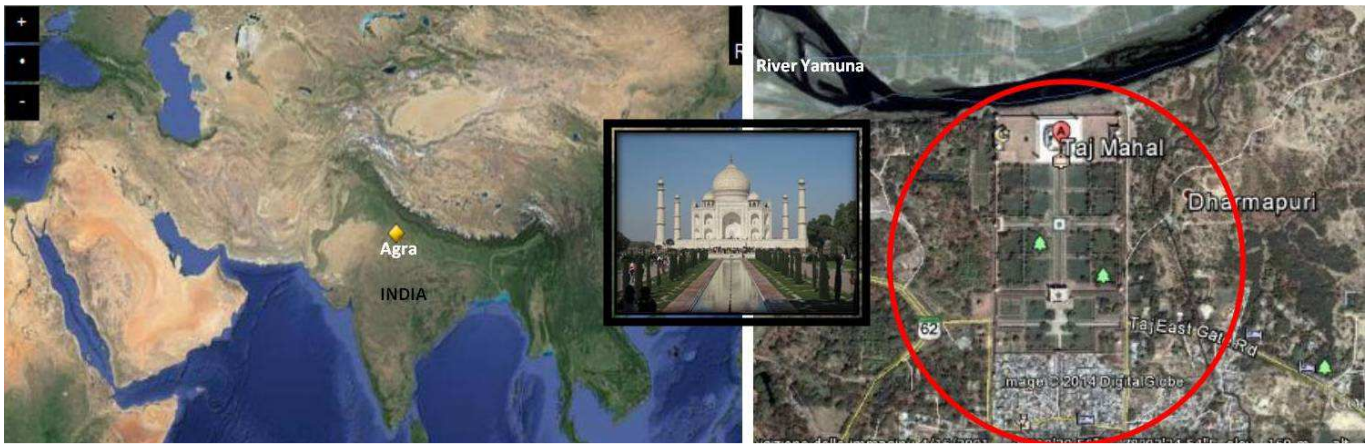


Fig. 1. Location and satellite image of Taj Mahal vicinity, Agra, Uttar Pradesh, India

The Taj is the focus of a coordinated complex of buildings and gardens, bordered by a river onto North, enclosing walls and gateways that frame ones viewport while approaching [8]. The Taj Mahal's entire setting is perfectly symmetrical and geometric. The building is raised on a podium, and the towers at its corners define a box of space that sets it apart from its surroundings [9]. This also reminds of a centuries old cultural division with symmetrical designs and ornamental details.

Originally the Taj Mahal was built as a part of a vast complex, in which this funerary architecture was linked formally and functionally with various utilitarian buildings, bazaars and caravanserais, in relation to the city of Agra. The builders combined the funereal paradisiacal symbolism with political propaganda which is evident in the perfect planning and the minute attention taken in every architectural detail [7]. The Taj expresses the Mughal architectural principles in the canonical form set physically in the structure.

2.1 AN URBAN ARTIFACT

The physical and aesthetic urban context, within which the Taj Mahal was built, includes a five kilometer long public promenade with buildings such as opulent villas, mansions, mausoleums, set in public or private gardens overlooking the waterbody [10]. The Taj was built close to the bank, with an 8.7 metre high and 300 metre long podium which turns up into the river facing terrace with a series of steps known as ghats at its base leading to the water. On transfer of the Mughal capital from Agra to Shahjahanabad, the riverfront setting of the Taj was occupied by commoners who used the water for sacred rituals and festivals [11].

2.2 THE CAMPUS

The Jilaukhana (Northern edge) was a transitional forecourt between the funerary and commercial realms of the complex, where the royal guests were received.

The Caravanserai is a two-storey commercial complex also planned on the Char Bagh theme with its streets forming the principal open space of a bazaar and individual rooms within an arcaded verandah of multi-cusped arches supported on slender columns. With the boasting diversity of local and foreign trades, this complex had become an identifiable district known as Mumtazabad, the queen's polis and contributed functionally to the maintenance of the Taj. On transfer of capital to Delhi, this was renamed as Taj Gunj and lost its original significance as a commercial spine of the Taj [7].

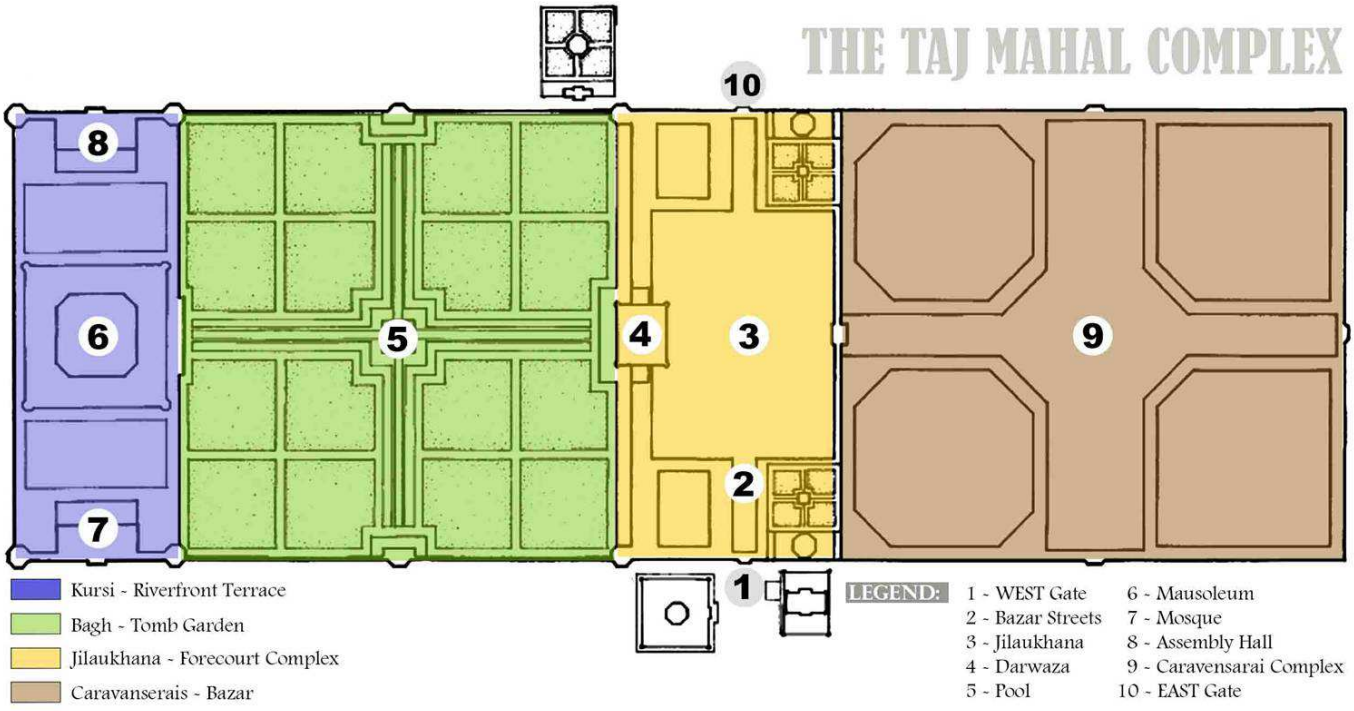


Fig. 2. The Taj Mahal Complex - elements

The Taj Mahal remains as the de-contextualized cultural icon whose forgotten dimensions undermine its deeper values as both monument and place [12]. In unearthing the buried attributes of the Taj Mahal, is to speculate more cryptic on its cosmos that epitomes its future complex and divine urban frames.

3 GORDON CULLEN PRINCIPLES EXPLAINED IN THE TAJ MAHAL VICINITY

"Group of buildings can collectively give visual pleasure which none can give separately. One building standing alone in the countryside is experienced as a work of architecture, but bring a half dozen buildings together and an art other than architecture is made possible. Several things begin to happen in the group, which would be impossible for the isolated building. We may walk through and pass the buildings, and as a corner is turned an unsuspected building is suddenly revealed. We may be surprised, even astonished with a reaction generated by the composition of the group and not by the individual building." [13]

The Taj Mahal is considered to be the greatest contribution and manifested achievement within the whole range of Indo-Islamic architecture. The visionary as well as expertise presented by architects and horticultural planners of Shah-Jahan in manifesting the architectonic beauty with its rhythmic combination of mass and space, solids and voids, color and texture, light and shadow, form and volumes, tangible and intangible aspects of Taj Mahal reflexes the timeless experience and thus retains the imageability quotient of the visitor [14]. According to Cullen, the care taken while designing spaces especially acquainted with public realm and the implication of certain strategies in creation of such spaces results in retaining the enthusiasm throughout the journey of a viewer and also capable of creating an image map for a visitor. Sir Gordon Cullen postulated certain principles which ease the creative conscience of a visionary in creating image inducing urban parcels

concerning optics, place and content. Taj complex, an amalgamation of various elements of urban design such as buildings, landscape, material, water, texture, etc. publishes the image making sensitivity in a visitor's mind and ultimately exemplifies the profound reflectance of various Gordon Cullen principles.

3.1 CONCERNING OPTICS

3.1.1 SERIAL VISION

"Serial vision is a significant element in the cognitive and affective experience of the perception of a place. The visual perception of a pedestrian while walking in an urban setting at uniform speed results in the sequence of revelations of sudden contrasts in surrounding envelope of townscape, and certain snapshots [15] *that shall be unfolded at every hierarchical instantaneous view frame in the journey, have a potential of becoming a series of image making impressions* [13] *on the perceiver's mind."*



Fig. 3. The Taj Mahal Complex - serial vision

Taj Mahal complex with its well articulated spaces and appropriate zoning sub divisions retain the enthusiasm and complacency of a perceiver throughout the journey of the visit. The elements thus articulated have become potential participants in generation of mental map in a visitor's mind, not only as a picturesque glimpse but a series of imagery in progression (Fig. 3). The collective imagery quotient thus created results in framing a serial vision in Taj Mahal complex.

The moment a visitor arrives to experience the first glance of skyline of the Taj Mahal as one enters the proximate area in Agra city, intensifies a sense of enthusiasm for forthcoming exploration of the timeless architectural wonder (Fig: 4A & 4B).



Fig. 4. The Taj Mahal Complex - view frames at strategic locations (A-D)

A sense of discontentment and an emotion of catalyzed enthusiasm created in finding Taj as the marble mausoleum will not be in the visual perception of the observer although he enters Jiluakhana (Fig: 4D & 5E i-iv) and this commotion is continued for about ten minutes along the journey via the red sandstone colonnade and reaches the main gateway. (Fig: 6F)



Fig. 5. The Taj Mahal Complex - view frames at strategic locations (E)



Fig. 6. The Taj Mahal Complex – view frames at strategic locations (F-G)

The spectacular vision of Taj Mahal is revealed as one enters the main entrance pylon that yields the percipient a sudden sense of surprise (Fig: 6G) and intensifies the spirits. An uncompromised composition of Mughal garden in the foreground with a well balanced marble mausoleum at an appreciable distance (Fig: 7H) manifested with axial symmetry in plan and attained visual balance in articulation of architectural elements is comprehended.

A series of uninterrupted admirable frames of the Taj Mahal's front views (Fig: 7I) is visualized as one walks towards it through the Mughal gardens [16]. A sequence of visual recordings, the reveling details and heightening grandeur could be perceived with the gradual sensing of increment in the scale of the main block (Fig: 7J).



Fig. 7. The Taj Mahal Complex – view frames at strategic locations (H-K)

A dramatic surprise is created as one reaches the base of podium (Fig: 7K) [17] on which the mausoleum was built. The visitor ought to take any of the two stairways from the basement to reach the terrace on which the main block was erected, and this is the spot where one cannot see the Taj Mahal again except a flight with series of risers through an inclined tunnel space. As one reaches the podium terrace a sudden revelation, explodes out with the available spectacular view frame of the unveiled master piece of marble stood right in front of one's eyes (Fig: 8L).



Fig. 8. The Taj Mahal Complex – view frames at strategic locations (L-O)

The essence of aesthetic fabric of The Taj can be felt as one moves around it (Fig: 8N), achieved by the skillful application of optical correction entasis i.e., providing unnoticeable tapering towards up onto the building envelope for a structure of

monumental scale, resulting in a psychological consolation of structure not being crating a sense of overwhelming as one stands abutting the wall surface with its scale (Fig: 8M, 8N, 8O)

The resultant panorama, looking towards the entrance pylon (Fig: 9P I-ii) appreciated with a huge frontage of Mughal Gardens courtyard, from the podium creates a sense of closure. The color contrast of the lush green lawn with red sandstone "Iwan" creates imagery in one's mind.



Fig. 9. The Taj Mahal Complex – view frames at strategic location (P)

Contrast and balance thus created in scale, texture and spatial articulation boosts the sense of imageability of a visitor. The dramatic spatial configuration manifested by the then designers of Taj Mahal, without any theoretical framework, could able to succeed in retaining the sense of emotional satisfaction as a resultant of serial vision, by only with the virtue of expertise in visualization and accuracy in planning.

3.1.2 EXISTING VIEW AND THE EMERGING VIEW

"The visualization and creation of designer in the articulation of solids and voids in devising walkable settlements can create the excitement in the journey of a visitor in an urban setting. A continuous long street with a certain character might result in boredom, but creation of courtyards, squares, plazas, piazzas, emphasizing nodes etc., increases the emotional sensitivity of the user. Finally a suddenly revealed monument [18] *or an element adds surprise to the visitor."*

The sense of surprise and fulfillment retains as one enters the west gate (Fig: 4D) of the Taj complex that renders a straight path-way with flamboyant perspective of the red sandstone colonnade heading towards a hierarchically potential plaza (Fig: 5E), i.e. jiluakhana that accommodates the main gate perpendicular to the direction of movement onto the northern side (Fig: 6F), resulting in discontentment of visual connectivity of the Taj. The visitor shall not have a clue of the existence of the marble marvel monument while passing by with the spectacular scaling of fortification. The visitor shall be exposed to sudden exposure of the magnificent monument at far end through the dark archway of the pylon explodes a sense of amazement (Fig: 6G).

3.1.3 FOCAL POINT

"The visualization and creation of the designer lies in the optimum utilization and articulation of solids or voids in designing a central point of attention or interest or activity that acts as a landmark amidst the cityscape. Few of these focal points include entrance pavilions, sculptures, landscape features, tactile paving, Braille information boards, etc. that offer visual cues for the respective pedestrians, bikers, specially-abled users to orient themselves into the pathway." [13]

The central square of jiluakhana (Fig: 6F) acts as a focal point and a potential node in the whole vicinity of Taj complex as it diversifies the whole area into specific zones (Fig: 10 i-ii) such as the Taj Mahal with char-bagh as Zone-1 (Private), Jiluakhana – housing two subsidiary tombs and accommodation for the tomb attendants as Zone-2 (Semi-public), the Taj Gunj – artisan bazaars with their respective work spaces and caravansarais as Zone-3 (Public). The exuberant marble mausoleum stands as a focal point amongst all, contrasting and complementing with its huge char-bagh garden, an envelope

of red sandstone structures of vivid scales (Fig: 10 v) [19]. A series of water fountains, altars, pools, sculptures all along the principal axes constitute an array of hierarchical focal points along the journey within the vicinity. [20]. (Fig 10 iv) [21].

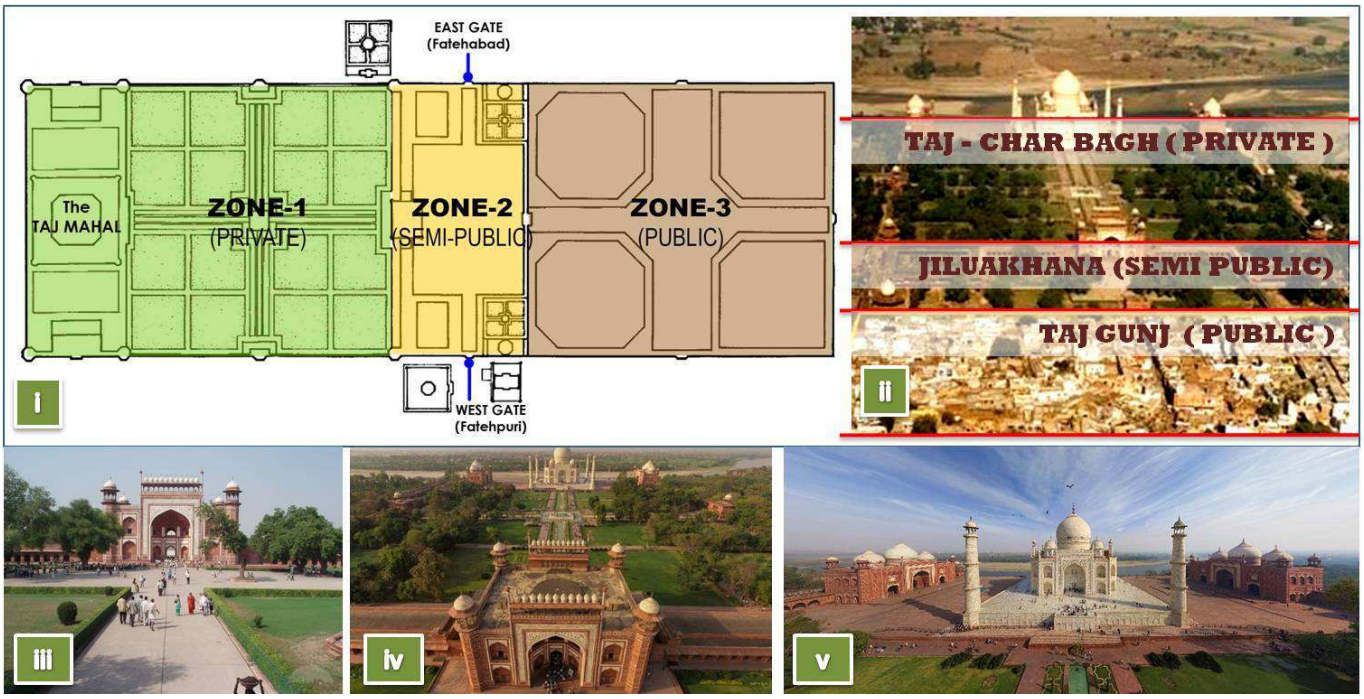


Fig. 10. Taj Mahal – Strategic Focal Points (Zone wise)

3.2 CONCERNING PLACE

3.2.1 CLOSER AND ENCLOSURE

"Closure is the breakdown of a continuous system of elements i.e. pathways, street network, etc. within a town into a more edible and ordered composition without perturbing the onward procession. The concealed life of private spaces created in between the built structures is paused without lessening the continuity of advancement beyond the obstruction. Closure is a mere play of shutting down a city's environment creating a deviation to cityscape. Enclosure furnishes a complete secluded environment that is concentric, still and self-sufficient. A person feels that he is completely encircled with similar elements on procession through regression until a new aspect of design is disclosed that creates an abrupt surprise." [13]

A set of variations in spatial character attained with respective physical attributes of enunciated design elements in the journey reflects a sense of closure. The street character with sandstone boulevard, as one enters the west gate (Fig: 4C) suddenly opens up to a huge square (Fig: 6F) in jiluakhana from where the observer is directed towards the main entrance pylon (Fig: 6G) i.e. south gate of the Taj. A visitor shall be assured a feel of awe with the reveled first look of the Taj from the pylon (Fig: 7-H) as one passes through the pylon closure. The viewer shall be explored to wide open Mughal Gardens (Fig: 7I) where the sense of loss of enclosure (Fig: 11 i) is experienced by the onlooker even though the subject is very much into a walled boundary. The principal boulevard with its linear waterbody along the axis with the reflection of the Taj at an intensifying scale provides a sense of pleasure. (Fig: 11 ii) [22]

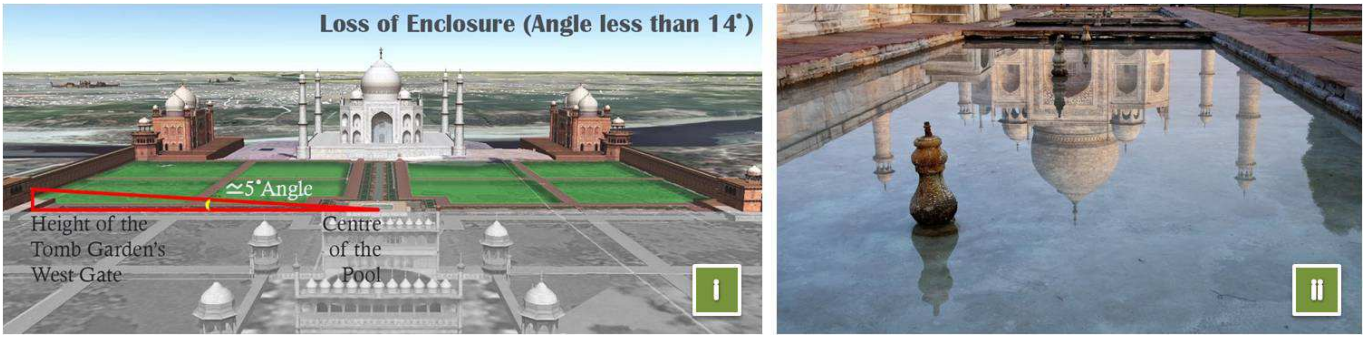


Fig. 11. The Taj Mahal Complex – sense of enclosure; imagery reflection

3.2.2 HERE AND THERE

"The practical result of so articulating the town into identifiable parts is that no sooner do we create a HERE than we have to admit a THERE, and it is precisely in the manipulation of these two spatial concepts that a large part of urban drama arises." [13]

A play of various spatial configurations influences the perceptual interface of a commuter throughout the journey of the Taj Mahal complex. The narrow street with stone colonnade (Fig: 4D) opens up into wider pockets (Fig: 5E), gradually transforming into a public square (Fig: 6F) accommodating the grand pylon through which all the visitors ought to enter the royal enclosure (Fig: 6G), which is also the spot of astonishment that provides the first glimpse of Taj Mahal (Fig: 7H) in its most appreciable frame with its immense foreground. The visitor shall feel the grandeur of space while walking through the Mughal gardens (Fig: 7I), simultaneously experiencing and appreciating the transformation of scale of marble mausoleum onto the huge basement (Fig: 7K), with gradual revelation of elements as well as the ornamental motifs of the Taj.

3.3 CONCERNING CONTENT

3.3.1 EXISTING FABRIC

"The human mind sensitively reacts to the surrounding environment when it perceives two images of vivid contrast (the street and Courtyard) simultaneously. The sense of space becomes more meaningful with the created drama of juxtaposition. Variation observed in spatial configuration, form, texture, color, etc. plays an important role." [13]



Fig. 12. The Taj Complex – fabric

The contrast in special configuration brings out the significance in serial vision, sense of closure and enclosure and other properties concerning optics. The sensitivity subjected in creation and balance obtained in the contrast, achieved by the specific selection, application of texture through material and color from macro to micro level spaces proves the exuberant visualization caliber of the then designers. The red sandstone corridor with monochromatic character and texture opens up to a square in Jiluakhana accommodating the great entrance pylon (Fig: 12 i) [11]. The Pylon with a well balanced composition of red sand stone obliterated with marble ornamentation motifs to the required extent (Fig: 12 ii) [23]. The elegancy of the Taj is intensified with its lush green foreground, i.e. the char-bagh. Historians confess that the Mughal garden in front of Taj Mahal has been conceptualized and designed on the basis of description of a pleasure garden in 'Jannat' (the paradise) (Fig: 12 iii) [24], from scriptures of Holy Quran [25]. The actual marble mausoleum becomes the focal point within the vicinity among the group of other sandstone buildings on the riverfront terrace and its immediate surroundings with its striking contrast in color and texture (Fig: 12 iv) [11]. At micro level, the ornamentation motifs thus created onto various serene white surfaces of the Taj Mausoleum can be clearly noticed and appreciated with Pietra-Dura work (Fig: 12 v), an efficient hard-stone craftsmanship, colorful stone pieces and precious gems efficiently embedded into the intricate motifs.

3.3.2 SPACE AND INFINITY

"The infiniteness of the sky cannot be felt as one observes a clear sky from rooftops or open grounds, as effective as a dramatic visual sense of infiniteness in the sky that can be felt by a human brain as one perceives while walking, or looking sky in the backdrop of a building or a part of it." [13]

The sense of infinity is evident as one looks at The Taj Mahal from its entrance pylon (Fig: 7H) against its picturesque backdrop of River Yamuna and lush green vegetation.

The visual impression one obtains while standing right in front of the entrance pylon and appreciation of the first glance of the Taj Mahal with its blue sky and green foreground via the immediate archway within the frame captured exemplifies

the sense of infiniteness. The same feel of infiniteness shall be attained while appreciating the Taj from a distance in char-bagh (Fig: 13 i), i.e. from the Mosque sharing the same terrace on which the mausoleum housed (Fig: 13 iii).

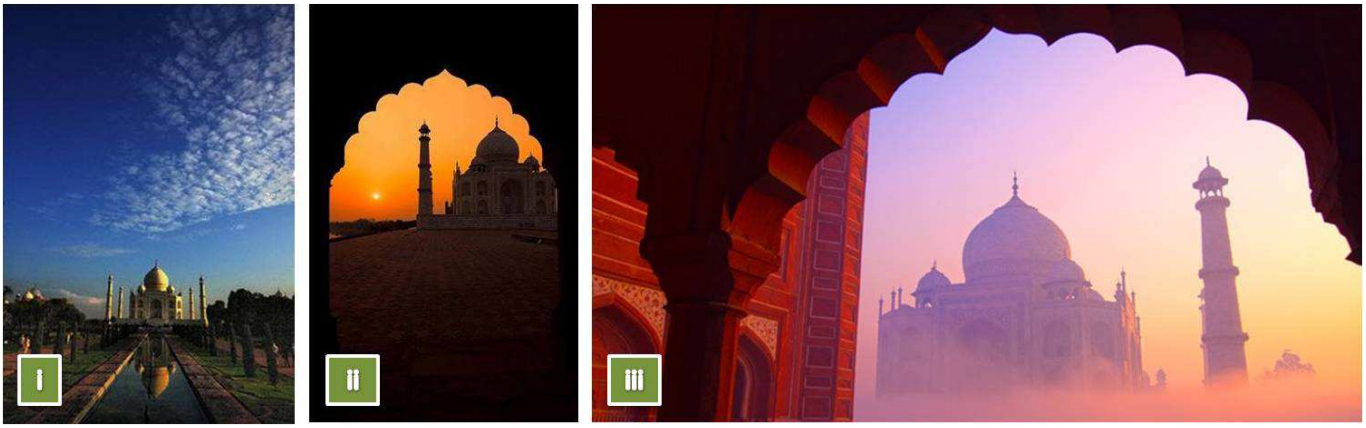


Fig. 13. The Taj Mahal – Character of Infiniteness



Fig. 14. Appreciating Taj from variety of spaces

The same sense of space and infiniteness shall be achieved with the due observation and appreciation of the Taj Mahal from any enclosed or semi open pavilions within the vicinity and surrounding distant vistas (Fig: 14 i-ii) [26] (Fig: 14 iii).

4 CONCLUSION

The timeless impression on the mind of a visitor, shall be achieved by the articulation of spaces and masses for a given context and content, right from the level of designing an urban settlement at macro level to the configuration of elements within the buildings at micro level detailing. Discussed case example hence forth concludes that, designing of urban level spaces with due accentuation of various elements of urban design such as buildings, services, landscape, materials, finishes, network systems, etc., by the implication of respective principles and sensual visualization results in the creation of image making vicinities [27]. Architectural elements such as cantilevered balconies, porticos, canopies, trees, cross section of roads, storefronts, recessed entries, courtyards, projecting signage's, etc. all contribute to a change in the monotonous long views. Experiencing such elements in a journey will provide the users with a positive feeling and feedback in order to anticipate their upcoming visits [15]. Designs would prove useful in restoring body and mind, and calling the soul to higher spirits for a sweet minute amidst the hurly-burly of a big town. The urban design should give us a real experience of a place, anyone who ever walked the streets should feel that there is something in the buildings and monuments themselves that apprehends the attention and takes one out of the everyday twiddle. The contemporary sophisticated developmental strategies henceforth with all the available postulations and implied successful design theories are in virtue of manifesting effective imageability concerns along with comfortable environment.

REFERENCES

[1] Moughtin, Cliff. *Urban Design, Street and Square.* Oxford : Architectural Press, 2003.

[2] Beucker, Nicolas and Bruder, Ralph. *The emotional townscape – designing amiable public places.* Essen : University of Essen.

[3] M., Ganis, J., Minnery and D., Mateo-Babiano. *Masterplanning for urban change: a small world metaphor.* Queensland : University of Queensland, School of Geography, Planning and Environmental Management.

[4] Michael, Pauls. 034 serial vision, surprise and closure. *www.recivilization.net.* [Online] [Cited: December 26, 2015.] http://recivilization.net/UrbanDesignPrimer/034serialvisionsurpriseclosure.php.

[5] Kasprisin, Ron. *URBAN DESIGN the composition of complexity.* London & New York : Routledge: Taylor & Francis Group, 2011.

[6] Koch, Ebba. *The Complete Taj Mahal.* 2008.

[7] Brown, Rebecca M. and Hutton, Deborah S. *A Companion to Asian Art & Architecture.* Malden : John Wiley & Sons Pvt. Ltd., 2015.

[8] Begley, Wayne. The Myth of the Taj Mahal and a New Theory of its Symbolic Meaning. *Art Bulletin.* March vol.61, no.1 1979, pp. 7-37.

[9] Bulmahn, Wolschke. *The Garden of the Taj Mahal: A Case Study of Mughal Architectural Planning and Symbolism.* Wescoat : s.n., 1996.

[10] Desai, Z. A. *Taj Mahal: The Illuminated Tomb: An Anthology of Seventeenth Century Mughal and European Documentary Sources.* 1989.

[11] Orland, Brian, et al. Taj Mahal Cultural Heritage District Development Plan. *American Society of Landscape Architects.* [Online] 2002. [Cited: December 12, 2015.] www.asla.org/meetings/awards/awds02/tajMahal.html.

[12] Fairchild, Ruggles D. *"A Garden in Landscape" Islamic Gardens and Landscapes: Penn Studies in Landscape Architecture.* Pennsylvania : University of Pennsylvania Press, 2007.

[13] Cullen, Gordon. *The Concise Townscape.* s.l. : Architectural Press, 1961.

[14] UNESCO. UNESCO: Culture: World Heritage Centre:The List: World Heritage List- Taj Mahal. *http://whc.unesco.org.* [Online] 1992-2016. [Cited: April 12, 2016.] whc.unesco.org/en/list/252.

[15] *Serial Vision: Storyboards In The Design Studio.* Rene, Davids. Berkeley : University of California. 87th ACSA Annual Meeting. pp. 239-245.

[16] George, Michell and Pasricha, Amit. *Mughal Architecture and Gardens.* s.l. : Antique Collectors' Club, 2011.

[17] *www.alex-aroundtheworld.com/India/html/taj_Mahal. www.alex-aroundtheworld.com.* [Online] 08 2011. [Cited: 05 12, 2016.] http://www.alex-aroundtheworld.com/India/html/taj_Mahal.html.

[18] Gibbons, Andrea. Gordon Cullen's Concise Townscape. *http://writingcities.com/.* [Online] November 10, 2015. [Cited: January 16, 2016.] www.writingcities.com/2015/11/10/gordon-cullens-townscape/.

[19] Caters. stunning-drone-photographs-of-the-new-seven-wonders-of-the-world. *www.catersnews.com.* [Online] caters, 2016. [Cited: May 12, 2016.] http://www.catersnews.com/stories/amazing/stunning-drone-photographs-of-the-new-seven-wonders-of-the-world/.

[20] Koch, Ebba. *The Taj Mahal: Architecture, Symbolism, and Urban Significance.* Vienna : Institute für Kunstgeschichte, University of Vienna.

[21] The History of Love symbol Taj Mahal Agra. *www.loyaltoursindia.in.* [Online] Loyal Tours India Blog, 2016. [Cited: may 15, 2016.] http://www.loyaltoursindia.in/blog/the-history-of-love-symbol-taj-Mahal-agra/

[22] Reflections of Taj Mahal. *www.panoramio.com.* [Online] Panoramio, Google Maps. [Cited: May 13, 2016.] http://www.panoramio.com/photo/53009554

[23] Islamic Calligraphy on The Main Gate at the Taj Mahal. *www.flickr.com.* [Online] flickr, a yahoo company, 2016. [Cited: May 11, 2016.] https://www.flickr.com/photos/crumblindown/6723135005

[24] Taj Mahal. *schools-wikipedia.org.* [Online] wikipedia, May 5, 2016. [Cited: May 14, 2016.] http://schools-wikipedia.org/wp/t/Taj_Mahal.htm

[25] Tillotson, Giles. Taj Mahal. *Harvard University Press.* 2008.

[26] Agra Taj Mahal 09 Taj Mahal Framed By Pillars Of Darwaza Great Gate Just After Sunrise . *www.mountainsoftravelphotos.com.* [Online] September 09, 2011. [Cited: May 12, 2016] http://www.mountainsoftravelphotos.com/India/Agra%20Taj%20Mahal/slides/Agra%20Taj%20Mahal%2009%20Taj%20Mahal%20Framed%20By%20Pillars%20Of%20Darwaza%20Great%20Gate%20Just%20After%20Sunrise.html

[27] Roberts, Blake. Serial Vision: The Dynamic Downtown. *http://www.haugebrueck.com.* [Online] April 17, 2012. [Cited: January 17, 2016.] http://www.haugebrueck.com/blogs/downtowns-plus/serial-vision-dynamic-downtown.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 196-198
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Maladie de Crohn et grossesse compliquée d'un RCIU: À propos d'un cas et revue de la littérature

[Crohn's disease and pregnancy complicated intrauterine growth retardation: Case report and literature review]

Mounir Moukit, Abdelkader Akharraz, Abdellah Babahabib, Jaouad Kouach, Driss Moussaoui, and Mohammed Dehayni

Service de Gynécologie Obstétrique,
Hôpital Militaire d'Instruction Mohamed V,
Rabat, Maroc

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

ABSTRACT: The pre-pregnancy and pregnancy are often an opportunity for questions and even anxiety expressed by the woman in labor with Crohn's disease based on the history and experiences of their illness. We report the case of a primigeste of 27 years old, followed for Crohn's disease well controlled during the pre-pregnancy period by PENTASA no taking in early pregnancy had caused a relapse in the second trimester requiring hospitalization at Service of Hepatogastroenterology. On the obstetrical plan, the follow-up ultrasound objectified moderate growth restriction imposing a fetal extraction by caesarean section.

KEYWORDS: Pregnancy; Crohn; disease flare; Hypotrophy.

RESUME: La conception puis la grossesse sont souvent l'occasion d'interrogations voire d'angoisses plus ou moins exprimées par La parturiente ayant la maladie de Crohn en fonction de l'histoire et du vécu de leur maladie. Nous rapportons le cas d'une patiente de 27 ans, primigeste, suivie pour maladie de Crohn bien contrôlée en pré conceptionnelle par PENTASA avec inobservance thérapeutique en début de grossesse ayant entrainé une poussée au 2éme trimestre nécessitant son hospitalisation au service d'hépato-gastro-entérologie. Sur le plan obstétrical, le suivi échographique a objectivé une restriction modérée de la croissance imposant une extraction fœtale par une césarienne.

MOTS-CLEFS: Grossesse ; Crohn ; poussée de la maladie ; hypotrophie.

1 INTRODUCTION

La maladie de Crohn (MC) est une affection inflammatoire invalidante du tube digestif d'étiologie inconnue. Elle évolue par poussées entrecoupées de rémissions ; émaillée de complications souvent chirurgicales. La MC n'a aucune tendance à la guérison spontanée. Elle peut toucher de façon discontinue l'ensemble du tube digestif, de la bouche à l'anus, mais avec une prédominance sur l'iléon, le colon et l'anus. Sa prévalence est de 27 à 106 sur 100 000 habitants [1]. Une prédisposition génétique longtemps suspectée dans l'apparition de la MC semble maintenant confirmée avec la découverte de mutations du gène Nod2 sur le chromosome 16 [2]. La MC débute souvent dans la deuxième ou troisième décennie de la vie. Elle peut donc concerner des femmes jeunes en âge de procréer et par là même intéresse notre spécialité. Globalement, il n'existe pas plus de stérilité chez les femmes atteintes de maladie de Crohn, bien que la fertilité de ces femmes soit plus faible [3], [4] et ce contrairement à l'homme chez qui certains traitements comme la sulfasalazine perturbent la spermatogenèse [5]. Des

Corresponding Author: Abdelkader Akharraz

notions contradictoires sont souvent véhiculées concernant le retentissement de cette maladie sur l'évolution des grossesses de ces femmes ou bien encore concernant le retentissement même de la grossesse sur l'évolutivité de cette MITD. L'objectif de cet article, en confrontant les données actuelles de la littérature à notre propre expérience, est d'effectuer une mise au point sur le retentissement réciproque maladie de Crohn-grossesse.

2 OBSERVATION

Il s'agit de Mme A.N âgée de 27 ans primipare suivie pour maladie de Crohn depuis 9 ans contrôlée sous PENTASA. La patiente a été hospitalisé à 20 SA pour une poussée de sa maladie suite à une mauvaise observance thérapeutique. Puis déclarée sortante sous PENTASA et corticothérapie. Deux jours avant sa sortie elle a été adressée dans notre formation pour avis et un éventuel suivie de sa grossesse.

Un bilan prénatal a été demandé revenu correct à l'exception d'une anémie microcytaire ferriprive suite à laquelle elle a été mise sous fer avec un taux d'hémoglobine de contrôle normal (12.5 g/100ml). Le suivi échographique a objectivé à 34 SA une biométrie fœtale inférieure au 10éme percentile, confirmée après le contrôlé de 15 jours, avec une estimation du poids fœtal à 2000g soit un retard de croissance intra-utérin modéré. Le liquide amniotique et le doppler ombilical étaient corrects.

Les chiffres tensionnels étaient normaux au cours du suivi avec des lignes innominées suivies au-delà des deux tiers à l'examen du bassin d'où l'indication de faire une scanopelvimétrie ayant objectivée un bassin limite au niveau du détroit supérieur. Devant le retard de croissance intra-utérin et le bassin limite au détroit supérieur avec un bishop défavorable la décision était de faire une césarienne qui a permis l'extraction céphalique d'un nouveau-né de sexe masculin, Apgar 10/10éme, poids de naissance à 1850g.

Le nouveau-né a présenté une détresse respiratoire scorée à 2/10éme avec bonne évolution sous oxygénothérapie. Patiente déclarée sortante 03 jours après. Un rendez-vous avec son médecin gastroentérologue est prévu dans 3 mois pour suivi de sa maladie de Crohn.

3 DISCUSSION

Des taux plus élevés de retard de croissance intra-utérin (RCIU) modéré et de faible poids de naissance sont observés dans la maladie de Crohn par rapport à la population générale [6] et [7] ; 20 % contre 10 % pour Fedorkow [8]. Ces hypotrophies sont essentiellement constatées après la prise de corticoïdes à forte dose (constatations identiques à celles observées pour les cures répétées de corticoïdes pour accélérer la maturation pulmonaire des prématurés) ou après la survenue de poussées de la maladie pendant le déroulement de la grossesse [9]. La prise d'immunosuppresseurs pendant la grossesse favorise également les retards de croissance fœto-placentaires avec des poids de naissance moyens à terme de 2500 g. Il existe un biais dans la mesure où les immunosuppresseurs sont prescrits en cas de poussée sévère de la maladie de Crohn. Les traitements avec la sulfasalazine, les corticoïdes à faible dose n'ont pas d'effet sur le développement et la croissance des fœtus [9] et [10].

Une des explications à ces RCIU serait que les poussées sévères de maladie de Crohn, par l'état de dénutrition qu'elles engendrent chez la mère, retentissent à leur tour sur la croissance fœtale. Dans ces cas, une nutrition artificielle de type alimentation parentérale totale (APT) ou de type alimentation entérale élémentaire (AEE) peut être introduite. Son intérêt thérapeutique pour contrôler les poussées sévères est bien établi. Son intérêt pour maintenir une croissance fœtale correcte le semble également, et ce en toute innocuité [11]. Chez les femmes qui ont une prise de poids correcte, un état nutritionnel satisfaisant pendant leur grossesse, cette notion d'hypotrophie fœtale n'est plus retrouvée [12]. Dès lors, la prévention de la carence nutritionnelle et poly vitaminique apparaît nécessaire chez la femme enceinte atteinte de MC. Pour leur part, les antécédents de résections intestinales, qu'il s'agisse de résections segmentaires ou de procto-colectomies totales, n'ont pas de répercussion sur le déroulement de la grossesse, restriction faite cependant pour les grêles courtes qui génèrent une malabsorption et donc un état de dénutrition [13].

En cas de MC latente au moment de la conception, la grossesse ne joue pas de rôle sur le potentiel évolutif de la maladie inflammatoire intestinale : 80 % des MC restent latentes lors de la grossesse [14]. Les pourcentages de réactivation ne sont pas significativement différents des pourcentages de réactivation des femmes de même âge atteintes de MC et non enceintes, soit 20 % de réactivation [15], [16] et [13]. L'introduction d'un traitement médical supplémentaire sur une MC quiescente, dans un but préventif pendant la grossesse pour diminuer le risque de réactivation, n'est pas souhaitable ou utile [16]. Dans l'étude de Woolfson, la proportion de réactivation de la maladie chez la femme enceinte avec ou sans traitement est identique : 27 % pour 24 % [17]. En revanche, lorsqu'un traitement assure la quiescence de la maladie, il est inopportun de l'interrompre, au risque de voir apparaître une nouvelle poussée [13] (cas de notre patiente). La « rechute » lorsqu'elle

survient, se fait préférentiellement lors du premier trimestre de grossesse (2éme trimestre chez notre patiente) ou pendant les trois premiers mois suivant l'accouchement [3], [4] et [13]. Les poussées survenant pendant la grossesse ne semblent pas alors plus sévères que celles rencontrées en dehors de la grossesse.

4 CONCLUSION

Dans l'association maladie de Crohn-grossesse, si la maladie est latente au moment de la conception, et la parturiente est peu concernée par les avortements, la prématurité, les poussées de Crohn, de fréquence comparable à celle des femmes non enceintes atteintes. Par contre chez les parturientes, chez qui la maladie est active au moment de la conception, leur pronostic obstétrical est plus sombre et le pronostic digestif est marqué par une reprise de la maladie. Dans ces conditions, nous sommes enclins à croire qu'une grossesse a toutes les chances d'évoluer favorablement si elle survient dans une période de quiescence de la maladie. Nous pensons raisonnable de déconseiller aux patientes, qui se situeraient en phase active de leur maladie, d'entreprendre une grossesse. Par ailleurs, lorsque la latence d'une maladie de Crohn est assurée par un traitement, il est souhaitable de ne pas l'interrompre lors de la grossesse, situation trop souvent rencontrée malheureusement encore à l'heure actuelle. En cas de poussée survenant au cours d'une grossesse, celle-ci doit être traitée selon les mêmes modalités que chez une femme non enceinte. Il est cependant préférable d'éviter l'introduction d'immunosuppresseurs. Ceux-ci ne seront utilisés qu'en cas de nécessité pour une maladie de Crohn cortico-résistante précédant la grossesse.

REFERENCES

[1] Cortot A, Gower-Rousseau C, Colombel JF. Epidemiology and genet-ics of inflammatory bowel diseases. Rev Prat; no.41, pp.393-396, 1991.

[2] Frankish H. Crohn's gene identified. Lancet, no.357, pp.16-78, 2001.

[3] Khosla R, Willoughby CP, Jewell DP. Crohn's disease and pregnancy. Gut, no.25, pp.52–56, 1984.

[4] Modigliani R. Cryptogenetic inflammatory diseases of the intestine and pregnancy. Reality and prejudices. Rev Prat, no.43, pp.1412–1415, 1993.

[5] Birnie GG, Mc Leod TI, Watkinson G. Incidence of sulfasalazine-induced male infertility. Gut, no.22, pp.452–455, 1981.

[6] Moser MA, Okun NB, Mayes DC, Bailey RJ. Crohn's disease, preg-nancy, and birth weight. Am J Gastroenterol, no.95, pp.1021–1026, 2000.

[7] Fonager K, Sorensen HT, Olsen J, Dahlerup JF, Rasmussen SN. Pregnancy outcome for women with Crohn's disease: a follow-up study based on linkage between national registries. Am J Gastroen-terol, no.92, pp.2426–2430, 1998.

[8] Fedorkow DM, Persaud D, Nimrod CA. Inflammatory bowel disease: a controlled study of late pregnancy outcome. Am J Obstet Gynecol, no.160, pp.998–1001, 1989.

[9] Schneider W, Hanert E. Pregnancy and chronic inflammatory bowel diseases. Zeitschrift für die Gesamte Innere Medizin und Ihre Gren-zgebiete, no.46, pp.602–606, 1991.

[10] Connel W, Miller A. Treating inflammatory bowel disease during pregnancy: risks and safety of drug therapy. Drug Saf, no.21, pp.311–323, 1999.

[11] Aboud P, Messing B, Quéreux C, Napoléone C, Zeitoun P, Wahl P. Pregnancy in two women with Crohn disease. J Gynecol Obstet Biol Reprod, no.25, pp.608–611, 1996.

[12] Porter RJ, Stirrat GM. The effects of inflammatory bowel disease on pregnancy: a case controlled retrospective analysis. British J of Obstet and Gynecology, no.93, pp.1124–1131, 1986.

[13] Cleandre D, Dufour P, Tiberghien B, Bernardi C, Vinatier D, Mon-nier JC. Chronic idiopathic enterocolitis and pregnancy. Reciprocal repercussions and treatment. J Gynecol Obstet Biol Reprod, no.22, pp.59–65, 1993.

[14] Habal FM, Hui G, Greenberg GR. Oral 5-ASA for inflammatory bowel disease in pregnancy: safety and clinical course. Gastroenterol-ogy, no.105, pp.1057–1060, 1993.

[15] Morales M, Berney T, Jenny A, Morel P, Extermann P. Crohn's disease as a risque factor for the outcome of pregnancy. Hepatogas-troenterology, no.47, pp.1595–1598, 2000.

[16] Briese V, Muller H, Berkholz A. Pre-conception counseling and preg-nancy in chronic inflammatory bowel disease Crohn disease and ulcerative colitis. Zentralbl Gynakol, no.115, pp.1–6, 1993.

[17] Woolfson K, Cohen Z, Mc Leod RS. Crohn's disease and pregnancy. Disease of the Colon and Rectum, no.33, pp.869–873, 1990.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 199-211
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Estimation du niveau de connaissance et Analyse toxicologique chez des manipulateurs de pesticides organophosphorés exposés au Fénitrothion dans la région de Sfax, en Tunisie

[Estimated level of knowledge and Toxicological analysis in organophosphate pesticide handlers in the region of Sfax]

Asma Ghorbel[1], Houda LAZREG AREF[3], Mounira Hajjeji Darouiche[2], Neila Moalla Nouri[1], Mohamed Laarbi Masmoudi[2], and Feriele Messadi Akrout[1]

[1]Hygiene Laboratory, Hedi Chaker Hospital, Sfax, Tunisia

[2]Working Medicine Service, Hedi Chaker Hospital, Sfax, Tunisia

[3]Biochemistry Laboratory, LR12ES05 Nutrition- Functional Foods and vascular Health, Faculty of Medicine, Monastir, Tunisia

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

ABSTRACT: Organophosphate pesticides, commonly used in the occupational field, represent a real threat to human health and the environment. The aim of our study is to estimate the level of knowledge of the subjects exposed to these products and assess their toxicity biomarkers. We conducted a prospective descriptive survey about 26 pesticide handlers who checked in occupational medicine service in Hedi Chaker university hospital. A questionnaire allowed us to gather information about the level of workers education and their practices of organophosphate pesticides spacifically Fenitrothion. Three samples of blood and urine tests were collected before and after exposure and after rest in hygiene service. Each blood sample was used for the determination of serum and erythrocyte cholinesterase activity. The detection of organophosphate pesticides was made in the urine by GC/MS. A low level of knowledge of the manipulators for pesticides (global score was 20.46) was found. Reference globular cholinesterase activities were all below the usual values. Serum cholinesterase activities were decreased by 30 to 50% in 48% of patients and more than 50% in 30% of the subjects. These activities have recovered after rest. The detection of pesticides (fenitrothion) was positive in 4 workers. Biological assays show impregnation of manipulators by organophosphate. Their kinetic reflects the exposure of subjects with the pesticide. These data were correlated with the low level of workers knowledge (*p=0.01*).

KEYWORDS: Organophosphorus, Pesticides, Cholinesterases, fenitrothion, site esterasique, biomarqueurs.

RÉSUMÉ: Les pesticides organophosphorés (OP), fréquemment utilisés en milieu professionnel, représentent une menace réelle pour la santé de l'Homme et pour l'environnement. L'objectif de notre étude est d'estimer le niveau de connaissance des sujets exposés à ces produits et évaluer leur toxicité par des marqueurs biologiques. Nous avons mené une enquête prospective descriptive à propos de 26 manipulateurs de pesticides ayant consulté au service de médecine de travail au CHU Hédi Chaker de Sfax. Un questionnaire nous a permis de collecter les informations concernant le niveau d'instruction des ouvriers ainsi que leur manipulation de pesticides organophosphorés et spécifiquement le fénitrothion. Trois prélèvements de sang et d'urine ont été réalisés, avant et après exposition puis après repos. Chaque prélèvement sanguin a servi pour le dosage des activités cholinestérasiques sérique et globulaire. La détection de pesticides organophosphorés a été faite au niveau des urines à l'aide de la GC/MS. Le niveau de connaissance des manipulateurs concernant les pesticides était faible (score global moyen : 20,46 sur 43). Les activités cholinestérasiques globulaires de référence étaient toutes inférieures aux

Corresponding Author: Houda LAZREG AREF

valeurs usuelles. Les activités cholinestérasiques sériques ont baissé de 30 à 50% chez 48% des sujets et de plus de 50% chez 30% des sujets. Ces activités se sont rétablies après repos. Leur cinétique reflète bien l'exposition des sujets avec le pesticide. La détection de pesticides (fénitrothion) était positive chez 4 travailleurs. Ces données ont été corrélées avec le faible niveau de connaissances des travailleurs (*p=0,01*).

MOTS-CLEFS: organophosphores, pesticides, cholinesterases, esterasic site, biomarqueurs.

1 INTRODUCTION

Les pesticides constituent une arme à double tranchant. Ils peuvent causer un préjudice à des espèces non-cibles dont l'espèce humaine. Quand un pesticide est actif, il peut être aussi dangereux pour ses manipulateurs que pour l'environnement. Les travailleurs sont souvent portés à croire que les responsables de la préparation ou de l'application de pesticides peuvent être exposés de façon significative [1]. Au niveau mondial, les premières dispositions législatives sur le contrôle des pesticides datent de 1943 (loi n°525 du 2 novembre 1943). En France, le décret d'application (décret 74/682 du 1er août 1974) a créé «la commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires à usage agricole et assimilés». En Tunisie, le secteur des pesticides est très pauvre en matière de réglementation. Le seul texte existant est le décret n° 2002-3469 qui fixe simplement les modalités et les conditions d'obtention de l'homologation et de l'autorisation de vente des pesticides [2], [3].

Aujourd'hui, la surveillance des sujets exposés au pesticides OP est possible et réalisable par l'étude des biomarqueurs d'effet notamment l'AchS et l'AchE et par la détection des biomarqueurs d'exposition par le dépistage de ces produits et/ou de leurs métabolites dans le milieu biologique. Mais, il existe une large variation interindividuelle de l'activité cholinestérasique rendant difficile la détection d'une dépression précoce. Notre étude est descriptive portant sur 26 sujets exposés aux pesticides. La finalité de notre étude est d'estimer le niveau de connaissance des manipulateurs de pesticides sur ces produits toxiques et évaluer le niveau d'exposition de ces travailleurs aux pesticides OP, particulièrement le fénitrothion. Celui-ci est un insecticide organophosphoré contre les moustiques adultes dit adulticide ou imagocide. Sa cible principale est le site estérasique de l'acétylcholinestérase prenant la place du substrat naturel. Il s'agit d'une véritable lésion biochimique puisque l'organophophoré vient occuper, en le phosphorylant, le site estérasique de l'enzyme, s'opposant ainsi à l'hydrolyse physiologique de l'acétylcholine en choline et en acide acétique [4]. En effet, les OP, très lipophiles, franchissent aisément toutes les barrières biologiques et se fixent de façon covalente aux cholinestérases de la jonction synaptique des fibres du système nerveux central, non dosables en pratique courante. Ils se fixent également aux acétylcholinestérases érythrocytaires (Ache-Er) et aux pseudocholinestérases ou « butyrylcholinestérases » du foie et du plasma. Ces dernières sont très sensibles mais peu spécifiques, renseignant généralement sur une exposition à un inhibiteur des cholinestérases. Même si une faible quantité franchit la barrière hématoencéphalique, elle suffit pour inhiber en quelques secondes pratiquement toute l'activité acétylcholinestérasique (AchE) [5].

Notre étude s'intéresse aux pesticides organophosphorés (OP), particulièrement le fénitrothion. L'étude effectuée par Maroni et al en 2000 sur un homme et une femme produisant industriellement le fénitrothion et par conséquent exposés par voie aérienne à cet insecticide a démontré la présence du métabolite du fénitrothion, le 3-méthyl-4-nitrophénol au niveau de leurs urines [6]. Ce métabolite a également été retrouvé dans les urines de 11 personnes de la population générale ayant administré par voie orale le fénitrothion, dans une étude élaborée par Hernandez et al. en 2004 [7].

L'objectif de cette étude est d'évaluer le niveau d'imprégnation du fénitrothion chez des travailleurs exposés professionnellement par voie aérienne. Le niveau de connaissance des travailleurs mis en présence de ce pesticide OP ses conditions d'utilisation ont été également estimées.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 RECRUTEMENT DES SUJETS

Il s'agit d'une enquête prospective transversale descriptive réalisée au cours du premier trimestre de l'année 2014 sur des manipulateurs de pesticides ayant déjà consulté au service de médecine de travail au Centre Hospitalo-universitaire (CHU) Hédi Chaker de Sfax. 26 personnes ont participé à cette étude.

2.2 RECUEIL DES DONNÉES

Un questionnaire a été élaboré pour collecter les caractéristiques démographiques et les conditions d'utilisation des pesticides de ces travailleurs. Il comprend des questions de type fermé et orienté sur les conditions et l'organisation du travail ainsi que sur les symptômes fonctionnels d'intoxication aigue et chronique aux pesticides. Le questionnaire a été rempli par le médecin du travail en se basant sur les « dires » de l'ouvrier confirmés ou infirmés par leur surveillant présent sur les lieux du travail. La première partie est relative à l'identité du travailleur, sa catégorie, son histoire professionnelle, aux antécédents médicaux et aux accidents d'origine toxique. La deuxième partie est une série de 44 questions auxquelles le sujet interrogé répond par oui ou non. Si la réponse est affirmative, la note de 1 est attribuée. Sinon, la note sera 0. Ainsi, nous avons réussi à obtenir un score global noté sur 43 et à évaluer le niveau de connaissance de ces manipulateurs de pesticides. Ce score global représente le total de 5 sous scores. Le premier score, noté sur 4, est relatif à la formation et l'information des travailleurs concernant la nature des pesticides manipulés et leurs effets sur la santé.

2.3 RECUEIL DES PRÉLÈVEMENTS BIOLOGIQUES

Trois types de prélèvement ont été effectués en début et en fin de poste au sein du Laboratoire Régional d'Hygiène du CHU Hédi Chaker de Sfax (unité de toxicologie) : du sang veineux sur tube sec (sérum), du sang veineux sur tube hépariné (plasma) et des urines dans un pot en plastique non stérile et sans conservateur. Le 1er prélèvement a été effectué avant exposition (lundi matin). Chaque ouvrier était exposé au Fénitrothion lundi après-midi et mardi matin. Le 2ème prélèvement a été réalisé juste après exposition au Fénitrothion (mardi en fin de matinée). Le 3ème prélèvement a été fait après repos (vendredi ou samedi matin suivant la disponibilité du travailleur). Ces prélèvements ont été rendus systématiques pour chaque travailleur manipulant des pesticides et consultant au service de Médecine de Travail.

2.4 ANALYSES EFFECTUÉES

La recherche des biomarqueurs d'exposition à savoir le fénitrothion et/ou de son métabolite au niveau des urines et la détermination des biomarqueurs d'effets notamment les cholinestérases sériques (AChS) et globulaires ou érythrocytaires (AChE) pouvant être des tests de suivi réglementé chez ces travailleurs ont été réalisées. Le dosage de l'AChS a été établi grâce au sérum prélevé. Le sang hépariné a servi pour le dosage de l'AChE. Quant aux urines, elles ont servi comme matrice biologique pour la recherche du fénitrothion et/ou de son métabolite. Ces analyses ont été effectuées au sein du laboratoire d'hygiène de Sfax.

2.4.1 DOSAGE DE L'ACTIVITÉ CHOLINESTÉRASIQUE GLOBULAIRE

Le dosage de l'AChE a été réalisé selon la méthode colorimétrique d'Ellman et al. [8]. L'hémolysat a été préparé en mélangeant 100 µL de sang hépariné avec 6 mL d'eau distillée et laissant reposer pendant 30 minutes à température ambiante. 3 mL de DTNB et 100 µL de PTCI ont été mélangés dans un tube en verre à 37° auxquels ont été ajoutés 100 µL de l'hémolysat. Le mélange obtenu a été mis dans un bain marie à 37° pendant 10 minutes. 1 mL d'hyamine a été ensuite ajouté pour stopper la réaction. Chaque échantillon a été fait en double et avait un blanc correspondant où la PTCI a été remplacée par de l'eau distillée. La lecture était faite par spectrophotométrie entre 5 à 10 minutes à une longueur d'onde égale à 440 nm.

Les réactifs utilisés ont été préparés au laboratoire.

L'activité enzymatique a été calculée selon la formule :

$$\textbf{AChE} = (A_E - A_B) * 17{,}87$$

A_E : Absorbance de l'échantillon

A_B : Absorbance du blanc

17,87 : $\frac{dilution}{molaire\ absorbance}$ * temps de la réaction * largeur de la cuve = $\frac{2562}{14340}$*10*10

Valeurs usuelles : [7,66-9,48 µmol/mL d'érythrocytes]

2.4.2 DOSAGE DE L'ACTIVITÉ CHOLINESTÉRASIQUE SÉRIQUE

La butyrylthiocholine est hydrolysée en thiocholine et acide butyrique sous l'action des cholinestérases. La thiocholine réagit avec DTNB pour former l'acide 5-mercapto-2-nitrobenzoïque (5-MNBA) dont la coloration, mesurée par spectrophotométrie, est proportionnelle à l'activité enzymatique du cholinestérase sérique dans l'échantillon. Dans une cuvette : 1,5 mL de Réactif de Travail préparé par dissolution du réactif 2 (DTNB 0.25 M et butyrythiocholine 7 M) dans 2.5 mL de réactif 1 (Tampon Phosphate pH 7.7 50 M) ont été pipetés puis 10µl du sérum à tester. Le spectrophotomètre a été ajusté à zéro avec de l'air Les lectures des absorbances ont été effectuées à 0, 30, 60 et 90 secondes à une longueur d'onde 405 nm. La différence des absorbances ainsi que la moyenne de ces différences d'absorbance (ΔA) ont été déterminées.

Les réactifs utilisés ont été préparés au laboratoire.

L'ACS a été calculé selon cette formule :

$$\Delta A * 22710 = U/L$$

ΔA : Différence d'absorbance / 30 s

Une unité internationale (UI) correspond à la somme des enzymes qui transforment 1 µmol de substrat par minute, dans des conditions standard. L'activité est exprimée en unités par litre d'échantillon (U/L). Valeurs usuelles : [3000-9000 U/L].

2.4.3 DETECTION DU FENITROTHION OU DE SON METABOLITE DANS LES URINES DES MANIPULATEURS

2.4.3.1 EXTRACTION

Le but de l'extraction est d'isoler une molécule ou un groupe de molécules d'une matrice (sang, urine, cheveux...). Pour cela, les propriétés physico-chimiques des molécules à chercher doivent être connues. 1 ml de sulfate d'ammonium (Fluka Garantie, 132,4 g/Mol) a été ajouté à 2 mL de l'échantillon (urines) prélevé. L'extraction a été réalisée avec 4 mL du mélange éthanol (Carlo Erba, 46,07 g/Mol) /hexane (Sigma Aldrich pour HPLC $\geq$ 97% GC) 1 :3 en ayant recours à une agitation mécanique. La phase organique a été récupérée dans un tube conique contenant du Florisil (Merk) puis répartie dans des tubes à vis en verre mis au bain-marie (Memmert) jusqu'à évaporation à sec. Après refroidissement, 2 mL d'éthylacétate (Sigma Aldrich, 88,11 g/Mol) ont été ajoutés au résidu.

2.4.3.2 CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE COUPLEE A LA SPECTROMETRIE DE MASSE

A partir d'un composé minéral ou organique, des ions gazeux caractéristiques du composé sont produits. Ces ions ont été séparés (par GC HP 6890) et détectés (par MS HP 5973) pour identifier et/ou quantifier le composé. Nous avons eu recours à la méthode analytique répondant aux conditions analytiques suivantes : colonne HP5-MS, Injection (type :splitless, température :270°C, volume :2 µL), débit du gaz (Hélium) :1mL/mn, programme thermique : température initiale :100°C pendant 2 mn, 100°C à 200°C (20°C/mn), 200°C à 245°C (10°C/mn), 245°C à 280°C (4°C/mn), 280°C à 310°C (30°C/mn), une température de détection de 150°C et un mode d'acquisition SCAN. La limite de détection de cette méthode était de 0.3µg/L et le taux de recouvrement était de 80 à 120%.

2.5 ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique descriptive a été effectuée selon les techniques traditionnelles : les fréquences, les moyennes, les écarts-types et les extrêmes ont tous été calculés.

Dans un deuxième temps, une étude plus approfondie été réalisée en se basant sur des analyses uni et multi-variées. La corrélation entre les variables quantitatives étudiées a été déterminée par le test χ^2 de Pearson.

3 RESULTATS

3.1 PARTIE DESCRIPTIVE

3.1.1 DONNÉES SOCIO-PROFESSIONNELLES

Tableau 1 : Caractéristiques socio-professionnelles des travailleurs

	Effectifs	Pourcentages (%)
Niveau d'instruction		
primaire	15	58%
secondaire	9	34%
universitaire	2	8%
Tabac		
Fumeurs	11	42%
anciens fumeurs	7	27%
non fumeurs	8	31%
Alcool		
Non buveurs	24	92%
Buveurs occasionnels	2	8%
Etablissement employeur		
Municipaliés	18	68%
Hôpital	4	16%
Compagnie privée	4	16%
Durée d'exposition (années)		
<1	1	4%
[1-9]	5	19%
[10-19]	11	42%
[20-29]	8	31%
>30	1	4%
Type de contact avec les pesticides		
Stockage	12	46%
Préparation	23	88%
Pulvérisation	25	96 %
Nettoyage du matériel	14	54%
Disposal	7	27%
Modes d'utilisation des pesticides		
Pulvérisation	3	12
Pulvérisation et poudrage	22	88
Nombre d'heures de travail par jour		
5H	3	12%
6H	2	8%
7H	4	16%
8H	16	60%
9H	1	4%
Fréquence d'exposition		
quotidiennement	24	92%
1 jour / 2	1	4%
1semaine / 2	1	4%

Vingt-six sujets exposés aux pesticides ont été interrogés. Ils étaient âgés de 45,42 $\pm$ 9.12 ans avec une prédominance masculine (sex-ratio de 25). Une minorité (8 %) avait un niveau d'éducation universitaire. Plus des deux tiers (69%) fumaient, tandis que la majorité (96 %) n'était pas des consommateurs d'alcool (voir tableau I). La durée d'exposition au fénitrothion a

varié de 1 mois à 32 ans avec une moyenne de 15,73 ± 8,4 ans. Dans notre étude, différents types de contact avec les pesticides ont été constatés. Le seul pesticide organophosphoré utilisé était le fénitrothion. La majorité des sujets travaillaient quotidiennement 8 heures. 7 sujets (27%) ont déjà été victime d'un accident lié aux pesticides. Ces accidents étaient de type évanouissement, projection accidentelle de pesticides (voir tableau 1). 7 sujets sur 22 utilisaient plusieurs produits simultanément en les mélangeant. Les modes d'utilisation des pesticides étaient la pulvérisation et le poudrage (Voir tableau 1).

Le tableau 2 illustre les moyens de prévention utilisés chez les manipulateurs qui en disposaient.

Tableau 2: utilisation des moyens de prévention chez les manipulateurs qui disposent de ces moyens

Moyens de prévention	Disponibilité	Utilisation	% d'utilisation en fonction de la disponibilité
Gants	22	15	68,18
Lunettes	4	0	0
Masque	15	3	20
Combinaison	3	3	100

Certains manipulateurs de pesticides (38.5%) ont bénéficié d'une surveillance médicale et/ou biologique. D'autres n'ont jamais eu de suivi. Malgré leur disponibilité, les moyens de protection n'étaient pas toujours utilisés. (Tableau 2)

Le tableau 3 résume le degré de respect des conditions de travail dans notre série. Les manifestations cliniques les plus fréquentes étaient les irritations cutanées.

Tableau 3 : Respect des conditions de travail

Respect des conditions de travail	Nombre	%
Ne pas fumer, manger, boire sur les lieux du travail (durant la manipulation des pesticides)	16	61,53
Se laver les mains après chaque manipulation	16	61,53
Se laver les mains avant de manger	22	84,61
Prendre une douche après l'application	14	53,84
Se changer les vêtements de ville par les vêtements de travail avant chaque manipulation	21	80,76

La figure 1 résume les fréquences des principales manifestations cliniques chez les manipulateurs de pesticides après utilisation.

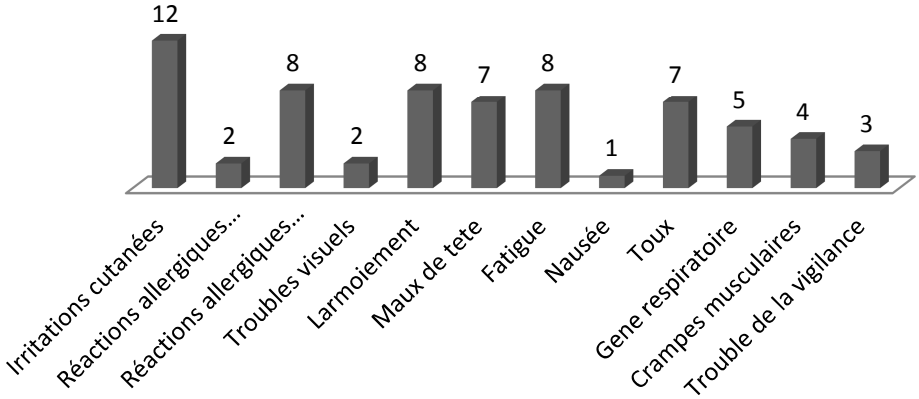


Figure1 : Fréquence des signes cliniques chez les manipulateurs après utilisation de pesticides

La formation et l'information des sujets exposés ont été évaluées par un score allant de 0 à 4. La figure 2 montre la répartition de ces sujets en fonction du score obtenu. 14 individus (54%) ont eu un score supérieur ou égal à 2. 5 individus ont obtenu un score de 0 et seulement 3 individus ont atteint le score maximal de 4.

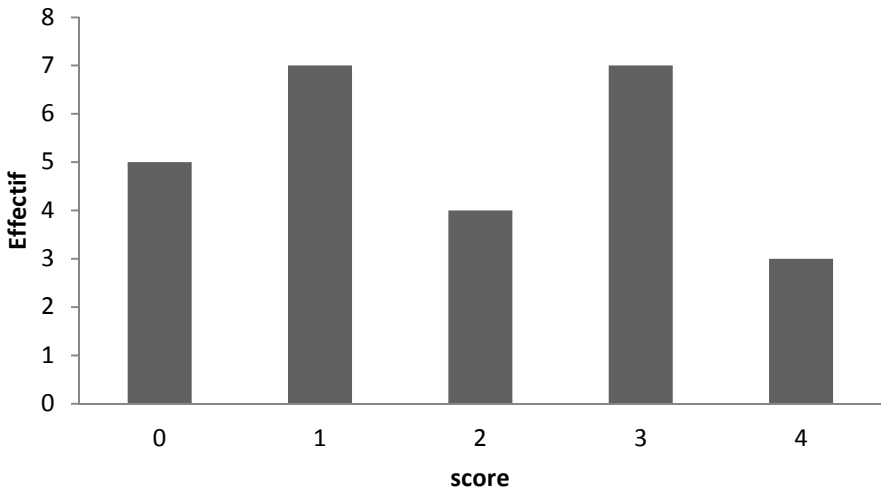


Figure 2 : Score de la formation et l'information des travailleurs

3.2 EVALUATION BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION AUX PESTICIDES OP

3.2.1 ACTIVITÉ CHOLINESTÉRASIQUE

3.2.1.1 ACTIVITÉ CHOLINESTÉRASIQUE SÉRIQUE

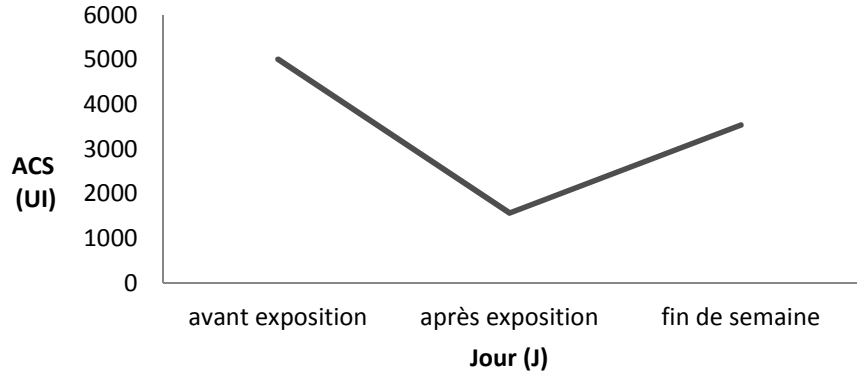


Figure 3 : Evolution de l'AChS (U/L) chez ces sujets pendant toute la semaine

La figure 3 montre la même allure pour tous ces sujets interrogés. Avant exposition, l'AChS de référence a été notée. Ces valeurs de référence étaient inférieures aux valeurs usuelles [3000-9000 U/L] chez 6 sujets. Après exposition aux OP, l'activité a baissé significativement par rapport à la valeur référence chez tous les sujets. En fin de semaine, elle était de nouveau rétablie. Le pourcentage de baisse de l'AChS après exposition a été évalué par rapport aux activités avant exposition références (voir figure 4).

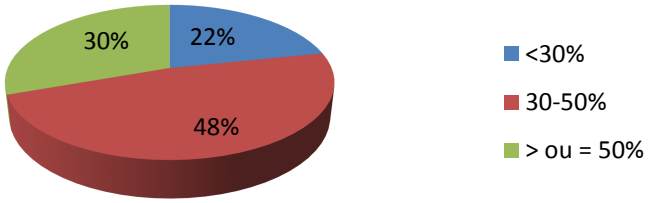


Figure 4: Pourcentage de baisse de l'AChS

3.2.1.2 ACTIVITÉ CHOLINESTÉRASIQUE GLOBULAIRE

Les AChE trouvées avant exposition étaient toutes inférieures aux valeurs normales [7,66-9,48 µmoles/mL d'éruthrocytes]. La figure 5 classe les sujets en fonction du pourcentage de baisse de l'AChE par rapport à la normale.

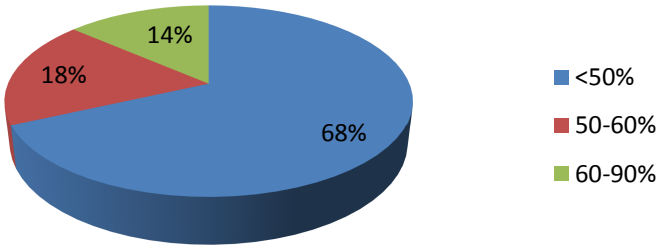


Figure 5: Pourcentage de baisse de l'AChE

3.3 DETECTION DES PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES AU NIVEAU DES URINES

Les pesticides OP (Dioxathion et fénitrothion) ont été recherchées au niveau des urines des 26 sujets. Le fénitrothion a été retrouvé chez 4 travailleurs.

3.4 ETUDE ANALYTIQUE

3.4.1 SCORE DE LA FORMATION ET L'INFORMATION

Le niveau de connaissance était corrélé significativement avec le score de la formation et l'information des travailleurs sur les pesticides. 66.7% des sujets qui n'avaient pas obtenu la moyenne à ce score avaient un niveau scolaire primaire et les 33.3% restants avaient un niveau scolaire secondaire. Les sujets qui avaient un niveau « Baccalauréat » et plus ont eu cette moyenne. Le tableau 4 résume les corrélations étudiées.

Tableau 4 : Etude analytique du score de la formation des travailleurs

Corrélation significative		Corrélation non significative	
Paramètre	p	Paramètre	P
Ancienneté au travail	0,046	Age	0,51
Niveau d'instruction	0,007	Nombre d'heures de travail	0,099
		Etablissement employeur	0,132
		Antécédents professionnels	0,211
		Antécédents personnels	0,142
		Rythme d'exposition	0,726

3.5 ACTIVITE CHOLINESTERASIQUE SERIQUE AU 1ER PRELEVEMENT

L'AChS au 1er prélèvement était corrélée d'une manière statistiquement significative avec l'âge (*p=0,008*). Elle dépendait aussi de l'établissement employeur *(p=0.002*). En effet, nous avons noté que cette activité était en dessous des valeurs normales surtout lorsqu'il s'agissait des agents de la municipalité. De plus, la corrélation était significative avec le niveau d'instruction des manipulateurs (*p=0.003*) et le score de formation et d'information des travailleurs (*p=0,01*). Cependant, la corrélation était non significative avec l'ancienneté au travail, le nombre d'heures de travail, les antécédents professionnels, les antécédents personnels, le tabac, l'alcool, le rythme d'exposition, le score des moyens de protection, le score de la gestion des incidents et le score global.

3.6 BAISSE DE L'ACTIVITE CHOLINESTERASIQUE SERIQUE AU 2EME PRELEVEMENT

Aucune corrélation significative n'a pu être établie entre la baisse de l'AChS et l'âge, l'ancienneté au travail, l'établissement employeur, les antécédents professionnels, les antécédents personnels, le tabac, l'alcool, le rythme d'exposition, le score de la formation et l'information et le score global. Le nombre d'heures de travail a été corrélé significativement à la baisse AChS avec *p=0,035*.

3.7 BAISSE DE L'ACTIVITE CHOLINESTERASIQUE GLOBULAIRE AU 1ER PRELEVEMENT

Nous avons trouvé une corrélation significative entre la baisse de l'AChE et le rythme d'exposition (*p=0,032*) : pour un rythme d'exposition quotidien, la baisse était plus importante. De même, cette baisse était corrélée significativement avec le score de la formation et l'information (*p=0,021*) : 75% des sujets ayant des activités indiquant un faible niveau d'intoxication aux OP et 100% des sujets ayant des activités indiquant une intoxication modérée n'avaient pas tous la moyenne au score de la formation et l'information. D'autres paramètres ont été étudiés mais ils n'ont révélé aucune corrélation significative avec cette baisse de l'AChE. Nous citons : l'âge, l'ancienneté au travail, le nombre d'heure de travail, le niveau d'instruction, l'établissement employeur, les antécédents professionnels, les antécédents personnels, le tabac, l'alcool et le score global.

3.8 DETECTION DU FENITROTHION DANS LES URINES

Le fénitrothion était le seul pesticide détecté par GC/MS à l'aide d'une bibliothèque de spectre au niveau du deuxième prélèvement (après exposition) de quatre travailleurs.

La présence du fénitrothion dans les urines était corrélée significativement avec la baisse de l'AChE (*p=0,002*) après exposition et avec l'ancienneté au travail (*p=0,024*). Elle était statistiquement non corrélée avec la baisse de l'AChS après exposition, l'âge, les signes cliniques et les différents autres paramètres.

4 DISCUSSION

Les données socio-professionnelles de nos sujets étaient proches de celles de la littérature. Notre population était à prédominance masculine comme c'était le cas des études de Bolognesi et al. [9]. La moyenne d'âge était aux alentours de 45 ans proches de celle observée par Tinoco [10]. Les mêmes manifestations cliniques observées dans notre série ont été rapportés par Bolognesi et al. [9]. L'utilisation des moyens de protection dans la littérature était aussi partielle ou inexistante (voir tableau 5). La majorité des sujets exposés étaient des fumeurs. Bolognesi et al. [9] ont noté dans leur série 25,4% de fumeurs.

Tableau 5 : Comparaison entre les caractéristiques socio

	Sexe	Age moyen (ans)	Manifestations cliniques	Moyens de protection
Bolognesi 1993	Prédominance masculine	-	Céphalées, brûlures oculaires, nausées, vertiges	-
Tinoco 1998	Exclusivement masculin	40	0	Non
Farahat 2010	-	38	-	Utilisation partielle
Notre étude 2014	Prédominance masculine	45,42	Irritations cutanées, toux, larmoiement	Utilisation partielle

Aucun cas d'alcoolisme chronique n'a été signalé. Le pourcentage des buveurs d'alcool était très faible. Garcia et al. [11] ont relevé dans leur étude sur les intoxications aux pesticides, 4 cas sur 122 avaient un taux d'éthanol sanguin supérieur à 1g/L. Nous avons relevé quelques antécédents médicaux des travailleurs comme le diabète qui peut être un facteur influant sur le degré de toxicité des pesticides [12]. Dans notre étude, les pesticides utilisés appartenaient aux familles des OP et pyréthrinoïdes. 19 sujets ont affirmé qu'ils utilisaient un seul pesticide, l'emballage de l'insecticide « Fénitrothion » a été ramené au service de médecine de travail et son utilisation a été vérifiée par le médecin sur les lieux du travail, alors que les 7 autres sujets utilisaient plusieurs produits phytosanitaires en mélange sans vérifier leur compatibilité. Garcia et al. [11] ont rapporté dans leur étude que la majorité des sujets étudiés utilisait un seul pesticide (alors que 11,47% utilisaient deux pesticides ou plus). Les pesticides utilisés étaient les : OP (40,16%), les carbamates pesticides (Cb) (33 ,02%) et les organochlorés (OC) (12,75%). Tinoco et al. [10] ont rapporté que 80% de la population étudiée utilisaient les OP, 12,3% manipulaient les pyréthroïdes et 11% travaillaient avec les Cb et les OC. D'après Bolognesi et al. [9], la population « travailleurs » utilisait un mélange de plusieurs pesticides (OP, Cb et autres). Dhalla et Sharma [13] dans leur étude sur les pulvérisateurs Pendjabis ont utilisé des OC, OP, Cb, composés pyréthroïdes et plusieurs composés inorganiques. Sur 183 travailleurs, 126 ont été exposés à un seul pesticide. Néanmoins, 44 sujets utilisaient une combinaison de deux pesticides et six pulvérisateurs ont été exposés à un mélange de trois pesticides. Dans la majorité des études, la plupart des sujets exposés utilisaient un mélange de différents pesticides. Ceci peut être expliqué par le fait que ces études sont en général faites sur des travailleurs agricoles qui, dans le traitement de leur récolte, sont obligés d'utiliser des insecticides contre les ravageurs insectes et des herbicides contre les mauvaises herbes. Dans notre série, il y a deux méthodes prédominantes d'utilisation : la pulvérisation et le poudrage. 88% des sujets interrogés utilisaient la pulvérisation et le poudrage. Les sujets restants pratiquaient uniquement la pulvérisation. En réalité, la méthode de poudrage se résume en un mélange du pesticide en poudre avec un solvant avant l'épandage de ce produit pesticide. Tinoco et al. [10] ont noté que 97% de leur population mélangeaient et pulvérisaient le produit. La majorité des études [12], [14] sont faites sur des agriculteurs qui mélangent eux même les pesticides et les appliquent sur les organismes nuisibles. Nous avons constaté que plus de 60% des sujets interrogés étaient en contact avec les pesticides 8 heures par jour. Bolognesi et al. [9] ont estimé que les sujets exposés travaillaient 8 heures par jour. Dans l'étude de Farahat et al. [15], la moyenne d'heure de travail était de 4-5h. Les travailleurs de coton égyptiens de l'étude de Farahat et al. [15] avaient un rythme d'exposition de 7 jours par semaine pendant la saison d'application. Nous avons noté dans notre série que 6 sujets (27%) ont déjà été victimes d'un accident lors de la manipulation des pesticides. D'après Tinoco et al. [10], 44% de sujets exposés utilisant l'OP, ont rapporté des accidents pendant la pulvérisation de ce produit souvent dus à une contamination accidentelle (60%) [10]. 27% de nos sujets interrogés ne tenaient pas compte des conditions atmosphériques lors de la pulvérisation. Dans l'étude de Roberts et al. [14], 97% de la population étudiée travaillaient pendant la période de chaleur et de froid et 71% travaillaient sous serre ou en milieu fermé mal ventilé. Brown et al. [16], dans leur enquête, ont relevé que 71% des sujets étudiés travaillaient pendent les jours de chaleur et de vent. L'ambiance de travail peut provoquer la survenue des accidents aux pesticides et peut amplifier la pénétration de ces produits dans l'organisme. Dans notre série, la disponibilité des moyens de protection a varié entre 11.5% pour les combinaisons jusqu'à 85% pour les gants en passant par les lunettes et les masques. De plus, nous avons noté un taux variable d'utilisation de ces moyens quand ceux-ci étaient disponibles. Brown et al. [16] ont remarqué dans leur étude que 37% des sujets n'utilisaient pas de moyens de protection et que 44% des sujets interrogés ont violé le code de sécurité. Tinoco et al. [10] ont relevé que la majorité des sujets interrogés ne portait pas de moyens de protection. Farahat et al. [15], dans leur étude ont trouvé que tous les travailleurs portaient un pantalon long, dont la moitié portait des chemises à manches longues et l'autre moitié portait des chemises à manches courtes. La différence la plus significative entre les catégories d'emploi était l'utilisation de chaussures. Ils ont observé que tous les ingénieurs portaient des chaussures, tandis

que trois des six applicateurs étaient pieds nus et deux autres portaient des sandales. Quant aux techniciens, deux portaient des chaussures et quatre portaient des sandales. Aucun des travailleurs ne portait des gants ou tout autre vêtement de protection, et aucun n'utilisait un respirateur. Certains participants portaient des masques de poussière, mais pas souvent sur le nez, et certains portaient des lunettes mais pas toujours de façon appropriée. Nos résultats se rapprochent donc de ceux des autres études. La plupart des ouvriers exposés aux pesticides n'utilisait pas les moyens de protection contre ces produits toxiques non seulement par faute de disponibilité mais aussi ceci est dû au niveau socio-culturel de ces travailleurs. Les conditions de travail chez certains de nos sujets interrogés ne sont pas satisfaisantes puisque ces derniers ne respectent pas correctement les régles d'hygiène et de sécurité. Tinoco et al. [10] ont noté que 94% des sujets mangeaient sur le lieu du travail (dans les champs traités). Une sensibilisation accrue des sujets exposés reste nécessaire pour préserver leur santé contre les effets inhérents aux poisons manipulés. L'interrogatoire des 26 sujets a montré qu'après l'utilisation des pesticides, un nombre de signes cliniques apparait : irritations cutanées (46%), toux (27%), larmoiement (30%). Tinoco et al. [10] ont remarqué dans leur enquête une augmentation de la fréquence des symptômes avec céphalées (41,4%), brûlures oculaires (25,7%), vertiges (7,1%), nausées (5,7%). Au début, les symptômes de crise cholinergique sont dus à une stimulation excessive des récepteurs muscariniques et nicotiniques. L'apparition de la crise cholinergique aigue varie de quelques minutes à plusieurs heures après l'exposition [12].

Dans notre série, nous avons noté une prédominance des signes cliniques chez les sujets ayant un pourcentage de baisse de l'AChS important. (Cette prédominance est non significative). 54 % des sujets ont eu un score de formation et information supérieur ou égal à la moyenne. Ceci est expliqué par le fait que leur recrutement n'exige pas une formation particulière sur les produits manipulés. De plus, la notion de formation continue (séminaire, stage…) était absente dans tous les établissements étudiés. Les valeurs des AChS de référence appartenaient en général à l'intervalle [3000-9000 U/L]. Seuls 6 sujets avaient des valeurs inférieures à 3000. Ces taux faibles peuvent être dus au non respect des modalités de prélèvement des échantillons notamment l'abstinence à l'exposition avant le 1er prélèvement. Il existe, de plus, une variabilité interindividuelle qui explique que dans la population occidentale 3 à 4 % des personnes présentent une activité AChS basse d'origine génétique. Certains individus sont même totalement dépourvus d'AChS sans présenter aucun symptôme [17]. Selon les pourcentages de baisse de l'AChS donnés par Jalady et al [18], nous pouvons classer notre population en 3 catégories : 48% des sujets avaient une baisse de l'activité entre 30 et 50% ce qui nécessite une surveillance, 30% des sujets avaient une baisse de plus de 50% témoignant d'une intoxication par les OP très probable et les 22% restant avaient une baisse d'activité non significative. Tous les sujets de notre série ont présenté une AChE inférieure aux valeurs normales. Ceci peut être expliqué par le phénomène dit du vieillissement. Une fois les ChE inhibées de façon irréversible, voire vieillies, le retour à la normale de l'activité AChE est lent : 100 à 120 jours environ (1 % par jour par renouvellement des érythrocytes) ; il est plus rapide pour l'AChS (environ 3–7 % par jour par synthèse hépatique ; deux à trois semaines environ seraient nécessaires pour une récupération totale) [19].

Maroni M et al [6] ont établi une classification des niveaux d'intoxication basée sur la baisse d'AChE en la corrélant aux signes cliniques et au pronostic vital [6]. Selon cette classification, nous avons noté que 18% des sujets avaient un faible niveau d'intoxication (baisse d'AChE de 50-60%) et 14% avaient une intoxication modérée (baisse d'AChE de 60-90%). Le dosage de l'AChE est l'indicateur le plus simple et le plus fiable de l'inhibition de l'AChE synaptique, et donc le meilleur reflet des effets sur la santé [18]. C'est le meilleur indicateur de l'exposition aux OP. Si l'activité de base de l'individu n'est pas connue, le dosage de l'activité AChE doit être réalisé en complément du dosage de l'activité AChS pour orienter le diagnostic vers l'exposition à un inhibiteur de cholinestérase (OP ou carbamate notamment) [17]. Lors de l'exposition chronique, l'activité de l'AChE peut atteindre des niveaux faibles sans symptômes apparents. Une faible exposition supplémentaire peut provoquer l'apparition des symptômes. Ils ne sont alors pas uniquement associés au niveau d'inhibition atteint, mais dépendent aussi de la rapidité avec laquelle la chute d'activité cholinestérasique s'est produite [17]. L'indicateur biologique d'exposition en France est une activité AChE qui a chuté jusqu'à 70 % de la valeur de référence individuelle (soit 30 % d'inhibition). C'est le niveau d'alarme signifiant une exposition possible à un inhibiteur des ChE [17]. Quand la chute de l'activité des ChE est rapide et massive, le dosage préalable de l'activité moyenne de base n'est pas indispensable pour le diagnostic de certitude d'une exposition [20]. La conduite à tenir est résumée dans la figure 7. La mesure de l'excrétion urinaire de la 3-méthyl-4-nitrophénol est un test sensible pour évaluer l'exposition au fénitrothion puisque ce métabolite se trouve chez les travailleurs exposés en l'absence d'inhibition CHE. Aucune inhibition CHE ne se produit jusqu'à des concentrations urinaires 3-méthyl-4-nitrophénol de 3 mg/l (valeur susceptible de correspondre à une dose orale de 7 mg) [6]. Dans notre étude, la détection des produits OP était corrélée significativement avec la baisse de l'AChE et non pas avec la baisse de l'AChS. Ceci confirme encore que l'AChE est le biomarqueur le plus fiable de l'exposition aux OP.

5 CONCLUSION

L'exposition aux OP était importante ce qui explique la nécessité du suivi médical et biologique régulier de ces ouvriers. Une grande proportion des sujets interrogés n'utilisait pas de moyens de protection. Vu que le risque d'intoxication par voie transcutanée augmente avec la chaleur et l'humidité et en tenant compte de notre climat méditerranéen, nous pouvons dire que dans la majorité des cas, les consignes de sécurité n'étaient pas respectées et le code de prévention était négligé. L'étude a souligné également la nécessité d'améliorer la surveillance et la protection des travailleurs exposés.

Ceci nous incite à une prise en charge multidisciplinaire basée sur :

- L'éducation et l'information des sujets exposés, des professionnels de la santé et des autorités locales sur le risque des pesticides, les moyens de prévention, la toxicité et les signes d'intoxication, les modalités de suivi et le traitement.
- La mise en place d'une législation qui réglemente l'importation, la fabrication, le stockage et le transport, l'étiquetage et l'emballage, la vente et l'utilisation des pesticides et leur contrôle.
- Un examen d'embauche qui implique un examen clinique, un dosage biologique, un dosage de l'AChS, une radiographie du thorax, une exploration fonctionnelle respiratoire, et si possible un électromyogramme (EMG).
- Un suivi médical tous les ans avec un arrêt du travail en cas d'apparition de signes cliniques d'intoxication chronique ou baisse de l'AChS au-delà de 30% ou trouble à l'exploration fonctionnelle respiratoire ou à l'EMG.
- L'information du public sur les risques des pesticides et les modalités d'utilisation.
- La promotion de la recherche afin d'assurer une meilleure qualité des pesticides.
- L'interdiction de vente sur le marché des pesticides de classe I de toxicité (DL inférieure à 5mg/kg).
- L'application de toutes ces mesures devrait réduire au minimum les accidents et les risques pour la santé des personnes exposées aux pesticides.

REFERENCES

[1] Saltmarsh, M., *Food safety: Pesticides,* Dans: J.A. Novotny, and D.J. Baer., Encyclopedia Human Nutrition, 2ème éd. Elsevier, pp. 347-52, 2013.

[2] Abdollahi, M., and Karami-Mohajeri S., *A comprehensive review on experimental and clinical findings in intermediate syndrome caused by organophosphate poisoning*: Toxicology and Applied Pharmacology, vol. 258, no. 3, pp. 309-14, 2012.

[3] Shahar, E., Bentur, Y., Bar-Joseph, G., Cahana, A., and Hershman, E., *Extrapyramidal parkinsonism complicating acute organophosphate insecticide poisonin*: Pediatric Neurology, vol. 33, no. 5, pp. 378-82, 2005.

[4] Thabet, H., Brahmi, N., Kouraïchi, N., Elghord, H., and Amamou, M., *Organophosphorus poisoning*: New concepts. Réanimation, no. 18, pp. 633-9, 2009.

[5] Worek, F., Koller, M., Thiermann, H., and Szincz, L., *Diagnostic aspects of organophosphate poisoning*: Toxicology, vol. 214, pp. 182-9, 2005.

[6] Maroni, M., Colosio, C., Ferioli, A., and Fait, A., *Biological Monitoring of Pesticide Exposure: a review.* Introduction: Toxicology, vol.143, no. 1, pp. 1-118, 2000.

[7] Hermandez, A.F., Gómez, M.A., Pena, G., Gil, F., Rodrigo, L., Villanueva, E., and Pla, A., *Effect of long-term Exposure to Pesticides on Plasma Esterases From Plastic Greenhouse Workers*: Journal of Toxicology Environmental Health PART A. vol. 67, NO. 14, PP. 1095-108, 2004.

[8] Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V.Jr., and Feather-stone, R.M., *A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity*: Biochemical Pharmacology. Vol. 7, pp. 88-95, 1961.

[9] Bolognesi, C., Parrini, M., Reggiardo G, Merlo F, Bonassi S. *Biomonitoring of workers exposed to pesticides*: International and Archives Occupational Environmental Health, vol. 65, no.1, pp. S185-S187, 1993.

[10] Tinoco-Ojanguren, R., and Halperin, D.C., *Poverty, production, and health: inhibition of erythrocyte cholinesterase via occupational exposure to organophosphate insecticides in Chiapas*: Mexico. Archives of Environmental Health, vol. 53, no. 1, pp. 29-35, 1998.

[11] Garcia-Repetto, R., Soria, M.L., Gimenez, M.P., Menendez, M., and Repetto, M., *Deaths from pesticide poisoning in Spain from 1991 to 1996*: Veterinary and Human Toxicology, vol. 40, no. 3, 166-8, 1998.

[12] Chowdhary, S., Bhattacharyya, R., and Banerjee, D., *Acute organophosphorus poisoning*: Clinical Chimica Acta, vol. 431, pp. 66-76, 2014.

[13] Dhalla, S.A., and Sharma, S., *Assessment of serum cholinesterase in rural Punjabi sprayers exposed to a mixture of pesticides*: Toxicology international, vol. 20, no. 2, pp. 154-9, 2013.

[14] Roberts, D.M., Karunarathna, A., Buckley, N., Manuweera, G., Rezvi Sheriff, M.H., and Eddleston, M., *Influence of pesticide regulation on acute poisoning death in Sri Lanka*: Bull World Health Organ, vol. 81, pp. 789-98, 2003.

[15] Farahat, F.M., Fenske, R.A., Olson, J.R., Galvin. K., Bonner, M.R., Rohlman, D.S., Farahat, T.M., Lein, P.J., and Anger, W.K., *Chlorpyrifos exposures in Egyptian cotton field workers*: NeuroToxicology, vol. 31, no. 3, pp. 297-304, 2010.

[16] Brown, S.K., Ames, R.G., and Mengle, D.C., *Occupational illnesses from cholinesterase- inhibiting pesticides among agricultural applicators in California, 1982-1985*: Archives Environmental Health, vol. 44, no. 1, pp. 34-9, 1989.

[17] Eddleston, M., Buckley, N.A., Eyer, P., and Dawson, A.H., *Management of acute organophosphorus pesticide poisoning*: Lancet, vol. 371, no. 9631, pp. 2170-1, 2008.

[18] Jalady, A.M., and Dorandeu, F. *Intérêt du dosage des cholinestérases dans le cadre des intoxications aux organophosphorés* : Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation, vol. 32, no. 12, pp. 856–62, 2013.

[19] Testud, F., and Grillet, J.P., *Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthrinoïdes de synthèse et divers :* EMC Pathologie professionnelle et de l'environnement, pp. 1-24, 2007.

[20] Testud, F., and Bougon, D., *Intoxication sévère par un insecticide organophosphoré après un accident de pulvérisation aérienne* : Archives des maladies professionnelles et de l'environnement, vol. 70, pp. 465-70, 2009.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 212-219
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Study of the Effects of Ageing Temperature and Ageing Time on the Microstructure and Some Mechanical Properties of Sand Cast Al-Si-Mg Alloys

Ebenezer Donkoh and Oswald Nunoo

Department of Physics, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

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

ABSTRACT: This research work studied the effect of heat treatment on some mechanical properties of locally produced sand cast Al-Si-Mg alloys. The T6 heat treatment method was used for the heat treatment. The results show that solution heat treatment of Al-14%Si-0.288Mg at 530 ^{o}C for 6 hours resulted in an ultimate tensile strength of (120.00±0.70 MPa) with impact energy of (20.00±2.65 J) and the as cast ultimate tensile strength was (122.00±0.70 MPa) with impact energy of (12.33±0.58 J).The peak ultimate tensile strength was (228.32±0.93 MPa) with impact energy (14.00±0.58 J) when artificially aged at 170 ^{o}C for 5 hours. The peak strength at 160 ^{o}C for 7 hours was (200.40±0.98 MPa) with impact energy (13.67±0.58 J). These values obtained for the ultimate tensile strength were within the European standards for the ultimate tensile strength of sand cast Al-Si-Mg alloys (ISO Al Si7Mg, ISO AlSi10Mg and ISO Al Si12Cu in the T6 conditions are 260, 260 and 170 MPa) respectively. Also Al-Si-Mg alloy responded to the heat treatment very well.

KEYWORDS: Solution Treatment, Ageing Time, Ageing Temperature, Intermetallic Phases.

1 INTRODUCTION

The exceptional and excellent specific strength and the combination of properties provided by aluminium and its alloys make it one of the most attractive metallic materials for industrial applications [5]. Aluminium and its alloys have gained several applications in the aerospace, automotive, building, marine, sports and exercise, rail, energy distribution, packaging and mechanical industry. As designers seek to design light weight vehicles and aircrafts with improved fuel efficiency and reduced carbon footprint [10].

The Al-Si-Mg alloy is very useful in the automotive industry due to its good wear resistance, low thermal expansion, light weight and strength after ageing treatment [7]. Magnesium additions of 0.25–0.5% Mg allow Al–Si alloys to be hardened by heat treatment, improving mechanical properties through the precipitation of Mg_2Si in a finely dispersed form [1], [7]. The T6 ageing treatment of heat treatable Al-Si-Mg alloys consists of solution heat treatment, quenching and ageing. The strengthening phase (Mg_2Si) precipitates out of solution and grows into large incoherent phase within the matrix during casting. This is due to the slow cooling rate of the samples in the mould. The large, incoherent (Mg_2Si) phases do little to increase the strength of the alloy. To obtain finely dispersed Mg_2Si particles, the alloy is solution heat treated to a temperature of 540 ^{0}C to dissolve the Mg_2Si back into solution in the aluminium matrix [2]. Quenching is where the alloy quickly cools from solution, locking the strengthening elements in the aluminium matrix. At this point the alloy is meta-stable due to entrapment of silicon and magnesium crystals wanting to precipitate but at this room temperature they lack enough energy to fully precipitate out of the matrix. Aging is where the alloy is raised to a temperature high enough to initiate the precipitation of the Mg_2Si particles. During the aging process, the Mg_2Si particles precipitates out as finely dispersed particles, which anchor the matrix and impede the movement of dislocation in the matrix and in effect this strengthens the alloy significantly [2], [11]. The successive precipitation sequence in Al-Si alloys which contain magnesium is represented by β_{SSS} → GP zones (β″) → β′ → β Mg_2Si. The precipitation sequence for Al–Si–Mg alloys starts with the formation of spherical GP zones consisting of an enrichment of Mg and Si atoms. The zones elongate and develop into a needle shaped coherent β″ phase. The needles grow to become semi-coherent rods (β′ phase) and finally non-coherent platelets (stable β phase) [11].

Corresponding Author: Ebenezer Donkoh

The aim of this research is to investigate the effects of ageing temperature and ageing time on the microstructure and the mechanical properties of Al-Si-Mg alloys.

2 EXPERIMENTAL PROCEDURES

High purity aluminium 99.80%, high purity magnesium 99.80%, and Silicon were obtained from Valco Ghana limited and used for the work. The chemical composition of the aluminium alloy is given in Table 1. in the as-cast condition.

Table 1.Chemical compositions for the Al-Si-Mg alloy sample (weight. %)

Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Ti	Li	Sr	V
80.889	14.400	0.102	0.010	0.003	0.288	0.007	0.5233	0.002	0.000	0.008	0.014
B	Ca	Pb	Cr	GA	Sn	Zr	Be	Bi	Na	Cd	P
0.000	0.001	0.000	0.000	0.008	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	3.749

Some quantities each of the aluminium, magnesium and silicon were melted in a diesel fired crucible furnace and then cast into cylindrical rods of diameter 20 mm and length 370 mm in a sand mould. After solidification of the cast samples, the samples were machined into the standard test size for both tensile test and impact test and microstructural specimen. 24 test samples were prepared for each of the tensile test and impact test 70 samples were cast in all. All samples were solution treated at temperature of 530 ^{o}C to prevent melting of the Mg_2Si, which melts at 550 ^{o}C. The solution treatment time was 6 hours. After the solution heat treatment all the samples were quenched in water of temperature 28 ^{o}C.

The samples were then divided into groups for the tensile, impact and microstructural tests. Samples were artificially aged at two different temperatures of 160 ^{0}C/1Hr, 160^{0}C/2Hrs, 160^{0}C/3Hrs, 160^{0}C/4Hrs, 160^{0}C/5Hrs, 160^{0}C/6Hrs, 160^{0}C/7Hrs and 160^{0}C/8Hrs. Also 170 ^{0}C/1Hr, 170 ^{0}C/ 2Hrs, 170 ^{0}C/3 Hrs, 170 ^{0}C/4Hrs, 170 ^{0}C/5Hrs, 170 ^{0}C/6Hrs, 170 ^{0}C/7Hrs and 170 ^{0}C/8Hrs. Three samples were tested for each time and temperature.

2.1 TENSILE TEST

Tensile test was performed on the various samples using the Control tensile testing machine from the Ghana Standards Authority. The load to fracture and diameter at point of fracture as well as the final gauge length was noted. The initial gauge length and diameter was noted before the uniaxial load. The ultimate tensile strength and the percentage elongation were calculated from the data gathered both before and after the tests. Figure 1 below shows the schematic of the tensile test sample according to ASTM E8 standards.

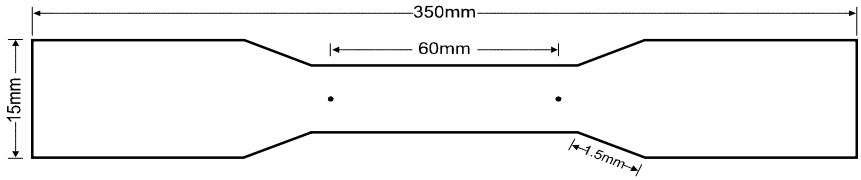


Figure 1 Schematic diagram of tensile test sample

2.2 IMPACT TEST

Impact test were performed on the various samples to determine the impact strength by using the Tinius Oslen impact testing machine. The dimensions of the square prism as given by the American Society for Testing and Materials (ASTM): B 108 Standards are 10 mm x 10 mm x 55 mm. A V-notch of depth 2 mm and base radius 0.25 mm and angle opening of 45 ^{o}C were cut in the mid-section of the length of the samples. The v notched sample in the form of square prism was clamped in the impact testing machine. The hammer was then released from a preset height to come and strike the sample on the opposite side to the notch. After the sample was broken the pendulum hammer swung on and the energy used in breaking the sample was read off a scale on the machine in joules. Figure 2 below shows the schematic of the sizes of samples used for the test.

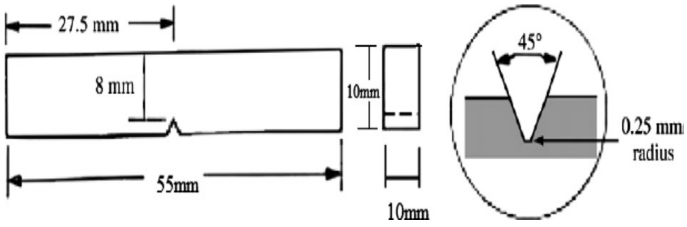


Figure 2 Schematic of impact test sample

2.3 MICROSTRUCTURE EXAMINATION

A Leica microscope with a computer interphase was used for the microstructural examination. The sample were section, grinded and polished using SiC water proof abrasive papers of grits, 240, 400, 600 and 1000 in succession on electrically powered grinding wheels. The samples were each mounted on the stage of the microscope (Leica DM 2500 M optical microscope) which is capable of producing magnification of (100X to 1000X). The specimen surface was perpendicular to the optical axis.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 Tensile properties of Al-14%Si-0.288Mg as cast, SHT, Peaked aged at 160 ^{o}C and 170 ^{o}C respectively.

Alloy	Condition	Time(hrs)	UTS(MPa)
Al-14Si-0.288Mg	As cast		122.00
	SHT(530 ^{o}C)	6	120.00
	Peak aged 160 ^{o}C	7	200.40
	Peak aged 170 ^{o}C	5	228.32

Table 2 above depicts the variations in the ultimate tensile strength of Al-14%Si-0.288Mg under various conditions such as, as-cast, SHT, Peak-aged at 160 ^{o}C and 170 ^{o}C respectively. The ultimate tensile strength of the as-cast alloy was (122±0.70 MPa) and (120±0.70 MPa) when the alloy was solution treated at 530 ^{o}C for 6 hours in the furnace, the percentage reduction in strength was 1.67%. Decrease in ultimate tensile strength was attributed to slow cooling rate during quenching of the sample which caused particles to precipitates heterogeneously at grain boundaries or at the dislocations; resulting in a decrease in the super saturation of solute atoms and resulting in reduction in ultimate tensile strength [8]. As expected, there was 63.6% and 66.31% increase in strength from the as cast and the solution treated samples when aged at 160 ^{o}C, that is (122±0.70) to (200.40±0.98 MPa) and (120±0.70 MPa) to (200.40±0.98 MPa). There was also an increase in strength of 86.4% from the as cast structure when the samples were peak aged at 170 ^{o}C, that is from (122±0.70 MPa) to (228.32±0.93 MPa). It can also be seen that the peak ageing time was 5 hours for the 170 ^{o}C temperature and 7 hours for 160 ^{o}C temperatures. This shows that increase in temperature, increased the ultimate tensile strength of Al-14%Si-0.288Mg alloys.

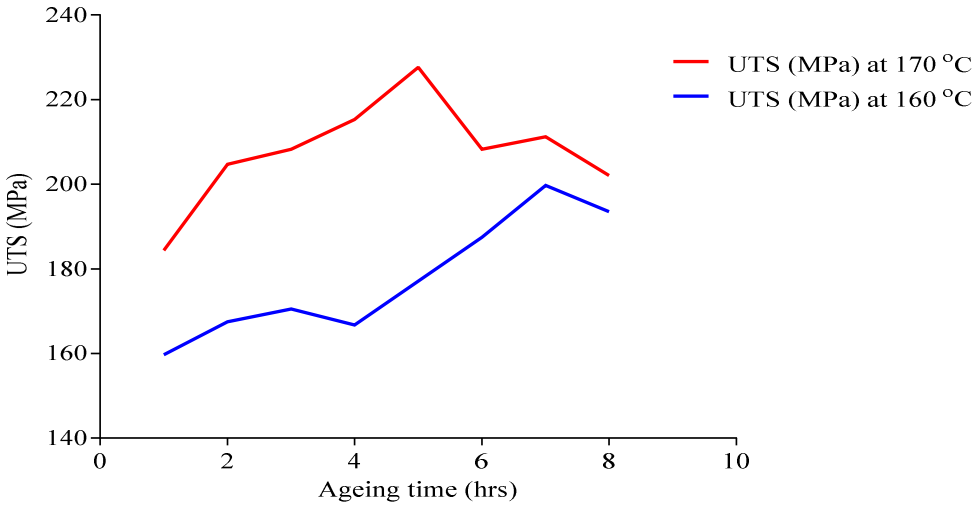


Figure 3 Composite curves for Al-14%Si-0.288Mg at 160 °C and 170 °C for 8 hours

Figure 3 show that as the ageing time is increased, the UTS value also increased up to (171±0.70 MPa) at 3 hours and drops slowly at time 4 hours. After this time, the UTS value increased up to (200.40±0.98 MPa) at 7 hours which is the peak and drops, as indicated in Figure 3 for the alloy studied at 160 °C. The reasons for this drop may be as a result of the fact that a decrease in ultimate tensile strength is associated with an increase in inter-particle spacing between precipitates which makes dislocation bowing very easier [3].

The increase in ultimate tensile strength at 170 °C was quick at 3 hours with a value of (208.60±0.42 MPa). This value further increased to (228.32±0.93 MPa) which is the peak UTS. At this temperature the microstructure has been refined by the heat treatment into finely dispersed Mg_2Si, AlFeSi, $Al_{12}Mg_2Si$ and $Al_8Mg_3FeSi_6$ particles or precipitates. With the strengthening phase β" which is coherent together with the semi-coherent β-Mg_2Si [6]. The alloy at this time and temperature produces UTS which is due to the accelerated production of Mg_2Si and other strengthening phases. Clusters are formed which impede the movement of dislocations therefore high UTS is recorded [1]. This UTS was within the European standards for the ultimate tensile strength of sand and chill cast aluminium alloys (ISO Al Si7Mg, ISO Al Si10Mg and ISO Al Si12Cu in the T6 conditions are 260, 260 and 170 Mp) respectively [4].

Figure 3 compares the two temperatures 160 °C and 170 °C and the various UTS values recorded for their peaks. It could be seen that the UTS values for the temperature 170 °C were higher than that of 160 °C. This confirmed the fact that increasing ageing temperature increases the tensile strength of Al-Si-Mg alloys [9]. Figure 4 and Figure 5 shows that Al-Si-Mg has uniform and good percent elongation from 1 hour to their peak ageing periods, which showed good mechanical properties and these mechanical decreased after their peak ageing times that was 7 hours and 5 hours for Al-Si-Mg alloy at ageing temperatures 160 °C and 170 °C.

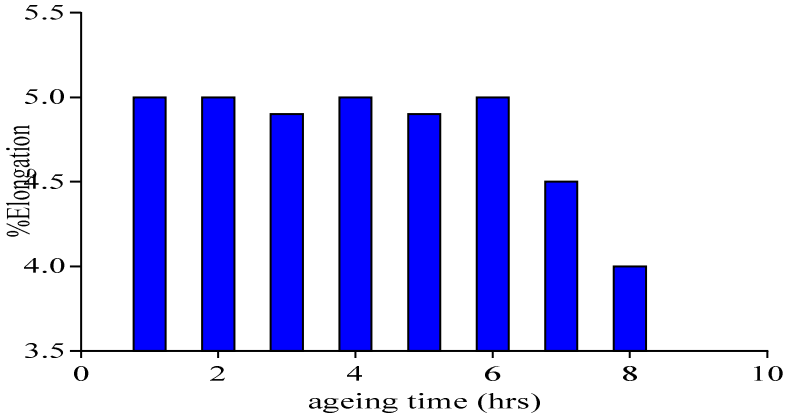


Figure 4 Effects of ageing time on the ductility of samples 160 °C

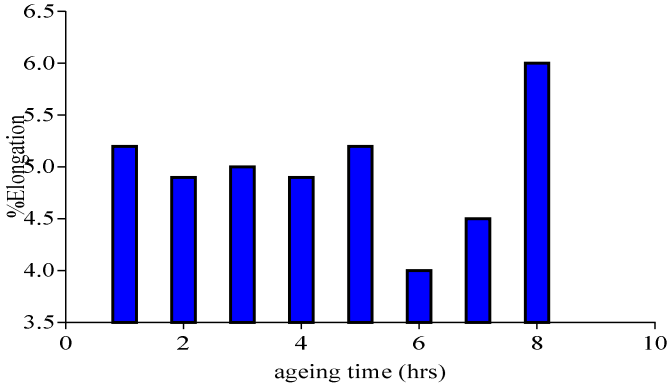


Figure 5 Effects of ageing time on the ductility of samples at 170 ^{o}C

3.1 IMPACT PROPERTIES OF SAMPLES

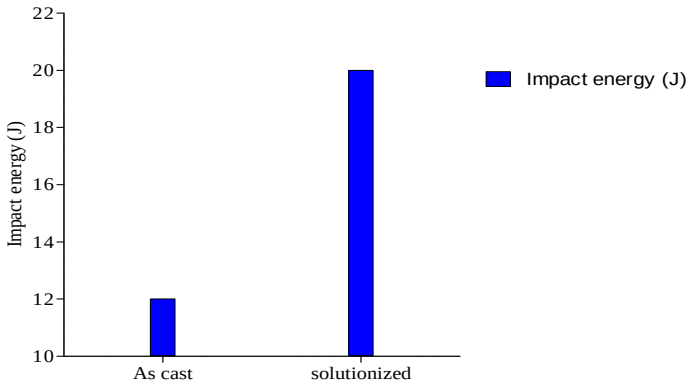


Figure 6 Impact energy of as-cast and solution treated sample

The observation made from Figure 6 was that the impact energy of the solution heat treated sample was greater than the as cast sample. The impact energy increased from (12.33±0.58 joules) to (20±2.65 joules) respectively. This means the heat treatment had a positive effect on the impact toughness of the sample. This increase in impact toughness was due to the coarsening and increases in size and shapes of the silicon particles and spacing between intermetallic particles that were formed which made dislocation movement much easier. This confirmed the observations made by [12].

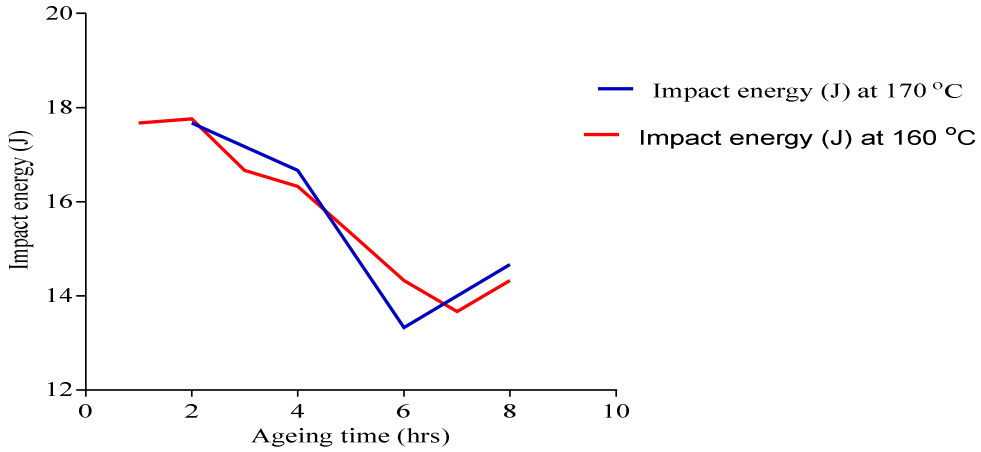


Figure 7 Composite curves of impact energies at 160 ^{o}C and 170 ^{o}C for Al-Si-Mg alloy

Figure 7, shows composite curves of impact energy at 160 ^{o}C and 170 ^{o}C for Al-Si-Mg alloy. At temperature 170 ^{o}C, there was a reduction in impact from 2 hours up to 6 hours. After 6 hours the impact energy started to increases again. The reduction in impact energy was due to the microstructure being refined by the heat treatment into finely dispersed Mg_2Si, AlFeSi, $Al_{12}Mg_2Si$ and $Al_8Mg_3FeSi_6$ particles or precipitates. The strengthening phase β" is coherent together with the semi-coherent β-Mg_2Si [6]. Clusters are formed which impede the movement of dislocations [1]. The increase in impact toughness after 6 hours was due to the coarsening and increases in size and shapes of the silicon particles and spacing between intermetallic particles that were formed which made dislocation movement much easier. Temperature 160 ^{o}C showed same decrease in impact energy up to 7 hours and increase in the impact energy after 7 hours, Figure 7 also showed the effect of ageing temperature on the impact energy of the samples. The ageing time had a negative effect on the impact toughness because of the reduction in the impact toughness as time progressed.

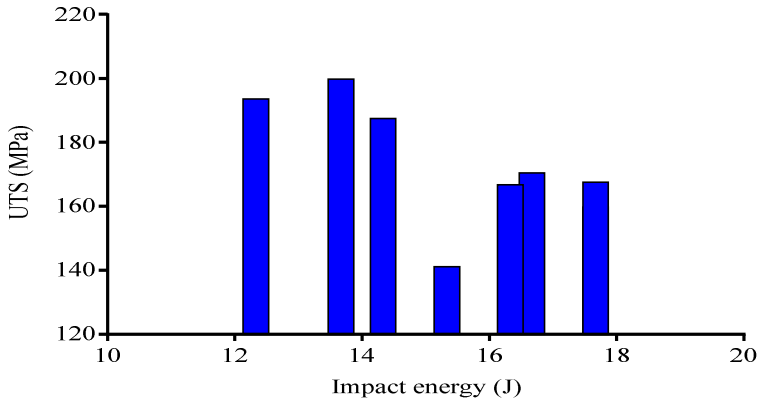


Figure 8 Bar charts of UTS against impact energies at ageing at 160 ^{o}C (Al-Si-Mg alloys)

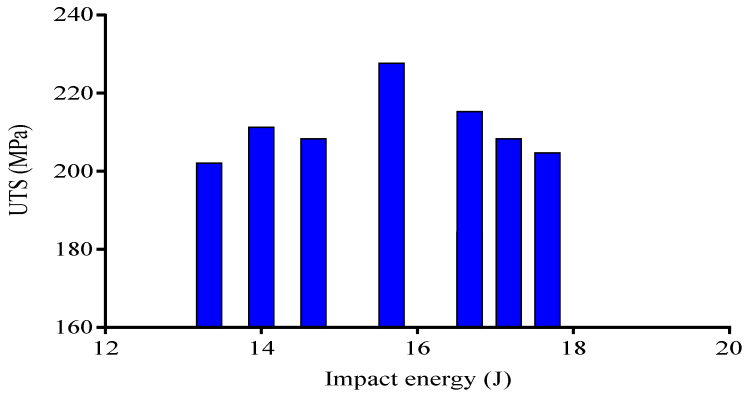


Figure 9 Bar charts of UTS against impact energies at ageing temperature of 170 ^{o}C (Al-Si-Mg alloys)

3.2 MICROSTRUCTURES

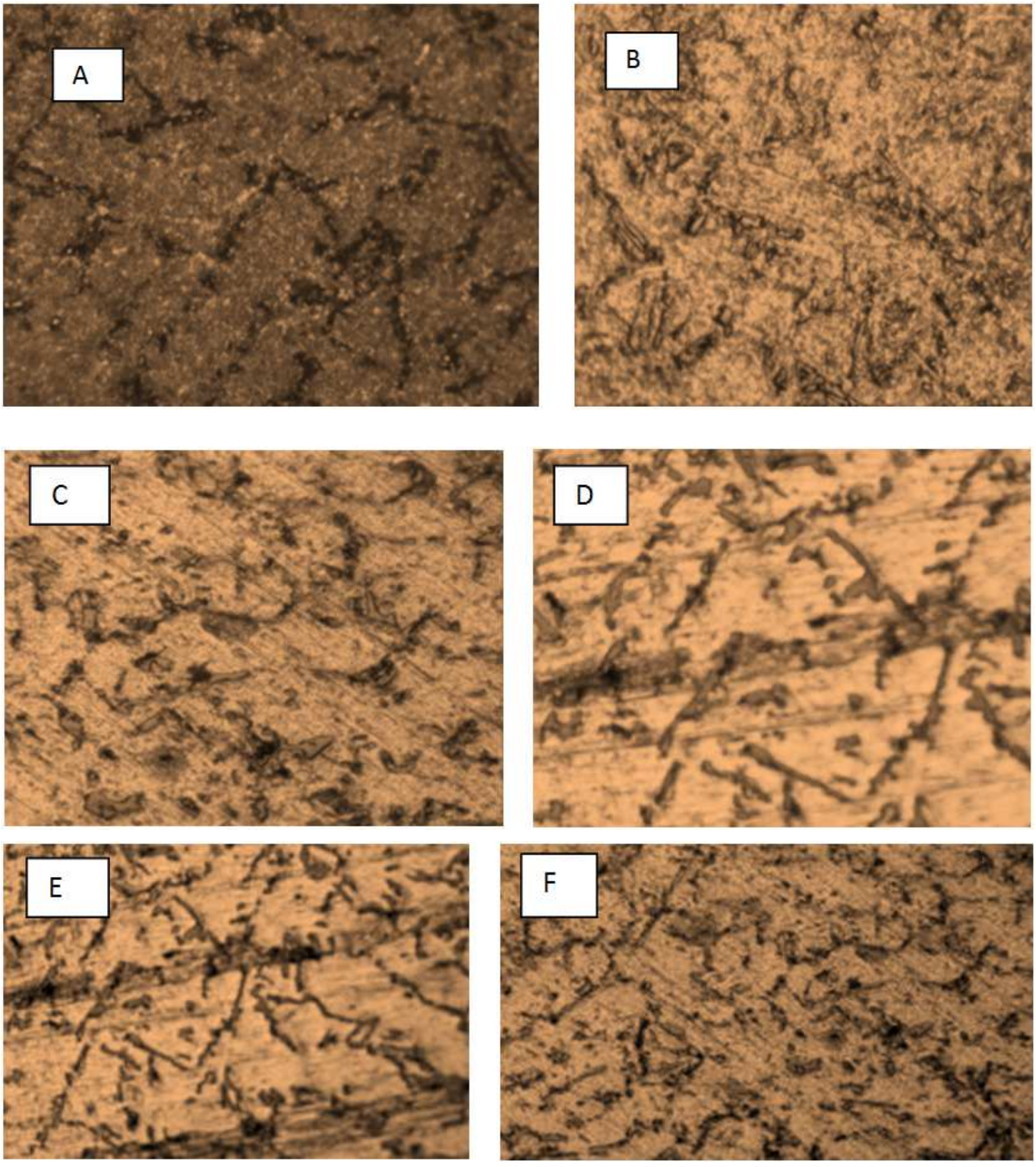


Figure 10 Optical microstructures of Al-Si-Mg (a) as cast (b) SHT for 6 hours (c) aged 5 hours (d) aged 7 hours at 170 ^{o}C, (E) aged 6 hours and (F) aged 7 hours at 160 ^{o}C (x200).

The microstructures in Figure (10) show how heat treatment changes the microstructure of Al-Si-Mg alloys used in this research work. Figure 10 (a) shows the as-cast microstructure which is made up of α-Al dendrites. Figure 10 (b) shows a

supersaturated alloy microstructure with trapped solid solutes after solution heat treatment. Figure 10 (c) shows precipitates forming after age hardening for 2 hours. Figure 10 (d) shows more precipitates forming after 3 hours of ageing. The Mg_2Si is the principal hardening phase and precipitates of this structure in the microstructure results in increase in tensile and yield strength of the alloy as well as hardness [6]. This precipitates impede dislocation movements [1].

4 CONCLUSIONS

The study of the effects of heat treatment on locally produced sand cast Al-14%-Si-0.288Mg alloy has been conducted and the tensile, percentage elongation and impact strengths were measured and correlated to the microstructures. The following conclusions have been made from the research. Al-Si-Mg alloys respond very well to heat treatment. Increasing temperature increases both rate of precipitation and the Ultimate tensile strength (UTS) of Al-Si-Mg alloys.

The lower the ageing temperature, the longer the time required to obtain peak strength and the higher the temperature the shorter the time needed to attain peak strength. The ultimate tensile strength (UTS) recorded for the Al-Si-Mg alloy were within the European standards for sand and chill cast aluminium alloys (ISO Al Si7Mg, ISO Al Si10Mg and ISO Al Si12Cu in the T6 conditions are 260, 260 and 170 MPa) respectively. Increasing the ageing time reduced the impact strength of the alloy.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Dr. Kwakye, Prof. Nkum and the head of the physics department for their help during the project. Sincere thanks to ASTM International for the grant offered to help partly finance the project. Thanks to Aluworks Ghana limited, Valco Ghana limited and the Ghana Standards Authority for their tremendous support during the duration of the project. Great KOSA Company for their tremendous support in casting the aluminium alloy samples.

REFERENCES

[1] Abdulwahab, M., Madugu, I. A., Yaro, S. A., Hassan, S. B., & Popoola, A. P. I. (2011). Effects of multiple-step thermal ageing treatment on the hardness characteristics of A356.0-type Al-Si-Mg alloy. Materials and Design, 32(3), 1159–1166. http://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.10.028

[2] Adeosun, S. O., Balogun, S. A., Sekunowo, O. I., & Usman, M. A. (2010). Effects of Heat Treatment on Strength and Ductility of Rolled and Forged Aluminum 6063 Alloy. Materials Characterization, 9(8), 763–773.

[3] Ashby, M. F., & Jones, D. R. H. (2005). Chapter 10. The Light Alloys. Engineering Materials 2, 100–112.

[4] Brown, J. R. (1999). Non-Ferrous Foundryman's Handbook. Butterworth-Heinemann.23-45

[5] E lahetia, S. M. (2013). Effect of Short Cycle Heat Treatment and Cooling Rate on Microstructure and Mechanical Properties of Recyled Aluminium Sand Casting.

[6] Fatai Olufemi, A. (2012). Ageing Characteristics of Sand Cast Al-Mg-Si (6063) Alloy. International Journal of Metallurgical Engineering, 1(6), 126–129. http://doi.org/10.5923/j.ijmee.20120106.06

[7] Hossain, A., & Kurny, A. S. W. (2014). Optimization of Artificial Ageing Time and Temperature on Evaluation of Hardness and Resistivity of Al-Si-Mg (Cu or /& Ni) Alloys, 8(4), 319–324.

[8] Ishak, M., Amir, a, & Hadi, a. (2013). Effect of Solution Treatment Temperature on Microstructure and Mechanical Properties of a356 Alloy, (July), 1–3.

[9] Mohamed, a M. a, & Samuel, F. H. (2012). A Review on the Heat Treatment of Al-Si-Cu / Mg Casting Alloys.

[10] Prillhofer, R., Rank, G., Berneder, J., Antrekowitsch, H., Uggowitzer, P. J., & Pogatscher, S. (2014). Property criteria for automotive Al-Mg-Si sheet alloys. Materials, 7(7), 5047–5068. http://doi.org/10.3390/ma7075047

[11] Sjölander, E., & Seifeddine, S. (2010). The heat treatment of Al–Si–Cu–Mg casting alloys. Journal of Materials Processing Technology, 210(10), 1249–1259. http://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2010.03.020

[12] Zhang, D. L. (2002). Effect of a short solution treatment time on microstructure and mechanical properties of modified Al – 7wt .% Si – 0 . 3wt .% Mg alloy. Journal of Light Metals, 2, 27–36.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 220-234
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

COMPORTEMENT DU CLIMAT FUTUR EN CÔTE D'IVOIRE: CAS DE LA REGION DU GÔH - CENTRE OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE

[BEHAVIOUR OF FUTURE CLIMATE IN CÔTE D'IVOIRE: CASE OF THE REGION OF GOH - CENTER-WEST OF THE CÔTE D'IVOIRE]

René BALLIET[1], Bachir M. SALEY[2], Anowa E. L. EBA[1], Gabriel E. AKE[1], Vano Mathunaise SOROKOBY[2], Yao E. KOUAKOU[3], and Akon A. N'DRI[1]

[1]Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (UFR-STRM), Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire

[3]Laboratoire de Géosciences et Environnement (LGE), Université Nangui Abrogoua d'Abidjan, Côte d'ivoire

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

ABSTRACT: In the context of climate change, socio-economic development of a region depends on its ability to adapt to adverse climate effects. However, a good and sustainable adaptation to these effects requires knowledge of the evolution of future climate. This study aims, the projection of some climatic parameters (temperature and rainfall) of the GOH region (center-west of the cöte d'ivoire) for the 2020, 2050 and 2080 by a model of statistical downscaling (SDSM 4.2.9). To do this, this model includes observational data and data anthropogenic emissions scenarios A2 (pessimistic) and B2 (optimistic). According to the scenarios, temperatures would experience an increase. While rainfalls would decrease in the region. These temperature increases and decreases in rainfall observed could have consequences on the development of the region.

KEYWORDS: SDSM, Climate Change, adaptation, projection, Côte d'Ivoire, Goh.

RESUME: Dans le contexte de changement climatique, le développement socio-économique d'une région dépend de sa capacité à s'adapter aux effets négatifs du climat. Cependant, une bonne adaptation et durable à ces effets nécessite la connaissance de l'évolution du climat futur. Cette étude a pour objectif, la projection de certains paramètres climatiques (précipitations et températures) de la région du Gôh (Centre Ouest de la Côte d'Ivoire) pour les horizons 2020, 2050 et 2080 par un modèle de désagrégation statistique (Downscalling Model) SDSM 4.2.9. Pour ce faire, ce modèle intègre des données d'observation et des données des scénarii d'émissions anthropiques A2 (plutôt pessimiste) et B2 (plutôt optimiste). Selon ces deux scénarii, les températures connaitraient une hausse et les précipitations une baisse dans de la région. Ces hausses de température et baisses de pluies constatées pourraient avoir des conséquences sur le développement de la région.

MOTS-CLEFS: SDSM, Changement climatique, adaptation, projection, Côte d'Ivoire, Gôh.

Corresponding Author: René BALLIET

1 INTRODUCTION

Selon [1], en même temps que la planète se réchauffe, le régime des précipitations se modifie et des phénomènes extrêmes tels que les sécheresses, les inondations, les incendies de forêts, la détérioration de la sécurité alimentaire, la propagation des maladies climato sensibles et l'augmentation du risque de conflits à cause de la raréfaction des ressources (terres, l'eau) deviennent plus fréquents.

La région du Gôh (Centre Ouest Côte d'Ivoire) a des systèmes de production économiques fondés sur l'exploitation des ressources naturelles locales, qui restent fortement tributaires du climat et de ses variations. Ainsi, ces systèmes ne sont pas épargnés des effets du changement climatique. Pour limiter ces effets, on peut soit réduire les émissions de gaz à effet de serre (atténuation), ou soit s'adapter aux changements du climat (adaptation). Les travaux menés à l'échelle internationale, notamment ceux de [2], demandent de notre part une adaptation, même si tout est mis en œuvre pour éviter les dérèglements climatiques par la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La perspective du réchauffement climatique dans les décennies à venir, avec comme conséquence l'accroissement de la variabilité des précipitations et du nombre d'évènements météorologiques extrêmes, la montée du niveau de la mer et le déplacement des zones climatiques, présage de sérieux problèmes d'adaptation. Selon [3], il devient donc nécessaire de redoubler d'efforts pour intégrer l'approche et les mécanismes d'adaptation au Changement Climatique dans la planification tant au niveau régional, national que local.

2 MATÉRIELS ET METHODE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La région du Gôh est située au centre-ouest de la côte d'Ivoire entre les latitudes 5,679° et 6,649° N et les longitudes 6,408° et 5,201° W. Elle appartient à la nouvelle boucle de cacao et est limitée par les régions de la Marahoué et du Haut-Sassandra au Nord, de la Nawa à l'Ouest, du Lôh-Djiboua au Sud et de l'Agnéby-Tiassa, du Bélier et du district de Yamoussoukro à l'Est. Cette région est constituée de deux départements : le département de Gagnoa (comme chef-lieu de région, la sous-préfecture de Gagnoa) à l'ouest et le département d'Oumé à l'est (figure 1).

La région est soumise à deux types de climat: le climat équatorial de transition (climat Attiéen) sur presque toute la région et le climat équatorial de transition atténué (climat Baouléen) à l'extrême Ouest. La végétation est constituée essentiellement d'une forêt humide sempervirente.

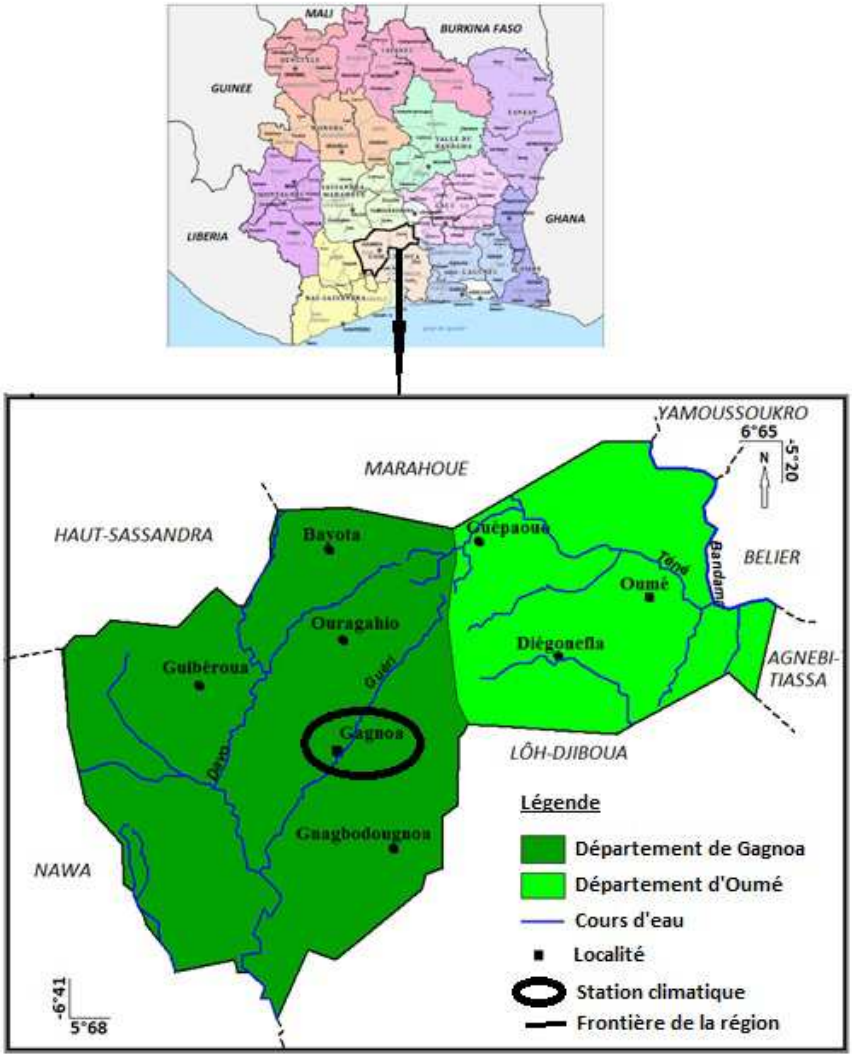


Figure 1 : Situation géographique de la région du Goh

2.2 MATÉRIELS

2.2.1 DONNÉES

Dans cette étude, ce sont les données climatiques (pluviométrie et températures) de la station de Gagnoa qui ont été utilisées. Ces données sont journalières et ont été fournies par la SODEXAM. La période d'observation des pluies est de 35 ans (1961-1995) et celle des températures est de 30 ans (1981-2010). Les températures sont constituées de températures minimales, maximales et moyennes.

A ces données s'ajoutent les prédicteurs (données atmosphériques) de ré-analyse du National Centers for Environmental Prediction (NCEP) pour le calibrage et la validation, et de Hadley Centre Coupled Model, version 3 (HadCM3) pour les scénarii. Ces données sont téléchargeables sur le site : (http://www.cics.uvic.ca/scenarios/sdsm/select.cgi). Les variables prédictives sont fournies sur une grille de sorte que les données ont été téléchargées à partir de la case de la grille la plus proche de la zone d'étude (tableau I).

Tableau I: Coordonnées des stations et les grilles de prédicteurs respectifs

Stations	Longitude	Latitude	Variables observées (prédictands)	Grille de prédicteurs
Gagnoa	5,95° O	6,13° N	Précipitations, Températures	BOX_03X_33Y

2.2.2 MATÉRIELS

Le matériel de traitement des données est essentiellement du matériel informatique constitué d'un ordinateur équipé de plusieurs logiciels spécifiques dont Statical DownScaling Model ((SDSM) version 4.2.9. C'est un modèle de réduction d'échelle statistique, pour la projection des paramètres climatiques (Températures et précipitations).

2.3 MÉTHODE

2.3.1 JUSTIFICATION DU CHOIX DU MODELE CLIMATIQUE

Le modèle SDSM est un modèle basé sur des techniques statistiques de réduction d'échelle, développé par l'Agence Environnementale d'Angleterre (AEA) [1].

L'intérêt majeur de la technique SDSM, est qu'elle permet de produire de façon rapide des séries quotidiennes des paramètres météorologiques (température moyenne, température maximale, température minimale, précipitations) pour l'ensemble de la période 2011-2099. Ceci facilite par la suite l'interprétation des tendances de la variabilité interannuelles de ces paramètres. Toutefois, cela n'est possible que pour les zones ou les observations sont disponibles, homogènes et fiables.

2.3.2 PRINCIPE DU MODÈLE SDSM

La figure 2 représente les opérations nécessaires pour la production des scenarii de changements climatiques à haute résolution. Ces opérations sont résumées principalement en cinq étapes :

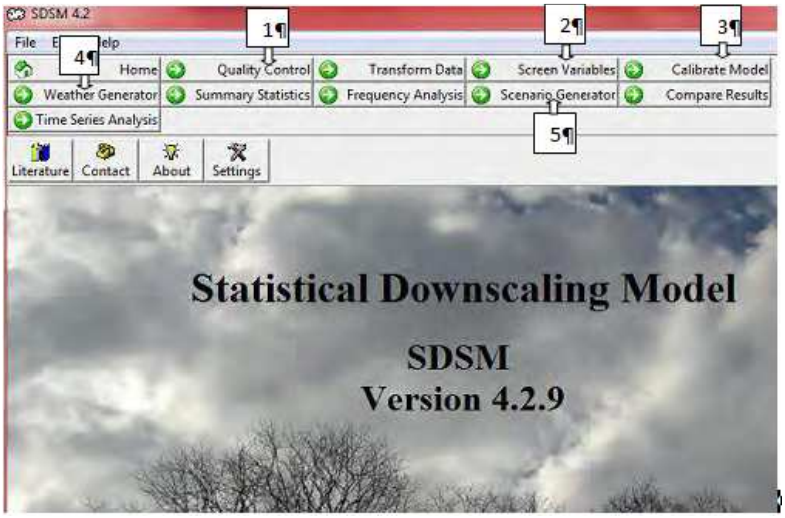


Figure 2 : Les principales étapes de la projection

Etape 1 : contrôle des données

Cette première étape consiste à faire un dernier contrôle des données observées avant la calibration du modèle avec le module « Quality Control ». Il est aussi parfois nécessaire de procéder à certaines transformations au niveau des prédictands (observations) et/ou prédicteurs (données de grande échelle NCEP ou HadCM3).

Etape 2 : sélection des prédicteurs (les prédicteurs sont des variables atmosphériques utilisées les projections)

Le processus de décision statistique dans le choix d'un nombre optimal des prédicteurs reste une des étapes les plus difficiles vu que l'importance de ces derniers varie dans le temps. Cette étape de sélection se fait avec le module « Sceen Variables » et permet un choix statistique rigoureux des prédicteurs en se basant sur la corrélation partielle et le p-value entre prédictands et prédicteurs (tableau II).

Tableau II: Variable de ré-analyse sélectionnées pour les précipitations et température

Variables	Stations	Prédicteurs	Corrélation partielle (Partial r)	P valeur
Précipitations (PRCP)	Gagnoa	Ncepp5_zaf	0.035	0,0303
		Nceprhumaf	-0,035	0,0349
		ncepshumaf	0,035	0,0322
Température maximale (TMAX)	Gagnoa	Ncepp_zaf	0,05	0,0000
		Ncepshumaf	0,033	0,0016
		Nceptempaf	0,313	0,0000
Température minimale (TMIN)	Gagnoa	Ncepp8zhaf	0,056	0,0000
		Ncepshumaf	0,165	0,0000
		Nceptempaf	0,128	0,0000
Température moyenne (TMIN)	Gagnoa	Ncepp_zaf	0,057	0,0000
		Ncepshumaf	0,145	0,0000
		Nceptempaf	0,359	0,0000

Etape 3 : calibration du modèle

Cette opération qui se fait par le module «Model calibrate» prend en considération le prédictand qui sont des les données climatiques de stations (température moyenne, température maximale, température minimale et précipitations) et la série de prédicteur (Ré-analyses NCEP).

On peut définir si la calibration se fait sur une base mensuelle, saisonnière ou annuelle, et si le processus est conditionnel ou inconditionnel. Dans le cas d'un processus inconditionnel (par exemple, pour la température), un lien direct est présumé entre les prédicteurs et le prédictand. Dans un processus conditionnel (par exemple, pour la précipitation), une procédure intermédiaire est utilisée parce que la quantité de précipitation locale dépend de l'occurrence des jours humides, qui en retour dépend des prédicteurs régionaux, comme l'humidité et la pression atmosphérique notamment.

Pour le calibrage du modèle, les premières moitiés (1961-1977) de la période d'observation (1961-1995) des pluies et (1981-1995) de la période d'observation (1981-2010) des températures ont été utilisées

Etape 4 : Validation du logiciel

C'est la génération des données sur le climat présent et l'analyse statistique qui se fait par le module « Weather Generator ». Ce module permet la génération d'un ensemble de séries stochastiques quotidiennes de l'observation locale (prédictand) sur le climat présent à l'aide des modèles calibrés et du générateur de temps intégré dans SDSM. La procédure permet la vérification des modèles calibrés en se basant sur des séries de données indépendantes et certains critères statistiques.

La qualité de l'ajustement du modèle SDSM a été aussi jugée par les valeurs du critère de Nash [4] à la suite de chaque simulation. Ce critère est celui qui globalement permet d'obtenir les meilleurs calages et validation ([5] ; [6] in [7]). Le modèle est considéré comme performant quand les données estimées se rapprochent des données observées, c'est-à-dire lorsque la valeur du critère de Nash est proche de 100%. Cependant, un critère de moins de 60% ne donne pas une concordance satisfaisante entre les hydrogrammes observés et simulés par le modèle ([8] in [9]).

La validation a nécessité les données des deuxièmes moitiés des périodes d'observation à s'avoir 1978-1995 pour les pluies et 1995-2009 pour les températures. Comme critères d'évaluation de la performance statistique, pour la précipitation, la précipitation moyenne mensuelle et le cumul des pluies sont utilisées. Quand aux températures, ce sont les moyennes mensuelles qui sont utilisées pour la validation.

Etape 5: Génération des scénarii de changements climatiques

Après la calibration du modèle statistique de réduction d'échelle (SDSM), les scenarii de changement climatique A2 et B2 de grande échelle HadCM3 sont utilisés dans le module «Scenario Generator». Ces scenarii sont utilisés comme des entrées pour produire un ensemble de séries quotidiennes (dans cette étude 20 séries par paramètre et par scénario) pour le climat futur sur la période 2011-2099 à l'échelle de la station météorologique. Cette opération de génération des scénarii des changements climatiques A2 et B2 se fait séparément pour chaque scenario et pour chaque paramètre météorologique (température moyenne, température maximale, température minimale, précipitations).

La figure 3 montre les différentes étapes à suivre pour une projection du climat futur par le modèle SDSM dans la région du Gôh.

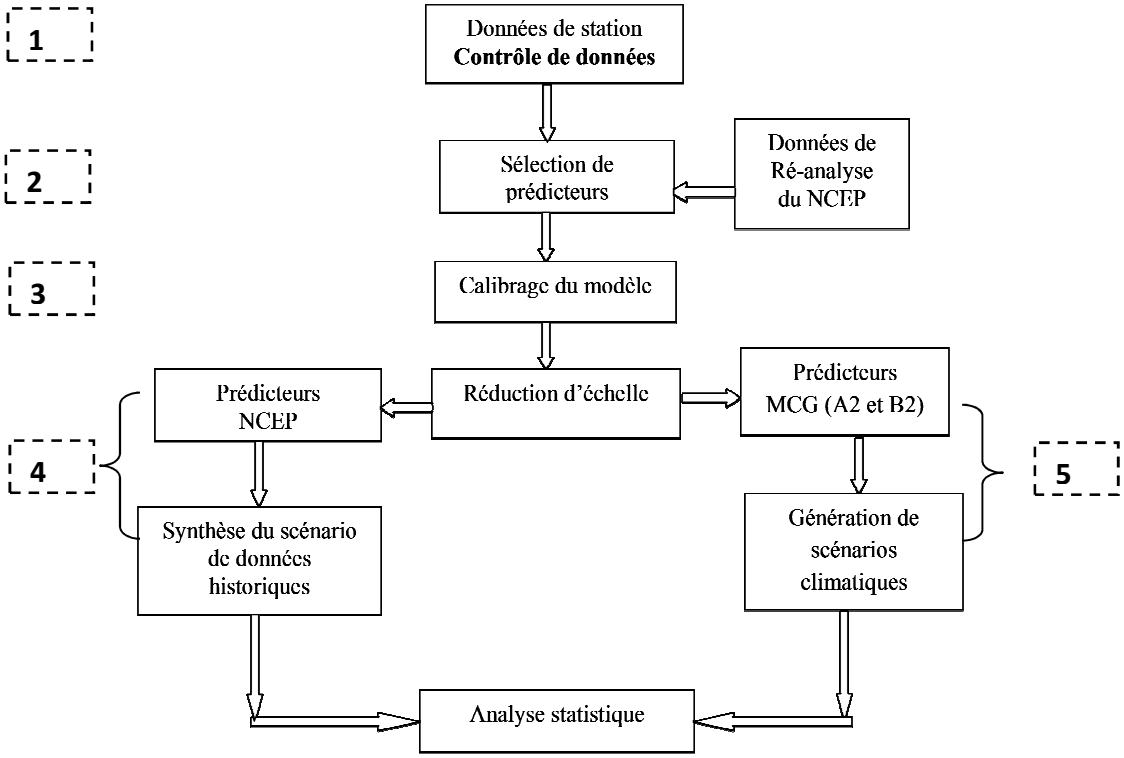


Figure 3 : Processus d'évaluation des changements climatiques futurs au niveau de la région du GÔH

3 RESULTATS ET DISCUSION

3.1 RÉSULTATS

3.1.1 CALIBRAGE ET VALIDATION DU MODÈLE

La figure 4 montre la comparaison des températures minimales (TMin), températures moyennes (TMoy) et températures maximales (TMax) à échelle réduite (simulée) et observée au cours de la période de validation. Les différents graphiques montrent que les températures simulées sont pratiquement égales aux températures observées. Cela démontre que la validation de ces paramètres de températures donne une performance satisfaisante du logiciel SDSM.

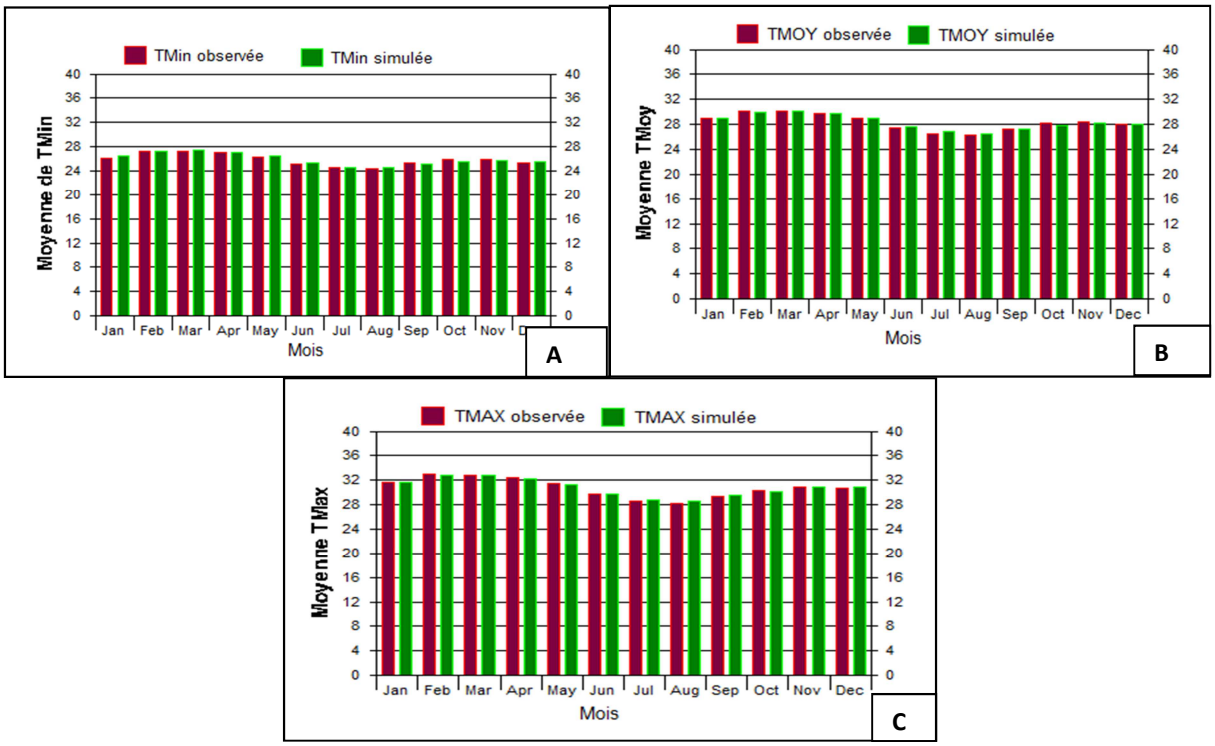


Figure 4: Comparaison entre les températures minimales (A), moyennes (B) et maximales (C) journalières observées et simulées

Pour la validation des précipitations (PRCP), ce sont la moyenne et le cumul des précipitations qui ont été utilisés. Les figures 5 montrent les résultats de validation du modèle SDSM pour les pluies. Les résultats donnent une mauvaise estimation de la moyenne et du cumul mensuelle des précipitations tant à la station d'Oumé qu'à la station de Gagnoa. De l'analyse des graphiques, il ressort d'une manière générale que le modèle sous-estime les moyennes de précipitations pour presque tous les mois. En ce qui concerne, le cumul des pluies, la figure 5B montre une sous-estimation des cumuls de décembre à mars et de juin à septembre et une surestimation d'octobre à novembre et d'avril à mai.

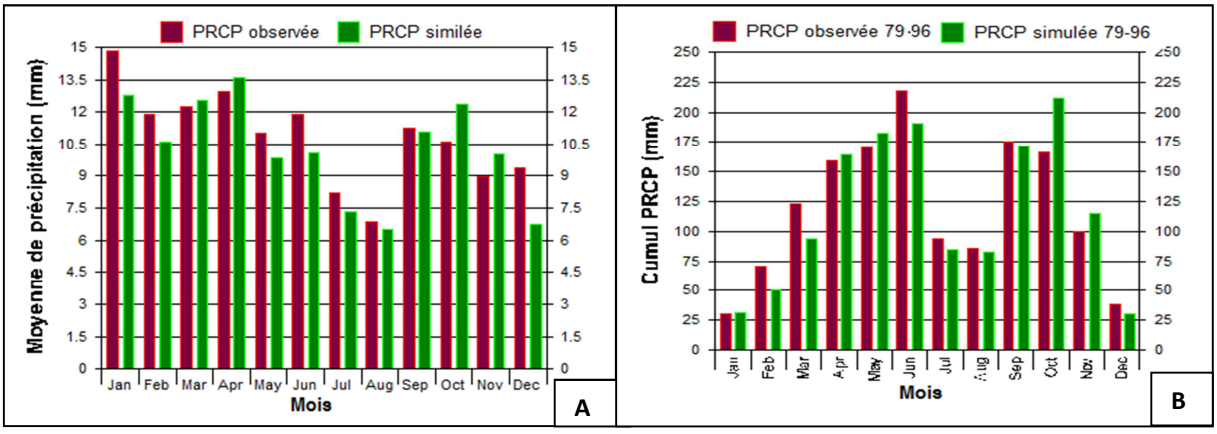


Figure 5: Comparaison entre les précipitations moyennes journalières (A) et cumuls mensuels (B) observées et simulées (1978-1997) à la station de Gagnoa

La validation du Modèle par les graphiques est appuyée dans cette étude par le critère de Nash dont les résultats sont reportés dans le tableau III. Le critère de Nash en validation de la température sur la période de 1978-1994 donne pour la température minimale (Tmin) 82%, la température maximale (Tmax) 88% et la température moyenne (Tmoy) 99,45%. En validation de la précipitation, il donne 62,45% à la station de Oumé et 64,84% à la station de Gagnoa. Ces résultats obtenus sont supérieurs à 60%. En outre, ils montrent que la simulation des températures est très satisfaisante pour Tmin, et Tmax, et

excellente pour Tmoy. De même celle des pluies est satisfaisante, indiquant ainsi une difficulté de simuler les précipitations à l'échelle locale à partir des variables atmosphériques à grande échelle.

Tableau III : Critère de Nash

Paramètres	Tmin	Tmax	Tmoy	PRCP
Nash (%)	82	88	99,45	64,84

3.1.2 EVOLUTION FUTURE DES TEMPERATURES ET DES PRECIPITATIONS ISSUS DE LA DESCENTE D'ECHELLE STATISTIQUE

3.1.2.1 TEMPÉRATURE MINIMALE (TMIN)

Les scénarii A2 (figure 6A) et B2 (figure 6B) indiquent que les Tmin auraient une évolution décroissante par rapport à la période de référence (1981-2010), sauf les mois d'août à novembre où elles seraient en hausse.

La température projetée avec le scénario A2 (figure. 6A) indique que la Tmin serait en baisse de 0,019° C à l'horizon 2020, de 0,215° C à l'horizon 2050 et de 0,214° C à l'horizon 2080. Annuellement, selon A2, les Tmin passeraient de 21,9° C entre 1981-2010 à 21,88° C à l'horizon 2020 ensuite à 21,87 à l'horizon 2050 et à 21,874° C à l'horizon 2080.

Selon le scénario B2 (figure 6B), les Tmin seraient également en baisse de 0,213° C, de 0,225° C et de 0,222° respectivement aux horizons 2020, 2050 et 2080. Les moyennes annuelles des Tmin passeraient de 21,9° C pour les années 1981-2010 à 21,868° C ensuite à 21,87° C et à 21,88° C aux horizons 2020, 2050 et 2080.

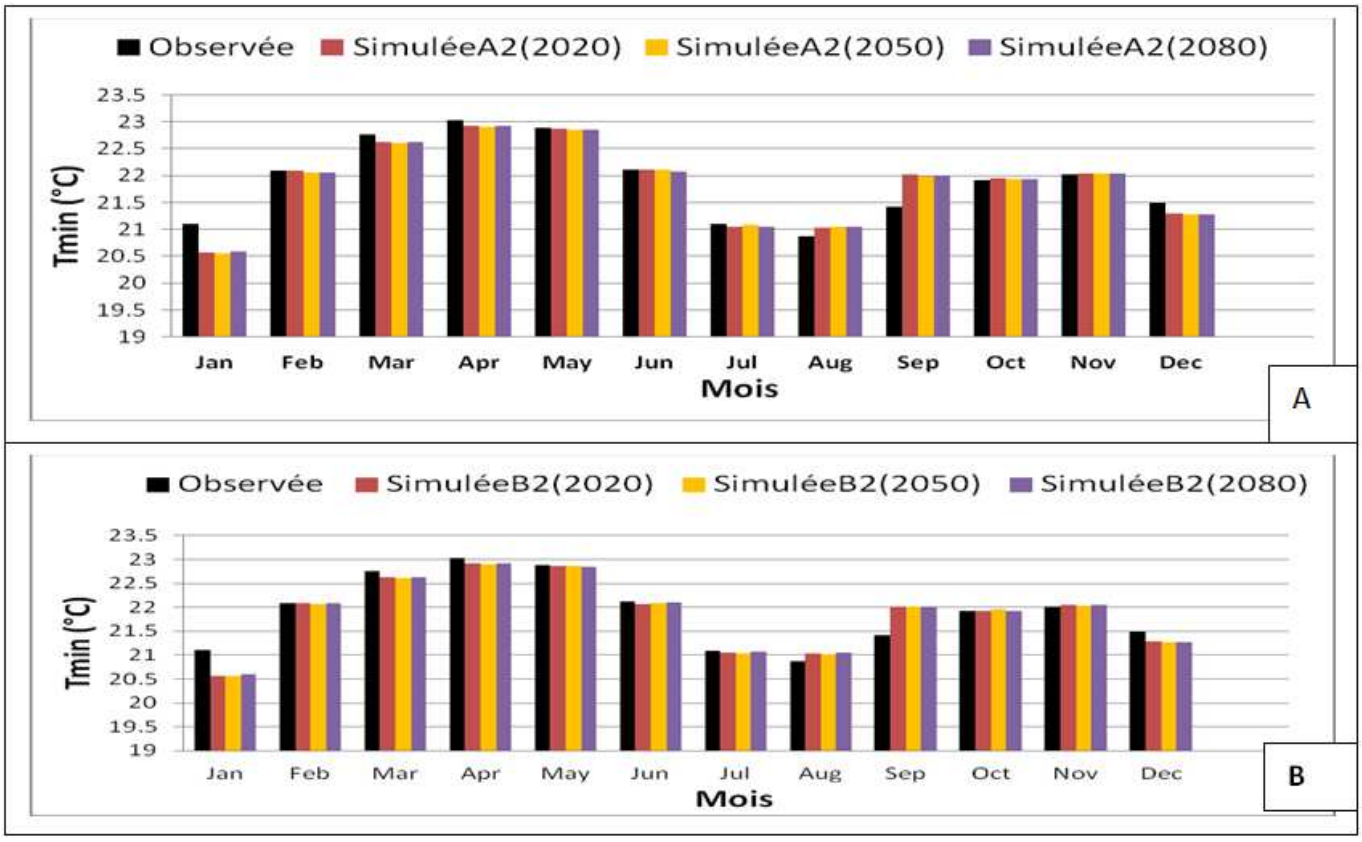


Figure 6: Evolution des moyennes mensuelles des températures minimales journalières pendant les horizons 2020,2050 et 2080 selon les scénarios A2 (A) et B2 (B)

3.1.2.2 TEMPÉRATURE MAXIMALE (TMAX)

La figure 7 présente les variations des moyenne des Tmax aux horizon 2020, 2050, et 2080, par rapport à la période de référence (1981-2010), selon les scénarii A2 (fig. 7A) et B2 (fig. 7B).

Les deux scénarii indiquent des changements à l'égard de la période de référence dans les années 2020, 2050, et 2080. Ainsi, tout comme le scénario A2, B2 prédit des Tmax en hausse d'octobre à mai, alors que de juin à septembre, ces scénarios annoncent une baisse de Tmax.

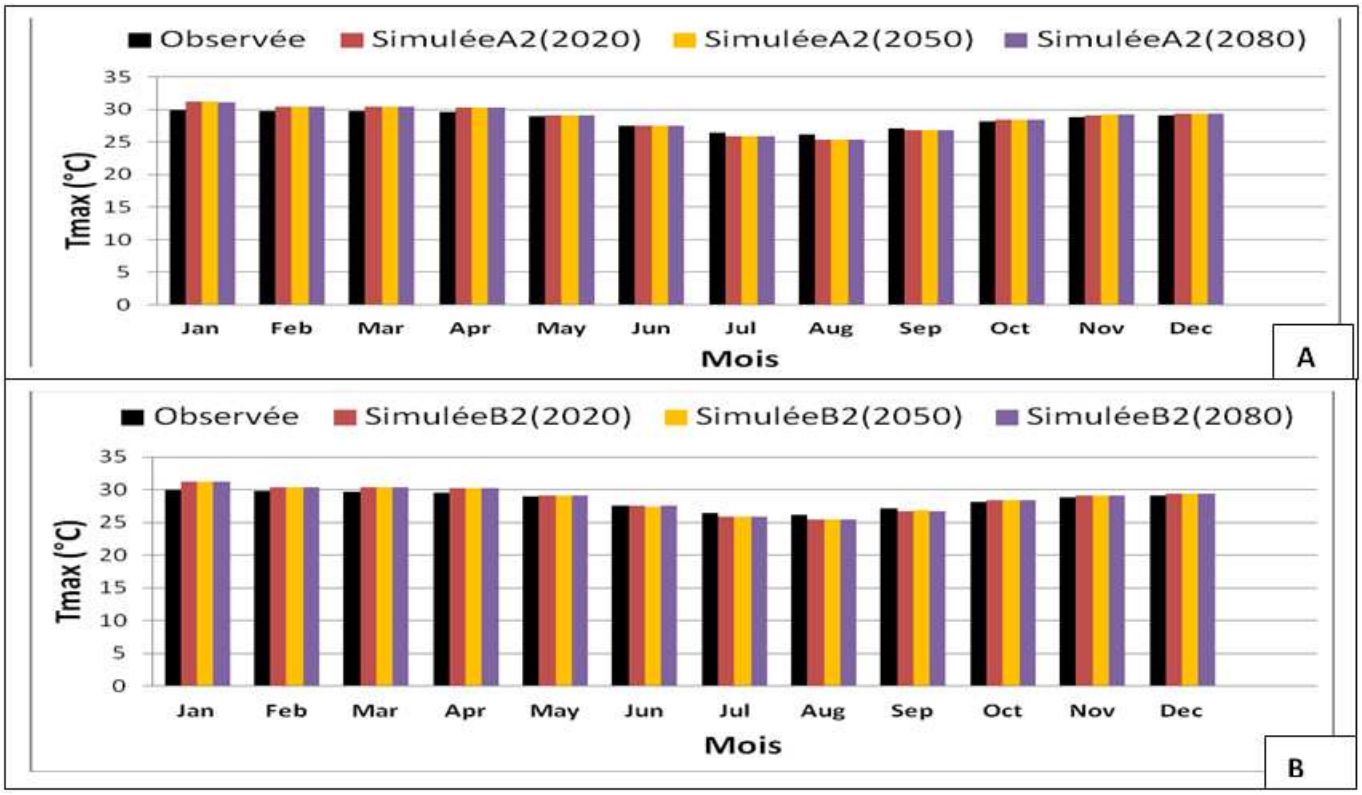


Figure 7: Evolution des moyennes mensuelles des températures journalières pendant les horizons 2020, 2050 et 2080 selon les scénarios A2 (A) et B2 (B)

Le tableau IV montre les écarts entre les températures maximales observés et celles projetées.

Tableau IV: Ecarts de températures maximales prévues par rapport à 1981-2010

	1981-2010	2011-2040		2041-2070		2071-2099	
Scénaro		***A2***	***B2***	***A2***	***B2***	***A2***	***B2***
Tmoy (°C)	28.44	28.67	28.662	28.674	28.665	28.664	28.66
Ecarts moyens (°C)		**0,225**	**0.218**	**0,230**	**0,221**	**0,220**	**0.216**

3.1.2.3 TEMPÉRATURE MOYENNE (TMOY)

La figure 8 montre l'évolution de la Tmoy pendant les horizons 2020, 2050 et 2080.

L'analyse de la figure 8 montre que les deux scénarii A2 (fig. 8A) et B2 (fig. 8B) prédisent une baisse de Tmoy de mai à août. Cependant, de septembre à avril, des hausses des Tmoy seraient observées, avec des maxima de prêt de 1° C en février. Annuellement, ces deux scénarii prédisent une hausse de Tmax à la station de Gagnoa.

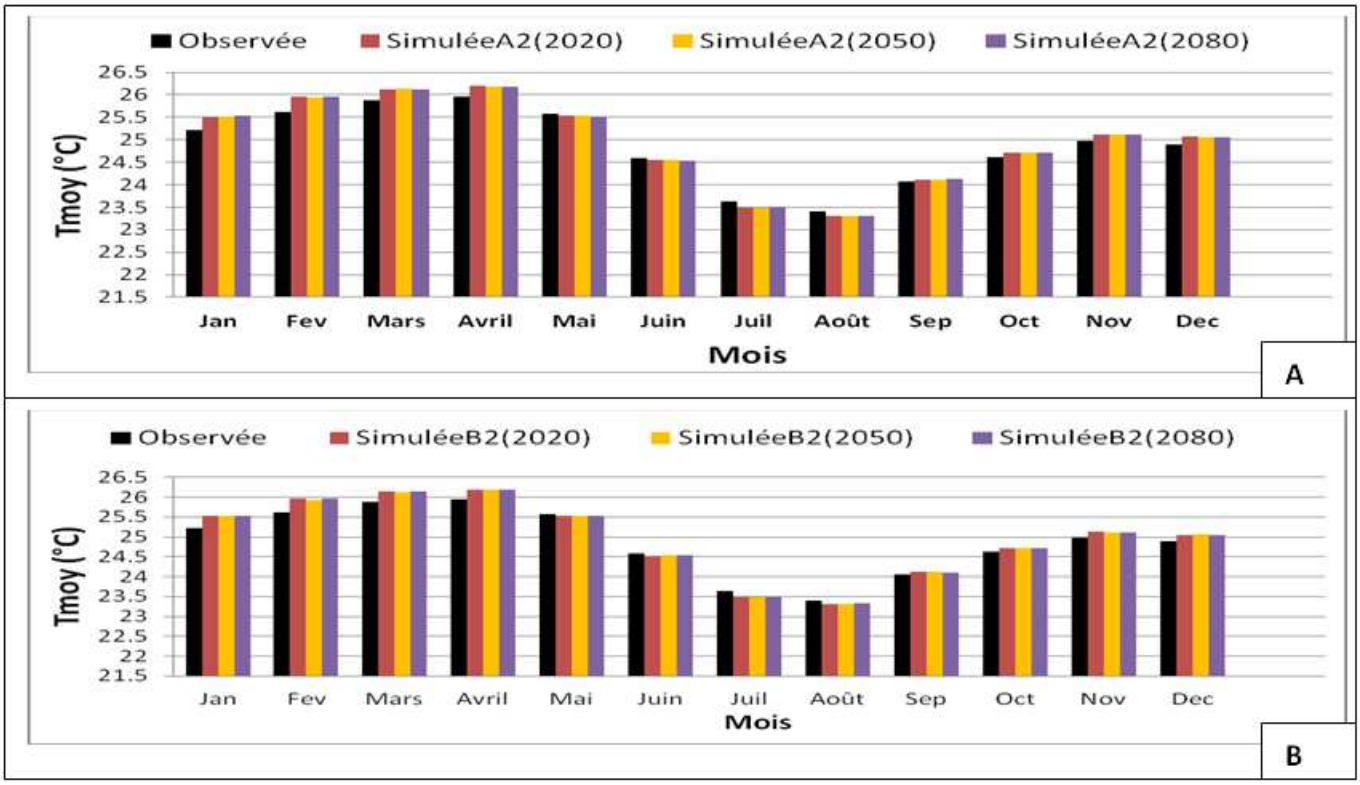


Figure 8: Evolution des moyennes mensuelles des températures journalières pendant les horizons 2020, 2050 et 2080 selon les scénarios A2 (A) et B2 (B)

Le tableau V montre les écarts entre les températures moyennes observées et celles projetées.

Tableau V: Ecarts de températures moyennes prévues par rapport à 1981-2010

	1981-2010	2011-2040		2041-2070		2071-2099	
Scénaro	***A2***	***A2***	***B2***	***A2***	***B2***	***A2***	***B2***
Tmoy (°C)	24.871	24.972	24.975	24.973	24.97	24.973	24.975
Ecarts moyens (°C)		**0,101**	**0,103**	**0.102**	**0,099**	**0,1022**	**0.104**

3.1.2.4 PRÉCIPITATION

A la station de Gagnoa, la variation future des pluies prévue par les scénarii A2 et B2 est mise en exergue par les figures 9, 10 et 11.

Les cumuls saisonniers des pluies sont représentés par la figure 9. Selon le scénario A2 (fig. 9A), les pluies connaîtraient une baisse dans les grandes saisons sèche et de pluie ainsi que la petite saison sèche aux différents horizons 2020, 2050 et 2080. Pendant la petite saison de pluie, ce scénario projette des pluies en hausse par rapport à la période de référence (1961-1990). Annuellement, A2 projette des pluies en baisse de 5,14% (2020), de 2,34% (2050) et de 3,3% (2080). Quant au scénario B2 (fig. 9B), il prévoit des baisses de pluies pendant la grande saison de pluie et la petite saison sèche et des hausses dans la grande saison sèche et petite saison de pluie pour les horizons 2020 et 2080. Pendant l'horizon 2050, B2 prévoit des diminutions de pluie dans les grandes saisons sèche et de pluie de même que la petite saison sèche. Cependant, dans la petite saison de pluie ce scénario annonce une hausse de la pluviométrie. Annuellement, les pluies seraient en baisse de 5,65% (2020), de 4,42% (2050) et de 7,25% (2080) selon B2.

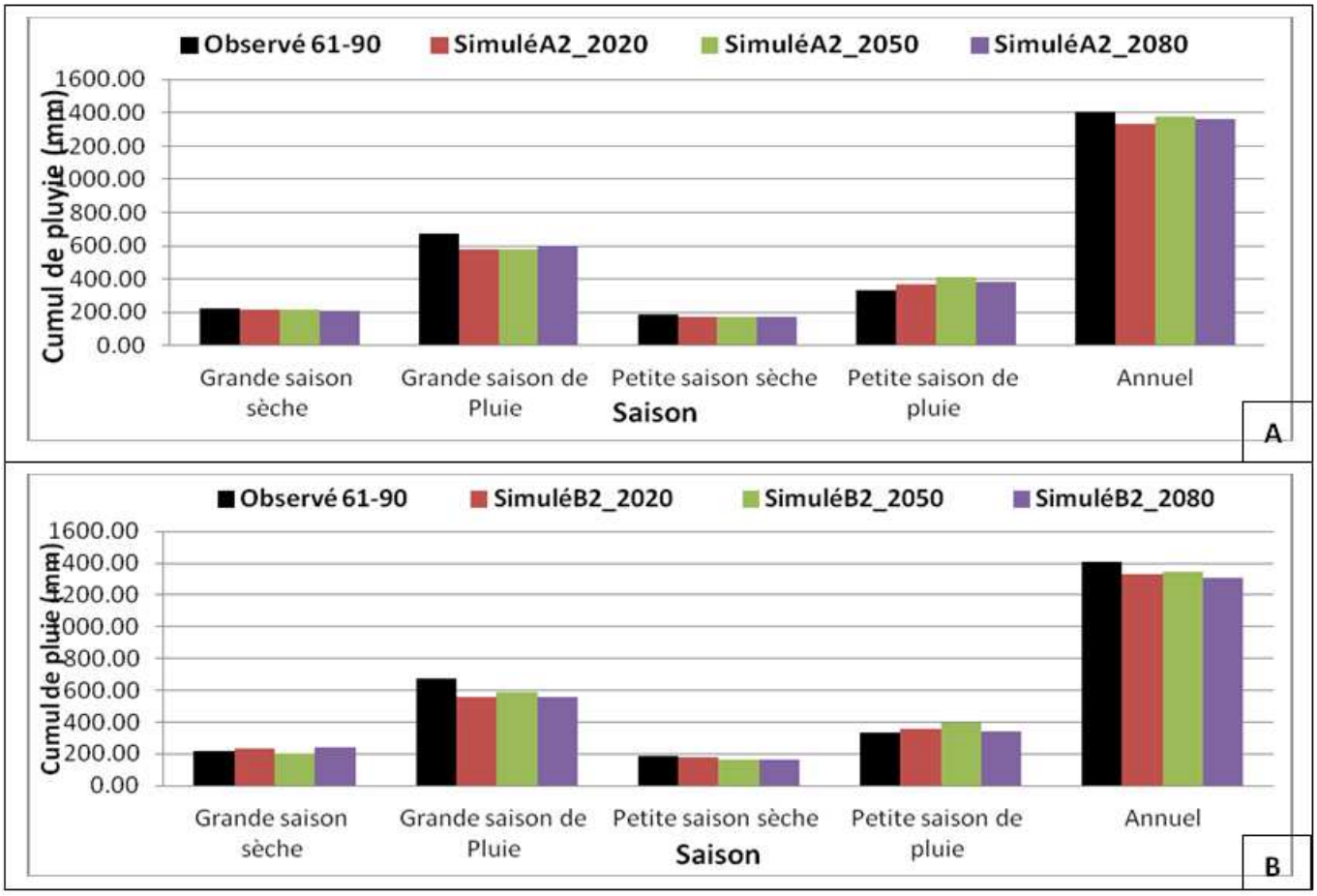


Figure 9 : Evolution des cumuls mensuels de pluies pour les horizons 2020, 2050 et 2080 selon les scénarii A2 (A) et B2 (B) à la station de Gagnoa

L'évolution saisonnière de l'indice LPS (longueurs moyennes de périodes sèches ou séquences sèches) est présentée par la figure 10. Cet indice, selon A2 (fig. 10A) connaitrait des baisses pendant toutes les saisons climatiques au cours des années à venir, sauf pendant la grande saison de pluie de l'horizon 2050 où il enregistrerait une hausse marginale de 0,31%. De même, B2 projette des baisses du nombre de jours consécutivement secs pendant toutes les saisons sauf dans la grande saison de pluie au cours des années 2050 et 2080 (fig. 10B). Annuellement, ces deux scénarii (A2 et B2) prévoient respectivement des réductions du nombre de jours des séquences sèches de 8,74% et 9,85% (2020), de 10,10% et 11% (2050) et de 9,3% et 10% (2080).

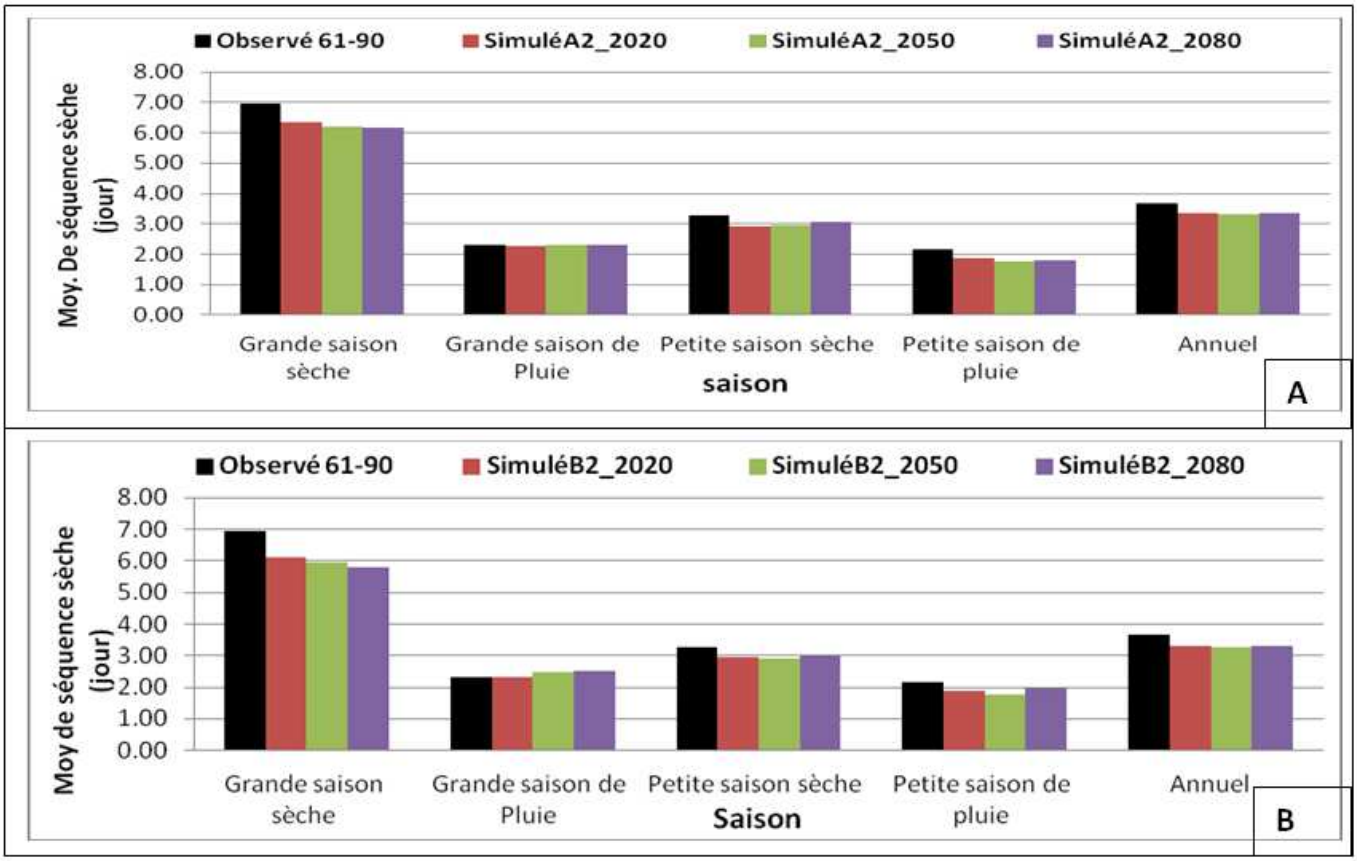


Figure 10 : Evolution des moyennes mensuelles des longueurs de périodes sèches pendant les horizons 2020, 2050 et 2080 selon les scénarii A2 (A) et B2 (B) à la station de Gagnoa

La figure 11 présente l'évolution saisonnière de l'indice LPH (longueurs moyennes périodes humides ou séquences humides). Cette figure montre que, le scénario A2 annonce des baisses du nombre de jours consécutivement humides dans la plupart des saisons au cours des périodes futures (figure 11A). Néanmoins, la petite saison de pluie connaitrait une hausse de jours humides au cours de l'horizon 2020. Il en est de même pour la grande saison de pluie au cours des horizons 2050 et 2080. Cet indice serait annuellement en baisse de 6,1% (2020), de 12,13% (2050) et de 6,6% (2080). En ce qui concerne B2, il annonce des augmentations du nombre de jours humides pendant toutes les saisons à l'exception de la grande saison sèche qui connaitrait une baisse au cours des trois périodes futures (figure 11B). Aussi, la petite saison de pluie enregistrerait une baisse au cours des années 2080. Selon B2, l'indice LPH enregistrerait annuellement des baisses de 0,3% (2020), de 0,8% (2080) et une hausse de 0,4% au cours des années 2050.

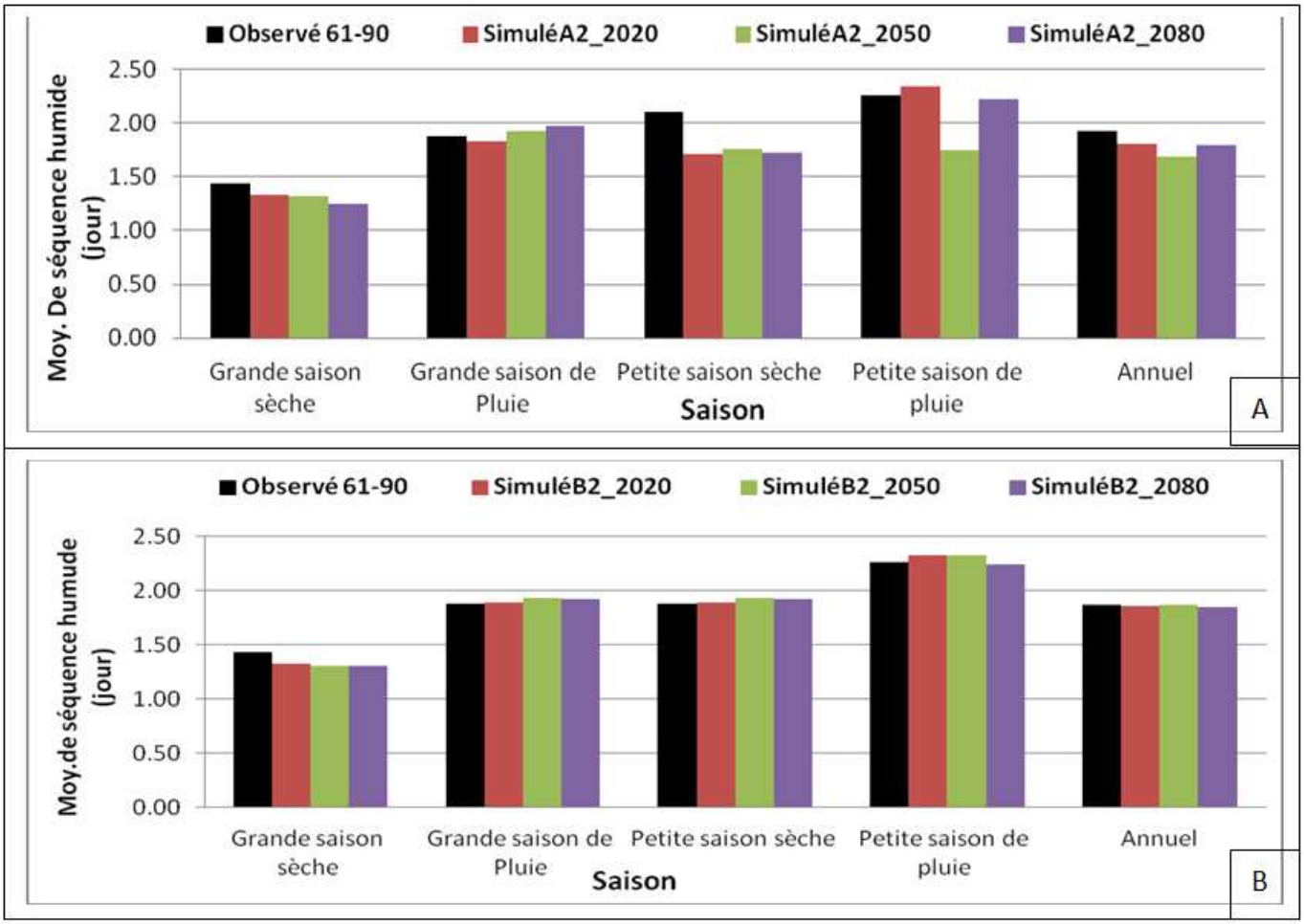


Figure 11: Evolution des moyennes mensuelles des longueurs de périodes humides pendant les horizons 2020, 2050 et 2080 selon les scénarii A2 (A) et B2 (B) à la station de Gagnoa

3.2 DISCUSSION

3.2.1 EVALUATION DE LA PERFORMANCE DU MODELE SDSM

Le principe fondamental du modèle SDSM est la relation entre MCG prédicteur (HadCM3) et prédictand (données Observées). Par conséquent, les sélections de variables MCG sont plus importantes dans l'étude du changement climatique, et auront une incidence sur les résultats de l'évaluation du climat [10]. Dans SDSM, le choix est fait en utilisant des tests quantitatifs (variance expliquée et de corrélation partielle). Cependant, la procédure contient un certain niveau de subjectivité, que le jugement de l'utilisateur est nécessaire pour décider si un prédicteur est assez significative pour éviter le rejet [11]. Dans cette étude, seulement quatre (3) variables du MCG ont été sélectionnées pour les températures, de même que pour les précipitations. Les résultats des choix de prédicteurs des précipitations obtenus sont en accord avec les travaux de [12], qui a utilisé trois (3) variables du MCG. D'autres études comme celles de [13], [14], [15], [16] ont utilisé plus de trois variables et ont obtenu des résultats satisfaisants.

En termes de réduction d'échelle des Tmax, Tmin et Tmoy la performance est meilleure que la performance des précipitations à échelle réduite. Selon [17], pour la validation du modèle, l'erreur de précipitations à moins d'importance, parce que la réduction d'échelle des précipitations est plus problématique que la température. Selon ce même auteur, cette réduction est un modèles conditionnelles, c'est-à-dire qu'il ya un processus intermédiaire entre les prédictands et les prédicteurs (par exemple, les quantités de précipitations locales dépendent de la fréquence de jours humides, qui à leur tour dépendent de prédicteurs à l'échelle régionale tels que l'humidité et la pression atmosphérique). Ainsi, on peut dire que les résultats de précipitations pour la validation du modèle obtenus dans cette étude donnent une estimation raisonnable des précipitations. Des études similaires telles que [18], [19], [20] ont constaté aussi que les températures quotidiennes réduisent facilement l'échelle par rapport aux précipitations quotidiennes en raison de l'existence de variables continues.

3.2.2 ÉVOLUTION DE LA TEMPERATURE ET DE LA PLUIE AU COURS DU 21EME SIECLE

Concernant la simulation du climat futur, les données à échelle réduite de 2011 à 2099 ont été subdivisées en trois horizons de la manière suivante : l'horizon 2020 (2011-2040), l'horizon 2050 (2041- 2070), et l'horizon 2080 (2071 à 2099). Les données de ces différents horizons ont été comparés avec celles de la période de référence à s'avoir 1961-1990 pour les pluies et 1981-2010 pour les températures. Ceux-ci ont permis d'observer des changements de température et de pluies entre les différentes périodes. Ainsi, selon le modèle SDSM, les Tmin annuelles seraient en baisse en moyenne de 0,15° C selon le scénario A2 et de 0,3° C selon le scénario B2 à l'horizon 2011-2099 par rapport à la période de références (1981-2010). Dans la même optique, [21] ont montré que la température minimale projetée par le modèle SDSM avec le scénario A2 à la station de Sreemangal en Bangladesh connaitraient des baisses de 0,09° C ; 0,11° C et 0,48° C respectivement pour les horizons 2030, 2050 et 2080.

Contrairement aux Tmin le modèle SDSM a simulé des Tmax et Tmoy qui seraient en hausse à l'horizon 2011-2099. Les taux moyens respectifs sont de 0,225°C et 0,1°C selon A2 et 0,222°C et 0,14°C selon B2. Ces hausses de température sont en conformité avec les travaux de [22] effectués dans le bassin du Bandama blanc au Nord de la Côte d'ivoire qui prévoient des augmentations de température plus de 1.5° C que les nôtres. De même, les résultats des simulations effectuées au Niger à partir du modèle SDSM s'accordent à prédire une augmentation moyenne des températures maximales de l'ordre de 2,3°C selon le scénario B2 et de 2,6°C selon le scénario A2 à l'horizon 2020-2049 [23]. Les différences entre les températures projetées dans la zone d'étude et celles projetées par les auteurs cités plus haut sont importantes. Selon [22], ces différences pourraient être expliquées d'une part par la démarche méthodologique et les fortes tendances à la hausse dans les pays sahéliens de l'Afrique de l'ouest et d'autre part par l'effet de continentalité. En effet, selon [24], l'Océan Atlantique et les différents types de couverts végétaux sont des puits de carbone qui absorbent plus de 50% des émissions humaines annuelles de CO2 et de méthane. Ils contribuent ainsi à la réduction des concentrations atmosphériques de ces deux gaz à effet de serre dans le Golfe de Guinée. C'est ce qui explique un réchauffement plus fort dans les régions désertiques du Sahel et de savane où il y a une forte présence de surfaces nues.

Quant aux précipitations, selon le modèle SDSM, les cumuls de pluies, l'indice LPH et l'indice LPS seraient en baisse à l'horizon 2011-2099 par rapport à la période de référence (1961-1990. Néanmoins, selon les deux scénarii A2 et B2, les cumuls de pluies seraient en hausse dans les petites saisons de pluie (septembre à octobre). De même B2, prévoit une augmentation du nombre de jours consécutivement secs (LPS) pendant la grande saison pluvieuse (mars-juin). Les travaux de [26] et [22] menés respectivement dans le bassin du Bandama blanc et dans le bassin de la Comoé en Côte d'Ivoire ont aussi projeté des pluies qui seraient en baisse à l'horizon 2011-2099. Selon [27] ces baisses de pluies en Côte d'Ivoire seraient causées par la déforestation en cours. En effet, la forêt dense de la Côte d'Ivoire a subit une importantes dégradation depuis l'époque coloniale jusqu'à aujourd'hui. Elles est passées de 13 millions d'hectares à moins de deux millions d'hectares actuellement. Cette dégradation, cette disparition de la forêt a entraîné des modifications, des perturbations au niveau des cycles hydrologiques. La forêt est un des facteurs primordiaux qui créé la pluie.

4 CONCLUSION

Cette étude a montré la capacité du modèle SDSM à bien simulé les températures et les pluies. Ainsi, le modèle a projeté des températures minimales et des pluies qui seraient en baisse par rapport à celles de la période de référence. Cependant, pour les températures maximales et moyennes, le modèle a montré qu'elles seraient en hausse. Cette hausse de la température moyenne et la baisse des pluies auront des conséquences considérables sur le développement socio-économique de la zone d'étude.

REFERENCES

[1] Kouraiss K. and Ait Brahim Y., Les changements climatiques à Marrakech (Maroc) Evolution récente et projections futures ; Mémoire de Licence es Sciences et Techniques Eau et environnement ; Université Cadi Ayyad, 47p, 2010.

[2] GIEC., Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième *Rapport d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*, Genève, Suisse, 103p, 2007.

[3] Bretaudeau A. , Sarr B. and Traoré S., Évaluation du changement climatique en Afrique de l'Ouest in « Actions d'adaptation au Changement climatique pour le développement rural, la biodiversité et la GIRE ». 1er Forum Africain sur le Développement Durable, Bamako, 8p, 2011.

[4] Nash, J. E. and Sutcliffe, J. V., River flow forecasting through conceptual models. Part I—A discussion of principles. J. Hydrol. 1970, Vol. 27, 3, pp 282–290.

[5] Perrin C., Vers une amélioration du modèle global pluie-débit au travers une approche comparative. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, France, 287 p, 2000.
[6] Servat E., Paturel J. E., Kouamé B., Travaglio M., Ouédraogo M., Boyer J. F., Lubes-Niel H., Fritsch J. M., Masson J. M. et Marieu B., Identification, caractérisation et conséquence d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. IAHS, n°252, pp. 323-337, 1998.
[7] Mouélhi C., Vers une chaîne cohérente de modèle pluie-débit conceptuels globaux aux pas de temps pluriannuel, annuel, mensuel et journalier. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forets de Paris, France, 274 p, 2003.
8] Berthier C. H., Quantification des incertitudes des débits calculés par un modèle pluie-débit empirique. Mémoire de DEA CEMAGREF, 50 p, 2005.
[9] Adja M. G., Etude de l'état hydrique saisonnier du bassin versant de la Bagoé dans un contexte de variabilité climatique. Département de Boundiali et Tengrela (milieux soudano-sahéliens au Nord-Ouest de la cote d'ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, 184 p, 2009.
[10] Hassan Z. and Harun S., Application of statistical downscaling model for long lead rainfall prediction in Kurau River catchment of Malaysia. Malays J Civil Eng. 2012, Vol. 24, 1, pp 1–12.
[11] Gagnon S., Bhawan S., Rousselle J. and Roy L., An Application of the Statistical DownScaling Model (SDSM) to Simulate Climatic Data for Streamfl ow Modelling in Québec; Canadian Water Resources Journal. 2005, Vol. 30, 4, pp 297–314.
[12] Karamouz M., Fallahi M., Nazif S. and Rahimi Farahani M., Long lead rainfall prediction using Statistical Downscaling and Artificial Neural Network modeling. *Scientia Iranica*. 2009; Vol. 16, 2, pp 165-172.
[13] Wilby L. and Wigley T., Precipitation predictors for downscaling: observed and general circulation model relationships. *International Journal of Climatology. 20,* pp. 641-661, 2000.
[14] Hashmi Z., Shamseldin Y., et Melville W., Statistical downscaling of precipitation: State of the art and application of Bayesian Multi-model approach for uncertainty assessment. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2009, Vol. *6*, pp. 6535–6579.
[15] Parishkura D., Evaluation de méthodes de mise à l'échelle statistique: reconstruction des extrêmes et de la variabilité du régime de mousson au sahel. *Mémoire de Maîtrise*, Université du Québec à Montréal. 119 p, 2009.
[16] Zulkarnain H., et Sobri H., Application of statistical downscaling model for long lead rainfall prediction in kurau river catchment of Malaysia. *Malaysian Journal of Civil Engineering.* 2012, Vol. 24, 1, pp. 1-12.
[17] Nishat S., Aasim M. and Nishat F., Climate Change Scenarios for Tawi catchmentobtained using StatisticalDownscaling method, *ijerd.* 2014, *Volume 9, 8, pp. 13-18*.
[18] Wilby R. L., Dawson C. W., and Barrow E. M., SDSM -a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts, *Envirorzmental Modelling & Software.* 2002a, Vol. 17, pp147-159.
[19] Dibike Y. B. and Coulibaly P., Hydrologic Impact of Climate Change in the Saguenay Watershed: Comparison of Downscaling Methods and Hydrologic Models, *Journal of Hydrology.* 2005, *Vol.* 307, 1-4, pp 145-163.
[20] Fealy R. and Sweeney J., Identification of frequency changes in synoptic circulation types and consequences for glacier mass balance in Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*. 2007, Vol. 61, 2, pp 76-91.
[21] Rahaman A. Z., Khan A. M., Aktar M. N., Al Hossain B. M., Akand M. K. and Noor F., Climate change scenarios of bangladesh using statistical downscaling model (sdsm). *5th International Conference on Water & Flood Management (ICWFM-2015,* 8p, 2015.
[Online] Available: https://www.academia.edu/11645805/ (March 20, 2016)
[22] Kouakou Y. E., «Adaptation au changement climatique et gestion des ressources en eau souterraine : conception d'un SIRS pour le bassin versant du Bandama Blanc à Korhogo (Nord Côte d'Ivoire)». *Thèse unique de doctorat*, l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), 182p, 2016.
[23] CNEDD, Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable. *Seconde communication nationale* sur les changements climatiques au Niger, 152 p, 2009.
[24] Philipon P., Climat, dossier de vérité. *Sciences et vie*. Mondadori France, 159 p, 2007.
[25] Cherkaoui A., Désagrégation statistique des données via l'outil SDSM pour la projection des changements climatiques futurs dans la haute MOULOUYA. *Diplôme d'Ingénieur d'Etat, Génie des Procédés et d'Environnement,* 79 p, 2012.
[26] Kouakou E., Impacts de la variabilité climatique et du changement climatique sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest : Cas du bassin versant de la Comoé. *Thèse Unique de Doctorat,* Université d'Abobo Adjamé, 186 p, 2011.
[27] CTA, Cote d'Ivoire: La baisse de la pluviométrie affecte la production d'électricité. Programme de radio rurale 03/04. CTA, Wageningen, The Netherlands, 2003. [Online] Available: https://cgspace.cgiar.org/browse?type=author (April 19, 2016).

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 235-240
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Les Représentations Mentales Suscitées par le Slogan « BUTAMU YA KWETU » du Produit SIMBA dans la Ville de Goma en République Démocratique du Congo

Muzinge AKILIMALI KANANE

Licencié en Sciences Psychologiques à l'Université de Goma,
Assistant et chercheur, Département de Psychologie, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education, Université de Goma, RD Congo

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

ABSTRACT: Cet article a pour objectif la découverte des divers sens que la clientèle, le consommateur, confère au slogan « BUTAMU YA KWETU ». Il s'agit d'analyser les représentations mentales que se font les consommateurs de la bière Simba en entendant ou en lisant ce slogan. Nous voulons constater si l'intention communiquée dans le slogan par la Brasimba est repérée par les consommateurs dans le slogan « BUTAMU YA KWETU ».
Un questionnaire appliqué à 50 enquêtés par la procédure de l'échantillon empirique du type occasionnel montre que les enquêtés n'ont pas produit beaucoup des pensées concernant le slogan « BUTAMU YA KWETU » qui s'explique par le fait que très probablement les enquêtés ne se préoccupent pas de la signification de ce slogan.
La représentation du gout de la Simba domine. Nous supposons que les enquêtés pensaient que la Simba a un bon gout. Lorsqu'ils entendent ce slogan, ils pensent spontanément au bon gout que procurerait la bière Simba. De ce fait, les enquêtés semblent influencés par le mot « BUTAMU ».

KEYWORDS: Représentation, mentale, slogan, Butamu ya kwetu.

1 INTRODUCTION

La vie commerciale est hautement concurrentielle. Chacun des producteurs cherche à conquérir une grande partie de la population consommatrice et augmenter ainsi sa part de marché. De plus, non seulement chacun des concurrents cherche à conquérir un grand marché, mais cherche surtout à conserver les clients conquis, en d'autres mots chacun des concurrents cherche à fidéliser sa clientèle.

Pour cela, les producteurs des biens et services disposent des ingrédients qu'ils mettent de temps en temps à contribution. Un de ces ingrédients est justement la publicité. Celle-ci recourt à toutes sortes d'astuces : les slogans, les spots, les objets publicitaires.

Nous avons constaté que ces derniers temps, pour pénétrer le marché de Goma, la Brasserie Simba (BRASIMBA) a mis en avant un slogan publicitaire : « BUTAMU YA KWETU » («LE GOUT DE CHEZ NOUS »). Entre l'intention de l'annonceur et la compréhension de l'annonce par celui à qui elle est destinée, il peut y avoir un fleuve d'écart. Tout simplement parce que multiples facteurs s'interposent, entre autres les représentations mentales du récepteur. C'est justement de ces représentations mentales du slogan BUTAMU YA KWETU qu'il s'agit dans cette recherche.

En effet, nous avons fait l'observation banale suivante : lorsqu'on prononce ce slogan devant certaines personnes, hommes ou femmes, celles-ci soit se mettent à rire, soit répètent le slogan d'une manière no indifférente ! C'est que, avons-nous pensé, il se tapit quelques pensées dans l'esprit de l'auditeur du slogan.

C'est pourquoi nous nous sommes posé cette question : « Quels sont les sens ou interprétations que la clientèle effective et potentielle de la Brasimba confère à ce slogan : BUTAMU YA KWETU ? ».

Corresponding Author: Muzinge AKILIMALI KANANE

C'est la question à laquelle le présent travail a répondu.

Dans cette étude nous cherchons à découvrir les divers sens que la clientèle, le consommateur, confère au slogan « BUTAMU YA KWETU ». En d'autres termes, il s'agit d'analyser les représentations mentales que se font les consommateurs de la bière simba en entendant ou en lisant ce slogan.

Nous cherchons aussi à constater si l'intention communiquée dans le slogan par la Brasimba est repérée par les consommateurs dans le slogan « BUTAMU YA KWETU ».

Depuis le lancement du slogan publicitaire « BUTAMU YA KWETU » aucune étude sur ce que se représentent les consommateurs entendant ou lisant ce slogan n'a jamais été réalisé à Goma. Cela vaut donc la peine de mettre à la disposition du public scientifique les résultats relatifs à ce sujet qui est théoriquement fondé : problème de perception des communications. En effet, l'étude sur les images suscitées par un slogan publicitaire constitue un post-test instructif sur la compréhension d'un message publicitaire.

Ce présent travail est descriptif et exploratoire, dans ce sens que nous n'avons pas trouvé des recherches sur notre sujet. Ainsi, certains auteurs conseillent de ne pas formuler d'hypothèse (cfr exemple : Lamoureux, 2000).C'est pourquoi nous n'avons pas formulé une hypothèse de travail. Une hypothèse est une idée directrice, qui doit être orientée, c'est-à-dire avoir une direction ou un mode de raisonnement qui part d'un a priori, d'une affirmation ou d'une proposition qu'il s'agira par la suite de confirmer ou d'infirmer (Deshaies, 1992). Ce qui n'est pas possible dans notre cas. Nous n'avons pas un étant de la question.

Puisque le sujet que nous avons abordé a un lien avec notre vie en société, ceux qui auront l'occasion de nous lire, auront un plus de connaissance sur les représentions mentales du slogan publicitaire « BUTAMU YA KWETU », y compris la Brasimba elle-même, qui pourra rester plus près des consommateurs et d'adapter continuellement sa politique publicitaire.

De plus, les résultats de cette recherche pourront en effet éclairer non seulement les spécialistes en psychologie commerciale mais aussi constituer en quelque référence pour les futurs chercheurs sur le sujet.

2 CONSIDERATIONS GENERALES

2.1 REPRÉSENTATION MENTALE

La représentation selon le dictionnaire de poche Larousse (cité par MASALA. R. 2008, P 4) : est une action de se représenter une idée que nous nous faisons du monde ou d'un objet donné, l'image graphique, picturale d'un phénomène, action de représenter par le moyen de l'art, d'une œuvre artistique figurant quelque chose, etc.

Elle est aussi une action de donner un spectacle devant un public, ou action de représenter une personne ou une collectivité ; tandis que le mental est relatif au fonctionnement psychique.

2.1.1 IMPORTANCE DES REPRÉSENTATIONS MENTALES

Il n'est pas rare de dire que, lorsqu'une représentation mentale donne un message persuasif, les individus soient amenés à évaluer la probabilité qu'une certaine cause produise un certain effet, ou encore qu'un certain produit appartienne à une certaine classe de produit.

La prise de décision est influencée par de nombreux facteurs intra et intersubjectifs, tels les états émotionnels du décideur, la présentation alternative, le contexte du choix.

Les représentations mentales font parties des cognitions, donc des intermédiaires entre le stimulus et le comportement. Elles font subir au phénomène perçu un traitement qui donnera lieu à des actions précises.

Dans le cadre de notre travail les représentations mentales sont des systèmes qui décrivent la perception que l'on peut avoir d'un produit, d'une entreprise ; en général, de tout stimulus comme le slogan BUTAMU YA KWETU.

2.2 LA PUBLICITÉ

La publicité est un des mécanismes puissants dont dispose une entreprise pour attirer la clientèle vers son assortiment ou son produit. Elle présente plusieurs formes et revêt différents objectifs selon le niveau du cycle de vie d'un produit. La publicité utilise des slogans dont la construction exige un grand travail créatif.

La publicité est l'ensemble des techniques de communication dont l'entreprise dispose pour se faire connaître, faire connaître ses produits et motiver les clients potentiels (L. et A. Troadec, 1984, p. 35).

Cette définition met en exergue trois objectifs de la publicité : se faire connaître, faire connaître les produits et motiver les clients potentiels. Nous verrons que d'autres objectifs peuvent être ajoutés à ceux présentés ici lorsqu'on tient compte du cycle de vie des produits. De plus, la publicité ne se limite pas uniquement à motiver les clients potentiels : elle va bien au-delà.

Une autre définition de la publicité est celle que nous propose G. Serraf (1985, p. 195) et qui est ainsi formulée : « Ensemble des méthodes de communication de masse mises en œuvre pour diffuser des informations visant à faire connaître un produit, une marque, une firme. L'objectif de la publicité est d'attirer l'attention du public visé, de fixer son désir et de provoquer un mouvement vers les endroits où il peut obtenir la satisfaction correspondant à l'offre qu'on lui fait. La publicité cherche à toucher juste et vite la proportion la plus grande possible du public-cible. Elle fait passer par l'information des idées, des images, des contenus affectifs, des modèles culturels, aux fins de séduire les prospects et de fixer les clients. L'entreprise recourt à la publicité pour élargir sa part de marché et accélérer l'expansion de ses ventes. »

Les idées, les images sont des cognitions, des représentations que nous cherchons à découvrir chez les consommateurs lorsqu'ils entendent prononcer le slogan publicitaire BUTAMU YA KWETU ou le lisent à un endroit quelconque.

Dire « fixer les clients », confirme que la publicité va bien au-delà de la motivation des clients potentiels. De ce fait, elle peut contribuer à la fidélisation des clients acquis.

3 METHODOLOGIE

Cette étude menée est une enquête psychosociale. C'est vouloir dire qu'il s'agit là d'une étude descriptive abordant un nouveau terrain, du moins dans notre ville de Goma : le slogan publicitaire. En tant que telle, la technique de l'entretien a été utilisée.

3.1 POPULATION ET ÉCHANTILLON D'ÉTUDE

La population d'étude étant un ensemble des individus, ayant au moins une caractéristique commune, sur laquelle on mène une recherche ; elle peut être infinie ou finie selon que l'on connait son nombre et ses caractéristiques ; bref, quand elle est identifiable sur le point de vue quantité. Elle est infinie dans le cas contraire.

Dans cette enquête, la population est essentiellement les consommateurs du SIMBA dans la ville de Goma, Etant donné qu'il est difficile de fréquenter tous les consommateurs du SIMBA, c'est pourquoi notre population d'étude est infinie.

Une portion de la population gardant toujours les mêmes caractéristiques que la population constitue un échantillon d'une étude. Il peut être représentatif ou pas, selon qu'il a été constitué. Ainsi, nous avons soumis notre enquête sur une portion de cinquante sujets pris en raison de leur disponibilité, mais aussi selon qu'ils se présentent dans certains bistrots et acceptent de répondre à nos questions d'une manière honnête. C'est-à-dire que nous avons pris un échantillon empirique du type occasionnel qui se fonde sur les sujets qui sont disponible. Ainsi, avons-nous retenu 45 sujets dont la fourchette d'âge varie entre 12-31 ans (90%) et 5 enquêtés dont l'âge varie entre 32-50 ans (10%). Notons que 40 enquêtés soit 80% sont du sexe masculin contre 10 sujets, soit 20% du sexe féminin.

3.2 INSTRUMENT DE COLLECTE DES DONNÉES

Dans cette étude, l'utilisation d'un questionnaire d'enquête nous a semblé beaucoup plus judicieuse.

Notre questionnaire d'enquête comprend trois questions ouvertes gravitant autour de trois thèmes : reconnaissance du slogan du produit Brasimba ; représentation mentale de la perception et de la lecture du slogan « BUTAMU YA KWETU » et comportement du consommateur à la prononciation du slogan « BUTAMU YA KWETU » se rapportant à notre objectif de travail.

Le dépouillement a été rendu possible en appliquant la technique de pourcentage pour le traitement des données ayant permis d'interpréter les fréquences.

4 RESULTATS

Pour mener les effets de la publicité sur les consommateurs, il y a lieu de mettre l'accent sur les représentations mentales et la réception même de la publicité chez les consommateurs potentiels ou réels, c'est-à-dire sur les audiences de la publicité.

Ainsi, une étude portant sur les effets des représentations mentales doit tenir compte des interactions entre les producteurs de cette publicité et les récepteurs de la dite publicité. Les deux étant liés par la signification symbolique du produit et les valeurs lui associées.

L'objet de cette partie de notre étude est d'appréhender au travers des résultats de l'enquête les représentations mentales de la publicité sur un slogan de la BRASIMBA face aux consommateurs du produit SIMBA.

Rappelons tout d'abord que les objectifs poursuivis dans cette investigation étaient de : découvrir les divers sens que la clientèle, le consommateur, confère au slogan « BUTAMU YA KWETU ». En d'autres termes, il s'agit d'analyser les représentations mentales que se font les consommateurs de la bière simba en entendant ou en lisant ce slogan.

Nous cherchons aussi à constater si l'intention communiquée dans le slogan par la Brasimba est repérée par les consommateurs dans le slogan « BUTAMU YA KWETU ».

Notre préoccupation était de savoir « Quels sont les sens ou interprétations que la clientèle effective et potentielle de la Brasimba confère à ce slogan : BUTAMU YA KWETU ? ».

4.1 RECONNAISSANCE DU SLOGAN DU PRODUIT SIMBA DE LA BRASIMBA

Tableau 1 : Connaissance du slogan « BUTAMU YA KWETU »

Réponses	Fréquences	Pourcentages
- Reconnaissance du slogan	42	84
- Non reconnaissance du slogan	8	16
Total	50	100

Il se dégage de ce tableau que sur 50 enquêtés, 42 sujets soit 84% connaissent le slogan du produit SIMBA, 8 sujets soit 16% ne le connaissent pas.

4.2 REPRÉSENTATION MENTALE DE LA PERCEPTION ET DE LA LECTURE DU SLOGAN « BUTAMU YA KWETU »

Tableau 2 : Les idées suscitées par le slogan « BUTAMU YA KWETU »

Idées suscitées	Fréquences	Pourcentages
- Gout de Simba	25	50
- Une biere blonde et 5% d'alcool	25	50
Total	50	100

A la lumière de ce tableau il ressort que 25 consommateurs soit (50%) affirment avoir ressenti le goût du Simba, 25 consommateurs soit (50%) confirment une représentation de la boisson locale blonde et 5% d'alcool.

4.3 COMPORTEMENT DU CONSOMMATEUR À LA PRONONCIATION DU SLOGAN « BUTAMU YA KWETU »

Cette question opère à la manière d'un test projectif : en fait en y répondant, les enquêtés se projettent.

Tableau 3 : Comportement du consommateur face au slogan « BUTAMU YA KWETU»

Attitudes	Fréquences	Pourcentages
- Donne la joie	16	32
- Soulagement et attraction des clients	34	68
Total	50	100

Ce tableau montre que 34 consommateurs soit 68% noteraient le soulagement et l'attirance aux clients comme la meilleure attitude préférée par les consommateurs du SIMBA. 16 sujets soit 32% on répondus favorablement et porteraient leur attention sur la joie.

5 INTERPRETATION DES RESULTATS

Les résultats précédents montrent d'abord que les enquêtés n'ont pas produit beaucoup des pensées concernant le slogan « BUTAMU YAKWETU ». Dans les deux premiers tableaux de résultats, les catégories des réponses se limitent à deux. Comment cela s'explique-t-il ?

Nous pouvons d'abord avancer que très probablement nos enquêtés ne se préoccupent pas de la signification de ce slogan. Dans ce cas, ils auraient été pris de court par les questions auxquelles ils ne s'attendaient pas.

Nous pouvons ensuite avancer que nos enquêtés ne sont pas trop des parleurs. Ils ont donné juste une réponse et ont pensé que cela suffisait.

Dans le tableau n°2 nous voyons dominer la présentation du goût de la Simba. Nous supposons que les enquêtés pensaient que la Simba a un bon goût. Lorsqu'ils entendent ce slogan, ils pensent spontanément au bon goût que procurerait la bière Simba. De ce fait, les enquêtés semblent influencés par le mot « BUTAMU ».

Pour d'autres enquêtés, ce slogan leur fait penser au soulagement, et à la joie de vivre que la bière procure. Ici, nous ne devons pas oublier que la majorité de nos enquêtés a l'âge variant entre 12 – 31 ans, donc la fleur de l'âge. En entendant ce slogan, ils s'imaginent facilement la joie dans laquelle ils peuvent être en consommant la bière Simba.

Ces différentes représentations semblent suscitées uniquement par le mot « BUTAMU ». Les enquêtés ne font nullement et allusion sur : «YA KWETU ». Ce faisant, nous répondons aussi à notre deuxième objectif. En effet, l'intention de la Brasimba est exalter la bière locale, en suscitant l'orgueil des habitants où est implantée la Brasimba en leur disant qu'il ne s'agit pas d'une bière étrangère mais locale, une bière de chez vous ! ici nos enquêtés de Goma ne l'ont perçu ainsi.

6 CONCLUSION

Goma est envahi par le slogan nouveau « BUTAMU YA KWETU » produit par la publicité de la Brasimba. Lorsqu'on cite ce slogan devant les gens, ceux-ci ne restent jamais indifférents : ils provoquent souvent sourire et éclats de rire. C'est que les gens ont des représentations de ce slogan, avons-nous pensé. Pourquoi ne pas chercher à connaitre ces représentations ? Voilà le point de départ de cette recherche.

Comme on le voit, l'objectif assigné à cette recherche transparaît clairement dans ce qui vient d'être dit : Découvrir les divers sens que la clientèle, le consommateur, confère au slogan BUTAMU YA KWETU. En d'autres termes, il s'agit d'analyser les représentations que se font les consommateurs de la bière simba en entendant ou en lisant ce slogan.

Comme objectif secondaire nous cherchions aussi à constater si l'intention communiquée dans le slogan par la Brasimba est repérée par les consommateurs dans le slogan BUTAMU YA KWETU.

Pour mener cette recherche, nous sommes allés interroger cinquante consommateurs de cette bière en utilisant un questionnaire de trois questions. Trois questions peuvent paraître peu, mais cela suffit pour cette étude. En marketing ou en psychologie de la publicité, on peut mener une recherche avec une question seulement.

Ainsi donc, nous avons recueilli des réponses auprès de ces sujets et en l'analysant, nous sommes arrivées aux résultats qui montrent les représentations ci-dessous suscitées par le slogan « BUTAMU YA KWETU » :

- Goût de la simba
- Une bière blonde contenant 5 % d'alcool
- Bière qui procure joie et soulagement
- Publicité pour attirer les clients

Nous devons reconnaitre que nos enquêtés ont été prolixes, ils ont produit beaucoup d'idées. Nous devons reconnaitre aussi que l'attention de nos enquêtés n'est retenue par : « YAKWETU ». Peut-être pensent-ils que c'est une bière locale, étant donné qu'elle est produite loin de Goma.

REFERENCES

[1] Deshaies, B. (1992). Méthodologie de la recherche en sciences humaines. Laval : éditions Beauchemin Itée.
[2] Lamoureux, A. (2000). Recherche et méthodologie en sciences humaines. Quebec : Gaetan Morin.
[3] Seraf, G. (1985). Dictionnaire méthodologique du marketing. Paris : les éditions d'organisations.
[4] Troadec, L. (1984). Exercice de marketing. Paris : les éditions d'organisations
[5] Masala, R. (2008). « Etude du comportement des consommateurs de produit Bralima, cas de la marque TURBOKING face à la marque PRIMUS à Goma » de mai 2005 au 30 Avril 2006. Goma, Mémoire inédit, ISC.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 241-245
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Trend of temperatures in Cotonou between 1970 and 2008 in the context of climate change

F.K. Guédjé, B.E. Houngninou, F.S. Honvou, and H. Kougbéagbédè

Laboratory of Atmospheric Physics, Faculty of Science and Technology,
University of Abomey-Calavi,
01 BP 256 Cotonou, Benin

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

ABSTRACT: The West Africa is one of the most vulnerable regions to climate change on our planet. This study specifically in Benin in Cotonou, aims to analyze the evolution of minimum and maximum temperatures recorded and homogenized for 1970 - 2008 obtained from the Agency for Safety and Air Navigation. Statistical techniques such as correlation analysis and statistical tests break detection and trend were used for analysis. The results reveal a polyphase increase, but significant in the average temperature during this period. The year 1986 appears as a date of rupture between two trends. Before 1986, the average temperature has dropped to 0.20 ° C per decade and increased in the same way between 1986 and 2008. The increase in average temperatures in Cotonou since 1987 is largely conditioned by the increase in maximum temperatures.

KEYWORDS: Global warming, temperature, trends, rupture, Cotonou.

1 INTRODUCTION

Global surface temperature has increased by about 0.3 to 0.6°C since the late-19th century, and by about 0.2 to 0.3 °C over the last 40 years [1]. The warming has not been uniform globally and some areas have cooled. The need to understand climate change has never been so urgent and important that in the 21st century, especially in tropical areas where deforestation and species extinction are relatively more important and living conditions more precarious [2]. These phenomena are even more pronounced in Africa where human pressure and especially deforestation, are very important. The importance of temporal variability in Africa is that the climatic parameters, expected vary over time due to global seasonal cycle of the planet, also exhibit different trends by region [3]. This study falls within the framework of efforts to understand climate variability West - African, marked by a significant rise in temperature during the last decades. To better characterize the evolution of temperatures in this period in Cotonou, the moment of trend reversal, which is called rupture date is determined. Here we have used in order to determine the rupture date in annual average temperature series in Cotonou between 1970 and 2008, statistical tests of Mann-Kendall and Pettitt.

2 DATA AND METHODS

Tests out of date detection statistics are made from the deviation from the mean average annual temperatures between 1970 and 2008 at the meteorological station of Cotonou (alt. 005m, lat. 06 ° 21Nord, long.: 02 ° 26 East). Annual averages are obtained by the average minimum and maximum daily temperatures. Potential rupture dates can be natural (climate change) or an origin related to the change (technical and / or geographical) measurement conditions and the local environment.

To ensure the quality of results, three statistical tests were applied to detect a rupture date: Student's test, the test of Pettit and Man-Kendall test (detailed in annex), mainly due of their power and strength demonstrated [4]. The calculations were performed with the Matlab software (Matrix Laboratory).

Corresponding Author: F.K. Guédjé

3 RESULTS AND DISCUSSION

Comparing the evolution of minimum and maximum temperatures is an interesting element in the study of long runs [6],[9]. We note that the evolution of temperatures in Cotonou polyphase over the study period.

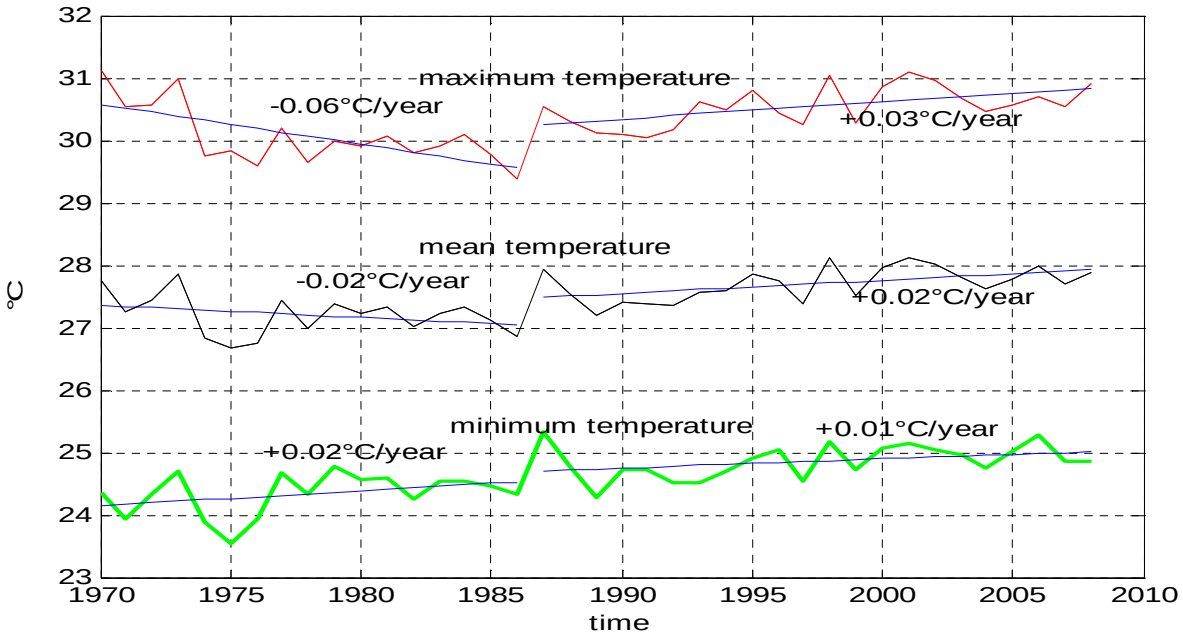


Fig. 1. Evolution of maximum and minimum temperatures in Cotonou

Minimum temperatures rose steadily between 1970 and 2008, first strongly until 1986 (+ 0.02°C per year), then slightly until 2008 (+ 0.01°C per year). As to the maximum, they have however declined quite sharply from 1970 to 1986 (-0.06°C per year) before resuming growth of 0.03°C per year thereafter (fig.1). Mann-Kendall trend detection test (see details in appendix) confirms the distribution of temperatures for the period.

Between 1970 and 1986, mean temperatures in Cotonou exhibit a downward trend. The cooling is estimated from the linear regression equation at -0.02°C per year. The 1987-2008 period was marked by a sharp upward trend in temperatures, estimated at + 0.02°C per year namely + 0.20°C per decade.

Most regions of the world experienced two periods the opposite trends: a post-war period characterized by a cooling followed by warming period (excluding Australia and some parts of South America) [5].

Estimates of temperature changes also seem quite similar. We note at United States, a decline in the temperature of -0.12°C per decade between 1940 and 1969 and an increase of + 0.19°C per decade between 1970 and 1997 [6]. In the Pyrenees-Atlantique (Pau station) in France, there was a decrease of 0.07°C per decade between 1946 and 1980 and an increase of + 0.35°C per decade between 1981 and 2000. At scale of the northern hemisphere, it is estimated a decrease of -0,040°C per decade between 1939 and 1976, followed by a rise of 0.25°C per decade between 1977 and 2000 [7]. These figures are logically approaching our own results. Temperature changes therefore seem to agree. The main point of disagreement in the literature concerning the precise date of rupture. In North America, the rupture seems premature: 1965 Alaska and eastern North America. In East Africa, the date is also estimated to 1965 [5]. Northern Europe knows this break in the early 1980s [8].

The evolution of the annual average temperature in Cotonou is represented as deviation from the average of the period 1970-2008 (fig.2).

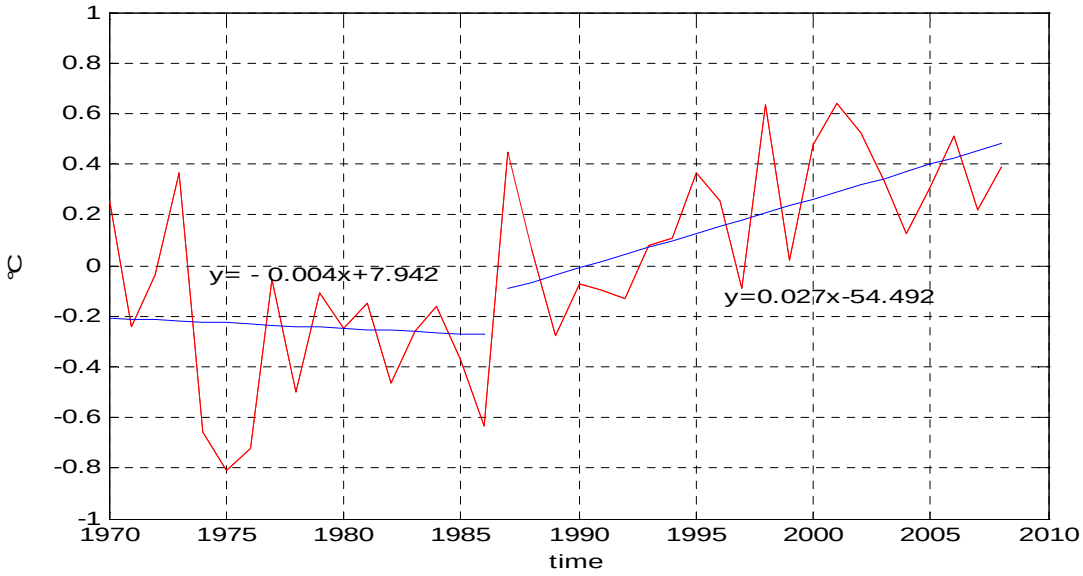


Fig. 2. Change in average annual temperatures and their linear trends in Cotonou between 1970 and 2008

We find the same characteristics as the global changing: warming average temperatures is very clear. Until the mid-1980s, the gap is mostly negative: the annual average temperature is usually lower than the average of the study period. From the late 1980s, annual average temperatures are increasing rapidly and the gap is consistently positive. The tests prove it. The years 1998 and 2001, with a gap of about 0.63°C compared to the average from 1970 to 2008 are the hottest of the series.

Pettitt test admits (fig. 3) a rupture at 1986 with 99% confidence level. Its parabolic shape clarifies which is confirmed by the Mann-Kendall: the series is increasing along its length, stable for a given period, for our case, from 1970 to 1986 and increase in the second period (1987 -2008). The curve in the direct sense of the Mann-Kendall test (solid line in Fig.4) shows more or less stable part from 1970 to 1986 and an unstable part between 1986 and 2008. This is positive not stable part reflecting an increase trend of the series. This confirms that the series is almost stable between 1970 and 1986 and then increased for the period 1987-2008.

The consistency of these results makes it possible to divide the series of average temperatures in Cotonou in two sub-series: 1970-1986 and 1987-2008. Application of Student test to these two newly defined series confirms that they have significantly different average at 95% threshold. A rupture therefore has been statistically determined to characterize the two phases of temperature changes.

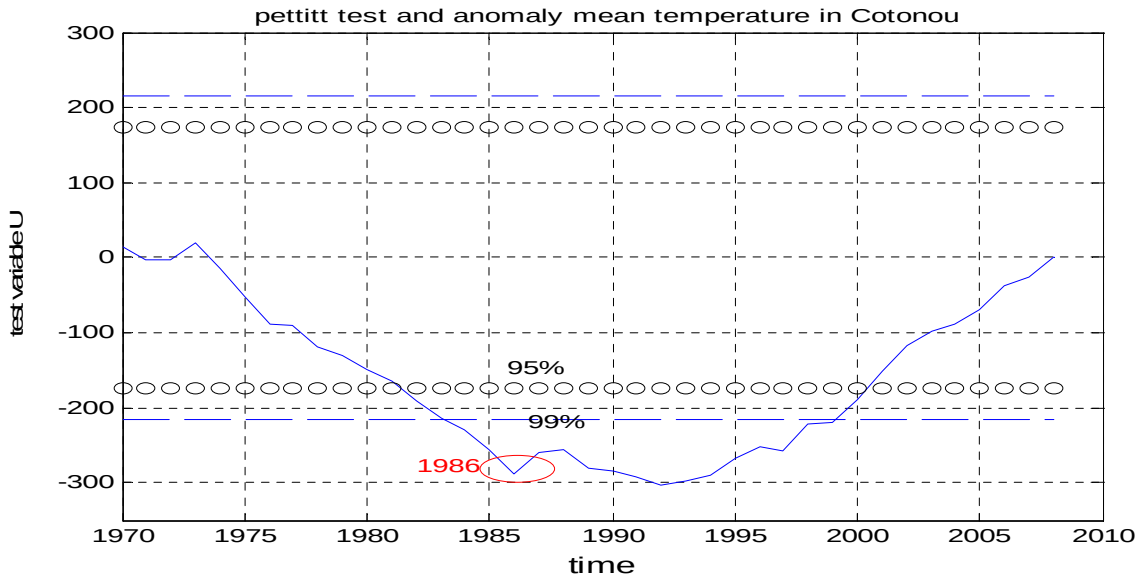


Fig. 3. Curve Pettitt to determine the date of termination

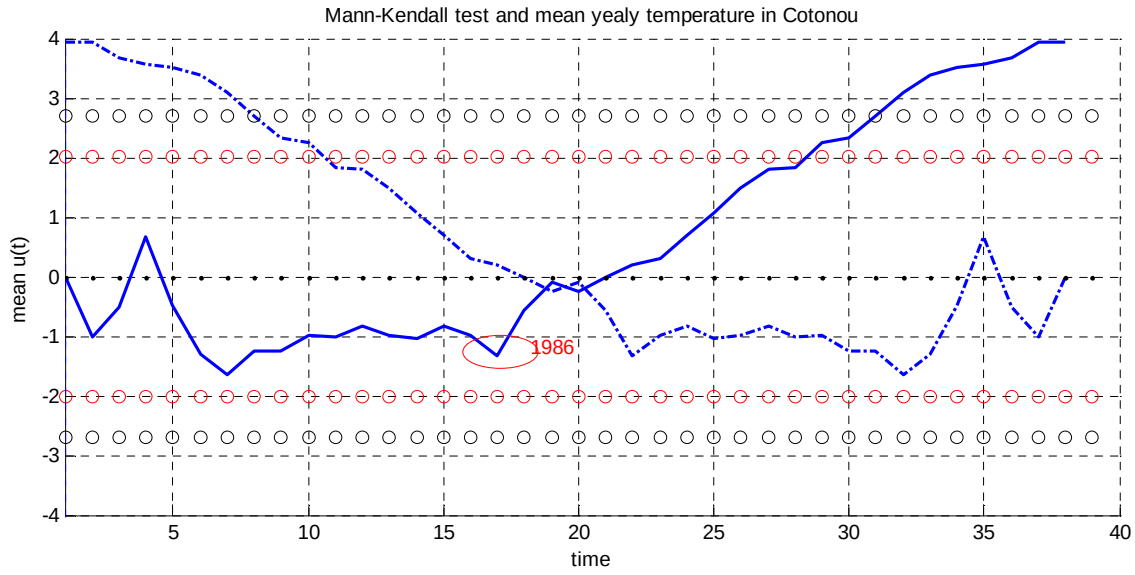


Fig. 4. The Kendall curves to determine trends

The difference between minimum and maximum temperatures is also studied (figure5).

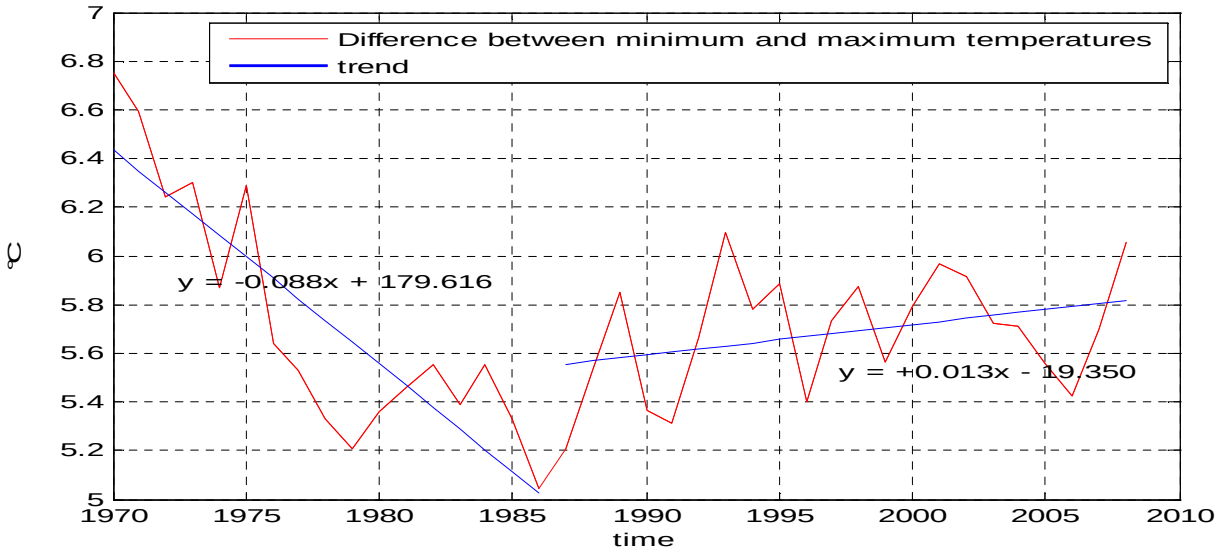


Fig. 5. Evolution of differences between minimum and maximum temperatures in Cotonou: from 1970 to 2008.

We keep firstly that the gap between the minimum temperatures and maximum constantly decreased until 1986 (-0.088°C per year) while it increased steadily from + 0.013°C per year over the rest of the period, and secondly that the strong warming that we know since the late 1980s is largely conditioned by the increase in maximum temperatures (fig.5).

4 CONCLUSION

The analysis of temperature trends in Cotonou, shows consistent results through statistical tests break detection and trend used. Two opposite trends in Cotonou a period of moderate cooling between 1970 and 1986 (down 0.20°C per decade), followed by a sharp increase between 1987 and 2008 (an increase of 0.20°C per decade). These results support the observations in other parts of the world. We also showed that during this period, maximum temperatures have risen steadily since 1987, while the minimum temperatures have increased steadily since the beginning of the study period (+ 0.015 ° C per year). The strong warming that we know since the late 1980s is exclusively linked to higher maximum temperatures. The year 1987 proved to be the date of trend rupture in Cotonou in Benin.

REFERENCES

[1] J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell," *IPCC: Climate Change. The IPCC Second Assessment Report*", Cambridge University Press, N.Y. 572 pp, 1996.

[2] Bush and Flenley, Tropical Rainforest to Climatic Change, New York: Springer, 2007.

[3] R. Glèlè Kakaï, C. P. Gnanglè, S. Vodounon, J. A. Yabi , N. Sopkon and A. E. Assogbadjo, " *Past climatic tendency, perception and local adaptation in Bénin*", African Journal of Ecology, Vol. 49(4), pp. 440–449, 2011.

[4] H. Lubès- Niel, J.M. Masson, J. E. Paturel, " *Variabilité climatique et statistiques. Étude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques*", Revue des sciences de l'eau, vol. 3, pp. 383-408, 1998.

[5] X. Shi and X. Xu., *"Interdecadal trend turning of global terrestrial temperature and precipitation during 1951-2002"*, Progress in natural science, vol. 18, pp. 1383-1393, 2008.

[6] P.C. Knappenberger, P.J. Michaels, E. R. Davis, *"Nature of observed temperature changes across the United Sates during the 20th century"*, Climate Research, vol. 17, pp. 45-53, 2001.

[7] A.R. Tome and P. M. A. Miranda, *"Continuous partial trends and low-frequency oscillations of time"*, Nonlinear Processes in Geophysics, vol. 12, pp. 451–460, 2005.

[8] T. Feuillet, " *L'évolution des températures à Nantes entre 1946 et 2000. Analyses statistiques des ruptures de tendance et interprétations*" , *Cahiers nantais* , vol. 2, 2009.

[9] J. Dessens and A. Bücher, *'' Changes in minimum and maximum temperatures at the Pic du Midi in relation with humidity and cloudiness"*, Atmos. Res., vol. 37, pp. 147-162, 1995.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 246-262
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

ANALYSE DE LA CORRELATION ENTRE LA POLITIQUE MONETAIRE ET LE NIVEAU GENERAL DES PRIX : CAS DE LA RD CONGO DE 2002 A 2013

Fidèle MATITI LUKWESA and Claude BENEMUNGU BISANGA

Faculté des sciences économiques et de gestion, ULGL/BUKAVU, RD Congo

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

ABSTRACT: This article examines the difficulties of monetary policy in the context of the Democratic Republic of Congo influenced by extensive dollarization in the banking system and institutional weakness. The primordial objective devolve to every government within a given community is to ensure the social welfare of its people. To achieve this goal, governments should develop their monetary policy. One of these is actually a setting of several policies (monetary, fiscal, agricultural ....) all these can be Combined in order to achieve a number of ultimate objectives namely the economic growth, price stability, full employment and external balance whose achievement entrusted to the welfare of the population. In this context, the monetary policy's role is to provide to the real sector the quantity of money necessary for the expansion of the economic activities without generating inflationary or deflationary situations. Indeed, the failure of fiscal policy in the DRC is explained by the tax evasion issues, failure of public finance, and under-evaluation of the tax base. Regarding the monetary policy, its failure is due to the dominance of fiscal policy on monetary policy to the extent that the government of our country remains faithful to financing the budget deficit by the advances from the BCC without any concern of stabilizing the prices.

KEYWORDS: Monetary Policy, monetary stability, Inflation, general price level.

RESUME: Le présent article examinera les difficultés de la politique monétaire de la République du CONGO dans un contexte de dollarisation poussée du système bancaire et de faiblesse institutionnelle.
L'objectif primordial dévolu à tout gouvernement au sein d'une communauté donnée est d'assurer le bien-être social de sa population, pour atteindre cet objectif, les gouvernements font élaborer leur politique monétaire. Celle -ci est en fait un ensemble des plusieurs politiques (monétaires, budgétaires, agricoles ….) Combiné en vue d'atteindre un certain nombre des objectifs ultimes, à savoir la croissance économique, la stabilité de prix, le plein emploi et l'équilibre extérieur dont la réalisation confiée le bien- être de la population.
Dans cette perspective, la politique monétaire a pour rôle de fournir au secteur réel la quantité de monnaie nécessaire à l'expansion des activités économiques sans engendrer le dérapage inflationniste ou déflationniste.
En effet, l'échec de la politique budgétaire en RDC est expliqué par des problèmes d'évasion fiscale, la défaillance des finances publiques, de fraude fiscale et la sous-évaluation de l'assiette fiscale.
En ce qui Concerne la politique monétaire, son échec est dû à la domination de la politique budgétaire sur la politique monétaire dans la mesure où le gouvernement de notre pays reste fidèle au financement du déficit budgétaire par les avances de la BCC sans aucun souci de stabiliser les prix.

MOTS-CLEFS: Politique monétaire, stabilité monétaire, inflation, niveau général des prix.

1 INTRODUCTION

Après de nombreuses années de conflit armé et de mauvaise gestion économique la République démocratique du Congo (RDC) connaît depuis une croissance soutenue et une relative stabilité macroéconomique. En 2003-2011, la croissance de son PIB réel a été en moyenne de 6.2 %, contre une contraction annuelle moyenne de 4,5 % entre 1991 et 2002. Le taux de

Corresponding Author: Fidèle MATITI LUKWESA

change nominal s'est stabilisé et a contribué à réduire l'inflation, la ramenant sous la barre des 10 %, après de nombreuses années d'inflation élevée et irrégulière, voire d'hyperinflation. Grâce à des politiques macroéconomiques prudentes et aux réformes structurelles en cours, l'économie se porte mieux. Le gouvernement a en particulier notablement amélioré sa gestion des finances publiques et maîtrisé la dépense publique en liant sa politique fiscale à l'objectif de l'élimination du financement (net) du déficit budgétaire par la Banque centrale du Congo (BCC). La BCC a également apporté des améliorations à ses instruments monétaires, renforcé ses capacités institutionnelles et administratives et reconstitué ses réserves internationales. En dépit de ces progrès, la maîtrise de l'inflation à un niveau faible et stable continue de poser des difficultés aux autorités de RDC : jusqu'à une date récente, les taux d'inflation ont été extrêmement volatils et supérieurs à ceux de ses principaux partenaires commerciaux.

Plusieurs des facteurs qui semblent entraver l'efficacité de la politique monétaire de la BCC sont examinés dans ce document. Citons notamment la forte dollarisation du système bancaire de la RDC et la faiblesse institutionnelle de la BCC, due en partie à sa faible indépendance et à sa mauvaise situation financière (patrimoine financier négatif).

Cependant, dans le contexte congolais, la recherche du bien-être par le truchement de la politique monétaire pose problème eu égard d'une part, aux objectifs assignés officiellement à la politique monétaire, consistant à assurer le financement du développement économique du pays et à promouvoir la stabilité des prix intérieurs ainsi que le maintien de l'équilibre des payements extérieurs , BEZIADE M,(1998) et d'autre part à la détérioration de la situation socio-économique de la République Démocratique du Congo au cours de ces dernières années.

En effet, les résultats issus de la politique monétaire en termes de taux d'inflation attestent l'inefficacité des mécanismes de transmissions de la politique monétaire sur les variables réelles de l'économie congolaise, notamment la stabilité des prix.

Le présent travail, cherche à évaluer l'efficacité de la politique monétaire en République Démocratique du Congo, ses possibilités et limités sur la stabilisation du niveau général des prix. De manière précise, notre préoccupation tourne autour des questions fondamentales ci-après :

Quelle serait l'incidence de la politique monétaire sur le niveau général des prix en R. D. Congo?

Le caractère inopérant de la politique monétaire sur le prix découle-t-il du mauvais agencement des instruments directs et indirects, de l'inélasticité de l'offre nationale de biens et services ou bien de la mauvaise allocation des ressources monétaires?

Le caractère inopérant de la politique monétaire sur le niveau général des prix en République Démocratique du Congo découle du mauvais agencement des instruments directs et indirects (mauvaise politique d'encadrement du crédit, des réserves obligatoires, absence de la politique d'open Market, etc.)

Ainsi, dans les lignes qui suivent nous allons nous pencher sur l'analyse théorique et empirique.

2 CADRE THEORIQUE

2.1 NOTION ET DEFINITION

La politique monétaire est l'une des formes la plus ancienne de la politique conjoncturelle puisqu'on en date la première manifestation dès 1837, lorsque la Banque d'Angleterre découvre l'influence que pouvait avoir la variation de son taux d'escompte. Malgré cette ancienneté, les jugements les plus divers ont été portés sur son efficacité, allant d'un pouvoir presque miraculeux pour certains économistes néo - libéraux (monétaristes), à l'affirmation pour d'autres (Keynésiens) de son inutilité presque totale pour remédier aux principaux maux économiques, tels que l'inflation et le chômage. Cette opposition provient de l'influence globale de la monnaie, sur laquelle insistent les premiers, et de son action inégale dans le temps et sectorielle ment, sur laquelle insistent les seconds. Selon H.G. Johnson, la politique monétaire consiste en l'utilisation du contrôle de l'offre de monnaie par la Banque Centrale, comme un instrument permettant de réaliser les objectifs d'une politique économique générale. D'une manière générale, *elle est l'ensemble des décisions prises par les autorités monétaires, pour agir sur l'économie, par l'intermédiaire de la monnaie*.

Pour MOEBA N, l'objectif de la politique monétaire est *d'assurer un environnement favorable à l'augmentation du revenu réel* dans une perspective à long terme le plus régulièrement et le plus près de son potentiel de plein emploi. . MOEBA N (2007).Mémoire, inédit.

Comme l'affirme le Professeur MABI Mulumba, les différentes politiques monétaires s'analysent en *ayant pour référence le système économique dans lequel elles s'exercent* et les hypothèses auxquelles leurs auteurs se fient pour opérer le choix de canaux de transmission qu'ils *établissent entre la monnaie et le secteur réel de l'économie*. En d'autres termes, les politiques

monétaires s'intègrent dans les théories explicatives de l'équilibre macro-économique. Autrement dit, *la politique monétaire fait partie des composantes de la politique économique d'ensemble* qui comprend également la *politique budgétaire*, la *politique de revenus* et *des prix* et les *politiques structurelles*. Sa contribution est attendue dans la mise en œuvre des *objectifs généraux de la politique* économique que sont : *la croissance économique, le plein emploi, la stabilité des prix et l'équilibre des paiements extérieurs*. Ces quatre objectifs font partie de ce qu'on appelle : "le *carré magique*". MABI . M (2OO7) inédit.

D'une manière générale, la politique monétaire peut être définie comme l'une des composantes de la politique économique générale dont les autres sont : la politique budgétaire, la politique fiscale, la politique des revenus et des prix, la politique de change, la politique industrielle, la politique agricole, les politiques structurelles, BOURDONNAIS R. (2005). Après avoir défini la politique monétaire, il est temps d'examiner ses objectifs, avant d'aborder l'étude de ses instruments dans l'ensemble.

2.2 LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE MONETAIRE

La politique monétaire a plusieurs objectifs dont certains sont opérationnels, d'autres intermédiaires ou spécifiques, et en fin un objectif ultime ou général. Ce sont ces objectifs que nous allons tenter d'examiner dans les différents points qui suivent.

2.2.1 OBJECTIF ULTIME OU GENERAL DE LA POLITIQUE MONETAIRE

Le caractère essentiel et déterminant de la politique monétaire se dégage dans sa capacité à contribuer à la réalisation des objectifs de la politique économique d'ensemble à savoir le plein emploi, la stabilité des prix, la croissance économique et l'équilibre extérieur.

A. LE PLEIN EMPLOI

Pour l'économiste, il s'agit d'utiliser tous les facteurs de production disponibles, c'est - à - dire, de les affecter à l'emploi pour lequel ils ont la plus forte productivité.

Cet objectif s'entend souvent comme la prévention et la réalisation du chômage conjoncturel qu'engendre, par exemple, une diminution des exportations ou la fin d'un boom d'investissement. Mais il comprend aussi la réduction du chômage non conjoncturel, tel que le chômage frictionnel, qui se produit lors de changement de l'emploi, déclin d'une branche d'activité ou d'une région particulière

B. LA STABILITÉ DE PRIX

Il s'agit de limiter le développement de l'inflation.

Cet objectif se définit comme le maintien de la stabilité des prix, habituellement mesuré par l'indice des prix de détail. La lutte de l'inflation n'apparaît alors comme un objectif que dans la mesure où elle conditionne aussi l'équilibre des échanges extérieurs.

C. L'ÉQUILIBRE EXTÉRIEUR

Il s'agit d'équilibrer les entrées et les sorties de biens, services, des revenus et capitaux. A court terme, l'objectif est essentiellement le maintien d'un niveau « satisfaisant » de réserves de change (or et divises) ; En revanche, à long terme, l'objectif peut prendre des formes diverses, telles que l'augmentation des exportations, un surplus déterminé de la balance des paiements globale ou en compte courant, ou encore une modification de la structure régionale des exportations, par exemple une augmentation de la part à destination de la Zone dol BRAMOULLE G. et Ali .(2005) ,

D. LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Il s'agit de stimuler le développement de la production et du revenu national considéré comme le garant d'une amélioration du bien - être des individus .C'est aussi le passage d'un niveau bas à un niveau supérieur de production. Cet

objectif dont l'importance s'est accrue au cours de ces dernières années, peut se définir comme un taux d'accroissement satisfaisant du produit national réel, exprimé globalement ou par habitant. DE MOURGUES M . (1976).

2.2.2 LES OBJECTIFS INTERMEDIAIRES OU SPECIFIQUES DE LA POLITIQUE MONETAIRE

La détermination de l'objectif intermédiaire repose sur une série d'hypothèses. Il existe une liaison plus ou moins étroite entre l'objectif intermédiaire et les objectifs finals. Autrement dit, le processus de transmission de la politique monétaire est stable et suffisamment marqué.

De plus, la Banque Centrale, grâce aux instruments dont elle dispose, est en mesure de maîtriser la réalisation de l'objectif intermédiaire. EFFE X(1976).

En fixant des objectifs intermédiaires, la Banque Centrale crée un point de référence pour les prévisions des agents économiques et exercer ainsi un effet d'annonce sur les anticipations envisagées.

La politique monétaire est plus facile à mettre en œuvre qu'une politique des revenus ; En effet, la politique monétaire est plus discrète et a un effet moins douloureux.

Ainsi, les Banques Centrales ont le choix entre plusieurs types d'objectifs intermédiaires : des objectifs de taux d'intérêt ou des objectifs quantitatifs de monnaie et du crédit ou des objectifs de taux de change . En d'autre terme, le autorités monétaires tentent de viser un bon niveau de taux d'intérêt, un bon niveau de croissance de la masse monétaire, une bonne allocation de ressources financières de la nation, ou un bon niveau du taux de change

2.2.3 OBJECTIFS OPERATOIRES DE LA POLITIQUE MONETAIRE

La Banque d'Emission poursuit deux objectifs opérationnels à savoir : le taux du marché interbancaire et la base monétaire. Ce sont ces objectifs qui permettent aux autorités monétaires de contrôler efficacement la masse monétaire.

2.3 LES INSTRUMENTS DE LA POLITIQUE MONETAIRE

Après avoir déterminé ou fixé un certain nombre d'objectifs (ultimes, intermédiaire et opérationnels), les autorités monétaires (Banque Centrale et Trésor public) procèdent par la mise en place des moyens qui leur permettront de réaliser les objectifs poursuivis. Ce sont ces moyens que nous qualifions d'instrument de la politique monétaire.

Ainsi, nous allons tenter d'examiner les différents instruments de la politique monétaire dans les points qui suivent.

2.3.1 OPEN MARKET POLICY

Les opérations d'open Market sont des opérations de vente et d'achat de titres sur le marché monétaire par les autorités monétaires. Elles agissent à la fois sur le montant de liquidité en circulation et sur le montant de titres détenus dans le portefeuille de la Banque Centrale.

2.3.2 RÉESCOMPTE OU REFINANCEMENT

Par le réescompte, les banques empruntent directement des liquidités à la Banque Centrale par le truchement de titres privés qu'elles ont en portefeuille. Ces titres sont représentatifs de crédits à l'économie. Le taux de refinancement de ces titres est donc fixé à l'avance.

Ce taux de refinancement des banques commerciales auprès de la Banque Centrale Constitue dans la zone euro le principal taux directeur c'est-à-dire, le principal taux fixé par la BCE (Banque Centrale Européenne) qui va orienter l'ensemble des taux de marché.

2.3.3 INTERVENTIONNISME DIRECT

D'une manière générale, cet instrument est caractérisé par l'utilisation de deux instruments à savoir, la sélectivité du crédit et l'encadrement du crédit.

La sélectivité de crédit vise à contrôler non la quantité, mais l'orientation des crédits bancaires dans le sens voulu par l'Etat par contre l'encadrement du crédit est la limitation décidée par voie réglementaire du taux de croissance des encours

de crédit distribués par les banques, en prenant l'année précédente comme base. FRIEDMAN. (1969). Il s'agit ici du volume des crédits à accorder qui est plafonné.

2.3.4 CONTRÔLE DES CHANGES

Lorsque le marché ne s'équilibre pas spontanément, la tension vient assez vite des pouvoirs publics de contrôler les opérations des changes.

Ce contrôle peut aller jusqu'à soumettre à l'autorisation administrative pour tout achat et toute vente de devises étrangères.

2.4 TABLEAU SYNTHETIQUE D'OBJECTIFS ET INSTRUMENTS DE LA POLITIQUE MONETAIRE

La politique monétaire agit par l'intermédiaire d'instruments sur des objectifs intermédiaires qui permettent d'atteindre des objectifs finals.

Le tableau ci-dessous présente sommairement ces différentes catégories.

Tableau n°1 : Synthèse d'objectifs et instruments de la politique monétaire

Instruments	Objectifs opérationnels	Objectifs intermédiaires	Objectifs finals
Open Market Policy Réescompte Réserves obligatoires Encadrement du crédit Contrôle direct du taux d'intérêt Contrôle de change	Taux du marché interbancaire Base monétaire exogène	Taux d'intérêt à court terme Taux d'intérêt à long terme Agrégats de crédit Agrégat de monnaie (M_1, M_2, M_3) Taux de change	Prix Niveau d'activité Emploi Equilibre extérieur.

***Source** : DE MOURGUES, Op. Cit., p. 300*

2.5 LA STABILITÉ DES PRIX

2.5.1 DÉFINITION DES CONCEPTS

2.5.1.1 LA STABILITÉ DES PRIX

La stabilité de prix se réfère à la sphère monétaire ou la quantité de monnaie détermine le prix absolu exprimé en unité de compte. La stabilité des prix est une situation ou une évolution régulière et prévisible du niveau général des prix qui ne pas préjudiciable au fonctionnement de l'économie. D'où, stabilité des prix ne veut pas dire fixité des prix mais plutôt une évolution qui favorise le plan des consommateurs et des producteurs et partant, la croissance économique. C'est l'objectif principal de la politique monétaire.

Ainsi, nous pouvons définir la stabilité des prix comme la situation d'une économie où l'évolution des prix est sous contrôle tant à court terme, moyen qu'à long terme 9. HAHN F(1984). Autrement dit, la stabilité des prix revient à lutter contre la hausse généralisée, durable et importante du niveau général des prix.

D'autres auteurs définissent la stabilité des prix comme des taux d'inflation suffisamment faibles pour ne pas influencer les décisions économiques.

2.5.1.2 L'INFLATION

Il y a plusieurs définitions de l'inflation, mais dans le cadre notre travail, nous avons retenu les définitions ci-après :L'inflation est un phénomène économique qui se traduit par une hausse des prix généralisée, due selon certain, à une circulation monétaire excessive, ou selon d'autres, à un déséquilibre entre l'offre et la demande globale des biens et services disponibles sur le marché. JAMES(1963).L'inflation est un déséquilibre cumulatif entre le taux de croissance du produit national et celui des liquidités monétaires. Elle se signale par une hausse des prix grave, générale, durable et structurelle, mais elle ne s'explique pas. Elle commence quand le processus de hausse des prix devient cumulatif. L'inflation est un

ensemble de déséquilibres entre les offres et les demandes des secteurs de production et de groupement de consommateur, prenant leur origine aussi bien dans les ruptures d'équilibres qui accompagnent les fluctuations ou la conjoncture intérieur et extérieur que dans une modification des caractéristiques structurelles de l'économie. Ces déséquilibres se propagent, s'amplifient ou se résorbent selon un processus cumulatif, en raison d'une perversion des mécanismes économiques. . JOHNSON H.G. (1974).L'inflation signifiait à l'origine une hausse de la quantité de monnaie. Ce n'est qu'au 19ème siècle, sous l'influence de la causalité quantitative que le sens courant du mot a changé pour signifier une hausse trop rapide des prix. . De toutes ces définitions, l'on peut retenir que :

a. l'inflation résulte de l'ensemble de déséquilibre sectoriel et non d'un déséquilibre global. Ce phénomène se localise à l'échelle des firmes et des secteurs, des particuliers et des classes sociales.

b. l'inflation est de nature structurelle et les facteurs conjoncturels ne sont que des causes immédiates d'un déséquilibre, dont l'origine profonde provient de mauvaises structures économiques (forme archaïque de production, institutions inefficaces,.....) KEMPT P(2000)

c. l'inflation est un phénomène spécifique ayant son propre rythme. Elle se manifeste par un mouvement auto- entretenu et irréversible de hausse des prix.

Ainsi pour qu'il y ait inflation, il est indisponible que les trois conditions ci-après soient remplies :

1ère qu'il y ait hausse des prix ;

2ème que cette hausse des prix soit généralisée, c'est-à-dire qu'elle affecte tous les biens et services ;

3ème que cette hausse des prix soit continue, c'est-à-dire qu'elle soit prolongée dans le temps.

Formes d'inflation : On distingue habituellement trois formes d'inflation correspondant, par ordre croissant de gravité, à trois étapes différentes :

1) Inflation latente (contenue, déguisée ou rampante)

Elle se caractérise par une *hausse des prix avant qu'elle ne devienne cumulative*. Il peut s'agir d'un mouvement localisé à quelques marchés. On parle aussi d'inflation *rampante.*

2) Inflation ouverte

Elle commence dès que la hausse des prix prend un caractère cumulatif. Le mécanisme cumulatif est le suivant : Le public est persuadé que l'augmentation qui se manifeste va se poursuivre et s'aggraver. Pour éviter d'acheter plus cher demain, il achète aujourd'hui, même les biens qui ne lui sont pas indispensables. La pression de la demande qui envahit toute l'économie va provoquer une nouvelle hausse des prix, et ainsi de suite.

3) Hyperinflation (inflation galopante)

A cette étape, le processus cumulatif est devenu incontestable et les Pouvoirs publics ne peuvent rien pour le ralentir, l'endiguer ou le stopper. ALAKINI MUHIGIRWA Ephrem (cours d'économie monétaire(2015) inédit.

La hausse de prix est de plus en plus forte ; elle est parfaitement générale et frappe toutes les sociales

OBJECTIFS DES INSTRUMENTS DE LA POLITIQUE BUDGÉTAIRE UTILISE EN RDC

Les instruments de la politique doivent concourir à la réalisation des objectifs de la politique économique d'ensemble. Bien qu'étant une politique de régulation de la politique conjoncture pouvant jouer dans le deux sens : dans le sens expansionnistes lorsque l'on cherche à soutenir ou à favoriser l'activité économique ; dans les sens restrictif lorsqu'on cherche à réduire la demande des agents économiques (situations inflationnistes, de déficit extérieurs), En RDC, les instruments de la politique budgétaire n'ont pas atteint leurs objectifs (recettes, dépenses et déficits)

2.5.2 EFFICACITE DE LA POLITIQUE BUDGETAIRE EN RDC

Au regard des principaux problèmes qui touche les finances publiques de la RDC d'une part et de l'Etat dans lequel se trouve actuellement l'économie congolaise qui accuse une fragilité d'autre part, la politique budgétaire pour être efficace devrait viser à gérer des excédents de la trésorerie de manière a faire face aux dépenses et trouver d'autres mécanismes de financement des déficits en lieu et place d'un recours excessif aux avances du système bancaire qui nourrissent des tensions inflationnistes. SEDWITZ W.J et SCHOTR F.H (*1963).*

Dans le but de rendre efficace cette politique, un certain nombre des mesures se rapportant a des instruments doivent être envisagés.

Les actions à entreprendre vont :

- du côté des dépenses ;
- du côté des recettes ;
- du côté du déficit.

2.6 LA GESTION DE LA POLITIQUE MONETAIRE EN RDC

La politique monétaire est l'une des composantes de la politique économique générale, qui agit par l'intermédiaire des instruments sur des objectifs opérationnels qui, à leur tour exerce une influence sur des objectifs intermédiaires, permettant ainsi d'atteindre l'objectif final KEREVE A (1976).

En RDC, la politique monétaire est gérée par la BCC qui a entre autres missions d'offrir la quantité de monnaie compatible avec la demande de celle-ci. Et pour y arriver, la politique monétaire en RDC a eu toujours comme objectif :

- la lutte contre la hausse des prix, c'est-à-dire l'inflation,
- l'augmentation de l'épargne nationale pour le financement des investissements,

Pour ce faire, elle repose sur :

- l'encadrement de crédit et la réduction du déficit budgétaire en vue de rendre compatible la croissance de la masse monétaire avec le besoin réel de l'économie ;
- l'obtention des taux d'intérêt positif en tenant compte du rythme annuel de l'inflation ;
- la stabilisation du taux de change par un ajustement de l'offre à la demande des devises,
- la mise en place de mesures incitatives pour une meilleure utilisation des ressources intérieures.

La gestion de la politique monétaire en RDC est marquée par l'accroissement de la masse monétaire dans le but d'assurer le financement du déficit du secteur public, source de la hausse généralisée des prix.

Les opérations financières de l'Etat se sont caractérisées par la réalisation du déficit budgétaire durant la période sous étude sauf pour les années 2001,2002 ,2008 et 2009. Cependant d'un côté, ce phénomène étant fréquent et de l'autre côté, le pays ayant été déclaré non coopératif par les institutions financières internationales, les autorités publiques en vue de financer ces déficits, ont trouvé refuge auprès de la BCC en recourant à la planche a billet. Rapport de la banque centrale du Congo (2008 :147).

Tableau 2 : Les indicateurs macroéconomiques de 1998 à 2009

Années	PIB réel en milliards de CDF	Taux de croissance en %	Indice général des prix à la consommation
2002	10,0	-1,7	5.153,6
2003	51,8	- 4 ,3	12.135,2
2004	297,1	-6,9	78.899,2
2005	299,0	-2 ,1	360.791,83
2006	318,3	3,5	451.980,94
2007	339,5	5,6	509.231,61
2008	336,5	6,6	538.952,25
2009	386,4	7,8	645.072,50
2010	410,6	5 ,6	888.422,83
2011	435, 8	6,6	851.110,72
2012	447,9	6,2	1.003.197,50
2013	480,1	7,8	1.466.886,86

Source : Rapports annuels de le BCC de 1998 à 2009.

Le tableau ci-dessus montre que durant toute la période d'observation de 12 ans, 10 années budgétaires se sont soldées par les déficits graves. Ainsi, pour couvrir ce déficit, le gouvernement s'est vu obliger de recourir aux avances du système bancaire sans tenir compte des exigences de stabiliser les prix. C'est ainsi pour une compréhension précise, il est nécessaire d'observer le tableau suivant résumant la causalité entre la masse monétaire et l'inflation en RDC de 1998 à 2009.En effet, il est vrai que l'économie congolaise a été caractérisée par une inflation durant la période sous analyse ; mais la question qui se pose ici, est celle de savoir si cette inflation avait pour cause l'expansion de la masse monétaire.

Tableau 3 : Evolution demasse monétaire et taux d'inflation de 1998 à 2009

Années	Masse monétaire en milliers de CDF	Taux d'inflation moyenne en %
2002	158%	134 ,8%
2003	363%	483 ,1%
2004	501%	511 ,2%
2005	71.143,7	388, 9 %
2006	98.832,9	32%
2007	130.118,7	339,5%
2008	222.118,7	366,0 %
2009	277.111,5	386,4%
2010	439.911,1	410, 6%
2011	658,8	410,6%
2012	1.041,4	435,8%
2013	1.543,1	447,9%

Source : rapports annuels de le BCC de 2002 à 2013

Il ressort de ce tableau que pendant les années 2002,2003 et 2004, le taux d'expansion de la masse monétaire était respectivement de 158%,363% et 501,7% ; le taux d'inflation était de 134,8% en 2002; 483 ,1% en 2003 et 511,2% en 2004 avec la couverture de solde du déficit budgétaire par les avances de la BCC de l'ordre de 251.011 milliers de CDF en 2002 ; 2.634.922 milliers de CDF en 1999 et 10.540.165 milliers de CDF en 2004.

En 2003 ; le taux d'expansion de la masse monétaire est a 363%, le taux d'inflation s'est situé 483,1% avec la couverture du solde du déficit budgétaire par les avances de la BCC de l'ordre de 2.634.922 milliers de CDF.

Dé 2006 à 2007, le taux d'expansion de la masse monétaire a évolué de façon lente comme on peut le lire dans le tableau n° 3.

Dé 2011 à 2013, le taux d'expansion de la masse monétaire était tantôt à la hausse, tantôt à la baisse.

Cependant, après cette analyse, il ressort qu'en RDC, l'expansion monétaire est la principale source de l'inflation observée comme on pourrait le démontez dans les lignes précédentes.

On peut retenir qu'à partir de 2001, qu'un reversement des tendances est intervenu dans l'évolution du taux de croissance de la masse monétaire ; ce changement a conduit à la maîtrise du taux d'inflation lequel est passé de quatre à trois, à deux chiffres et à un chiffre ; dès lors l'économie congolaise à retrouve le sentier de la stabilité comme le tableau n°08 le renseigne.

Tableau4. Evolution du PIB (en %), inflation et masse monétaire de 1998 à 2009

Années	PIB Réel en milliards deCDF	Taux d'inflation moyenne annuelle en%	Masse monétaire en milliers de CDF
2002	-1 7	134 ,8%	158%
2003	-4, 3	483 ,1%	363%
2004	-6 ,9	511 ,2%	501%
2005	-2,1,	388 , 9 %	71.143,7
2006	3,5	32%	98.832,9
2007	5,7	339,5%	130.118,7
2008	6,6	366,0 %	222.118,7
2009	7,8	386,4%	277.111,5
2010	6,2	410, 6%	439.911,1
2011	6,3	410,6%	658,8
2012	6,2	26%	1.041,4
2013	2,8	53%	1.543,1

Source : BCC Direction des, services des statistiques Economiques, 2008-2009

La lecture du tableau 4 nous fait observer ce qui suit :Hormis la tendance négative des années 2002,2003, 2004 et 2005, en générale le PIB est en hausse continuelle passant de -1,7% en 2002 à 5,7% en 2004, à 6,6% en 2006, à 7,8% en 2007, à 6,3% en 2009, à 6,2% en 2012 et à 2,8% en 20013.

De ce même tableau, nous observons que la masse monétaire après la mise en œuvre du PIR et PEG n'a pas emprunté le sentier comme ce fut le cas de la période d'avant ces programmes.

Quant à l'inflation, eu égard de ce tableau l'on remarque qu'en RDC, le taux d'inflation est passé de sa phase d'hyperinflation a l'inflation lente. En effet, en 2002 et 2003 le taux d'inflation était respectivement de 134,8% et 483,1% puis 26% et 53% pour 2011 et 2013.Par conséquent, nous pouvons dire que l'économie congolaise a donc enregistré beaucoup de contre performances durant la période sous étude, toute fois, le changement intervenu eu égard de l'évolution du taux d'inflation depuis 2005 jusqu'a 2008 n'est le fruit d'une baguette magique.

2.6.1 LES INSTRUMENTS DE LA POLITIQUE MONETAIRE EN RDC

Les instruments de la politique monétaire ont pour attribution « la lutte contre l'inflation » afin de contribuer effacement à la réalisation des objectifs du carré magique de Nicolas Kaldor .En RDC la politique monétaire est mise en œuvre exclusivement par la BCC conformément au décret n°005/2002 du 07 Mai 2002 qui consacre son indépendances .Ainsi la BCC utilise les instruments ci-après :

- le coefficient de réserve obligatoire ;
- les interventions sur le marché de change ;
- le taux d'intérêt.

2.6.1.1 LES COEFFICIENT DE RESERVE OBLIGATOIRE

Il importe de noter que le coefficient de réserve obligatoire est resté inchangé à 2% depuis juin 1993 ; cella pour permettre la distribution du crédit à l'économie par les banques commerciales afin d'évite toute stérilisation excessive des ressources des banques à financer l'économie congolaise.

2.6.1.2 LES INTERVENTIONS SUR LE MARCHE DE CHANGE

Elles consistent en une injection monétaire sous forme des achats des devises en cas de resserrement de la liquidité centrale et en un retrait de cette dernière sous forme de cession de devises en cas d'expansion non prévue de la base monétaire.

Depuis 2009, les interventions de l'institut d'émission (BCC) sur le marché des changes par ce mécanismes n'ont concerné que le volet offre des devises

2.6.1.3 LE TAUX D'INTÉRÊT

L'objectif poursuivi par la BCC en cette matière est le maintien de la positivité du taux d'intérêt réel.

Nous distinguons ici, le taux d'intérêt des opérations de refinancement et le taux des opérations des billets de trésorerie.

A. LE TAUX D'INTERET DES OPERATIONS DE REFINANCEMENT

Trois guichets de refinancement existent à la BCC à savoir : le réescompte, le call money et les avances en compte courants.

Le taux de réescompte est considéré comme le taux directeur de la BCC et celle-ci n'accepte pas au refinancement de tous les effets figurant dans les portefeuilles des banques agrées. Les effets acceptés par la BCC sont ceux représentant une sécurité totale, en d'autres termes, qu'ils soient admis au réescompte, la BCC exige que les effets de commerce soient :

- à courte échéance (ne dépassent pas 90 ou 120 jours) ;
- émis pour financer une opération commerciale ;
- signe par trois personnes notoirement solvable dont une banque.

En ce qui concerne le call money, il est fixe à deux pourcentages au-dessus du taux directeur.

B. LE TAUX DES OPERATIONS DES BILLETS DE TRESORERIE

Le taux d'intérêt des billets de trésorerie a été lance le 18 décembre1997. Ses principales caractéristiques sont :

- la souscription minimale est établie a 500.00CDF ;
- trois maturités sont en vigueur, à savoir 7 ; 14 et 24 jours ;
- chaque mercredi de la semaine est réservé aux souscriptions et aux remboursements ;
- les banques ainsi que leurs clients sont autorisent à la souscription :
- la BCC prend en charge le support des imprimés, le rendement et les frais financiers comprenant le coût d'impression.

2.6.2 LES POINTS POSITIFS, LES LIMITES ET LES PERCEPTIVES DE LA POLITIQUE MONETAIRE EN RDC

Il est question d'épingler successivement les points positifs, les contraintes et les perceptives de la politique monétaire en RDC.

2.6.2.1 POINTS POSITIFS

- sur trois instruments actuels, deux touchent à la liquidité globale (espèces et monnaie scripturale) ;
- mise en œuvre des stratégies basées sur de règle, à travers l'annonce préalablement des objectifs à atteindre et les mesures à prendre ;
- indépendance de la BCC

L'indépendance de la BCC lui a été conférée par le décret n°005/2002 du 07 mai 2002.

Cette indépendance concerne tant de choix des instruments que la définition des objectifs de la politique jusqu'à l'objectif intermédiaire.

En ce qui concerne l'objectif final, il est défini en concertation avec le gouvernement.

2.6.2.2 LIMITES ET FAIBLESSES

- manque de souplesse et de flexibilité des instruments de la politique monétaire.

L'une des faiblesses de la BCC est le caractère passif des instruments de la politique monétaire.

En effet, l'initiative des opérations est réservée aux banques commerciales ou au public.

Cette situation concerne tant le financement en faveur des banques que les opérations sur les titres souscrits par ces derniers ou par le public.

De ce fait, la BCC a une marge de manœuvre très étroite par rapport aux exigences de régulation monétaire. Elle ne peut, à m'importer que moment, intervenir dans le sens d'injection ou de reprise des liquidités

- absence de détermination du taux d'intérêt par voie du marché ;

Le taux directeur de la BCC est déterminé en fonction de taux d'inflation pour assurer la positivité en terme réel .il en résulte ainsi d'une procédure administrative.

Par ailleurs, il n'est toujours pas acquis que le taux d'inflation reflète les forces en présence sur le marché en raison notamment de la rigidité à la baisse de plusieurs prix, de collage existant entre l'évolution de certains indicateurs et le taux d'inflation.

- l'absence des instruments diversifiés de paiement et la prépondérance de la circulation fiduciaire dans l'arsenal des instruments de paiement :
- l'absence d'un objectif intermédiaire détermine avec précision comme principale impulsion de la politique monétaire ;
- l'insuffisance des réserves de change et la modalité capitale de la BCC ;
- L'inter préférence du gouvernement dans la mise en œuvre de certaines décisions à caractère monétaire.

2.6.2.3 PERSPECTIVES

- La cristallisation de l'objectif intermédiaire de la politique monétaire de la BCC comme point de départ en vue de la mise en œuvre d'une politique d'annonce crédible pouvant canaliser les anticipations des agents économiques.

Il est exclu que le taux de change constitue l'objectif intermédiaire, du fait qu'en régime de change flottant, il est déterminé par l'offre et la demande sur le marché de change.

Par ailleurs, l'adoption du taux d'inflation anticipé comme objectif suppose le ciblage de l'inflation lequel requière certaines conditions non encore remplies par la RDC telle que : le développement du système financier l'existence d'un cadre efficace des prévisions de l'inflation.

- La nécessité de diversifier les instruments de paiement en vue de réduire progressivement le recours à la monnaie fiduciaire en référence aux progrès à réaliser dans le domaine de la convertibilité des avoirs livres et de la liquidité du système bancaire dans son ensemble ;
- L'examen des possibilités de mise en place à moyen terme des mécanismes d'Open Market par la souscription par voix d'adjudication des billets de trésorerie et de refinancement par voie d'appel d'offre.

De ce qui précède, l'on peut retenir que durant toute la période sous analyse, la politique monétaire et budgétaire n'ont pas donné de bons résultats

En effet, l'échec de la politique budgétaire en RDC est expliqué par des problèmes d'évasion fiscale, la défaillance des finances publiques, de fraude fiscale et la sous-évaluation de l'assiette fiscale.

En ce qui Concerne la politique monétaire, son échec est dû à la domination de la politique budgétaire sur la politique monétaire dans la mesure où le gouvernement de notre pays reste fidèle au financement du déficit budgétaire par les avances de la BCC sans aucun souci de stabiliser les prix.

Ainsi, dans les lignes qui suivent nous allons nous pencher sur l'analyse empirique.

3 ANALYSE EMPIRIQUE

Apres avoir abordé les théories générales ainsi que certains aspects pratiques de la politique monétaire sur le niveau général des prix en RDC ; il nous parait utile de vérifier empiriquement nos hypothèses de base.

En effet, dans ce chapitre il sera question d'étudier la relation de cause à effet qui existe entre la politique monétaire de la BCC et le niveau général des prix.

3.1 PRÉSENTATION DES DONNÉES

Tableau 5. Evolution de la masse monétaire, taux de change officiel et les indices des prix à la consommation de 1998 à 2009

Années	Masse monétaire en milliers de CDF	Taux de change officiel	Indice général des prix à la consommation
2002	845,1	1,45%	5.153,6
2003	3.915,3	15%	12.135,2
2004	23.558,3	21,82%	78.899,2
2005	71.143,7	206,62%	360.791,83
2006	98.832,9	346,48%	451.980,94
2007	130.118,7	405,00%	509.231,61
2008	222.118,7	398,30%	538.952,25
2009	277.111,5	476,78%	645.072,50
2010	439.911,1	468,05%	888.422,83
2011	658,8	508,63%	851.110,72
2012	1.041,4	639,3%	1.003.197,50
2013	1.543,1	900%	1.466.886,86

Source : Indice des prix à la consommation de l'IRES et rapports annuels de le BCC de 2002 à 2013

La taille de l'échantillon en termes d'année étant petite, nous allons utiliser les données mensuelles qui ont été extraites des rapports annuels de la BCC de 2008 à 2013 ainsi que dans les différents numéros du condensé d'informations statistiques de la BCC .Ces données partent de juin 2008 à juin 2013 et seront reprise dans les annexes du présent travail.

3.2 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les variables prises en considération dans la présente étude sont : le taux de change officiel, étant donné que ce taux reflète la réalité de l'économie congolaise ; la masse monétaire et les indices des prix à la consommation.

Ainsi, la cotation à l'incertain a été retenue pour le taux de change officiel, se traduisant par le nombre d'unité de franc congolais pour une unité des devises .Concernant l'inflation, c'est l'indice général des prix sur le marché qui a été considéré étant donné qu'il constitue la moyenne des prix.

S'agissant de la masse monétaire, nous allons nous focaliser sur la masse monétaire au sens large c'est-à-dire M_2.

3.3 APPLICATION DES TESTS DE CAUSALITE POUR LA VERIFICATION DU SENS DE LA RELATION ENTRE LA MASSE MONETAIRE, INDICE DES PRIX ET TAUX DE CHANGE

Au niveau théorique, « la mise en évidence de relations causales entre les variables économiques fournies des réflexions propices pour une meilleure compréhension des phénomènes économiques »Dans la pratique, la relation causale est nécessaire pour la meilleure formulation de la politique économique.

A ce effet, nous allons utiliser le test de causalité au sens de Granger puisque celle-ci permet au-delà de toute corrélation entre les variables économiques (masse monétaire, indice des prix et taux de change) ; de savoir si la politique monétaire avait ou non influencé l'indice des prix et le taux de change.

3.4 LA CAUSALITE AU SENS DE GRANGER

Granger (1969) a proposé le concept de causalité pour montrer comment la variable masse monétaire peut influencer les prix et le taux de change ; c'est-à-dire la masse monétaire est la cause des prix et du taux de change ; ou encore l'on peut dire que la masse monétaire explique significativement les variables prix et taux de change.

Dans la pratique, on utilise le test de Fisher pour vérifier la causalité au sens de Granger, et ce test se présente comme suit :

· 1er cas : H_0 : la masse monétaire n'explique pas les prix

H_1 : la masse monétaire explique les prix

· 2ieme cas : H_0 : la masse monétaire n'explique pas le taux de change

H_1 : la masse monétaire explique le taux de change

Pour admettre qu'une variable cause (explique) une autre, il faut que la variable Fisher calculé (F_c) soit supérieure à la valeur de Fisher de la table (F_t) ; ou encore la valeur de la probabilité soit inférieure à 0,05 ou 5%, c'est-à-dire $F_{c>}F_t$et dans ce cas l'hypothèse nulle (H0) est rejetée .Et dans le cas contraire, c'est-à-dire $F_{c<}F_t$,on rejette l'hypothèse H_1.

3.5 SPÉCIFICATION DU MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE

Pour mieux démontrer la relation qui existe entre les trois variables, la séquence a été scindée en deux parties : masse monétaire- prix et masse monétaire- taux de change.

3.5.1 SPECIFICATION DE LA RELATION MASSE MONETAIRE ET PRIX

A ce niveau, le modèle se spécifie comme suit :

$LIPC=a_0+ a_1LM2 + å_i$

LIPC : indice général des prix à la consommation ;

LM2 : masse monétaire

a_0 et a_1 : les paramètres ; et

$å_i$: terme d'erreur ou variable aléatoire.

3.5.2 SPECIFICATION DE LA RELATION MASSE MONETAIRE ET TAUX DE CHANGE

A ce niveau, le modèle se spécifie comme suit :

$LTx=a_0+ a_1LM2 + å_i$

LTx : taux de change ;

LM2 : masse monétaire

a_0 et a_1 : les paramètres : et

$å_i$: terme d'erreur ou variable aléatoire

3.6 LES RÉSULTATS

3.6.1 LES RESULTATS DU MODELE MASSE MONETAIRE- PRIX

Après application de la méthode des moindres carrés ordinaires, les résultats obtenus avec Eviews (voire annexes tableau n°10) se présentent comme suit :

$LIPC= 2,062746+ 1,049462\ LM_2$

t (3,647491) (32,93743)

R^2= 0,837416 DW= 1,2375536 F= 673,8423

3.6.2 LES RESULTATS DU MODELE MASSE MONETAIRE- TAUX DE CHANGE

Après application de la méthode des moindres carrés ordinaires, les résultats obtenus avec Eviews (voire annexes tableau n°11) se présentent comme suit :

$LTx=1,251893+ 0,251359LM_2$

t (3,647491) (32,93743)

R^2= 0,762366 DW= 1,779755 F=189 ,2811

3.7 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Il sera d'abord question d'interpréter les résultats de la première relation (masse monétaire- prix) et puis la deuxième relation (masse monétaire- taux de change)

3.7.1 INTERPRETATION DE LA PREMIERE RELATION (MASSE MONETAIRE - PRIX)

Nous obtenons un modèle globalement bon dans l'ensemble (F>5%), tous les coefficients sont significatifs (Prob<5%). La statistique Fischer calculée est supérieure à celui de la table (673,8423> 0,05) ; le coefficient de détermination R^2= 0,837416 est acceptable et la statistique DW est proche de 2, ce qui explique l'absence d'auto corrélation des erreurs (voire annexes première tableau)

S'agissant de relation des variables, l'analyse des résultats montre que la corrélation masse monétaire - prix est positif, soit 83% de la hausse du niveau général des prix est expliqué par la variation de la masse monétaire.

3.7.2 INTERPRETATION DE LA DEUXIEME RELATION (MASSE MONETAIRE - TAUX DE CHANGE)

Nous obtenons un modèle globalement bon dans l'ensemble (F>5%), tous les coefficients sont significatifs (Prob<5%). La statistique Fischer calculée est supérieure à celui de la table (189,2811> 0,05) ; le coefficient de détermination R^2= 0,762366 est acceptable et la statistique DW est proche de 2, ce qui explique l'absence d'auto corrélation des erreurs (voire annexes deuxième tableau)

S'agissant de relation des variables, l'analyse des résultats montre que la corrélation masse monétaire - Taux de change est positif, la variation du taux de change est expliquée à 76% par la variation de la masse monétaire.

4 CONCLUSION GENERALE

Notre travail a porté sur «l'Analyse de la corrélation entre la politique monétaire sur le niveau général des prix en République Démocratique du Congo, de 2002 à 2013 »

Il a eu pour objectif l'étude de la relation qui existe entre la politique monétaire de la Banque Centrale du Congo (BCC) et le niveau général des prix qui est considéré comme l'objectif prioritaire des autorités monétaires (Banque Centrale et Trésor public)

Pour y parvenir, notre problématique de recherche était axée sur les questions suivantes :

- Quelle serait l'incidence de la politique monétaire de la BCC sur le niveau général des prix ?
- Le caractère inopérant de la politique monétaire de la BCC sur le niveau général des prix découle-t-il du mauvais agencement des instruments directs et indirects, de l'inélasticité de l'offre des biens et services ou bien de la mauvaise allocation des ressources monétaires ?

Ainsi, nous avons proposé les hypothèses ci -après :

- La politique monétaire de la BCC agit inefficacement sur le niveau général des prix.
- Le caractère inopérant de la politique monétaire sur le niveau général des prix en République Démocratique du Congo découle du mauvais agencement des instruments directs et indirects (mauvaise politique d'encadrement des crédits, absence de la politique d'open market)

Pour vérifier nos hypothèses, nous avons fait recours à la spécification du modèle économétrique afin de démontrer la relation qui existe entre le trois variables : masse monétaire- prix et masse monétaire- taux de change.

Après analyse et interprétation des résultats, il s'observe que nos hypothèses ont été Confirmées.

En effet, nous sommes parti de l'hypothèse selon laquelle la politique monétaire de la BCC agit inefficacement sur le niveau général des prix ; les résultats du calcul effectué à Eviews montre que la politique monétaire de la BCC a un impact

négatif sur le niveau général des prix, soit 83% de la hausse du niveau général des prix est expliqué par la mauvaise politique monétaire de la BCC pendant la période sous étude.

Dès lors, l'échec de la politique monétaire en RDC à stabiliser les prix crée la polémique sur la question de savoir son responsable. Les uns peuvent dire que le vrai responsable de l'échec de la politique monétaire incombe à l'autorité monétaire qui est la BCC au regard de l'article premier des statuts de Banque Centrale qui consacre son autonomie ; les autres en revanche attribuent cet échec au pouvoir public en se référant à l'article deux des statuts de Banque Centrale qui exige que la politique monétaire s'inscrive dans le cadre de la politique économique du gouvernement.

Au regard des éclaircissements ci haut, il ressort que la responsabilité de l'inefficacité de la politique monétaire en RDC incombe aussi bien au gouvernement qu'à l'autorité monétaire (BCC) étant donnée son incapacité attestée de résister aux pressions du gouvernement en matière d'octroi des avances pour combler le déficit budgétaire qui est pour la plupart de cas, source de la hausse généralisée des prix c'est-à-dire l'inflation.

De ce qui précède , nous suggérons au gouvernement de notre pays, une discipline budgétaire dans la gestion des finances publiques afin d'éviter tout recourt au financement du déficit budgétaire par les avances de la BCC et à l'autorité monétaire de notre pays qui est la Banque Centrale du Congo (BCC), la cohérence et la rationalité dans la gestion des instruments de la politique monétaire pour bien attendre son objectif final qui est de stabiliser les prix dans l'économie.

REFERENCES

[1] BEZIADE M*., la monnaie*, 2ème éd, Paris, 1986.
[2] BOURDONNAIS R*., économétrie*, ed.Dunod, Paris, 2005.
[3] BRAMOULLE G. et AUGEY A*., économie monétaire*, édition, Dalloz, Paris ,1998.
[4] CAPUL J*., sciences économiques et sociales*, édition, Hatier, Paris, 1994.
[5] DAVID J.H et JAFFRE P., *la monnaie et la politique monétaire*, 3ème éd, Economica, Paris, 1997.
[6] DE MOURGUES M., *Economie monétaire*, Dalloz, Paris ,1976.
[7] EFFE X., *politique économique, programmes, instruments et perspectives*, édition, économica, Paris, 1997.
[8] FRIEDMAN M*., l'inflation* et *système monétaire*, édition, Galman, Paris, 1969.
[9] HAHN F., *Monnaie et inflation*, ed.economica, Paris, 1984.
[10] JAMES E., *problématiques monétaires aujourd'hui*, ed.sirey, Paris, 1963.
[11] JOHNSON H.G., *théorie monétaire*, Dunod, Paris, 1974.
[12] KEMPT P., *macroéconomie*, ed.Dalloz, Paris, 2000.
[13] KEREVE A., l'*inflation aujourd'hui et humanisme*, les éditions ouvrières, Paris ,1976.
[14] SEDWITZ W.J et SCHOTR F.H*., l'efficacité du contrôle monétaire selon la situation économique et financière,* BIRD*, Paris ,1963.*
[15] Banque Centrale du Congo, Différents rapports annuels de 1998 à 2009.
[16] Banque Centrale du Congo, évaluation de la politique monétaire en RDC, 2010.
[17] Banque Centrale du Congo, rapport annuel ,2008 -2009.
[18] Ministère du budget, expose général du projet du budget de l'Etat pour l'exercice 2010.
[19] Fond monétaire internationale, perceptive de l'économie mondiale, Washington DC, octobre 1996.
[20] MABI M., « *théorie monétaire* », notes de cours, première licence économie, UNIKIN, 2007.
[21] ALAKINI MUHIGIRWA Ephrem*, Economie monétaire*, *licence unique***,** UNIVERSITE DE PAIX AFRIQUE, 2O15
[22] MOEBA N., Evaluation des instruments de la politique monétaire en RDC de 2002 à 2006, mémoire, Sciences Economique, UNIKIN, 2007.

ANNEXES

BASES DES DONNÉES

OBS	IPC	TC	M_2
2008 :06	122.070.425,4	390,52	167.354.239
2008 :07	124.270.086,2	389,44	168.569.022
2008 :08	126.787.025,6	396,42	171.642.831
2008 :09	129.842.934,7	428,54	183.122.759
2008 :10	136.175.710,5	418,27	192.859.394
2008 :11	137.546.978,4	438,98	196.564.710
2008 :12	140.186.761,0	453,08	222.226.541
2008 :01	147.437.292,2	459,93	242.434.217
2009 :02	149.025.069,9	481,87	253.145.897
2009 :03	152.169.206,7	502,5	269.340.133
2009 :04	160.564.382,6	514,68	262.659.242
2009 :05	161.635.347,9	507,1	252.259.385
2009 :06	161.108.176,9	501,94	252.357.757
2009 :07	164.533.766,5	493,34	263.257.822
2009 :08	163.763.951,5	471,1	25.852.252
2009 :09	165.712.737,6	460,58	260.322.797
2009 :10	167.729.482,0	458,56	279.572.304
2009 :11	168.359.969,3	450,22	272.406.536
2009:12	170.620.518,4	434,31	2.788.134.467
2010 :01	173.450.347,2	437,52	280.929.706
2010 :02	174.946.758,4	438,23	286.903.308
2010 :03	176.690.417,6	444,52	301.436.383
2010 :04	177.883.057,2	442,83	307.722.564
2010 :05	178.331.470,7	450,07	319.206.974
2010 :06	180.913.753,0	452,87	324.556.412
2010:07	182.996.800,4	462,37	330.694.306
2010:08	186.643.943,5	476,81	379.710.489
2011 :09	191.767.448,6	509,73	386.597.500
2011 :10	196.087.767,4	536,47	406.890.123
2011:11	205.724.749,9	533,49	420.157.305
2011 :12	209.014.056,4	515,92	4.369.222.000
2012 :01	218.058.162,3	514,5	462.418.000
2012 :02	225.361.230,0	574 ,5	486.926.000
2012 :03	231.978.867,4	560	490.736.000
2012 :04	241.648.098,4	547	475.681.000
2012 :05	243.964.659,1	495,46	463.240.000
2012 :06	247.908.502,5	497,5	464.833.000
2012 :07	250.790.543,6	494,5	468.725.000
2012 :08	254.403.765,5	497,5	495.427.000
2012 :09	262.430.880,0	501,5	520.244.000
2012 :10	266.897.468,2	503,5	566.9925.000
2012 :11	273.604.863,7	507	612.678.000
2012 :12	279.034.594,9	510,5	658.814.000
2013 :01	281.789.810,8	535,5	704.724.000
2013 :02	287.854.690,0	560	747.213.000
2012 :03	294.464.721,8	562,5	772.446.000
2012 :04	299.493.844,4	563,5	797.315.000
2012 :05	305.307.298,5	562	819.073.000

2012 :06	310.498.756,6	565,5	849.248.000
2012 :07	316.109.375,2	564,5	877.314.000
2012 :08	322.554.102,1	566,5	884.127.000
2012 :09	327.303.234,9	576, 25	90.667.000
2012 :10	333.302.358,1	585	908.700.000
2012:11	340.900.755,9	602	9.056.700.000
2012:12	343.512.822,3	604	1.037.692.000
2013 :01	362.092.428,03	722,50	1.067.116.000
2013 :02	370.809.924,13	788,00	1.150.294.000
2013:03	378.943.760,3	831,50	1.196.178.000
2013:04	387.014.898,2	785,00	1.125.680.000
2013 :05	392.890.643,97	785,00	1.109.983.000
2013 :06	395.173.981,01	765,50	1.125.629.000

Source : condensé d'informations statistiques de la BCC de 2007 à 2013

Tableau n°10 : Relation masse monétaire - prix

Dépendent variable : LIPC				
Method : least squares				
Date : 12/06/011 time : 13 : 32				
Sample : 2008 :06 2013 :06				
Included observation : 61				
Variable	coefficient	Std.error	t-statistic	Prob
C	2.062746	24301.91	32.93743	0.0000
LM_2	1.049462	78.76506	11.78078	0.0000
R-squared	0.837416	Mean dépendent var		536265.3
Adjusted R-Squared	0.9557316	S.D.dependent var		93362.52
S.E. of regression	19288.76	AKaiKe info criterion		22.62036
Sumsquaredresid	2.164322	Schwarz criterion		22.72418
Log liKeliihood	686.9210	F-statisic		673.8423
Durbin-watson stat	1.2375536	Pro (F-Statisic)		0.000000

Source : calcul de l'auteur effectué à Eviews

Tableau n° 3 : Relation masse monétaire - taux de change

Dépendent variable : LTx				
Method : least squares				
Date :12/06/011 time :13:32				
Sample :2008:O6 2013:06				
Included observation :61				
Variable	coefficient	Std.error	t-statistic	Prob
C	1.251893	O.343220	3.647491	0.0000
LM_2	0.251359	0.18270	13.757943	0.0000
R-squared	0.762366	Mean dépendent var		5.972069
Adjusted R-Squared	0.758338	S.D.dependent var		0.151726
S.E. of regression	0.74587	AKaiKe info criterion		2.321463
Sumsquaredresid	0.328230	Schwarz criterion		2.252254
Log liKeliihood	72.80461	F-statistic		189.2811
Durbin-watson stat	1.779755	Pro (F-statistic)		0.000000

Source : calcul de l'auteur effectué à Eviews

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 263-270
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

A CRITICAL ANALYSIS OF MINING CHILDREN'S SITUATION IN KALEHE AND MWENGA TERRITORIES IN SOUTH KIVU - THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO

Nico Mulume Buroko[1] and John Amani Baliahamwabo[2]

[1]Lettres et Sciences Sociales, Institut Supérieur des Arts et Métiers, ISAM / Bukavu, Bukavu town, RD Congo

[2]Sciences et Techniques de Développement, Institut Supérieur de Management, ISM / Bukavu, Bukavu town, RD Congo

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

ABSTRACT: This piece of work is concerned with the critical analysis of mining children's situation in Kalehe and Mwenga territories in South Kivu-the Democratic Republic of Congo. We have gathered data for this piece of work in mining sites of Kalehe and Mwenga thanks to direct interviews, observations, and focus groups. This paper aims at showing to any reader or researcher how the children rights are not respected by people in mining sites of South Kivu because children are used as an affordable labor force. We want anyone who may have the possibilities of making just a step to use the result of this research in order to withdraw mining children in those bad conditions that they are living in. After the analysis of the data, we have found out that children are completely ii-treated in all mining sites because of hard jobs that they daily fulfill. They constitute an affordable labor force. Their children's rights are not respected by adult due to selfish interests. Poverty and hardship in their families are the basic reasons which push parents to send children in mining sites because they should contribute to the income of the family.

KEYWORDS: child, ore, labor force, poverty, exploitation, interest.

1 INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND

Repeated wars in the Democratic Republic of Congo have highly contributed to human right violence in general and particularly to children's right violence. Many of them have been used as war children, sexual slaves, and other civilian populations have been using them as a labor force. Mention should be made of mining activities in forests and villages of South Kivu in the Democratic Republic of Congo. The democratic Republic of Congo is one of African developing countries where people live under one dollar per day. Many children do not go to school especially in villages where the rate of poverty is high as it is the case of the majority of all developing countries. The case of the DRC is a bit complex. From the 90's until this very moment on which I am writing this piece of work, Congolese parents pay the school fees for their children. The government pays an insufficient salary to teachers until every school establishes every year a given amount that should be paid by parents to increase the income of teachers. This situation has pushed many children to leave schools especially girls whose academic education is still neglected by many fathers who think that girls are only good for household activities and marriage. Though this behavior is disappearing there are still victims of academic education discrimination in the DRC. Nongovernmental organizations play a great role in sensitizing parents about giving children the same chance in matter of education. In such a context children are likely to fall into the traps of adults who use them for their own selfish interests. According to the International Labor Organization, an estimated number of 115 million children from 5 to 17 years old work in hazardous conditions across the world. Hazardous child labor is classed by the International Labor Organization (ILO) as one of the worst forms of child labor. The International Labor Organization describes it as "work in dangerous or unhealthy

Corresponding Author: Nico Mulume Buroko

conditions that could result in a child being killed, or injured and/or made ill as a consequence of poor safety and health standards and working arrangements".

As it is the case of all rebels, children are enrolled in armed groups as they do not have time of thinking before reacting. The majority of children join armed groups after being kidnapped. The different armed groups in the DRC always misbehave by using children as a labor force especially as fire wood collectors, mining children, sexual slaves, and combatants.

1.2 THE PROBLEM

The school and the family are the best places for children's welfare. Using children as a labor force is a violation against them. The blooming of children depends on the environment upon which they live in. In most villages of South Kivu where mining sites are reported children are living in bad conditions. Parents do not take care of their children. They spend much of their timing in ore searching and forget about their children's right. Classrooms are empty while mining sites are full of children who are used as labor force for different issues. Women who work in mining sites ask their young daughters to leave school to keep babies whether at home or directly in mining sites. Children from armed groups do not go back to schools but prefer going to mining sites as nobody takes care of them because of poverty.

When I consider the above issues, it is possible to put the following questions:

- Does poverty push parents to forget about their children's rights?
- What are the reasons which push children to work in mining sites?
- Are children aware of their rights when doing difficult jobs in mining sites?

1.3 HYPOTHESIS

I consider the following hypothesis for this piece of work:

- Children could not be used in South Kivu mining sites if their parents were able to pay the school fees for them.
- The ignorance and poverty are supposed to be the main reasons which push adults to use children in mining sites.
- Children would claim for their rights if they were aware of it and stop working in mining sites.

1.4 RESEARCH METHODOLOGY AND DURATION

In order to collect the data for this paper we have used different methodologies and techniques but mostly descriptions, observations, and interviews. We have read some literature related to children's right just to inspire ourselves. The description approach was used to describe the different events that we have come across during the research. We have made observations when we were in contact with the communities which live in the regions of the mining sites to complete the data that we have collected from interviews. For the interview we were whether in direct contact with concerned children or their parents. Local leaders helped us in having access to mining sites. Sometimes we could join a group of mineral sellers and fake as one of them. As you may know, mining sites are dangerous places full of people who are ready to kill at any time. The majority of mining access that we got was facilitated by local leaders. We did not have much access to mining sites which are hold by armed groups. We also tried to talk in isolation to mining site responsible. Some of them could talk to us and others did not want even to meet us. In some cases we remained invisible and used other persons who were much known in the region to collect data for us. It depended on the kind of data we were looking for.

This research is mostly concerned with the situation of children who are at work in mining sites of Kalehe and Mwenga territories in South Kivu-the Democratic Republic of Congo. We have considered these two territories because they are mining sites of Colombo-tantalite, cassiterite, and gold. Colombo-tantalite is one of the ore which is highly dug in South Kivu. It is the genesis of many armed groups in South Kivu due to selfish interests. In matter of timing, this research took us a full term, i.e. from December 2015 until February 2016

1.5 OBJECTIVES OF THE RESEARCH

Our aim to conduct this research is to let people know about the poor conditions in which children are living because of their being used as labor force in mining sites. Our goal is not to report any body but to highlight the living contexts of children who are used in mining sites of South Kivu so that anyone who may feel like making advocacy to change this way of

living of children may just make another step through the result of this paper. We also want to prepare a scientific document which may be used in the future or inspire other researchers.

2 PRESENTATION AND ANALYSIS OF THE DATA

2.1 PRESENTATION OF THE DATA

We will only present the data in a chart and deal with statistics in the analysis. The data that we have collected in Mwenga are from mining sites of Kamituga. In this area people exploit gold and cassiterite. we have made investigations on 13 sites from where we have registered 460 children who are used as labor forces. Among these sites mention should be made of Kilobozi, Tchanda, Mobale, Calvaire, Matenende, Kabo, Mongali, Luliba, Nyawandja, Ratche, Kitemba, Hexagone, Mero.

In Kalehe we had access to 3 mining sites among which Nkwiro, Kambululu and Comima where we have registered 319 children. Mining sites of Kalehe contain Colombo-tantalite.

N^0	TERRITORY	MINING SITES	ORE	NUMBER OF CHILDREN
1	Mwenga	13	Gold+ cassiterite	460
2	Kalehe	3	Colombo+ cassiterite	319

Chard: Number of territories, mining sites, ore and number of children

Directly after making a glimpse on this chart, one easily discovers that children are highly used in mining sites which are located in Kalehe.

2.2 ANALYSIS OF THE DATA

We are going to analyze the data of this research by considering the age, sex, and the role that children play in mining sites.

2.2.1 ANALYSIS ACCORDING TO THE AGE

2.2.1.1 MWENGA TERRITORY

In the mining sites of Tchanda we have registered 110 children. Among these children, 94 were around 7-15 years old. The remaining children were 15 and 18 years. At Mongoli we have identified 73 children among which 65 assume 89% are aged between 6 and 17 years. Only 11% of the children are 15 years. In Calvaire we have identified 69 children, 83% of them were at least 15 and 17% were more than 15. The highest age was 17. In the mining site of Kilobozi, the average age was 15. The youngest of all the children was 12 and the oldest is 17 years old. According to the number of children that we have registered in this site, 18 children suppose 40% are between 12 and 15 years old. 60% assume 27 children are between 16 and 17 years. Comparatively to the preceding site, we have found out that the mining site Kilobozi does not use children who are under 15. At Nyawandja 95% of children assume 35 children are less than 15. The average age is 12 years old. The oldest child was 16 while the youngest was 7 years old. We have registered 96 children at Mobale among which 37 are aged between 7 and 15 years.

The average age is 14 years and the oldest is 18. 17 children over 25 are between 10 and 17 years old. At kitemba the average age is 9 years and it varies between 7 and 12 years. When we consider the age of these children we see that this average is not allowed for any job. According to these children they have been brought in mining sites to look after their young brothers when their mothers are working in mining sites. In the mining site of Matenende we have identified 16 children. The average age is 14 years. The oldest child is 15 while the youngest is 11. At Mongoli we have registered 13 children among which 10 are less than 15 years old. The average age is 13 years.

2.2.1.2 KALEHE TERRITORY

Our investigations have shown that there is a big number of children which is at work in Kambululu mining site and their average age is 1o years. The oldest one is 16 years old while the youngest is 5. In effect 97 children over a thousand that we

have identified are less than 15, i.e. the age varies between 5 and 15 years. In the mining site of Nkwiro, the average age is 11 years and it varies between 5 and 19 years. Among these children 84% of children are less than 15 assume the age between 5 and 15 years. Only 16% of these children are 15 years old. My investigations in the mining site of Nkwiro-Comima have shown that there are many children who are used as labor force. The average age is 12 years. The oldest child is 18 years old while the youngest is 6 years old. Moreover, 70 children over 100 assume 70% of them are less than 15. i.e. the age varies between 7 and 15 years.

When one observes thoroughly these results as far as age is concerned it is possible to find out that the ages of these children do not allow them to work in mining sites. At the different ages which are shown above none of them is allowed to work. They should be in schools or in craft training centers. The majority of these children work in mining sites for different reasons. Some children reported that they work in mining sites because both parents have been killed by armed people during a family night attack.

Others mentioned that they are just forced by their parents to spend the whole day taking care of their young brothers in the mining sites when their mothers are at work in there. We should also mention that other children are working in mining sites because their families are very poor. They are working to help their families just for a daily poor meal. In most cases they are children from families where mothers have been raped and then fathers decide to leave the families for other places. Being raped is considered a shame in most communities all over the world.

These children are at their blooming period but there is a lack of opportunities as they do not go to school and get time to play with other children.

2.2.2 ANALYSIS ACCORDING TO THE SEX

2.2.2.1 MWENGA TERRITORY

While making this analysis which is based on sex, we may be talking sometimes about the ages of each sex group. We have found out that 79 children assume 71% are girls and 31 children suppose 29% are boys in the mining site of Tchanda. Among these children, 65 girls are between 7 and 17. Young girls make the majority of the labor force in this mining site and do hard jobs.

At Calvaire we have found 40 boys and 29 girls. The mining site of Kilobozi does not use many girls. There are only 12 girls over 45 children who are at work in this mining site. We do not praise this mining site but we make a comparison with the rate of the preceding mining site. At Mongoli 41% of children are girls and 59 % of boys assume 30 girls and 43 boys. At Nyawanja, 51% of children are girls and 49% are boys. Girls are not completely at work in Mobale mining site. 6 girls were identified and 53 boys. In Kabo we have found out 13 boys and 12 girls. At Ratche mining site we have identified only one child, a boy who was 14 years old. The same case was found at Hexagone where we registered only one boy who was 10 years old. 47% of children are made of girls while 53% are made of boys in the mining site of Kambululu. Among these 47 girls that we have identified, 24 are less than 10 assume 51% of them. About the 53% of boys, 31 assume 58% of them are between 5 and 10 years old while only 42% assume 22 boys are more than 10 years old.

2.2.2.2 KALEHE TERRITORY

Among 66 children that we have identified in Nkwiro 27 of them are girls and their average age is 14 years. The youngest is 8 years while the oldest is 16 years old. One easily sees that we have also identified 39 boys. At Nkwiro mining site 35% of the identified children are girls while 65% are boys.

Children are used in mining sites of South Kivu for different purposes. From the above result, it is possible to see that the rate of girls is about the same as the rate of boys in some mining sites. When we consider the problem of job division in south Kivu communities, we may say that there is a great number of girls in South Kivu mining sites. In this part of the Democratic Republic of Congo women do contribute to socioeconomic issues but not with hard jobs such as working in mining sites. Boys are found in these mining sites because many of them are working under pressure of their former armed group commanders or other adults who have authority on them. Girls are reported in many mining sites of Mwenga because of parents who do not value the academic education of girls in this region. According to them, a girl child is someone who should wait until she grows up and find a husband who must take care of her.

2.2.3 ANALYSIS ACCORDING TO THE DUTIES IN THE MINING

Work risks and conditions are possibly different when considering the place where the activity takes place. It is essentially the transportation and treatment of ore after coming from underground of the shaft and transported by children on the head or back. Children are also used in mining sites to prepare and sell food, beer, cigarettes, cakes, and rarely hemp. Crushing, grinding, pounding, and riddling ore are the most difficult jobs that children have to fulfill along the day though they are divided into small teams for each activity.

2.2.3.1 MWENGA TERRITORY

In the mining site of Tchanda, among 110 children that we have identified, 48 children assume 43% among which 46 girls are crushers of ore. 40 children among which 33 girls are in charge of keeping babies when their mother are working in the mining site.19 children are used in collecting ore impurities and most of them are boys. 3 boys are crushers. This site contains many children who are less than 15 and the majority is made of girls**.** In a global way, 17 children suppose 25% are used in crushing the waste of cassiterite in Calvaire mining site; 19 children assume 28% are used in digging and the same number of children is used as collectors of cassiterite impurities while other 17% are used to take care of babies. In the mining site of Kilobozi 31 children assume 69% are used in digging, a very hard job. The other 31% of children are subdivided into crushers, impurity collectors, and ore transporters. In this site no child is used to take care of babies. At Nyawandja 12 children over 37 are ore crushers, 12 take care of babies, 10 are collectors of impurities, and 3 are used in digging. At Mobale 37 boys over 53 are used in digging, 18 boys are waste collectors, 3 girls over 6 are crushers, 1 girl is a transporter, 1 is a waste collector/riddling and another is used in digging. As it is a site where people exploit gold and Colombo-tantalite, the main activities are digging and riddling. Children take part in all these activities. At Kitemba we have 2 girls and 3 boys. 3 children are in charge of looking after babies and 2 are waste collectors. Even if we have found these children working in this mining site, we may say that this site does not use many children. According to the pieces of information that we got from some people, the police officer who was in the milieu was protecting children from mining site activities. When he left, children started joining slowly mining sites. All 13 children that we have identified in Mongoli do difficult jobs. 5 children are used in digging, 5 are waste collectors, and 2 crushers. It is clear that all these duties are hard for children.

As my readers may see, we do not present the duties of children in all mining sites of Mwenga. The reason is unique. we do not want to repeat the same activities though the figures may change according to the number of children that we have registered for every mining site. It looks like all mining sites have the same activities and there are always children to take part in any of these activities

2.2.3.2 KALEHE TERRITORY

In Nkwiro 49% of children are girls and 51% of boys. Among these 49% of girls we have 50 whose ages vary between 5 and 14 years and among which 30 are used in riddling the waste of ore, 20 girls work as transporters of waste and sand in the site.

On the other side, 51% of boys stand for 73 boys who are dispatched as follows: 25 boys are used in digging, 30 boys are waste collectors, 10 boys are transporters of sand and impurities, and 8 boys are used in riddling ore. At Nkwiro-Comima the majority of children are used in waste collecting. It is mostly done by girls as boys are used to crush the ore.

All the above mining sites that we have been talking about are contributing to the reinforcement of children's rights violence. In these places children are exploited by adult who use pressure on them. According to pieces of information that we have collected about girls, some girls are sexually exploited for money making issues. Others are only intimidated by mining sites responsible to be sacked off then they accept to have sex with them. Others are forced to get married. Mention should be made of child girls who are forced by mothers to keep children in the mining site when they are working. we have also found out other kinds of activities which are done by girls who are between 15 and 17 years. These girls are used in cooking food for men who are working and fetch water for them. There are many girls who live in mining sites with men as concubines after having cooked for them for a long time even if the man is too older than the girl. The different activities that children are doing in these mining sites have negative impacts on their future lives. According to the article 32 of the Convention on the Rights of the Child (CRC) of November 20, 1989 which came in force on September 2, 1990, a child should be protected against economic exploitation and should not be exposed to any labor that is full of risks which can compromise his/her education or harm his/her physical, mental, spiritual, moral or social development.

In most mining sites boys are always bitten by adults who accuse them for having hidden a given quantity or ore. Boys who are around 17 are often in need of some money to satisfy their daily needs or their families'.

3 CREATING NEW LIVES FOR MINING SITE CHILDREN

We had got some hours talking whether in groups or in isolation to mining children in different places of Kalehe and Mwenga territories about their future lives. Children have different views about the issue. 75% of children would like to be back to school, i.e. getting the school kits every year and the school fees. 73% of grown up children we mean those who were about 17 and above are not ready to go back to formal school training. They want to get knowledge from craft training centers such as joinery, carpentry, masonry, mechanics, electricity, dressmaking, barbers, hair dresser, and many others. Children want to go to school but they are complaining for the different school infrastructure that were destroyed by war displaced and armed groups. A few girls wanted to fight against economy dependence by dealing with small scale commerce and generate revenue. According to people that we talked to in mining sites, there are different reasons which push children to go to mining sites. Many children join mining sites because of poverty when their parents become unable to pay the school fees and the family has no land for small scale agriculture. Parents might also send their children to work because they do not value education, or cannot afford it. According to one study, parents represent 62 percent of the source of induction into employment. Children make their own decisions to work only 8 percent of the time (Syed et al. 1991).

The poverty and hardship in which the mine workers' families live is well illustrated with their daily diet (India Committee of the Netherlands, 2010). 8% of the children have gone to mining sites because of hunger. They said that they could just work for people in mining sites on condition that they get some food when adults eat. Economic vulnerability associated with poverty, risk and shocks plays a key role in driving children to work. Because of their size and agility, they are useful in the narrow tunnels and shafts underground. They are cheap to employ, and do not ask questions or stand up for their rights (Lydia 2014:1). In general, mining activities have a negative impact on these children lives as they cannot grow up in good conditions.

Health conditions of these children were not good because many of them are suffering from respiratory diseases due to heavy activities that they daily fulfill in mining sites. They affect their blooming period. The International Labor Organization estimates that some 22,000 children are killed at work every year. Those who survive can develop health problems later in life due to poor working conditions while their bodies and minds are still growing and developing. They also suffer from the lack of education, as few manage to attend school when working long hours in harsh conditions (Lydia, 2014). School education is one of the most powerful tools to fight against child labor in the mines. Children can learn the skills to lift them out of poverty, while they grow and develop in a safe environment.

We should mention in a particular way the case of girls who are forced for sexual issues. Unneeded pregnancies and diseases are reported in different mining sites. Many children were utilized by armed groups to work in mining sites to fund themselves and purchase weapons.

4 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

We have been making, in this paper, a critical analysis of mining children's situation in two territories of South Kivu. We may conclude my research by saying that the different jobs which are done by children in mining sites of Kalehe and Mwenga are directly connected with children's rights violence. Children just work because they have been transformed into indirect slaves of their parents who ask them to contribute to the income of the families. Other children go to mining sites because their families cannot afford school or do not value it. To abolish this system is not possible if people do not think about strategies which can allow the increase of the socioeconomic situation of people living around mining sites. We believe that more than one reader of this paper agrees that if these households which live around mining sites get capacity reinforcement in economy independence activities, the number of children in mining sites may considerably decrease. Children are suffering in mining sites of Mwenga and Kalehe in South Kivu reason why we recommend anyone who feels concerned to make a step and make actions which can free children from these bad conditions of living. The first step is to identify all these children and bring them back to school. Schools are best places for children to develop their future life. Without academic education children cannot be important for their families and for themselves. Their communities of origin play a great role in sensitizing through local leaders who should also consider children's labor as a plague that is destroying the community from the roots until the branches and flowers.

To end up with this paper we would like to recommend the following to create new lives for mining children of Mwenga and Kalehe territories in South Kivu-The Democratic Republic of Congo:

4.1 TO THE GOVERNMENT

The government of the Democratic Republic of Congo should:

- Reinforce the number of labor inspectors in all the mining sites of the country and particularly in mining sites of South Kivu;
- Create craft training centers in communities which are around the mining sites so that young people who are beyond the schooling age may learn different crafts instead of going to mines for difficult jobs which have negative impacts on their future lives and health;
- Reinforce strategies which can prevent people from using children as a labor force in general and particularly in mining sites;
- Collaborate with local and international NGOs and other partners who are concerned with children rights advocacy in order to end with the issue of using children as a labor force; and
- Enroll any child at birth and make a follow up of child who does not go to school. This should be done in partnership with the parents and the communities around mining sites.

4.2 TO LOCAL AND INTERNATIONAL NGOS

In order to fight against children labor in mining sites of South Kivu, local and international nongovernmental organizations which are at work in the DRC should:

- Make advocacy nearby administrative authorities so that they can seriously consider this issue of children labor as priority and look for measures which can prevent the community from using children in their difficult jobs;
- Identify and make academic rehabilitations of these children by providing them with school kits and school fees;
- Design projects which can facilitate economy independence for vulnerable parents who send their children in mining sites due to poverty;
- Sensitize communities so that they can stop sending and using children in mining sites instead of sending them to school;
- Rehabilitate and equip schools which were destroyed during the wars so that children from mining sites may find schools as new and beautiful places for their blooming;
- Make advocacy nearby local and national wide security agencies to withdraw mining children from that other kind of slavery; and
- Sensitize the community about fighting against gender based violence.

4.3 TO THE COMMUNITY

The community should work in partnership with all local and international organizations in order to report any family which sends children to mining sites instead of sending them to school. They should also know that children labor is not preparing the future generation but destroying it reason why their contribution to fighting children labor is very important.

We may say that we have got time to verify our hypothesis from the results of our research after analyzing them. We have found out that children always go to mining sites just because they are not informed about their rights and the hardship in which they are living. Some parents send their children to mining site not only because their do not value school but also because they cannot afford it. The different jobs which are done by children in mining sites have negative impacts on their lives and health. If children were informed about these negative impacts, they could not accept going to mining sites. Poverty is the most reason which pushes children to be used in mining sites because it is a dangerous job that many adults are afraid of.

We cannot be boastful by saying that there is no short come in my piece of work reason why we invite other researchers to deepen this research so that children labor can be eradicated.

REFERENCES

[1] International Labor Office. (2013). *World Report on Child Labor. Economic Vulnerability, Social Protection and the Fight Against Child Labor.*

[2] Convention on the Rights of the Child (CRC) (1989).

[3] Syed et al. (1991). *Child Labor: Socioeconomic Consequences*. Pakistan and Gulf Economist 10: 36-39.

[4] Committee of the Netherlands. (2010). *Mining and its effects on children, women, Adivasi and Dalits*

[5] Lydia. (2014). Minors Not Miners, Hazardous Child Labour, with a focus on gold mining in Burkina Faso

[6] République Démocratique du Congo*. (2011).Document de Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté – DSCRP 2*

[7] Sinclair, V. and G. Trah. (1991). *Child Labor: National Legislation on the Minimum Age for Admission to Employment or Work*. In Conditions of Work Digest. (International Labor Office, Geneva) 10,1: 19-146.

[8] Free the Slaves. (2013). *Les esclaves des mines du Congo : L'esclavage dans les sites miniers du Sud-Kivu*, Rapport d'enquête.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 271-277
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Socioeconomic and hygienic evaluations of certain actors of the fishing industry settled around certain waters of fishing in south of Benin Republic

Innocent BOKOSSA YAOU, Pivot SACHI, Célestin C. K. TCHEKESSI, Nadège ADIGUN, Jultesse S. B. BANON, BA Rafiatou, Roseline BLEOUSSI, Anayce DJOGBE, and Justin GANDEHO

Laboratory of Microbiology and Food Technologies (LA.MI.T.A), Department of Plant Biology, Faculty of Sciences and Technics (FAST), University of Abomey-Calavi (UAC), Benin

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

ABSTRACT: The halieutic products are very nourishing foods. However, their consumption poses severe problems of public health in Benin. What risks, deteriorating with the increase of the anthropological pressure on the aquatic environment. Indeed, Benin, fishermen live in communities in villages installed in the immediate neighborhoods of plans of water or in constructed compartments on piles in full water. Their domestic waste is directly dumped into water. Also, the mismanagement of solid waste and liquid put down along these rivers is responsible for the bad quality of rivers. The objective of this study is to appreciate the practices of hygiene implemented during the fishing and the sale of halieutic products at the level of Lake Ahémé, Nokoué and lagoon of Porto-Novo and among the actors of this sector. To do this, interviews were conducted with resource persons for the selection of villages. Two forms of questionnaires intended to fishermen and retailers were used. A total of 240 people were investigated, including 120 fishermen and 120 retailers of fish products. The collected data were analyzed using the SAS 9.2 and MINITAB 14 software. Thus 88% of fishermen and 94% of resellers do not wash their hands before fishing or sale. 7,14% and 3,44% of the fishermen on lake Nokoué respectively and Porto-Novo lagoon use ice for the conservation of their products against 0% in the level of lake Ahémé. 46% of all respondents defecate directly into the waters.

KEYWORDS: halieutic products, fishermen, resellers, inquest, hygiene.

1 INTRODUCTION

Water is the source of life in the broadest sense of the term and an essential factor in economic and social development. Especially as it is housing, food, means of production, transportation and indirectly very trade, the tireless efforts of man towards the development of industry, intensive farming and household activity introduce in the water cycle of pollutants that reach the rivers, lakes and ground-water [1]. Thus, although it is the first substance of the planet and one of the most abundant resources on earth, water is becoming a rare natural property. The freshwater resources of the planet available in rivers, lakes and reservoirs are threatened by impurities of all kinds exacerbating its shortage ([2]; [3]).

Benin in spite of its important water resources, also encountered enormous difficulties of water supply [1]. Numerous works has been realized on various rivers showing their pollution. Also, the explosive dynamism of the human population affected and gradually imposed changes on the environment and blows the degradation of aquatic environments. This is a real problem of public health especially when the aquatic environment is polluted, the organisms that live are exposed to different pollutants which they bio accumulate ([4]; [5]). So, their consumption represents a potential danger to the human health.

One of the main activities of the waterside population is the fishing. In spite of its socio-economic importance, it's confronted with many numerous difficulties in particular the lack of the good hygienic practices of the actors (fishermen, wholesalers and resellers) for this sector. It appears then necessary to control the action of these populations in these rivers one hand and on the product of fishing on the other hand.

Corresponding Author: Jultesse S. B. BANON

The objective of this study is to estimate the control of hygiene regulations by the actors of the fishing industry living around these rivers and the impact of these watersides populations on the latter.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

Survey sheets containing questionnaires integrating questions of orders socio cultural, economic and hygienic developed for this study were used.

2.2 METHOD

The adopted methodology was centered on a survey of field. This survey took place in the form of conversations semi-structured based on a questionnaire and observation of the actors at work. It contained three main phases namely:

- an exploratory phase;
- a sampling phase and data collection;
- a data analysis phase.

2.2.1 EXPLORATORY PHASE

The exploratory phase allow to identify various villages along the three (3) plans of water constituting the study area namely Lake Nokoué, the lagoon of Porto Novo and the lake Ahémé. The choice of survey areas is based on a pre-inquiry in the OFFICE OF FISHERIES AND THE COMMUNITY CENTERS FOR AGRICULTURAL PROMOTION (CeCPA). Once the ended pre-investigation, is complete, the selected villages are: Ganvié and Ekpé at lake level Nokoué; Bopa-Dado and Ghézin for Lake Ahémé and Djassin and Goho to the lagoon of Porto Novo.

2.2.2 SAMPLING PHASE OF THE RESPONDENTS AND DATA COLLECTION

The number of fishermen and product retailers investigation is determined by the formula [6]. So, the size of the sample obtained is 120 fishermen and 120 retailers. This survey aims at obtaining information concerning the practices of hygiene of the actors of the fishing so much as regards the general hygiene as the handling of fish products. The practice of hygiene or not by respondents was assessed using criteria established by us. It is about :

- Washing of gears and fishing equipment or of sale of halieutic products;
- washing of hands before fishing or sale of halieutic products;
- toilette use;
- washing of hands after the needs etc ...

This survey was to interview one hundred and twenty fishermen and one hundred and twenty resellers of fish products in the villages.

2.2.3 STATISTICAL DATA ANALYSIS PHASE

The collected data were entered and processed through Excel. This software is allowed to perform calculations, to determine the proportions and drawing graphs. The collected data were analyzed using the SAS 9.2 software and MINITAB14. The MINITAB14 software was used to verify the conditions of application of statistical tests. These were performed with the SAS software 9.2.Le chosen significance level is 5% ($p < 0.05$).

3 RESULTS

The figures 1,2,3,4,5,6,7,8,9 and 10 present the socio-economic characteristics of fishermen and surveyed of retailers.

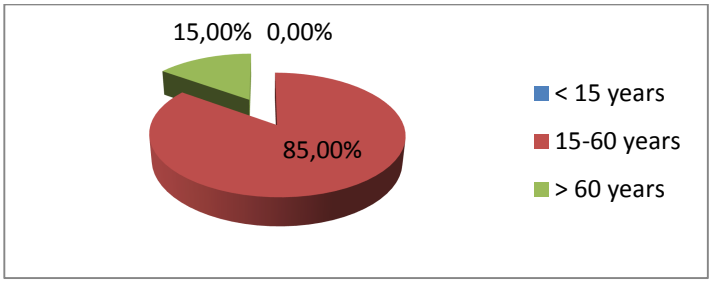


Fig. 1. Diagram of distribution of the set investigated according to age

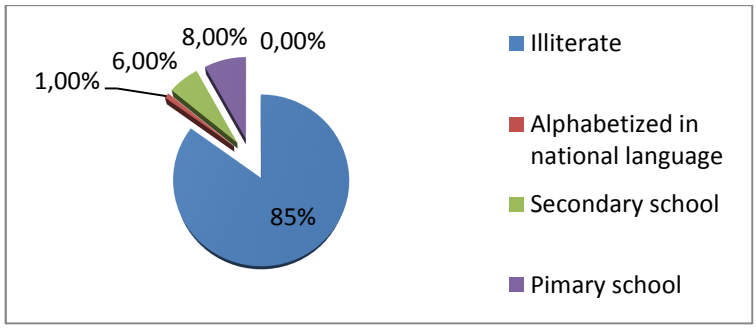
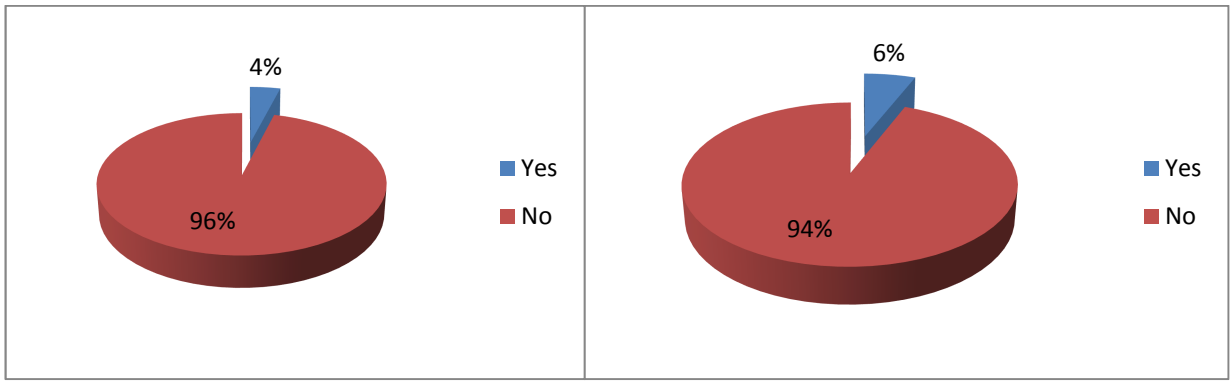


Fig. 2. Diagram of the level of instruction of the set investigated



a- Practice of hygiene at the fishers *b- Practice of hygiene at the sellers*

Fig. 3. Diagram of the assessment of the hygiene practice

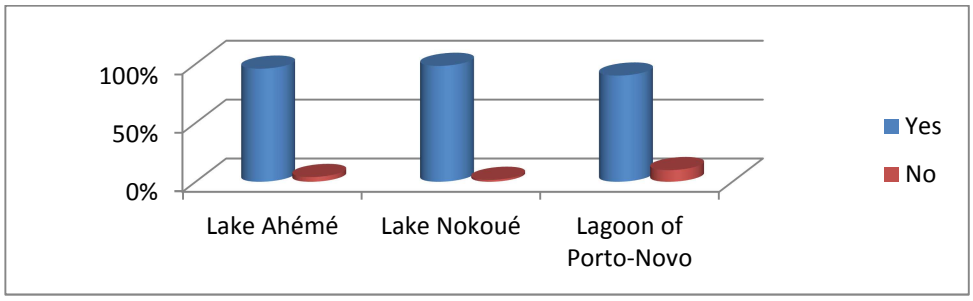


Fig. 4. Washing of the material of fishing and sale

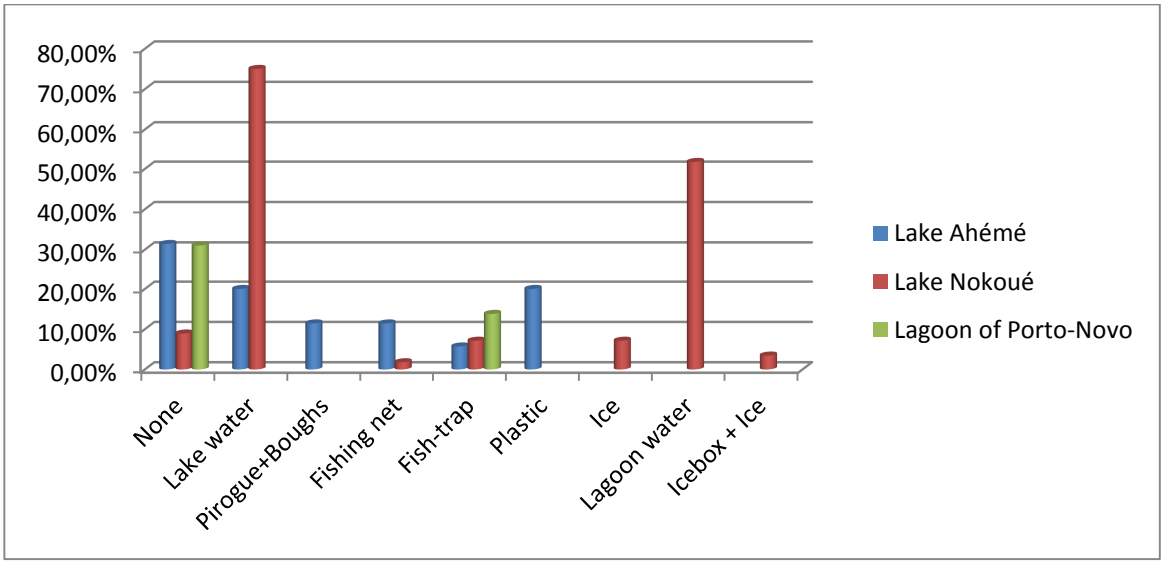


Fig. 5. Fashions of conservation of the products by the fishers

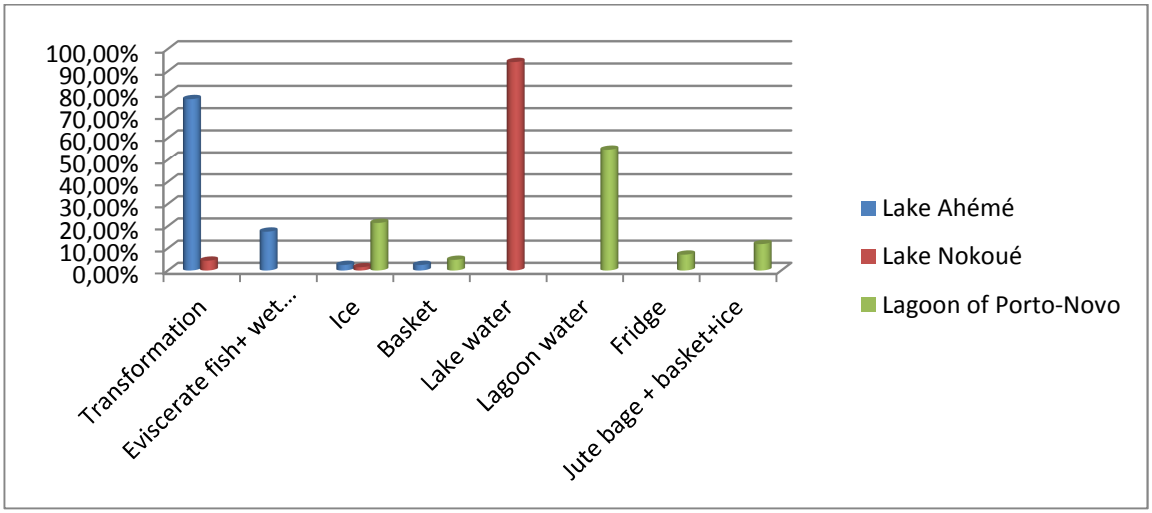


Fig. 6. Fashions of conservation of the products by the sellers

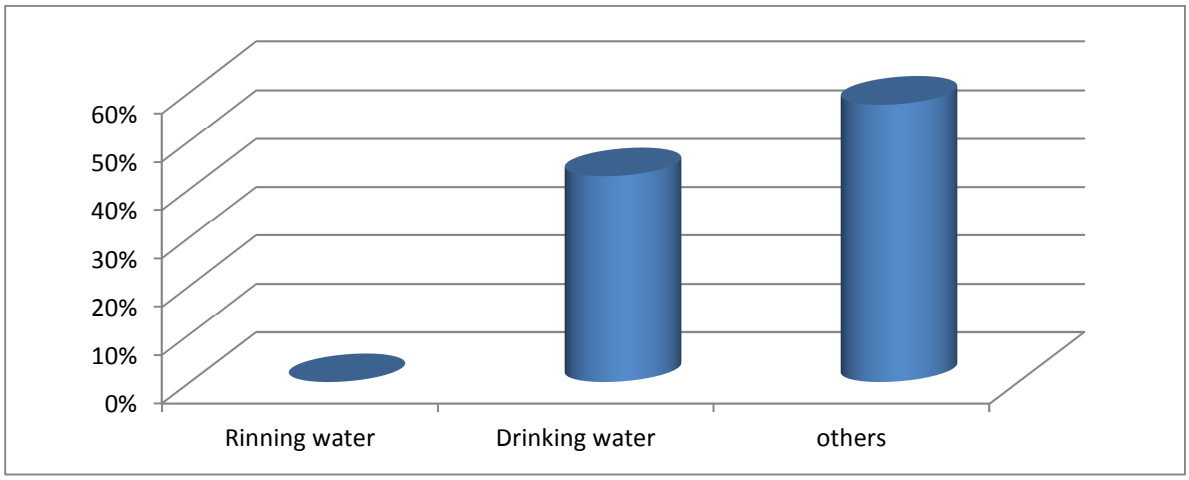


Fig. 7. Accessibility to the drinking water

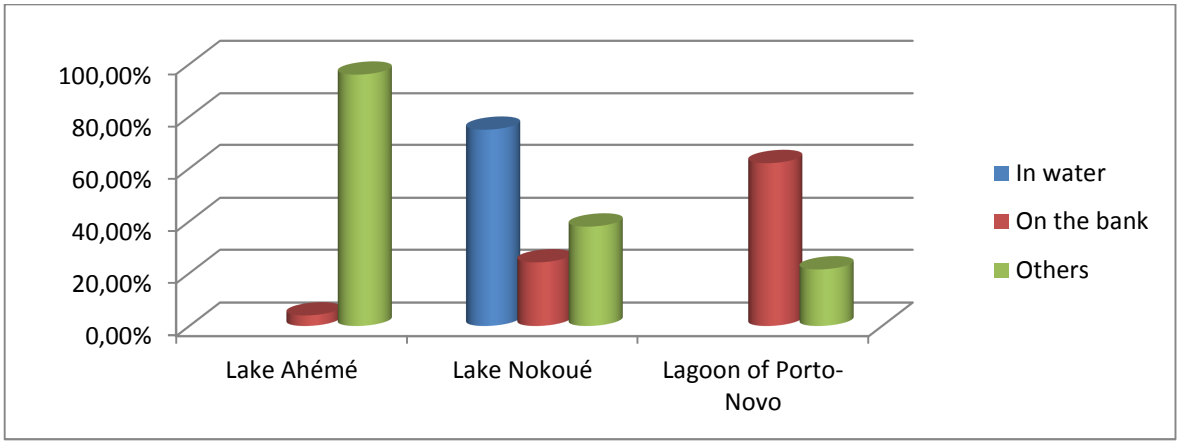
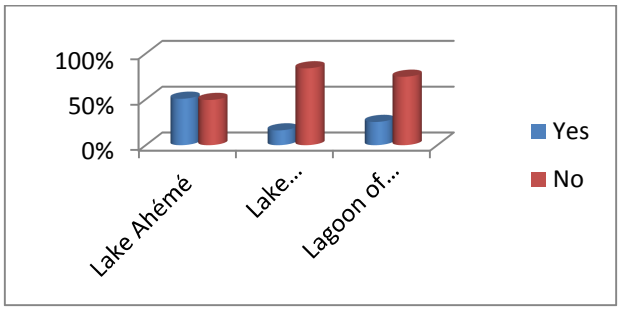
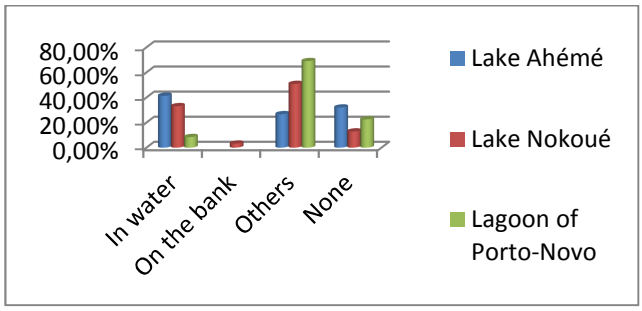


Fig. 8. Management of the garbage by the populations



a- Access to the latrines



b- Necessity

Fig. 9. The use of the latrines

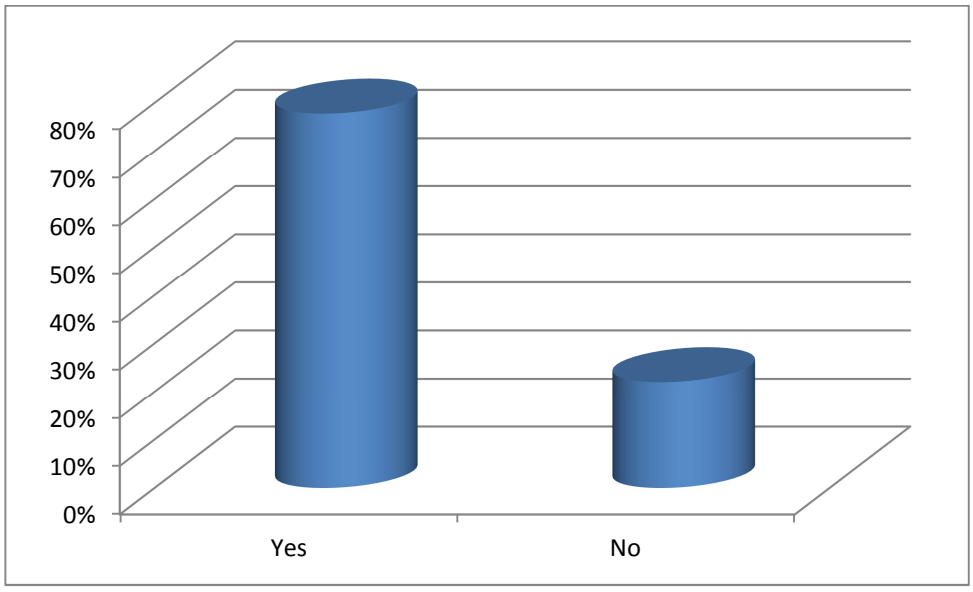


Fig. 10. Washing of the hands after the Necessity

4 DISCUSSION

SOCIOECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE FISHERMEN AND THE RETAILERS

The study of the socioeconomic characteristics of the fishermen and the retailers of fish products allowed to classify the population investigated according to several criteria. The results of the inquiries of the fishermen and the retailers of fish products show that at the level of six studied villages, all the fishermen are male and the female retailers. These results make observe that in the whole of the investigated populations, 85 % are one age old between fifteen (15) and sixty (60) years. The analysis of these results indicates a significant variation of the age according to rivers at the threshold of 5 %. As a consequence, there are no individuals of less than fifteen years in the fishing activities of and sale of the fishing products in villages investigated during the period of the survey. The fishing and the sale of the fishing products are the main activities of the studied populations. However, some investigated have secondary activities for example the breeding or the agriculture. These results are similar to those obtained by [7].

When we had studied the academic level of the investigated people, the majority of the schooled people is male and come for the most part of the lake Ahémé. This low rate of the academic level could be explained by the fact that the majority of the investigated are grown-up people who were not schooled, but who practice these fishing activities and sale of the fishing products since their childhood. The fishing and the sale of the fishing products are the main revenue of the studied populations. The average daily earnings by the fishermen vary between 800 francs and 2500 CFA francs. Concerning the retailers, it is situated between 1225 and 1600 CFA francs.

EVALUATION OF THE PRACTICE OF HYGIENE

The evaluation of the practice of hygiene includes as well the evaluation of the practice of the hygiene in the fishing and the sale as that of the practice of the general hygiene. The level of practice of hygiene was determined as well at the fisherman's as at the retailers by questionnaires.

The results of survey on the best practice of the hygiene show that, only 6 % of the retailers and 4 % of the fishermen practice all the established hygiene regulations. This shows that the majority of the targeted populations respect only some hygiene regulations and not all the rules. 92.5 % of the fishermen and 98% of retailers investigated wash their material (machines, nets and basins) every day with some water of river. At the level of three considered rivers, the water of fishing is differently used by the fishermen to stock their products of fishing. More than half fishermen of the lake Nokoué (75 %) and of the lagoon of Porto-Novo (51,72 %) use the water of fishing to stock their products against only 20 %de those of the lake Ahémé. Only 7, 14 % and 3, 44 % of the fishermen respectively of the lake Nokoué and the lagoon of Porto-Novo use freeze (ices, mirrors, ice creams) 77, 5 % of the retailers of the lake Ahémé 94, 11 % respectively of the lagoon of Porto-Novo and the lake Nokoué clean their products before the sale against 54, 76 % and use the water of fishing to keep their products. It is however necessary to notice that retailers of the lagoon of Porto-Novo use strongly (33, 32 %) of ice (mirror, ice cream) to stock their products.

As regards the hygiene generally, 88 % of fishermen and 94 % of retailers do not wash to themselves hands before the fishing or the sale. The accessibility to the drinking water is also a problem for all these populations, because only 42 % has access to the water of the pump. The remaining 58 % which have no access to the drinking water, drink the well water, realized during the drillings of water; among them, 89 % do not handle the water before drinking it. Only 28 % of all the investigated have access to latrines, 2 % make them needs on the bank, 46 % in rivers and 52 % somewhere else. After their needs for saddle or for urine, 78 % of the investigated wash themselves hands, among them, only 22 % use the soap. These results are similar to those obtained by [8] on the lake Nokoué.

5 CONCLUSION

The present study allowed us to evaluate the practice of hygiene by the actors of the fishing industry of Lake Nokoué and Ahémé and those of the Porto-Novo lagoon on one hand and the impact of local populations on these courses for water. The results of our investigations show a bad application of good hygienic practices as well at the fishermen as at the retailers. We also notice a pollution of these rivers by the waterside population due to their different activities. It is therefore necessary to sensitize actors of the fishing industry, lake and riverside populations on good hygienic practices. The destruction of all garbage dumps located along the banks is needed, the prohibition to throw garbage into the water too. It should also

encourage the promotion and popularization of ecological latrines to reduce the pollution by feces and developing garbage collection strategies.

REFERENCES

[1] HOUNSOU B. M., AGBOSSOU K. E. et AHAMIDE B., Variabilité de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines au sein du bassin de l'Ouémé au Bénin. Actes du 2ème Colloque de l'Université d'Abomey-Calavi des Sciences, Cultures et Technologies, Chimie, 109-124, 2009.

[2] GWP, Managing the other side of the water cycle : Making wastewater an asset. Tec Background papers, n°13, 62p, 2009.

[3] UNESCO, L'eau pour les hommes, l'eau pour la vie, Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau, 36p, 2003.

[4] CHOUTI W. K., Etude de la pollution chimique d'une lagune tropicale (eaux, sédiments, poissons) : Cas de la lagune de Porto-Novo (sud Bénin), Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, 100p, 2011.

[5] AGBOHESSI T.P., TOKO I.I. et KESTEMONT P., Etat des Lieux de La contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides organochlorés dans le Bassin cotonnier béninois. Cah Agric 21 : 46-56, 2012.

[6] DAGNELIE P., Statistique théorique et appliquée. Volume 2, Paris, De Boeck et Larcier, Paris, 659p, 1998.

[7] DIRECTION DES PECHES, Etat des lieux de la gestion des ressources en eau du Bénin. 75p, 2007.

[8] DOVONOU E. F., La pollution des plans d'eau au Benin, DEA en Environnement, Santé et Développement, Université d'Abomey-calavi, 68p, 2008.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 278-286
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Valeurs nutritionnelles des chenilles comestibles de la ville de Kisangani et ses environs (Province de la Tshopo, République Démocratique du Congo)

E. Okangola[1], E. Solomo[1], W.B. Tchatchambe[1], M. Mate[1], A. Upoki[1], A. Dudu[1], Justin A. Asimonyio[2], G.N. Bongo[3], Pius T. Mpiana[3], and Koto-te-Nyiwa Ngbolua[3]

[1]Faculté des Sciences, Université de Kisangani, B.P. 2012 Kisangani, RD Congo

[2]Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, RD Congo

[3]Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

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

ABSTRACT: The purpose of this work lies within the scope of the valorization of traditional food of the Democratic Republic of Congo in general and the province of Tshopo in particular and aims the inventory and evaluation of the nutritive value of the edible caterpillars of Kisangani city and its surroundings. The determination of moisture, the total lipids, total ashes, total proteins, the total sugars and the energy value was carried out according to usual techniques. 12 species of edible caterpillars were identified and gathered in three families: Attacidae (8 species, 67%), Notodontidae (3 species, 25%) and Nymphalidae (1 species, 8%). The average values of various calculated parameters are: water (60.92%), dry weight (39.08%), ashes (4.20 g), proteins (52.13 g), lipids (19.81%), sugars (1.19 g), and energy (392.33 kCal). The production of edible caterpillars must constitute an objective to be preached through agro-forestry programs for a sustainable management of the forests of the Democratic Republic of Congo in general and those of the Tshopo Province in particular.

KEYWORDS: Congo basin, No-timber forest products, Caterpillars, Biochemical composition, Sustainable development.

RÉSUMÉ: Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des aliments traditionnels de la République Démocratique du Congo en général et de la province de la Tshopo en particulier et a pour but l'inventaire et l'évaluation de la valeur nutritive des chenilles comestibles de la ville de Kisangani et ses environs. La détermination de l'humidité, des lipides totaux, des cendres totales, des protéines totales, des glucides totaux et de la valeur énergétique a été effectuée selon les techniques usuelles. 12 espèces de chenilles comestibles ont été identifiées et regroupées en trois familles : *Attacidae* (8 espèces, 67%), *Notodontidae* (3 espèces, 25%) et *Nymphalidae* (1 espèce, 8%). Les valeurs moyennes de différents paramètres calculés sont: eau (60,92%), poids sec (39,08%), cendres (4,20 g), protéines (52,13 g), lipides (19,81 %), glucides (1,19 g), et énergie (392,33 kCal). La production de chenilles comestibles doit constituer un objectif à prôner dans de le cadre de programmes agro-forestiers en vue d'une gestion durable des forêts de la République Démocratique du Congo en général et celles de la Province de la Tshopo en particulier.

MOTS-CLEFS: Basin du Congo, Produits forestiers non ligneux, Chenilles, Composition biochimique, Développement durable.

1 INTRODUCTION

La République démocratique du Congo (RDC) est l'un des réservoirs mondiaux de la biodiversité tant floristique que faunique [1-13]. Ses forêts présentent une grande importance en termes de régulation des cycles biogéochimiques, d'approvisionnement en bois et produits forestiers non ligneux, des services culturaux et coutumiers [14]. Plus de 70% de

populations de la RDC en dépendent directement [15]. Il faut cependant noter qu'en dépit de cette richesse en ressources biologiques, plus de 70% des populations congolaises vivent en insécurités alimentaires [16].

A Kisangani et ses environs par exemple, la pénurie alimentaire est l'un des problèmes cruciaux de la population et ce, malgré la biodiversité que regorgent les forêts qui les environnent et constituant ainsi une menace sérieuse pour ladite population [17]. La promotion des aliments et denrées alimentaires traditionnels locaux permettrait à cet effet, de garantir la sécurité alimentaire pour tous dans cette partie du pays.

Plusieurs espèces non ligneuses tant animales que végétales interviennent dans l'alimentation humaine, parmi lesquelles figurent les chenilles comestibles. Ces dernières renferment une quantité importante de protéine et constituent même un substitut potentiel des petit et gros bétails lesquels la quantité produite reste largement déficitaire et ne pouvant pas subvenir aux besoins de la population [18]. Il s'avère que la revalorisation des aliments traditionnels reste une des stratégies efficaces de lutte contre la pauvreté et la malnutrition. Ainsi, pour promouvoir la bonne santé et le développement durable de nos milieux, la validation scientifique de la valeur nutritionnelle des aliments traditionnels est nécessaire.

A Kisangani et ses environs, les chenilles comestibles sont utilisées soit directement au niveau des ménages comme aliment ou comme importante source de revenu pour plusieurs ménages. La détermination de la composition chimique des chenilles comestibles est indispensable, car selon la littérature, l'importance des chenilles comestibles dans l'alimentation varie selon les régions, les espèces et le régime alimentaire des populations [19]. En outre, Il est donc certain que les modifications environnementales en cours s'accompagneront d'une réduction sensible de la quantité d'espèces de chenilles comestibles et de leur biomasse [20, 21]. Une meilleure connaissance la valeur nutritionnelle des chenilles de cette écorégion et contribuera à l'amélioration qualitative et quantitative de l'alimentation de cette population en situation de sous-alimentation et de malnutrition. A cet effet, nous supposons que les différentes espèces de chenilles comestibles contiennent des nutriments tels que protéines, lipides, glucides, minéraux et que leurs valeurs énergétiques seraient appréciables. La présente étude a pour objectif de déterminer la teneur de ces substances nutritives dans les différentes espèces de chenilles comestibles rencontrées dans la ville de Kisangani et ses environs.

Cette étude constitue une contribution à la connaissance de la composition chimique des chenilles comestibles en vue de leur valorisation et de leur utilisation rationnelle afin d'améliorer la sécurité alimentaire de la population.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Cette étude s'est déroulée dans la ville de Kisangani (Marchés central, I.A.T., Djubudjubu et Isomela), Chef lieu de la province de la Tshopo, située au Nord-est de la République Démocratique du Congo et la Réserve Forestière de Yoko située dans le secteur de Bakumu-Mangongo, Territoire d'Ubundu, Province de la Tshopo (PK 21-38) qui constitue son milieu environnant.

2.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Douze espèces de chenilles comestibles ont été identifiées dans la ville de Kisangani et ses environs. Elles constituent le matériel biologique utilisé dans ce travail. Tous les échantillons frais de ces espèces ont été récoltés dans les périphéries de la ville de Kisangani et d'autres ont été achetés aux marchés ciblés.



(a) Imbrasia epimethea



(b) Imbrasia petiveri



(c) Gonimbrasia hecate



(d) Imbrasia truncata



(e) Elaphrodes lactea



(f) Bunaeopsis aurantiaca

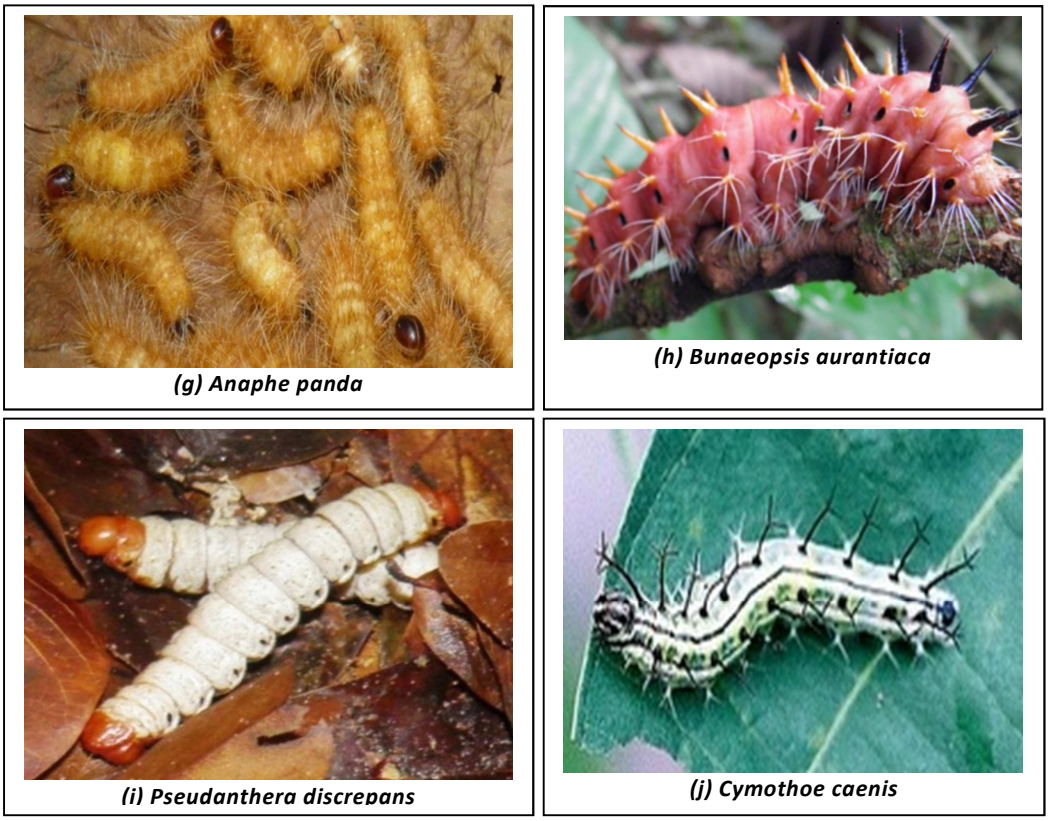


Figure 1 : Chenilles comestibles de Kisangani et ses environs

2.3 MÉTHODOLOGIE

- **Récolte et préparation des échantillons**

Les échantillons de chenilles ont été récoltés dans les périphéries de la cité de Kisangani à différents endroits de 2012 à 2013. Ils ont été identifiés à l'aide de la clé de détermination établie par Malaisse et Parent [22].

Pour éviter l'altération due à l'élévation excessive de température et par souci de précision, les échantillons frais ont été utilisés pour le dosage de l'humidité. Pour ceux destinés aux analyses des cendres brutes, glucides totaux, protéines brutes et lipides, ils ont été séchés durant plus ou moins une semaine à la température ordinaire au Laboratoire de Biochimie et Biotechnologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. Après séchage, les échantillons ont été broyés et tamisés à l'aide d'une passoire pour avoir une poudre fine et ensuite conservés dans des bocaux propres et secs. La détermination de la composition des chenilles en macronutriments a été réalisée sur ces poudres.

- **Détermination de la composition des chenilles en macronutriments**

La détermination de l'humidité a été faite par séchage des échantillons à l'étuve à 105 °C jusqu'au poids constant [23]. Par contre, la détermination de cendres brutes a été faite après calcination à haute température à 550 °C [24]. La détermination des protéines brutes a été faite en dosant l'Azote total selon la méthode Kjeldhal [24] et la teneur en protéines brutes est déterminée par l'expression suivante : %PB = %N x 6,25 Où %PB = teneur en protéines brutes, %N = teneur en azote total de l'échantillon et 6,25 = facteur de conversion de la teneur de l'azote en protéine.

Les lipides ont été extraits par soxhlet selon la méthode de Weibull comme rapporté par [25]. La détermination des glucides totaux a été faite selon Dubois et *al.* [26] et calculée par la relation suivante : Q.I. = DO x 160/0,0072 x 1 000 où Q.I. = quantité des sucres dans l'échantillon en g/100 g et DO est la densité optique de l'échantillon (évaluée à 390 nm).

Pour analyser les données, nous avons recouru au logiciel Microsoft office Excel 2007. Ce programme de traitement et d'analyse nous a permis d'organiser les données quantitatives obtenues et d'en décrire les caractéristiques de la distribution (somme, moyenne, fréquence, pourcentage, variance, écart-type et coefficient de variation).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Douze espèces des chenilles comestibles ont été identifiées dans la ville de Kisangani et ses environs. Elles appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, à la classe des insectes et à l'ordre des lépidoptères. Le tableau 1 donne la liste de ces 12 espèces de chenilles comestibles identifiées.

Tableau 1 : Position systématique des espèces des chenilles comestibles identifiées

Famille	Espèce
Attacidae	*Bunaeopsis aurantiaca* Rothschild, 1895 *Cirina forda* Westood, 1849 *Gonimbrasia hecate* Rougeot, 1955 *Imbrasia epimethea* Drury, 1773 *Imbrasia oyemensis* Rougeot, 1955 *Imbrasia petiveri* Guerin-Meneville, 1875 *Imbrasia truncate* Aurivillius, 1908 *Pseudanthera discrepans* Butler, 1908
Notodontidae	*Anaphe panda* Boisduval, 1847 *Antheua insignata* Gaede, 1928 *Elaphrodes lacteal* Gaede, 1932
Nymphalidae	*Cymothoe caenis* Drury, 1773

Il ressort du tableau 1 que 12 espèces de chenilles comestibles ont été identifiées et regroupées en trois familles : *Attacidae*, *Notodontidae* et *Nymphalidae*, parmi lesquelles les *Attacidae* dominent avec 8 espèces, soit 67%, suivie des *Notodontidae* avec 3 espèces, soit 25%. Par ailleurs, la famille des *Nymphalidae* est la moins représentée avec l'unique espèce *Cymothoecaenis*, soit 8% (figure 1).

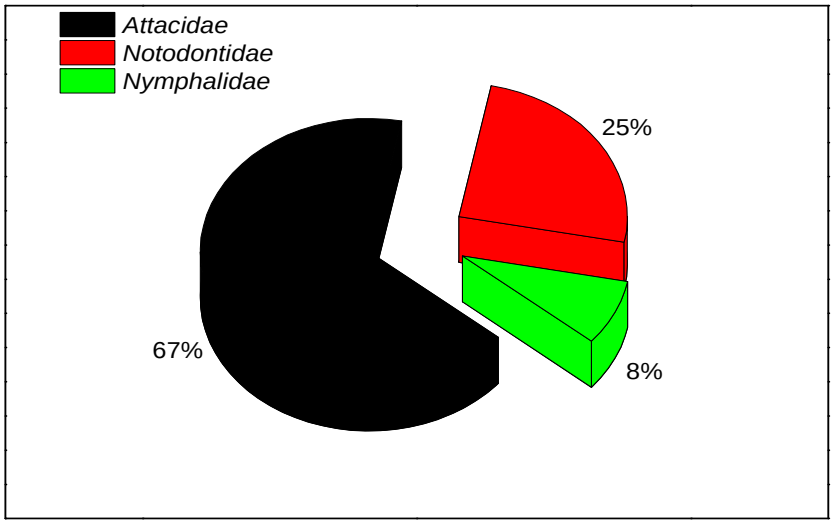


Figure 1: Fréquence des chenilles en fonction de la famille

Le nombre de chenilles répertoriés dans ce travail est supérieur à celui de Kankonda et Wetsi [27]. Ces auteurs ont identifiés seulement huit espèces dans la ville de Kisangani et ses environs.

Balinga [28] a trouvé neuf espèces dans la zone forestière du Cameroun alors que Malaisse et Parent [22] ont répertorié 26 espèces dans la province du Katanga, Latham [29] a dénombré 33 espèces des chenilles consommées dans la région du Bas-Congo, N'Gasse [30] a répertorié 24 espèces dans la région forestière de la République centrafricaine dont 12 espèces dans le massif de Ngotto et Lisingo *et al.* [31] ont identifié 15 espèces dans les districts de Kisangani et de la Tshopo. Cette

différence des résultats obtenus se justifierait non seulement par la différence du milieu d'étude et de l'étendue de la région de récolte, mais aussi par l'importance des plantes hôtes. La primauté des *Attacidae* dans notre milieu d'étude s'expliquerait par l'effectif élevé des espèces des chenilles qui colonisent un grand nombre d'arbres hôtes des chenilles.

Cette observation concorde avec celles de Malaisse et Parent [22], de Latham [29], de Monzambe [32], de Moussa [33], de Balinga [28] et de N'Gasse [30] qui ont souligné la place des chenilles dans l'alimentation des populations de l'Afrique Centrale et font remarquer que les chenilles consommées dans cette région de l'Afrique appartiennent à diverses familles dont les *Attacidae*, *Notodontidae* et *Nymphalidae*.

Le tableau 2 montre les différentes valeurs de la composition chimique des chenilles comestibles analysées.

Tableau 2 : Différentes valeurs de la composition chimique des chenilles comestibles

Espèce	Eau (%)	Ps (%)	Cd (g)	Prot (g)	Lip (g)	Glu (g)	Energie (kCal)
Anaphe panda	58,11	41,89	3,33	50,89	22,6	1,07	411
Antheua insignata	56,38	43,62	3,89	46,27	15,8	0,98	331
Bunaeopsis aurantiaca	81,59	18,41	3,89	55,84	19,26	1,15	401
Cirina forda	65,06	34,94	4,88	50,98	19,9	1,73	390
Cymothoe caenis	84,89	15,11	2,41	44,55	15,62	0,71	322
Elaphrodes lacteal	16,85	83,15	3,93	53,55	21,9	1,42	417
Gonimbrasia Hecate	70,96	29,04	4,96	51,4	18,76	1,07	389
Imbrasia epimethea	80,87	19,13	7,55	57,84	20,42	0,94	419
Imbrasia oyemensis	60,12	39,88	4,24	51,68	19,06	1,51	384
Imbrasia petiveri	67,82	32,18	2,98	57,92	18,56	1,6	405
Imbrasia truncate	79,49	20,51	4,69	54,49	21,76	1,16	418
Pseudanthera discrepans	8,90	91,10	3,60	50,16	24,02	0,98	421

(Légende : Ps : Poids sec ; Cd: Cendres; Prot: Protéines; Lip: Lipides; Glu: Glucides)

Il ressort ce tableau que *Cymothoecaenis* est l'espèce la plus hydratée avec 84,89% ; *Pseudanthera discrepans* est l'espèce à poids sec élevé avec 91,10%, la plus lipidique avec 24,02 g et la plus énergétique avec 421 kCal ; *Imbrasia petiveri* est l'espèce la plus protéique avec 57,92 g ; *Imbrasia epimethea* est l'espèce qui possède la teneur la plus élevée en cendres totales avec 7,55 g ; *Cirina forda* est l'espèce la plus glucidique avec 1,73 g.

L'analyse du même tableau montre que la teneur en eau pour *Cymothoe caenis* (84,89%) est supérieure à d'autres espèces identifiées. La teneur élevée en eau pour les chenilles analysées causerait l'enflure de l'abdomen. Par conséquent, un séchage léger rendrait ces aliments meilleurs à la consommation. Le poids sec des chenilles analysées indique bien la présence des minéraux. Néanmoins, la valeur trouvée chez *Pseudanthera discrepans* (91,1%) est supérieure aux autres espèces. Cette observation ne concorde pas avec les résultats de Malaisse et Parent [22] et de FAO [34] qui ont trouvé des taux loin inférieurs, soit respectivement 28% et 36,9%. Les valeurs énergétiques et lipidiques de la même espèce (*Pseudanthera discrepans*) présentent des taux élevés par rapport aux autres espèces identifiées, soit respectivement 421 kCal et 24,02 g. Comparativement à Malaisse [19], nos résultats sont supérieurs. On peut aussi noter que les différentes chenilles comestibles identifiées sont hétérogènes (coefficient de variation > 30%) par rapport aux teneurs en eau, poids sec et cendres. Par contre, elles sont homogènes (coefficient de variation < 30%) par rapport aux protéines, lipides, glucides et valeurs énergétiques.

Le tableau 3 donne la composition chimique moyenne comparée des chenilles comestibles (présente étude) et des aliments de la région de Kisangani et ses environs.

Tableau 3 : Composition chimique comparée des chenilles comestibles et des aliments communs de la ville de Kisangani et ses environs (valeurs pour 100 g de poids sec, poids sec en % de poids frais)

Espèce	Eau (%)	Ps (%)	Cd (g)	Prot (g)	Lip (g)	Glu (g)	Energie (kCal)
Chenilles (présente étude)	60,92	39,08	4,20	52,13	19,81	1,19	392,33
Bœuf frais semi gras[20]	63,1	36,9	-	18,2	17,7	0	273
Feuilles de manioc[25]	71,7	28,3	-	21,2	3,0	0,05	321
Feuilles d'*Amaranthus viridis*[35]	89,68	10,32	20,25	11,22	3,743	-	-
Feuilles de *Gnetum africanum*[35]	96,47	3,53	7,71	7,1	1,692	-	-

(Légende : Ps : Poids sec ; Cd: Cendres; Prot: Protéines; Lip: Lipides; Glu: Glucides)

Les valeurs moyennes de différents paramètres calculés pour les chenilles (présente étude) sont : eau (60,92%), poids sec (39,08%), cendres (4,20 g), protéines (52,13 g), lipides (19,81 %), glucides (1,19 g), et énergie (392,33 kCal). En comparant ces valeurs avec celles d'autres aliments courants, on observe que bien que la teneur en eau pour les feuilles de *Gnetum africanum* et la teneur en cendre pour les feuilles d'*Amaranthus viridis* soient supérieures par rapport aux autres aliments, les valeurs moyennes des poids secs, des protéines brutes, des lipides totaux, des glucides totaux et la valeur énergétique des chenilles comestibles analysées sont plus élevées par rapport aux autres aliments répertoriés. Cette comparaison montre l'importance des chenilles comestibles comme sources des macronutriments dans le régime alimentaire des populations congolaises. En effet, les chenilles comestibles sont nutritives au vue de leur composition chimique. La valeur élevée en protéiques et en lipidiques font des chenilles un aliment de qualité.

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Au terme du présent travail, nous avons démontré que les différentes espèces de chenilles comestibles contiennent des nutriments tels que les protéines, les lipides, les glucides et les minéraux et constituent des éléments importants faisant des chenilles une bonne source des substances nutritives pour l'alimentation humaine. La production de chenilles comestibles, notamment celles inféodées aux *Fabaceae,* doit constituer un objectif à prôner dans de le cadre de programmes agro-forestiers en vue d'une gestion durable des forêts de la République Démocratique du Congo en général et celles de la Province de la Tshopo en particulier.

REFERENCES

[1] J.A. Asimonyio, K. Kambale, E. Shutsha, G.N. Bongo, D.S.T. Tshibangu, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Phytoecological Study of Uma Forest (Kisangani City, Democratic Republic Of The Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.01, 2015.

[2] J.A. Asimonyio, J.C. Ngabu, C.B. Lomba, C.M. Falanga, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Structure et diversité d'un peuplement forestier hétérogène dans le bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 18, no. 2, pp. 241-251, 2015.

[3] J.M. Tsongo , P. Sabongo , J.K. Kambale , B.T. Malombo , E.W. Katembo , P.K. Kavira , J.A. Asimonyio , P.M. Konga , K.N. Ngbolua. Régénération naturelle de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard (Leguminosae) dans la réserve forestière de Masako à Kisangani, République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 1, pp. 61-68, 2016.

[4] J. Omatoko, H. Nshimba, J. Bogaert, J. Lejoly, R. Shutsha, J.P. Shaumba, J. Asimonyio, K.N. Ngbolua. Etudes floristique et structurale des peuplements sur sols argileux à *Pericopsis elata* et sableux à *Julbernardia seretii* dans la forêt de plaine de UMA en République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 13, no. 2, pp. 452-463, 2015.

[5] F.M. Masudi, A. Dudu, G. Katuala, J.A. Asimonyio, P.K. Museu, B.Z. Gbolo, K.N. Ngbolua, 2016. Biodiversité des rongeurs et Soricomorphes de champs de cultures mixtes de la région de Kisangani, République Démocratique du Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 14, no. 2, pp. 327-339, 2016.

[6] K.N. Ngbolua, B.G. Badjedjea, B.J. Akuboy, M.F. Masudi, J.A. Asimonyio, G.N. Bongo, A.D. Siasia. Contribution to the Knowledge of Amphibians of Kponyo village (DR Congo). J. of Advanced Botany and Zoology, V4I1 DOI: 10.15297/JABZ.V4I1.04, 2016.

[7] K.N. Ngbolua., A. Mafoto, M. Molongo, G.M. Ngemale, C.A Masengo, Z.B. Gbolo, P.T. Mpiana, G.N. Bongo. Contribution to the Inventory of "Protected Animals" Sold As Bush Meats in Some Markets of Nord Ubangi Province, Democratic Republic Of The Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I2. DOI: 10.15297/JABZ.V3I2.02, 2015.

[8] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, J.P. Magbukudua, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, K. Patrick, H. Yabuda, J. Zama, F. Veke. Evidence of new geographic localization of *Okapia johnstoni* (Giraffidae) in Democratic Republic of the Congo: The rainforest of "Nord Ubangi" district. Journal of Advanced Botany & Zoology. V2I1. DOI: 10.15297/JABZ.V2I1.02, 2014.

[9] K.N. Ngbolua, G.M. Ngemale., N.F. Konzi, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, B.M. Bangata., T.S. Yangba, N. Gbiangbada. Utilisation de produits forestiers non ligneux à Gbadolite (District du Nord-Ubangi, Province de l'Equateur, R.D. Congo): Cas de *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl. (Malvaceae) et de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. (Piperaceae). Congo Sciences Vol. 2, no. 2, pp. 61-66, 2014.

[10] J.K. Kambale, F.M. Feza , J.M. Tsongo , J.A. Asimonyio , S. Mapeta , H. Nshimba , B.Z. Gbolo , P.T. Mpiana , K.N. Ngbolua. La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'ile Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 1, pp. 51-60, 2016.

[11] J.U. Thumitho, T.B. Mambo, C.C. Urom, J.C. Ngab'u, A.B. Kankonda, A.P. Ulyel, M.G. Ngemale, K.N. Ngbolua. Ecologie alimentaire de Ichtyoborus besse congolensis (Giltay, 1930 ;Teleostei: Distichodontidae) de rivière Biaro et son affluent Yoko dans la Réserve forestière de Yoko (RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research, Vol. 21, no. 2, pp. 330-341.

[12] T.B. Mambo, J.U. Thumitho, E.L. Tambwe, C.M. Danadu, J.A. Asimonyio, A.B. Kankonda, J.A. Ulyel, C.M. Falanga, K.N. Ngbolua. Etude qualitative du régime alimentaire de Hippopotamyrus psittacus (Boulenger, 1897: Osteiglossiformes, Mormyridae) du fleuve Congo à Kisangani (RD Congo). International Journal of Innovation and Scientific Research Vol. 21, no. 2, pp. 321-329, 2016.

[13] B.G. Badjedjea, B.J. Akuboy, M.F. Masudi, J.A. Asimonyio, K.P. Museu, K.N. Ngbolua. A preliminary survey of the amphibian fauna of Kisangani eco-region, Democratic Republic of the Congo. J. of Advanced Botany and Zoology, V3I4.DOI: 10.15297/JABZ.V3I4.01, 2015.

[14] A.P. Gorel, A. Fayolle, J.-L. Doucet. Ecologie et gestion des espèces multi-usages du genre *Erythrophleum*(Fabaceae-Caesalpinioideae) en Afrique (synthèse bibliographique). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol. 19, no. 4, pp. 415- 429, 2015.

[15] S. Counsell. Gouvernance forestière en République Démocratique du Congo. Le point de vue d'une ONG. Rapport FERN. 37p, 2006.

[16] F. Mbemba. Aliments et denrées alimentaires traditionnels de Bandundu en R.D.Congo, éd. l'Harmattan, Paris, 2013.

[17] E. Solomo, W.B. Tchatchambe, K. Katembwa, C. Termote, D. Dheda. Valeurs nutritives et toxiques de quelques plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs. Annales de la Fac. Sci., Vol. 14, pp. 43-56, 2011.

[18] F. Mbemba, J. Remacle. Inventaire et composition chimique des aliments et denrées alimentaires traditionnels du KWANGO-KWILU au Zaïre .P.U.N. Namur, 80p, 1992.

[19] F. Malaisse. Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle. Les Presses Agronomiques de Gembloux. CTA, Belgique, 384p, 1997.

[20] N. Leleup, H. Daems. Les Chenilles alimentaires du Kwango. Causes de leur raréfaction et mesures préconisées pour y remédier. Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliqué, Vol. 16, pp. 1-21, 1969.

[21] De Foliart. Insects as human food. Crop Protection Vol. 11, no. 5, pp. 395-399, 1992.

[22] F. Malaisse, G. Parent. Les chenilles comestibles du Shaba méridional (Zaïre). Nat. Belg. Vol. 61, pp. 2-24, 1980.

[23] F. Dufey. Biologie cellulaire. Ed. CRP, Kinshasa, 159p, 1986.

[24] J. Groegaert. Recueil des modes opératoire en usage au laboratoire d'analyse de l'INEAC, Bruxelles, 1958.

[25] F.C. Bukatuka, K.N. Ngombe, K.P. Mutwale, B.M. Moni, K.G. Makengo, L.A. Pambu, N.G. Bongo, M.P. Mbombo, M.D. Musuyu, U. Maloueki, K.N. Ngbolua, F.T. Mbemba. Bioactivity and nutritional values of some Dioscorea species traditionally used as medicinal foods in Bandundu, DR Congo. European Journal of Medicinal Plants Vol. 14, no. 1, pp. 1-11.

[26] M. Dubois, K.A. Gilles, P.A. Hamilton, A. Ruberg, F. Smith. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, pp. 350-356, 1956.

[27] B. Kankonda et L. Wetsi. Données préliminaires sur les chenilles de Kisangani et ses environs. Annales de la Fac. Sc. Vol 8, pp. 113-120, 1992.

[28] M.P, Balinga. Les chenilles et larves comestibles dans la zone forestière du Cameroun. Rapport de Consultation, FAO, Rome, 2003.

[29] P. Latham. Les chenilles comestibles et leurs plantes nourricières dans la province du Bas-Congo. Mystole publications, Canterbury, R.U. 60p, 2000.

[30] G. N'gasse. Contribution des chenilles/larves comestibles à la réduction de l'insécurité alimentaire en République centrafricaine. Rapport de consultation, FAO, Rome, 2003.
[31] J. Lisingo, J-L. Wetsi, H. Ntahobavuka. Enquête sur les chenilles comestibles et les divers usages de leurs plantes hôtes dans les districts de Kisangani et de la Tshopo (RD Congo). Geo. Eco. Trop., Vol. 34, pp.139-146, 2010.
[32] M.P. Monzambe. Contribution à l'exploitation des chenilles et autres larves comestibles dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté en R.D. Congo. Rapport de consultation, FAO, Rome, pp. 35-54, 2002.
[33] J.B. Moussa. Les chenilles comestibles du Congo : Intérêt alimentaire et circuits de la consommation : cas de Brazzaville. Rapport de consultation, FAO, Rome, pp. 9-34, 2002.
[34] FAO, PPFNL. Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire: L'exemple des chenilles d'Afrique Centrale. FAO, Rome, 140p, 2004.
[35] E.W. Okangola. Contribution à l'étude biologique et écologique des chenilles comestibles de la Région de Kisangani. Cas de la Réserve Forestière de Yoko (Ubundu, R.D. Congo). Mémoire de DEA. Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 2007.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 287-298
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Etat des lieux des capteurs refroidis dans le domaine spatial

[Current situation of the cooled sensors in space domain]

Youssef Kebbati[1] and Hayet Souffi[2]

[1]Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace LPC2E-CNRS,
Université d'Orléans / Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre OSUC,
LPC2E 3A, avenue de la recherche scientifique,
Orléans, France

[2]Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace LPC2E-CNRS,
LPC2E 3A, avenue de la recherche scientifique,
Orléans, France

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

ABSTRACT: In this paper, we present a current situation of the cooled sensors in the space domain. Thus, we present an immediate image of the recent developments of the cooled technology, a discussion about the relevance of using cold sensors in the spatial domain and influence of the position of sensor in the satellite. To finish, we shall present an example of future mission. It will be about the space telescope James Webb. We shall expose then the scientific objectives, the concerned space agencies and the date of launch. We shall also give information onto the cooled sensors.

KEYWORDS: cooled sensors, space missions, MEMS, James Webb telescope, supraconductor technology.

RESUME: Dans cet article, nous faisons un état des lieux de l'utilisation des capteurs refroidis dans le domaine spatiale. Il s'agit de présenter une image instantanée des récents développements de la technologie refroidis, d'une discussion d'une part sur la pertinence d'utiliser des capteurs froids dans le spatial et d'autre part de l'influence de la position du capteur dans le satellite ou la sonde spatiale. Tout le long de l'article, nous donnerons des exemples de capteurs froids ainsi que les missions sur lesquels ils ont été embarqués. Pour finir, nous présenterons dans la dernière partie un exemple de future mission. Il s'agira du télescope spatial James Webb. Nous exposerons alors les objectifs scientifiques, les agences spatiales concernées et la date de lancement. Nous donnerons également des informations sur les capteurs refroidies embarquées.

MOTS-CLEFS: Capteurs froids, missions spatiales, technologie supraconducteur, MEMS, télescope James Webb.

1 INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, l'humanité a toujours était fasciné par l'espace et par la place de l'homme dans l'univers. L'idée d'envoyer un objet ou un homme dans l'espace est évoquée par des philosophes et des romanciers plusieurs centaines d'années avant que cela ne devienne techniquement possible. Au cours de la deuxième moitié du XXe siècle, grâce au développement des moteurs de fusées, aux progrès de l'avionique et à l'amélioration des matériaux, l'envoi d'engins dans l'espace passe du rêve à la réalité. Bien que les débuts de l'air spatial fussent le fruit de la guerre froide entre les Etats-Unis et l'Union Soviétique, nous assistons à l'heure actuelle à l'écriture d'une autre histoire à savoir, l'exploration scientifique à travers des collaborations internationales. Cependant l'exploration scientifique de notre planète ou bien d'astéroïdes,

comme fut le cas pour la mission Rosetta, nécessite l'utilisation de capteurs indispensables à la mesure, à l'étude et à la compréhension.

Dans cet article, nous discuterons de la pertinence de l'utilisation des capteurs refroidies dans le domaine spatial. Nous donnerons ainsi une image instantanée des récents développements sans pour autant lister tous les capteurs refroidis, déjà fortement décris dans la littérature, utilisés dans les missions spatiales.

Dans la première partie de l'article, nous aborderons les récents développements des supraconducteurs. Nous continuerons, dans la seconde partie, par une discussion concernant l'intérêt de refroidir les capteurs dans le cas d'applications spatiales. La troisième partie sera consacrée à l'étude de l'influence de la position des capteurs dans le vaisseau (satellite ou sonde spatiale). Pour finir, nous donnerons un exemple de future mission. Il s'agira du télescope spatial James Webb. Nous présenterons alors les objectifs scientifiques recherchés, les agences spatiales concernées et la date de lancement. Nous donnerons également des informations sur les capteurs refroidies embarquées.

2 LES RÉCENTS DÉVELOPPEMENTS DES MATÉRIAUX SUPRACONDUCTEURS

A très basses températures, les propriétés électriques et magnétiques de certains matériaux tels le plomb, le mercure ou certains oxydes changent radicalement. Ces matériaux deviennent supraconducteurs : ils n'opposent plus aucune résistance au passage du courant électrique et expulsent les champs magnétiques.

Les supraconducteurs sont déjà utilisés dans de nombreux domaines : électricité, médical et même dans le domaine spatial. Ils sont aussi au cœur des laboratoires, dans les accélérateurs de particule, dans le domaine de l'astrophysique avec les bolomètres, dans des capteurs magnétiques ultrasensibles tel que les SQUID, ou pour produire des champs magnétiques très intenses. Cependant, il faut les refroidir à de très basses températures de l'ordre de 4°K.

La Figure 1 montre l'évolution des découvertes des matériaux supraconducteurs au fil des années. Depuis les années 90, nous avons vu apparaitre de nouveaux matériaux supraconducteurs dit à haute température critique HTC. Il s'agit alors des *Cuprates* (empilement de couches de cuivre et d'oxygène) et récemment des *Pnictures* (empilement à base de fer et d'arsenic). En 2015, le record mondial, détenu par des chercheurs de l'institut Max Planck, est établi à -203°K pour le sulfure d'hydrogène H_2S [1].

Une précision concernant les SQUIDs : les récents développements montrent la fabrication de nano-jonctions Josephson en $YBa_2Cu_3O_7$ à une température de 77°K est reportée en 2011 [2]. La fabrication de nano-capteurs (nano-SQUIDs) en Niobium par lithographie à faisceau d'électron et fonctionnant à 4.2 K est indiquée [3].

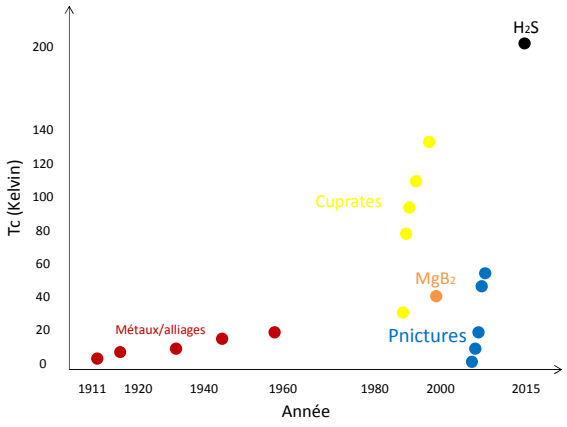


Fig. 1. Evolution des découvertes des matériaux supraconducteurs

3 INTERET DE REFROIDIR LES CAPTEURS

Certains capteurs ne fonctionneront pas correctement en les refroidissant, d'autres verront leurs performances améliorées lorsqu'ils sont placés dans le froid et d'autres enfin nécessiteront obligatoirement d'être refroidis pour fonctionner. Nous allons examiner tour à tour chacune de ces trois possibilités, en prenant des exemples de capteurs parmi ceux qui peuvent être utilisés pour les missions tels que GLAST, XEUS, etc.

3.1 LES CAPTEURS NE FONCTIONNANT PAS CORRECTEMENT DANS LE FROID

Les capteurs qui peuvent présenter un problème dans le fonctionnement à froid sont ceux qui intègrent dans leur constitution des matériaux qui s'améliorent et d'autres qui se détériorent dans le froid. Prenons le cas des capteurs magnétiques comportant un noyau à forte perméabilité. Lors d'une précédente étude menée au LPC2E, nous avons montré l'évolution de la perméabilité d'un noyau magnétique (celui d'une boucle de Rogowski) en fonction de la température. La Figure 2 ci-dessous reporte cette évolution pour trois matériaux : ultraperm, ultraperm 10 et mumétal.

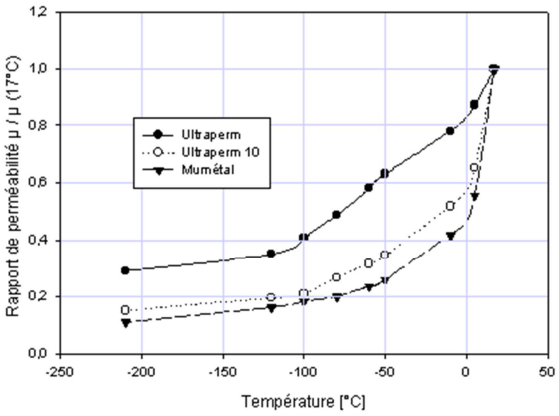


Fig. 2. Evolution de la perméabilité d'un noyau magnétique dans le froid

On constate que la dégradation en température est moins importante pour l'ultraperm que pour les deux autres matériaux, la plus mauvaise correspondant au mumétal.

Toutefois, ces capteurs possèdent un bobinage métallique dont la résistance décroît avec la température, l'évolution globale n'est donc prévisible que par l'expérience, et la figure 3 montre l'évolution de la densité spectrale de bruit du capteur (ramenée à l'entrée) en fonction la température et de la fréquence. Ce qui est intéressant dans ce cas, c'est de voir que le bruit est plus important à –200°C qu'à 17°C. Par contre entre 17°C et –60°C le bruit décroît et augmente ensuite.

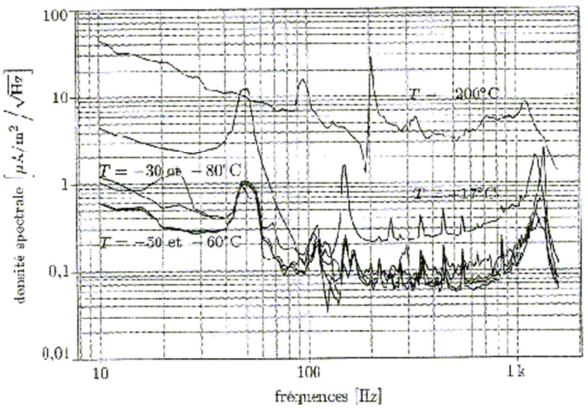


Fig. 3. Bruit d'une boucle de Rogowski (ramené à l'entrée) en fonction de la température.

Le même comportement doit être suspecté pour les autres capteurs magnétiques utilisant des matériaux à forte perméabilité, mais il peut varier selon les cas. Considérons, par exemple, le cas des micro-fluxgates développés par P. Ripka [4] et représentés sur la Figure 4. Malgré les films ferromagnétiques, ce type de micro-capteur présente une stabilité de 30

ppm et une variation de la sensibilité de 0.1 nT/°C. Toutefois cette sensibilité est insuffisante pour certaines missions spatiales qui requièrent des sensibilités de l'ordre du pT.

Cet exemple montre clairement que pour certains capteurs, le refroidissement n'est pas nécessairement préconisé. Toutefois les équipements électroniques (le front-end analogique des capteurs) gagneront évidemment à être refroidis, sans toutefois atteindre le gel des porteurs.

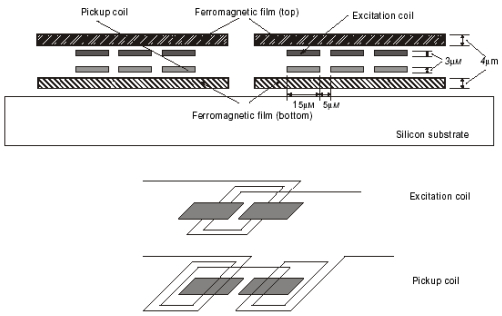


Fig. 4. Structure d'un micro-fluxgate [4]

3.2 LES CAPTEURS QUI AMÉLIORENT LEURS PERFORMANCES DANS LE FROID

Parmi les capteurs qui peuvent améliorer leurs performances, en réduisant la température, on trouve ceux qui utilisent des semi-conducteurs car la densité spectrale de bruit dépend entre autres de la température. Considérons par exemple le cas des capteurs à effet Hall, la densité spectrale de bruit est représentée par la relation suivante :

$$dsp = \frac{\alpha R^2 I^2}{fN} + 4kTR \qquad (V^2/Hz)$$

Dans cette relation, R est la résistance du capteur, N le nombre total de porteurs dans la zone active, α le paramètre phénoménologique de Hooge (environ 5 10^{-5} à température ambiante), f est la fréquence et T la température absolue. En présence d'un champ magnétique homogène (B) la tension de Hall (Vh) s'écrit :

$$\mathrm{Vh} = \mathrm{T_{B-v}B}$$

Où T_{B-v} est la fonction de transfert champ-tension. Dans ces conditions, la sensibilité S_I d'un capteur de Hall en fonction du courant équivalent au champ magnétique B est donné par :

$$S_I = \frac{1}{I_d}\frac{dVh}{dB} \approx \frac{1}{n_s}\frac{Vh}{T}$$

Où:

- n_s est la densité d'électrons dans la couche de semi-conducteurs.
- T la temperature
- I_d le courant d'alimentation du capteur.

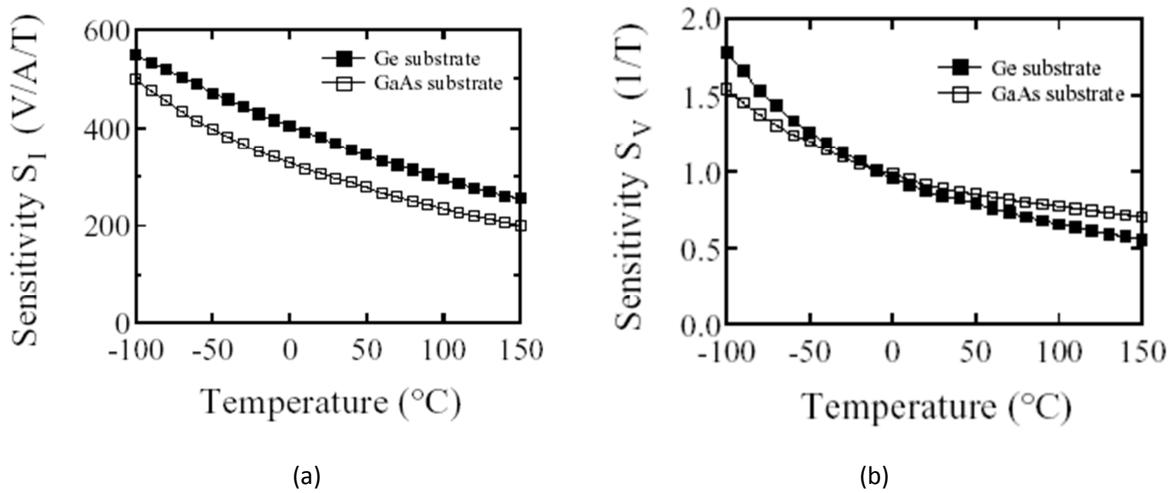
De même on peut définir la sensibilité en tension par :

$$S_v = \frac{1}{V_d}\frac{dVh}{dB} \approx \frac{\mu W}{L}$$

Où:

- μ est la mobilité des porteurs
- W la largeur et L la longueur du circuit

En utilisant ces relations on peut observer l'évolution des sensibilités S_V et S_I en fonction de la température, par exemple pour des capteurs de Hall InAs/AlGaSb à puits quantique [5], réalisés soit sur un substrat de germanium, soit sur un substrat de GaAs dont les résultats sont reportés sur la Figure 5.



(a) (b)

Fig. 5. (a) Sensibilité du courant en fonction de la température pour un courant de 1 mA. (b) Sensibilité de la tension en fonction de la température pour un courant de 1 V.

Dans la gamme des températures reportées par ces auteurs [5] (et qui peuvent être obtenues par des cellules Peltier empilées), on voit que la sensibilité est doublée quand on passe de la température ambiante à –100°C. Il est probable qu'en dessous de cette température, on a encore une amélioration des sensibilités, mais il faut prendre garde au phénomène de gel des porteurs.

Les CCD sont un autre exemple de capteurs dont on améliore les performances en les refroidissant. Les sources de bruit dans les CCD sont diverses mais il y en a trois principales :

- Le bruit de photon (ou bruit statistique) dont le carré de la variance est égale au nombre de photons détectés :

$$\mathbf{var(}n\mathbf{)}=\sqrt{n}$$

- Le bruit thermique (ou courant d'obscurité) qui est donné par la racine du produit du temps et du courant d'obscurité à t:

$$T_n = \sqrt{I_{obs}(t)t}$$

En général ce courant est réduit à la moitié de sa valeur tous les 7°C quand le CCD est refroidi

- Le bruit de transfert des électrons dans le système de lecture (σ_e) qui peut être quantifié par :

$$\sigma_e = \sqrt{nN\varepsilon}$$

Où n est le nombre de transfert effectués, N le nombre de charges transférées et ε le rendement du transfert.

D'autres sources de bruit se rajoutent aux précédentes comme:

- celles liées aux imperfections cristallines du matériau constituant le CCD
- celles de l'électronique de lecture.

Ces sources sont aussi fonction de la température dans le cas général. La Figure 6 montre un exemple d'amélioration de la sensibilité d'un capteur CCD au silicium en le refroidissant.

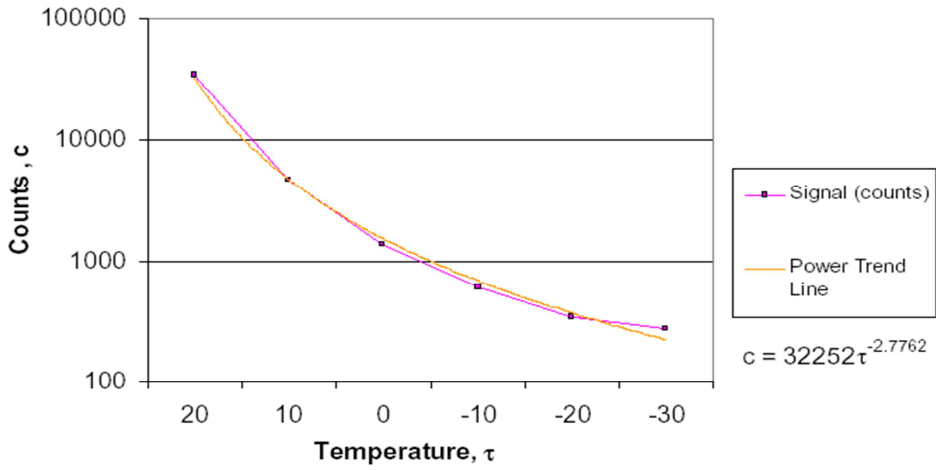


Fig. 6. Sensibilité d'un capteur CCD au silicium en fonction de la température

Le nombre de particules détectées (Counts) correspond au courant obtenu en absence d'illumination. On voit qu'une variation de la température entre l'ambiante et –30°C produit une réduction du courant d'un facteur 1000. En pratique les détecteurs CCD peuvent être refroidis au moyen d'azote liquide, de carbo-glace ou par des systèmes Peltier. Le rendement quantique est aussi fortement amélioré dans le froid, la Figure 7 montre que le rendement approche 100% pour certaines longueurs d'onde.

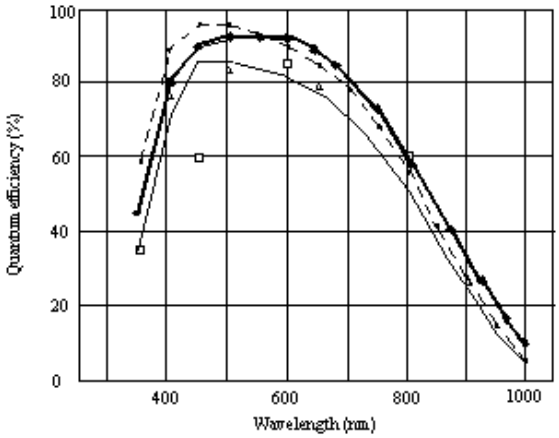


Fig. 7. Rendement quantique d'un CCD à la température de 173 K dans le domaine spectrale de 330 à 1000 nm. Les courbes correspondent aux valeurs moyennes, maximum et minimum par rapport aux spécifications du constructeur.

3.3 LES CAPTEURS FONCTIONNANT UNIQUEMENT DANS LE FROID

Plusieurs de ces capteurs refroidis sont embarqués dans des missions spatiales, par exemple les bolomètres, les détecteurs à HgCdTe, les SQUIDs et les TES.

Parmi ceux-ci, on peut distinguer deux types de fonctionnement :

- Les récepteurs hétérodynes fonctionnant à partir de jonctions Josephson (ou parfois avec des diodes en HgCdTe), mais qui semblent de plus en plus laisser la place à des fonctionnements ne nécessitant pas d'oscillateur local.
- Les capteurs bolométriques utilisant directement l'énergie des photons. Selon l'objectif, en submillimétrique, la sensibilité des capteurs bolomètriques n'est pas la même. Par exemple en photométrie, une sensibilité de l'ordre de 3 10^{19} $WHz^{-1/2}$, que l'on peut atteindre, est suffisante. Par contre, pour la spectroscopie, la sensibilité doit être de l'ordre de 10^{-20} $WHz^{-1/2}$

ce qui est beaucoup plus difficile à obtenir. Selon la gamme de fréquence, le fonctionnement peut être variable. Ainsi le rayonnement à détecter peut agir directement sur l'élément sensible, ou bien être capté indirectement par absorption dans un matériau, ce qui libère des particules chargées, lesquelles sont à leur tour détectées par les capteurs refroidis. C'est par exemple le cas pour les bolomètres prévus pour les missions GLAST [6], Submillimetron [7] et XEUS [8].

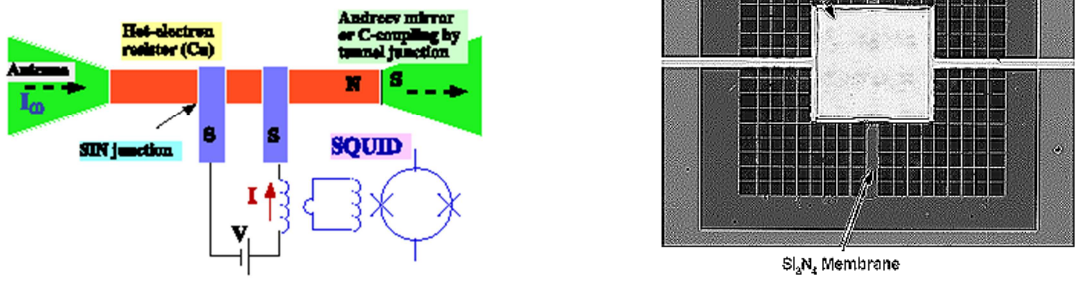
Les capteurs bolométriques sont employés, en ondes millimétriques, pour faire une analyse de l'anisotropie de la polarisation du rayonnement. Pour cela, on utilise des grilles qui agissent comme des polariseurs et l'analyse en longueur d'onde est effectuée grâce à l'empilement de plusieurs grilles. Ces analyseurs doivent être refroidis pour éviter le rayonnement parasite sur les éléments sensibles.

Une autre approche consiste à placer une antenne planaire à la sortie de cornets '*corrugués*'. Cette antenne est alors directement reliée aux bolomètres.

Deux capteurs particuliers ont été développés, et nécessitent quelques informations complémentaires, il s'agit des capteurs à électrons chauds et des capteurs supraconducteurs à transition de bord (TES).

- Les premiers sont constitués d'une couche métallique (cuivre) recouverte par un supraconducteur.

Le métal est directement couplé à une antenne destinée à recevoir les ondes électromagnétiques ; celles-ci viennent réchauffer le gaz d'électrons de la jonction, provoquant ainsi une variation sa résistance. Il en résulte une variation du courant I traversant ces jonctions, cette variation de courant est détectée par un SQUID. Les Figures 8 (a) et 8(b) illustrent respectivement le principe de fonctionnement et montrent une réalisation observée sous microscope électronique. Ce type de capteur est prévu pour la mission Submillimetron.



(a) (b)

Fig. 8. (a) Schéma du bolomètre NHEB (normal hot electron bolometer) avec lecture à SQUID, (b) un Mo-Cu microcalorimètre TES avec une membrane en Si3N4. Le TES a des dimensions de 400 mm x 400 mm.

- Les seconds sont les capteurs supraconducteur à transition de bord (TES).

Ce type de capteurs est surtout utilisé pour les microcalorimètres à rayons X, mais il est aussi envisagé pour des missions susceptibles de recevoir directement les particules spatiales. Comme dans le cas précédent, il s'agit d'une bicouche métallique, l'un des métaux étant supraconducteur. L'ensemble se comporte comme un supraconducteur unique, (par effet de proximité le supraconducteur induit une zone mince supraconductrice dans le métal normal). La Figure 9 montre un exemple de réalisation sur une membrane de nitrure de silicium, et construite selon les techniques des microsystèmes (MEMs). Il s'agit d'une bicouche Mo-Cu ayant une température de transition très étroite, à 93 mK. Ce type de détecteur est prévu pour équiper les missions de détection de rayons X comme ConstellationX [9].

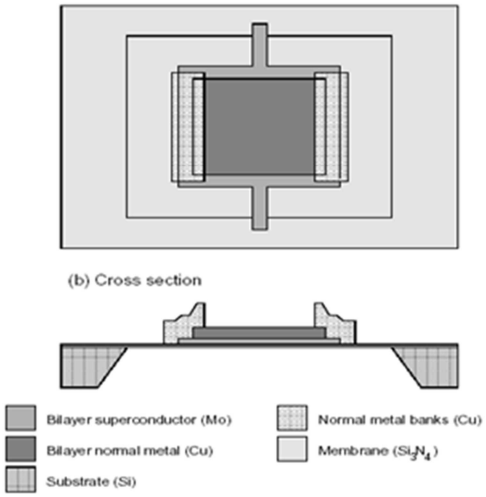


Fig. 9. Capteurs supraconducteur à transition de bord (TES) en technologie MEMS.

La Figure 10 montre les premiers étages du circuit de lecture, qui utilise des SQUIDs montés en amplificateurs.

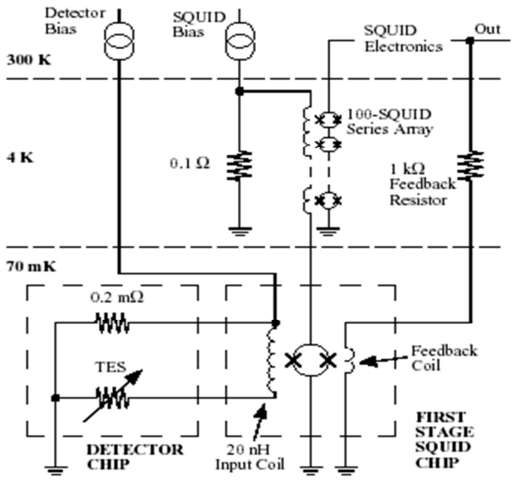


Fig. 10. Circuit de lecture d'un capteur TES avec des SQUIDs comme amplificateurs

4 INFLUENCE DE LA POSITION DES CAPTEURS SUR LES VAISSEAUX

On peut considérer deux classes de capteurs, selon qu'ils sont situés à bord du satellite ou largement déportés.

a) Cas des capteurs à bord du satellite.

Il s'agit principalement de capteurs qui reçoivent un rayonnement et qui ne sont pas perturbés par la présence des équipements embarqués. C'est le cas par exemple des capteurs de particules énergétiques, du rayonnement électromagnétique à fréquence élevée ou encore des satellites d'observation dans le domaine optique. Dans ce cas, le satellite n'a pratiquement pas d'influence sur l'observation. Les capteurs en question peuvent alors facilement bénéficier d'une infrastructure locale dans le satellite. Cette classe de capteurs se prête bien au refroidissement. On peut citer ainsi :

- Les CCD
- Les récepteurs bolométriques micro-ondes et infrarouge…etc.

b) Cas des capteurs déportés

On trouve ces capteurs lorsque l'on cherche à étudier le milieu ambiant du satellite ou lorsque que les capteurs sont sensibles à des signaux dont les bandes passantes sont situées dans les mêmes bandes que celles des signaux de bord; quand l'une de ces situations se présente, il faut assurer un blindage très efficace et s'éloigner du vaisseau pour éviter les interférences.

Les capteurs d'ondes (électriques ou magnétiques) dans les bandes : UBF, SBF, EBF, TBF, BF, MF et HF (soit entre quelques Hz et 30MHz) sont, en général, tous déportés. La mesure de particules ambiantes faiblement énergétiques (électrons ou protons par exemple) pose le même problème car la présence du satellite peut perturber leur densité.

Pour assurer des mesures valables, il faut éloigner les capteurs du corps du satellite, en les disposant sur des bras dont les longueurs sont variables en fonction de la sensibilité des capteurs et du blindage du satellite. Par exemple, une revue critique des paramètres pour la modélisation et la conception des sondes électriques placées sur satellites a été faite au LPC2E [10]. Chaque cas est un cas d'espèce en fonction des conditions expérimentales et de la nature de la mission. Pour illustrer l'importance de l'influence du satellite sur les mesures, on peut citer le cas de Déméter [11]. Ce microsatellite est équipé de capteurs électriques et magnétiques pour étudier les ondes en provenance du globe terrestre lors d'un événement sismique. Le capteur magnétique est un ensemble de trois search-coils destinés à mesurer les trois composantes magnétiques des ondes. Ce capteur est situé à l'extrémité d'un bras déployé dans l'espace. Toutefois l'éloignement au vaisseau est insuffisant et le blindage du satellite insuffisamment efficace, et il en résulte que les mesures à basse fréquence sont extrêmement perturbées par les équipements de bord, ce qui rend inexploitable toute une bande de fréquence des mesures magnétiques.

Dans ces conditions, est-il envisageable de placer des capteurs froids déportés ? Une réponse globale ne semble pas possible puisque chaque cas est particulier, toutefois certaines contraintes imposent des limitations, par exemple le poids total de l'équipement placé à l'extrémité d'un bras est un facteur essentiel. Des cas de Cryo générateurs, relevés dans la littérature [12][13][14], sont conçus pour être localisés sur la plateforme des satellites mais ils peuvent refroidir un capteur déporté en amenant le froid par des capillaires.

Une autre solution, radicalement différente, consiste en un Cryo générateur miniature fonctionnant sans parties mécaniques [15]. Le principe repose sur l'extraction d'électrons chauds dans une couche métallique, la figure 11 (a) en montre le principe et une réalisation est représentée sur la figure 11 (b). Le dispositif est constitué d'un empilement formé d'une couche métallique, d'un isolant très mince et d'un supraconducteur. Un courant tunnel traverse l'empilement et extrait des électrons du métal ce qui retire de l'énergie aux électrons et aux phonons. On a pu obtenir ainsi des températures de 225 mK. Naturellement, il faut un système de froid initial pour obtenir un supraconducteur, mais localement le froid peut être plus important que celui produit par une source localisée sur le satellite et reliée au capteur par un capillaire placé sur le bras. Cette technique, si elle se développe, pourrait être intéressante pour des capteurs nécessitant une température de 100mK comme les TES par exemple.

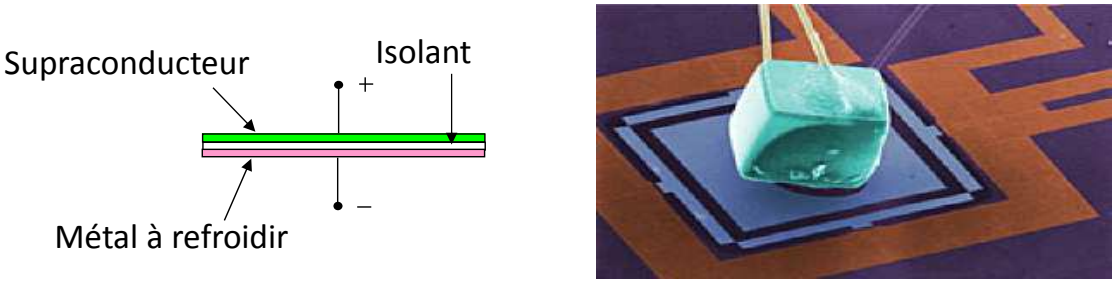


Fig. 11. (a) Principe de fonctionnement du cryo-générateur à base d'extraction d'électrons chauds. (b) Refroidissement d'un cube métalique (image par microscope à électron)

5 EXEMPLE DE FUTUR MISSION : LE JAMES WEBB SPACE TELESCOPE

Le projet JWST (*James Webb Space Telescope*) concerne le successeur du télescope spatial Hubble, et il pourrait devenir opérationnel en 2018. Il est prévu une orbite Lissajous L2 (soit à environ 1.5 millions de km de la terre). Initialement ce projet était désigné par NGST (Next Generation Space Telescope). La Figure 12 montre les différentes caractéristiques du projet JWST [16].

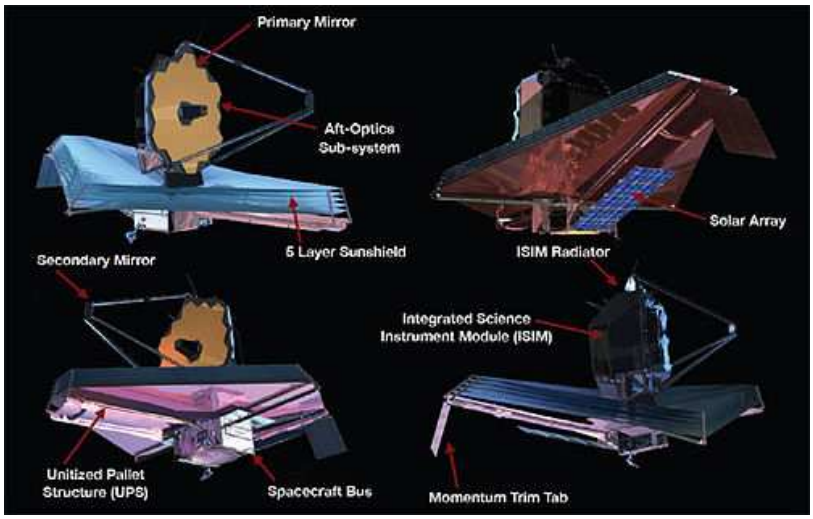


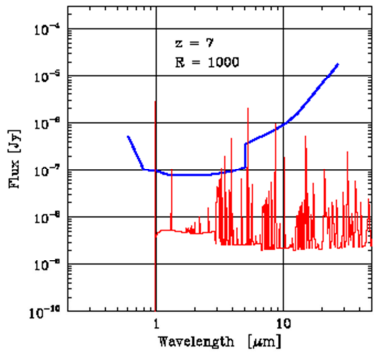
Fig. 12. Différentes vues montrant les caractéristiques du télescope JWST.

5.1 OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Ce télescope spatial sera conçu pour étudier les premières galaxies et quelques-unes des premières étoiles formées après le big-bang. Ces objets présentent le point commun d'avoir un déplacement spectral des raies rouges vers l'infrarouge, ce qui signifie que les meilleures observations se feront dans l'infrarouge, avec toutefois quelques observations dans le domaine visible. Les points clés de ce projet concernent:

- la compréhension et la découverte de la formation des premières étoiles et des galaxies
- l'évolution des galaxies
- le processus de formation des étoiles et des planètes.

Avec un temps d'observation suffisant, JWST doit être capable de faire une détection individuelle d'étoiles massives « zero-metallicity ou population III » dont la température prévue est de 100 000 K. A ces températures, l'hélium et l'hydrogène sont ionisés. Du point de vue des observations en général, on n'est pas capable d'effectuer des mesures, mais on peut définir une limite supérieure. La Figure 13 ci-dessous montre la sensibilité simulée de JWST par rapport à la distribution énergétique spectrale des objets à observer.



Synthetic spectrum of a Z=10.3Z⊙ starburst object at z=7 containing
106 M⊙ in massive stars (thin line) compared to the spectroscopic limit of JWST
at R=1000 (thick line). The JWST sensitivity refers to 4×105s exposures with
S/N=10.

Fig. 13. Sensibilité simulée de JWST par rapport à la distribution énergétique spectrale des objets à observer

5.2 EQUIPEMENTS SCIENTIFIQUES

JWST comporte trois éléments majeurs :

- ISIM : un module d'instruments scientifiques intégrés
- OTE : les éléments du télescope optique
- SSM : le module de support spatial.

ISIM consiste en un système distribué d'instruments cryogéniques intégrés avec OTE. ISIM est constitué de 3 éléments modulaires d'instruments scientifiques : NIRCam, NIRSpec et MIRI. À cela s'ajoutent les capteurs de positionnement.

Les capteurs infrarouges couvrent la bande de 0.6 à 5 µm en deux sous bandes, l'une de 0.6 à 2.3µm et l'autre de 2.3 à 5 µm.

- NIRCam est un coronographe
- NIRSpec est un spectromètre
- MIRI est un imageur et un spectromètre couvrant la gamme de 5 à 27 µm.
- Les détecteurs utilisés sont soit en HgCdTe, soit en InSb, les performances des deux systèmes étant actuellement à l'étude.

Le froid est apporté par un cryostat à hydrogène solide est construit par *Lockeed Advanced Technology*. Il comporte deux parties, l'une destinée à la partie optique et l'autre aux détecteurs.

5.3 AGENCES SPATIALES IMPLIQUÉES DANS LE PROJET

Trois agences spatiales sont concernées par ce projet, la NASA, l'ESA, et le CSA (*Canada Space Agency*). Le lancement est prévu pour octobre 2018.

6 CONCLUSION

On doit commencer par une première remarque importante en notant que l'introduction du froid, dans les missions spatiales, ne peut pas être considérée aujourd'hui, comme exceptionnelle. En dehors du projet JWST répertoriés ci-dessus, il existe des satellites qui ont été placés en orbite et qui comportent de la cryogénie c'est le cas, par exemple, du télescope SPITZER (anciennement SIRTF), qui fut lancé en Août 2003, et qui a fait des observations aux longueurs d'ondes comprises entre 3 et 180 µm. Il contient un cryostat de 360 l destiné à produire le froid nécessaire à trois instruments et pour une durée de 5 ans. En février 2005, après 541 jours de vol, il avait été déjà effectué plus de 10 000 observations scientifiques.

La deuxième remarque concerne les nouveaux supraconducteurs à haute température critique. Bien que ces nouveaux matériaux ouvrent la voie à de nouvelles applications dans le domaine de l'énergie (stockage) ou bien pour le transport des forts courants, leurs application dans le domaine spatiale n'est pas à l'ordre du jour. En effet, ils nécessitent encore d'être refroidi au moins à la température de l'azote liquide ou bien nécessitent une forte pression pour effectuer la transition vers les supraconducteurs comme dans le cas du gaz H_2S où une pression de 1,5 mégabars était nécessaire. De plus, des progrès et des développements de jonctions Josephson ainsi que de nano-SQUIDs fonctionnant à une température critique supérieure à 70°k restent à faire.

En ce qui concerne les capteurs, la sensibilité n'est pas toujours améliorée dans le froid. Cependant, dans le cas d'un satellite disposant de cryogénie, on peut se poser la question de savoir si les capteurs qui ne présentent pas d'amélioration dans le froid ne peuvent pas être remplacés par d'autres ayant de meilleures performances en refroidissant. C'est le cas des search-coils et micro-fluxgates qui pourraient être remplacés par des SQUIDs. Le problème des capteurs déportés devra être résolu par l'utilisation de capillaires attachés aux bras de déploiement. Il faut noter que le remplacement des capteurs existants n'est pas toujours évident, le cas des boucles de Rogowski étant typique de ce point de vue.

REFERENCES

[1] A. P. Drozdov, M. I. Eremets, I. A. Troyan, V. Ksenofontov & S. I. Shylin, « Conventional superconductivity at 203 kelvin at high pressures in the sulfur hydride system" Nature 525, 73–76, September 2015

[2] Thomas Wolf, « Etude de nanojonctions Josephson à haute température critique en vue d'applications Téra hertz », thèse de doctorat UPMC, 2011.

[3] C. Granata et al, « Hysteretic NanoSQUID Sensors for Investigation of Iron Oxide Nanoparticles », IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 06/2013.

[4] P Ripka, S Kawahito, SO Choi, A Tipek, M Ishida "Micro-fluxgate sensor with closed core » Sensors and Actuators A: Physical 91 (1), 65-69, 2001

[5] M Behet, J Bekaert, J De Boeck, G Borghs "InAs/$Al_{0.2}Ga_{0.8}Sb$ quantum well Hall effect sensors » Sensors and Actuators A: Physical, 2001

[6] http://www.nasa.gov/content/fermi-gamma-ray-space-telescope

[7] http://www.asc.rssi.ru/submillimetron/submill.htm

[8] http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/XEUS_overview
[9] http://constellation.gsfc.nasa.gov/science/
[10] Kolesnikova, E., and C. Béghin, "Instability problem of the electric field antennas on the POLAR spacecraft", Radio Science, 36, 2, 203-221, 2001
[11] Parrot M., "The micro-satelitte DEMETER", Journal of Geodynamics, 33, 535-541, 2002
[12] Ross, R. G. et al. « NASA advanced cryocooler technology development program", Proc. SPIE : IR space Telescopes and Instruments Vol 4850 p1020-1028 (2002)
[13] Linder, M. et al, "Cryogenics in Space, A review of the missions and technologies", ESA Bulletin n° 107 p92 (2001)
[14] Nieczkoski, S. "Demonstration of an efficient cooling approach for SBIRS-Low", Proc. of the Cryogenic Engineering Conf. : Advances in Cryogenic Engineering Vol 613 p 1268-1275 (2002)
[15] A. M. Clark et al. « Cooling of bulk material by electron-tunneling refrigerators », Applied Physic, 2005
[16] http://www.jwst.nasa.gov/

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 299-307
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

A Novel Image Encryption Scheme Using Chaos and Hybrid Cellular Automata

S. Hanis and R. Amutha

ECE, SSN College of Engineering, Chennai, India

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

ABSTRACT: This paper presents a novel image encryption scheme based on cellular automata (CA) and chaotic logistic mapping. The logistic chaotic mapping is used for shuffling the pixels which results in permutation. This permuted image is converted into a binary stream image where each rows of the image are converted into binary streams. Then a hybrid cellular automata (HCA) is used to provide diffusion by local interaction of the adjacent bits by applying various CA rules in the permuted image and confusion is brought by the cellular automata rules and keys from pseudo random number generator. In this scheme both reversible and irreversible cellular automata are used where irreversible cellular automata are used as a Pseudo Random Number Generator (PRNG) and reversible CA is used for diffusion. The properties of the encrypted image such as entropy, correlation coefficients, histogram, key space and key sensitivity prove that the encryption scheme is highly robust against attacks and also reliable in transmission loss scenarios.

KEYWORDS: Diffusion, Encryption, Decryption, Logistic Mapping, Cellular Automata.

1 INTRODUCTION

Due to transmission or storage of images in internet the security of such data from impostors and online intruders is necessary. Thus various image encryption scheme have been used in the history where scan based methods, transform based methods and chaos based methods are predominant. In recent years, cellular automata have been in use for encrypting 1D, 2D and 3D data due to its simple linear structure and chaotic behavior. Cellular automata based encryption schemes have shown better performance in terms of robustness and information security due to its confusion and diffusion property. There are two types of cellular automata namely reversible and irreversible. In reversible CA, it is possible to retrieve back to the original state from the updated state by backward iteration whereas in irreversible CA we cannot get back to the original state after updating by the forward iteration. It also provides data integrity due to its reversible behavior. Further logistic mapping based permutation essentially reduces the correlation of the permuted binary stream image which is given to CA for encryption which results in better performance characteristics.

In this paper the basic overview of cellular automata in image encryption is discussed in section II followed by introduction to chaotic logistic mapping in section III and in section IV the proposed encryption and decryption scheme is explained and followed by various performance analysis of the cipher image in Section V.

2 CELLULAR AUTOMATA

Cellular automata is a rectangular grid of cells where both time and space are discrete i.e. the states and the size of the cells are finite. The relationship between the adjacent cells is defined locally by a rule. A new generation of the cells is updated according to a fixed rule depending on the current state of the cell and the states of its neighborhood.

In this paper, reversible CA is used in order to preserve the information during the forward iteration. Irreversible CA is used in the key generation phase. This cryptosystem uses 1-D CA and chaotic logistic mapping so that features such as high speed and large key space are obtained.

Corresponding Author: S. Hanis

3 CHAOTIC LOGISTIC MAPPING

The logistic map exhibits complex chaotic behaviour and can be expressed mathematically as given in equation (1).

$$Xn+1 = \mu\, Xn\, (1-Xn) \quad (1)$$

Here X_n is a number between zero and one. The $\mu=4$ case of the logistic map is a nonlinear transformation of both the bit-shift map and the $\mu=2$ case of the map. The behavior of the logistic map is dependent on μ which is a constant, the map produces complex relationship between the present and next state when $3.5699456<\mu<4$.

4 ENCRYPTION SCHEME

The proposed encryption scheme uses chaotic Logistic mapping as a tool for pixel shuffling, irreversible CA for key generation and reversible CA during diffusion process.

4.1 CHAOTIC LOGISTIC MAPPING

In this paper, initially we use the logistic chaotic mapping for permutation of original image's pixel locations. Thus the adjacent pixels have no relationship between them bringing down their correlation. The scheme can be explained as follows:

Step 1: Get the size of the input grayscale image i.e., number of rows and columns.
Step 2: Convert these row and column index to floating point values (K_r, K_c) by dividing the index by their maximum values.
Step 3: Subtract a constant value (0.007 & 0.003 for row & column index in our algorithm) from these floating values to break the symmetric property obtained due to logistic mapping technique.
Step 4: Let μrow=3.712381 & μcol=3.579703 be the constants which produces chaotic behavior between the next state and the present of a pixel location.
Step 5: Iterate the row and column index according to the rule given in (1) to get K'_r and K'_c. Let iteration number be a prime number greater than 256 for the result to be chaotic.
Step 6: Sort the values K'_r& K'_c and find their index and match them.

4.2 CELLULAR AUTOMATA DIFFUSION

A reversible CA can be regarded as an information processing unit. Here, R_i R_j {00; 01; 10; 11} are control bits which determine the selection of cellular automata rules as shown in Table 1. Two initial configurations of the reversible CA C(0), C(1) are viewed as the inputs, while the outputs are the two final configurations C(d), C(d+1), which are obtained after d times forward iteration of the reversible CA. We refer to this processing unit as an elementary block of our image cryptosystem.

Initially we convert the permuted image I'_{MxN} into rows of binary sequences to obtain the binary stream image B_{MxN}. Here, N is even. If not, a random row of pixels could be added at the end of the image. The length of each binary sequence is L =M X T bits, where T is the number of bits per pixel. In our encryption scheme there are two rounds of encryption. The key K_1 and rule selectors r_1 are used for first round while key K_2 and rules r_2 are selected for second round. We obtain a good performance by the encryption scheme. The encryption scheme is shown in Fig.1.

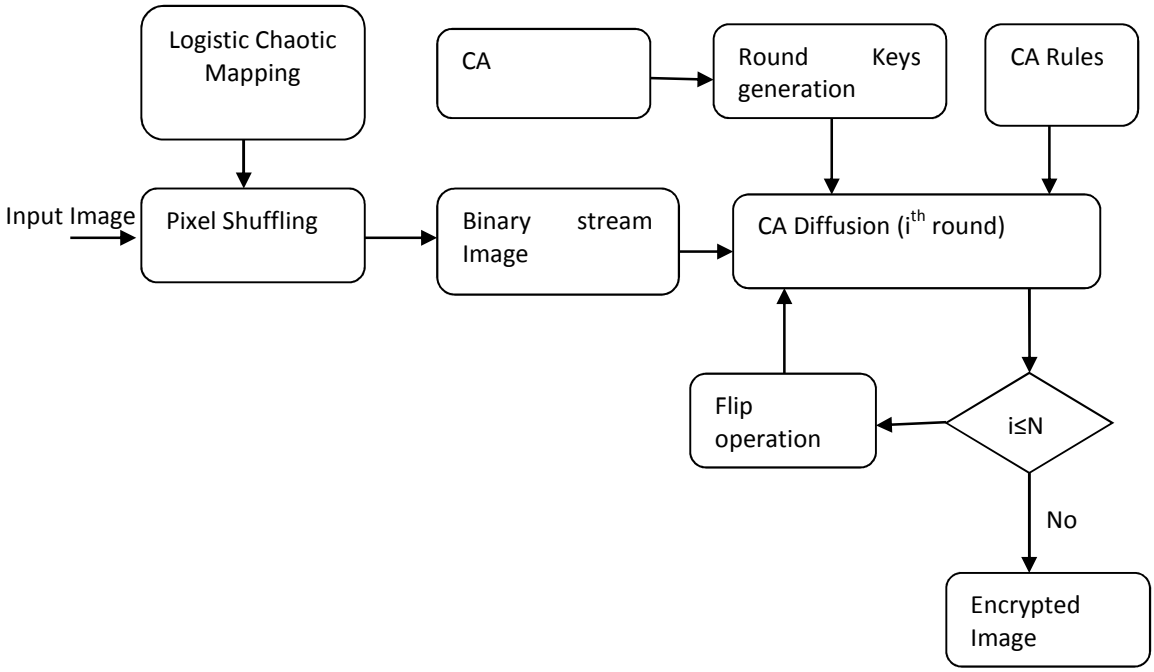


Fig.1. Block Diagram of Encryption Scheme

Table 1 Cellular Automata Diffusion Rules

Group	CA Rule	R_iR_j
Group 1	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	00
	$e_j^{t+1}=e_{j+1}\oplus e_j\oplus e_{j-1}$	01
	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	10
	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	11
Group 2	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	00
	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	01
	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	10
	$e_j^{t+1}=e_{j-1}\oplus e_j\oplus e_{j+1}$	11

The first round:

Step 1: Take first two rows of binary stream image and key K1 and XOR them to get C1 and C2. Iteratively apply the CA diffusion rule selected according to first two rows values of r1 to obtain C`1 & C`2. Then again XOR C`1 & C`2 with first two rows of key K1.

Step 2: Take the third and fourth rows of the binary stream image and XOR with next two rows of key K1 and previous two encrypted rows. Then similarly apply iterative CA rule depending on third and fourth rows of rule selector r1. Then again XOR with key and previous two rows if the encrypted matrix. Repeat the step 2 until step N/2.

The second round:

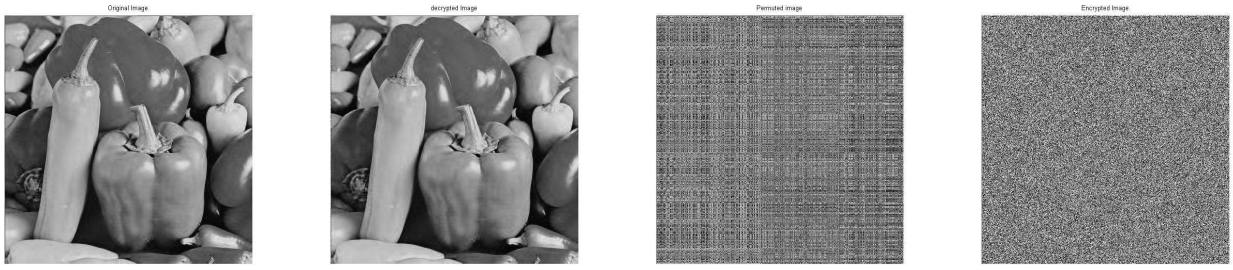
Then flip the first round encrypted matrix upside down and perform the steps similar to first round with key K2 and rule selector r2. The encrypted matrix is converted back to decimal values ENC_{MxN} from binary streams.

4.3 DECRYPTION SCHEME

This scheme is a symmetric encryption algorithm thus the keys and rule selectors have to be known at the decryption side. The decryption is the exact reverse procedure of encryption which also has two rounds. The key K_2 and rule selector r_2 for first round while key K_1 and r_1 for the second round. Initially convert the encrypted image ENC_{MxN}.

Step 1: Take the last two rows of the encrypted matrix and key K2 along with previous two rows of encrypted matrix and XOR them. Then apply the iterative CA rule selected based on r2. Then again XOR the iterated value with key K2 last two rows and previous two rows of the encrypted matrix. Repeat this step similarly for all rows.

Step 2: Flip the matrix after first round of decryption and apply key K1 and rule selector r1 similar to the first round to obtain the decrypted matrix DEC_{MxN}. The original image peppers 512 x 512 encrypted by our scheme are shown in Fig.2.



(a) (b) (c) (d)

Fig.2. (a) Original image Peppers 512 x 512, (b) Permuted image, (c) Encrypted image, (d) Decrypted image

5 PERFORMANCE ANALYSES

Any encryption algorithm is graded based on its certain performance parameters. To test the security, complexity and chaotic nature of the encrypted image, analyses such as entropy analysis, histogram analysis, correlation coefficient analysis, key space analysis, statistical analysis, key sensitivity analysis and robustness analysis are performed.

5.1 KEY SPACE ANALYSIS

The key space refers to the set of all possible keys that can be used in the cipher system. In our proposed encryption algorithm, the relatively short key (secret seed) shared by the transmitter and receiver is expanded to form the sufficient long keys (reversible CA rules) by a secure PRNG. This would make different non-affine and balanced rules are used in each sub-round encryption, which greatly enhance the security of the algorithm.

The length of the secret seed adopted in our key expansion algorithm is 256-bit, so the key space is 2^{256} is expanded using reversible CA so the key space becomes $2^{256x256x2}$ which is sufficient large to prohibit exhaustive search of the key space. Further the iteration number, CA rules used, logistic mapping μ values increase the key space.

5.2 INFORMATION ENTROPY ANALYSIS

Information entropy is regarded as the most important feature of randomness. The information entropy H (m) of a source is calculated by the following formula:

$$H(m) = \sum_{i=0}^{2^n-1} p(m_i) \log_2 \frac{1}{p(m_i)} \quad (2)$$

$p(m_i)$ is the probability of symbol m [14]. The entropy was calculated for different images with different sizes. For peppers image of size 512 x 512, the cipher image had entropy of 7.9993 which means it is less possible for our cryptosystem to divulge information. The entropy was also calculated different low frequency and high frequency images in Table 2. The entropy is compared with ping method [14] and Wang method [17] as given in Table 3.

Table 2 Entropy Analysis

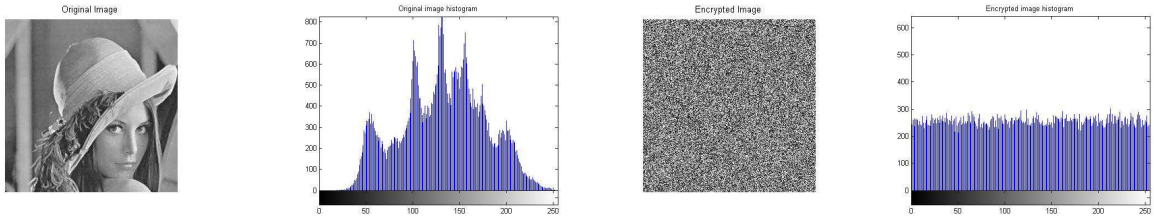
Image	Entropy Values	
	Original Image	Encrypted Image
Lena 256x256	7.4328	7.9974
Baboon 256x256	6.6962	7.9972
Peppers 512x512	7.5867	7.9994
Cameraman 512x512	7.0480	7.9994

Table 3 Entropy Comparison

Method	Entropy	
	Lena (256 x 256)	Peppers(512 x 512)
Our Method	7.4328	7.9994
Ping Method [14]	7.9970	7.9994
Wang Method [17]	7.9969	7.9993

5.3 HISTOGRAM ANALYSIS

The histogram plot is the graphical representation of the distribution of the gray values of an image where the x-axis represents the gray values while the y-axis corresponds to its frequency. The histogram of the original grayscale image Lena of size 256 x 256 and its encrypted image are shown in Fig 3 from which we can see that the histogram of the encrypted image is flat where there is equal probability of occurrences of all gray values. Thus our encryption scheme can be robust against brute force attack and dictionary attacks.



(a) (b) (c) (d)

Fig. 3. (a) Original image, (b) Original image histogram, (c) Encrypted image, (d) Encrypted image histogram

5.4 NIST STATISTICAL ANALYSIS

The randomness of the output sequence is one of the criteria to evaluate the security of cryptographic algorithms. Although various kind of randomness tests have been proposed so far, there is no known sequences generated by an algorithm which pass all the randomness tests. One of the most popular randomness tests is the SP800-22 published by the National Institute of Standards and Technology (NIST).

The SP800-22 provided a statistical test suite (STS) consisting of 15 tests. These tests focus on a variety of different types of non- randomness that could exist in one sequence. For each test, the default significance level α=0.01 was used for the analysis of P-value obtained from various tests. For P-value$_T \geq 0.0001$, the sequences are considered to be uniformly distributed. NIST statistical test results prove that the results of this scheme have passed all the 15 tests as shown in Table 4. Thus the encryption scheme is statistically highly random which is highly tedious for any impostor to decrypt the information without knowing the keys by exhaustive search and brute force attack.

Table 4 NIST Statistical Analysis

Statistical Test	P-value	Proportion
Frequency	0.657933	.99
Block Frequency	0.514124	.99
Runs	0.366918	1
Longest runs of ones	0.637119	.96
Rank	0.202268	.98
Spectral DFT	0.897763	1
Non-overlapping templates	0.419021	.99
Overlapping templates	0.171867	.98
Maurer's Universal	0.075719	1
Linear Complexity	0.637119	1
Serial	0.719747	1
Approximate entropy	0.494392	.97
Cumulative ums(Forward)	0.350485	.99
Random excursions	0.213309	1
Random excursions variant	0.911413	1

5.5 CORRELATION OF TWO ADJACENT PIXELS

In general, adjacent pixels of most natural images are highly correlated. An effective encryption scheme should produce the cipher image with sufficiently low correlation of adjacent pixels. To test the correlation between horizontally, vertically, and diagonally adjacent pixels in the image the following procedure is carried out. First, we select N pairs of two adjacent pixels from an image. Then, we calculate the correlation coefficient by using the standard formulas.

The horizontal, vertical and diagonal correlation coefficients of the original and encrypted image are shown in Table 5 from which we can see that the correlation coefficients of the encrypted image are very low. Thus adjacent pixels in the encrypted image are highly uncorrelated.

The correlation coefficients plot of the original and encrypted image is shown in fig. 4. from which we can see that the coefficients are spread throughout the pixel range for the encrypted image.

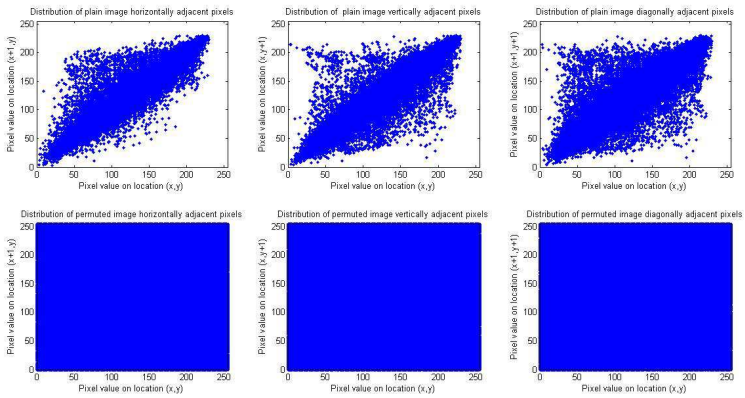


Fig .4. Correlation Coefficient Plot of original & encrypted image

Table 5 Correlation Coefficients Analysis

	Correlation Coefficient(Original Image)			Correlation Coefficient(Encrypted) Image)		
Image	Hori.	Vert.	Diag.	Hori.	Vert.	Diag.
Lena	0.9654	0.9354	0.8995	0.0012	0.0041	0.0008
Baboon	0.8368	0.8710	0.7841	0.0030	0.0007	0.0045
Peppers	0.9870	0.9834	0.9715	0.0008	0.0013	0.0021
Cameraman 512x512	0.9900	0.9832	0.9733	0.0021	0.0009	0.0019

5.6 DIFFERENTIAL ATTACK ANALYSIS

Generally the attacker can make as light change of the plain image and then observes the change of the result. Thus he may find out a meaningful relationship between the plain image and the cipher image. If one minor change in the plain image can cause a significant change in the cipher image with respect to diffusion and confusion then this differential attack would become very inefficient and practically useless. To test the influence of one image pixel change on the whole image encrypted by the proposed scheme two common measures were used: NPCR (number of pixels change rate) and UACI (unified average changing intensity).

Table 6 Differential Analysis

Image Name	NPCR (%)	UACI (%)
Lena	95.22	16.41
Mandril	89.41	14.67
Peppers	89.09	14.83
Cameraman	90.39	15.37

5.7 KEY SENSITIVITY ANALYSIS

An outstanding cryptosystem should not only be sensitive to plain text but also be sensitive to key. To evaluate the key sensitivity of our scheme, two tests have been performed. For the first key sensitivity test, the plain image is encrypted by using a 256 size seed key. Next, the seed key is changed by one bit and encrypts the same input image and then we compute the correlation coefficient between two cipher images. It is seen that original image can be well recovered with a correct key while a random-like image is obtained with a wrong key as shown in fig 5. This means that the proposed scheme has a high degree of sensitivity to the key.

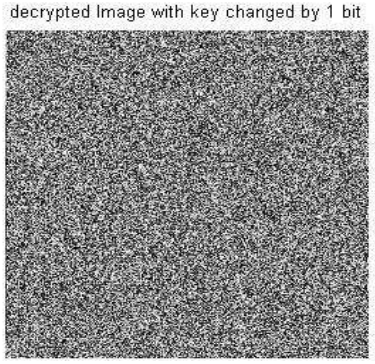
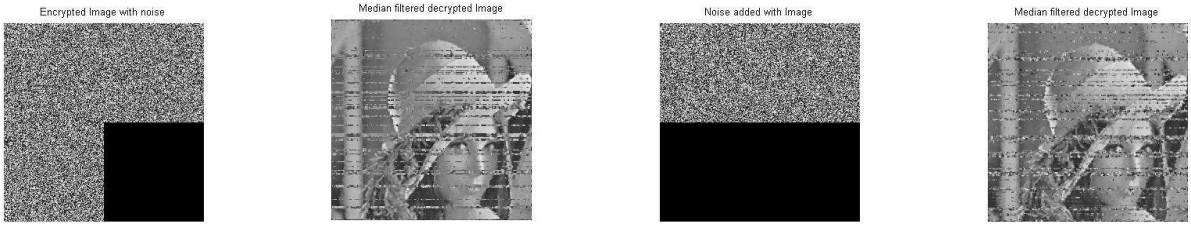


Fig.5 Key Sensitivity Analysis

5.8 ROBUSTNESS ANALYSIS

To testify the robustness of such image encryption scheme, we occlude i.e., replace some portion of the encrypted image with zeros and use the correct decryption key. Then we see the extent to which we can decrypt the image and the amount of information loss both visually and mathematically from Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) between the original and the decrypted image. The ½ occluded and ¼ occluded encrypted images and their corresponding decrypted images are shown in fig .6. From the figure we can see that the information is not fully lost due to occlusion and we can obtain visually less information loss image with acceptable PSNR.



(a) (b) (c) (d)

Fig.6. (a) ¼ occluded encrypted image, (b) Decrypted image, (c) ½ Occluded image, (d) Decrypted image

6 CONCLUSION

We conclude that this encryption method has many vital applications as it can be implemented in hardware at a minimal cost since it involves linear operations which don't involve complex integration or transforms and as the rules are linear the algorithm is simple to implement in hardware. We can also see better performance results in various tests and analyses such as entropy, correlation and key space. Also, our algorithm exhibits better reliability without compromising the security and robustness against attacks.

REFERENCES

[1] A.A. Abdo, Shiguo Lian, I.A. Ismail, M. Amin, H. Diab, "A cryptosystem based on elementary cellular automata" , Elsevier, Science Direct, Commun Nonlinear Sci Numer Simulat,2013, vol.18, pp. 136–147.

[2] Atieh Bakhshandeh; Ziba Eslami, "An authenticated image encryption scheme based on chaotic maps and memory cellular automata", Elsevier, Science Direct, Optics and Lasers in Engineering, 2013, vol.51, pp. 665–673.

[3] Barakat, M.L., Mansingka, A.S., Radwan.A.G,Salama.K.N, "Hardware stream cipher with controllable chaos generator for colour image encryption," Image Processing, IET, 2014, vol.8, pp.33, 43.

[4] Cilardo, A., Barbareschi, M., Mazzeo, A., "Secure distribution infrastructure for hardware digital contents," Computers & Digital Techniques, IET, 2014, vol.8,issue no.6, pp.300-310.

[5] Dalhoum, A.L.A., Mahafzah, Awwad, Aldhamari, I. "Digital Image Scrambling Using 2D Cellular Automata", Multimedia, IEEE, 2012, vol.19, issue 4, ISSN: 1070-986X, pp 28-36.

[6] Faraoun Kamel Mohamed, "A parallel block-based encryption scheme for digital images using reversible cellular automata", Elsevier, Science Direct, Engineering Science and Technology, an International Journal, 2014, vol.17, issue 2, pp 85-94.

[7] http://csrc.nist.gov/groups/ST/toolkit/rng/documentation_software.html

[8] Jeaneth Machicao; Anderson G. Marco; Odemir Martinez runo, "Chaotic encryption method based on life-like cellular automata", Elsevier, Science Direct, Expert Systems with Applications, 2012, vol.39, pp. 12626–12635.

[9] Jun Jin, "An image encryption based on elementary cellular automata", Elsevier, Science Direct, Optics and Lasers in Engineering, 2012, vol.50, pp. 1836–1843.

[10] Nanrun Zhou, Haolin Li, Di Wang, Shumin Pan, Zhihong Zhou,"Image compression and encryption scheme based on 2D compressive sensing and fractional Mellin transform", Elsevier, Optics Communications, 2015, vol.343, pp. 10–21.

[11] V.Patidar, N.K.Pareek, G.Purohit, K.K.Sud, "A robust and secure chaotic standard map based pseudorandom permutation-substitution scheme for image encryption", Elsevier, Optics Communication, 2011, vol.284, pp. 4331–4339.

[12] 12. Ping n, Feng Xu, Zhi-Jian Wang, "Image encryption based on non-affine and balanced cellular automata", Elsevier, Science Direct, Signal Processing, 2014, vol.105, pp. 419–429.

[13] Rong-Jian Chen; Shi-Jinn Horng, “Novel SCAN-CA-based image security system using SCAN and 2-D von Neumann cellular automata”, Elsevier, Science Direct, Signal Processing: Image Communication, 2010, vol.25, pp. 413–426.
[14] Rukhin, J. Soto, J. Nechvatal, S. Miles, E. Barker, S. Leigh, M. Levenson, M. Vangel, D. Banks, A. Heckert, J. Dray, “A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications”, 2010, NIST Special Publication 800-22 Revision 1a.
[15] Zefreh, E.Z., Rajaee, S., Farivary, M., “Image security system using recursive Cellular automata substitution and its parallelization”, Multimedia IEEE, 2011, vol.23, issue 2, ISSN: 978-1-61284-206-6, pp.77– 86.
[16] Zhang, Xuefeng; Fan, Jiulun, "Extended logistic chaotic sequence and its performance analysis," Tsinghua Science and Technology, 2007, vol.12, no.S1, pp.156-161.
[17] 17. Z.X. Wang, C. Jin “Image encryption using game of life permutation and PWLCM chaotic system”, Elsevier, Science direct, Optics Communication, 2012, vol. 285, pp. 412-417.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 308-319
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

MULTI VARIANT GENE SELECTION APPROACH BASED HIGH DIMENSIONAL SUB SPACE CLUSTERING OF BREAST CANCER DATA SET FOR EFFICIENT CLASSIFICATION USING FUZZY RULE SETS AND MULTI GENE IMPACT MATRIX

N. MAGENDIRAN[1] and S. SELVARAJAN[2]

[1]Associate Professor / CSE, Paavai Engineering College, Namakkal, Tamilnadu, India

[2]Principal, Muthayammal College of Engineering, Rasipuram, Tamilnadu, India

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

ABSTRACT: The breast cancer is the most threatening factor of women's lifestyle and the reason of the disease has many factors, but still the gene factor has more influence in the generation of breast cancer where the early diagnosis and prevention is essential. There are many approaches has been discussed in the literature, but the identification and selection of a set of genes which influence the disease is still complicated one. We propose a multi variant approach for gene selection which is performed by performing high dimensional subspace clustering. With the given data set, the method generates a set of rules and unlike generic fuzzy rules the method splits the range values into the number of parts and based on that the rules are generated. Also, according to the different range values, the method generates a multi gene impact matrix where the frequency of range values of each rule is stored. The data set is clustered according to the generated rules and from the generated rules the gene selection is performed. For the gene selection, we compute the multi gene frequency measure which represents how depth the gene has an impact on the classification of disease. The proposed method produces efficient classification of genes in the influence of breast cancer and produces efficient results.

KEYWORDS: Gene Selection, High Dimensional Clustering, Multi Gene Impact Matrix, Fuzzy Rule Sets.

1 INTRODUCTION

The growth of data sets in, their dimension increases the challenges in clusters them, where the higher dimensional space requires more sophisticated approaches to cluster the data sets. In any high dimensional space, identifying the subspace is the most important task which has to be performed in an efficient manner. For a breast cancer data set there are a number of genes influencing or taking part in the appearance of the cancer in the women. To identify them or to cluster such data set the genes are the most important factor which participates in the clustering approach.

Gene selection in high dimensional breast cancer data set clustering is the most important task and how the gene selection is performed is the big question here. Not all the genes have a great impact, but all the genes has some impact in the cause of breast cancer. To find a strategic approach to selecting the gene selection there must be some efficient approach to be there. Unfortunately the existing approach misses the case of gene selection in a modern sophisticated approach and has no efficient solution to perform the task of gene selection.

The breast cancer can be classified into many cases and to identify the exact subspace we must come up with more efficient measures and gene selection approaches. For example, a subset of genes may be the cause of a specific type of cancer, but they may not have any impact in the presence of another type of cancer. So the gene selection is the most important task which could be used to predict the future appearance of breast cancer. So for the prediction of the breast cancer the gene selection approach can be used which helps early detection and cure of cancer in many ways.

The general fuzzy rule sets are nothing but the range of values for each rule. It contains a number of rules for each case of breast cancer and has a range of values for each gene participate in the appearance of cancer cells. Unlike generic one, we generate a modern fuzzy rule set which has many numbers of rules and for each rule, each gene value is split into a number of subdivisions and we generate that many numbers of rules to fill the rule sets.

From the generated fuzzy rule sets we compute a multi gene impact matrix, which represent the impact of genes for the occurrence of cancer. From the rule set with the data set, of each subdivision and rules available, the impact matrix is generated by the values of the data set. We compute the number of possible occurrences of cancer appearance based on the genes selected or the values of genes. According to the appearance a single value for the pattern of the genes and values is generated which decides the impact of the gene and their values for the occurrence of cancer in the human body.

2 RELATED WORKS

There are many approaches has been discussed for the gene selection of breast cancer and we discuss a few of them here in this section for better understanding of breast cancer gene selection.

Stable Gene Selection from Microarray Data via Sample Weighting [1], proposed a framework of sample weighting to improve the stability of feature selection methods under sample variations. Their experiments show that the sample weighting algorithm improves the stability of gene selection. It evaluated with SVM-REF, Relief classifiers.

A Novel Approach for Single Gene Selection Using Clustering and Dimensionality Reduction [2], proposed Hybrid Fuzzy C Means-Quick Reduct algorithm for single gene selection. Average Correlation Value (ACV) is calculated for the high class discriminated genes. The algorithm is evaluated using WEKA classifier with leukemia cancer data set.

Relevant and Significant Supervised Gene Clusters for Microarray Cancer Classification [3] , have developed mutual information based supervised gene clustering (MSG) algorithm to form the reduced gene clusters for cancer classification. The approach has been evaluated using different micro array cancer data sets with different classifiers like Naïve bayes, K-nearest rule and SVM.

Gene-Expression-Based Cancer Subtypes Prediction through Feature Selection and Transductive SVM [4] proposed combined gene selection and transductive support vector machine (TSVM). Their method identified the potential genes and uses the TSVM to improve the prediction accuracy compared to standard inductive SVM. Experimental results confirm the effectiveness compared to the ISVM and low-density separation method in the area of semi supervised cancer classification as well as gene-marker identification.

Identifying Gene Pathways Associated with Cancer Characteristics viaSparse Statistical Methods [5] proposed statistical method for uncovering gene pathways that characterize cancer heterogeneity. They define a set of activities of pathways from microarray gene expression data based on the Sparse Probabilistic Principal Component Analysis (SPPCA). It creates a novel gene-gene associations relating to the cancer phenotypes. This method analysis breast cancer gene expression data.

An optimal gene selection based on search mechanism has been adapted for diagnosis of cancer in Optimal Search-Based Gene Subset Selection for Gene Array Cancer Classification [6]. The method introduces tabu search (TS) to gene selection from high-dimensional gene array data. TS were shown to be promising tool for gene subset selection.

A Family wise error rate based gene selection approach has been discussed in Gene Selection for Sample Classifications in Microarray Experiments" DNA and cell Biology [7], which uses two or multiple samples for the classification of genes. The method reduces the false positive ratio which has been evaluated using colon cancer data set.

Gene Expression Profiles for Predicting Metastasis in Breast Cancer: A Cross-Study Comparison of Classification Methods [8], performs a comparative analysis of different methods. The method uses voting mechanism for the prediction of metastasis. The voting based method produces more efficiency with the breast cancer patients.

Comparison of feature selection methods for cross-laboratory microarray analysis [9], investigate four feature selection methods t-Test, Significance Analysis of Microarrays (SAM), Rank Products (RP) and Random Forest (RF) across breast cancer and lung cancer microarray data which consists of three cross lab data sets each. Their results show that SAM has the best classification performance. RF also gets high classification accuracy, but it is not as stable as SAM. The Test performance is the worst among the four methods.

Data Mining Techniques for the Identification of Genes with Expression Levels Related to Breast Cancer Prognosis [10], applied data mining techniques to study the gene expression values of breast cancer patients with known clinical outcomes. Created the classification models for clinical practice to support therapy prescription. With nine algorithms of feature

selection they extracted a group of subsamples of data, which was analyzed with different classification algorithms for comparison purpose. They used five learning algorithms implemented in YaLE or WEKA. Classifying a patient as "good prognosis" when she is in a state that will develop metastasis (i.e., A FN error) is much more serious than classifying a patient as" poor prognosis" when she is not in a state that will develop metastasis (i.e., a FP error). The algorithm classified ill patients more accurately (lower FN and higher TP) at the expense of the classification of healthy patients (higher FP and lower TN).

All the above discussed methods have the problem of gene selection efficiency and could not perform any prediction about the breast cancer identification and the reason for them.

3 PRELIMINARIES IN HIGH DIMENSIONAL CLUSTERING

Let the data set Ds has N number of data points from {Dp1,Dp2,…., Dpn} where each data point has Q dimensions from { D1,D2,…,Dq} and the number of attribute types from A1 to Am. Clustering such high dimensional data set can be performed based on the similarity measure HSim.

The high dimensional similarity measure Hsim is computed by computing the similarity or closure value of data points at each dimension as follows.

Hsim = {S1(Dpx,Dpy), S2(Dpx,Dpy),S3(Dpx,Dpy),…, Sq(Dpx,Dpy)} ---- (1).

From the equation (1), the variables S1,S2, S3 represent the similarity measure on particular dimension and to identify the cumulative similarity measure, we can perform the averaging method or standard deviation or any other mathematical approach.

Finally the cumulative similarity measure can be computed using the equation (2).

$$CSim = \frac{\sum_{i=1}^{Q} HSim(i)}{Q} \quad \text{-- (2).}$$

The equation (2) shows how the similarity between two data points can be computed, but when we cluster data points with high dimensions, in order to assign a data point to a group of data point Cs, the similarity measure is performed with all the data points.

For example there exist C number of clusters with each cluster has variable number of data points Dp, then to identify the group of data point to which the testing sample Ts belongs to, we must compute the similarity measure k as follows:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{Size(C)} CSim}{Size(C)} \quad \text{---------- (3).}$$

Here K is the similarity measure which represents closeness value towards the cluster Ci, similarly the closeness of the data point towards each cluster Cx can be used to identify the final class of the data point.

4 GENE SELECTION FROM HIGH DIMENSIONAL SPACE

The breast cancer data set is categorized into many classes, as of the data points are high dimensional they are clustered based on any similarity measure. Even though the clustering is performed based on all the dimensional similarity, there is only little number of dimensions and their values which decides the closure of the data point.

If each dimension is about a gene and the data point has numerous numbers of genes, among them only a small set of gene values which decides the category of the data point. When we classify the data sample towards number of classes, in order to come into a class, the gene values at a data point has to be close to the gene values of the data points available in the cluster. By identifying such small set of genes, which has more influence in getting assigned to the class, the causes and the specific small set of genes can be monitored in disease prediction.

5 MULTI VARIANT GENE SELECTION APPROACH

The proposed multi variant gene selection using fuzzy sets and impact matrix approach has the following stages, namely preprocessing, rule generation, Multi Gene Impact Matrix Generation, Multi Variant Gene Selection. We discuss each of them in detail in this section.

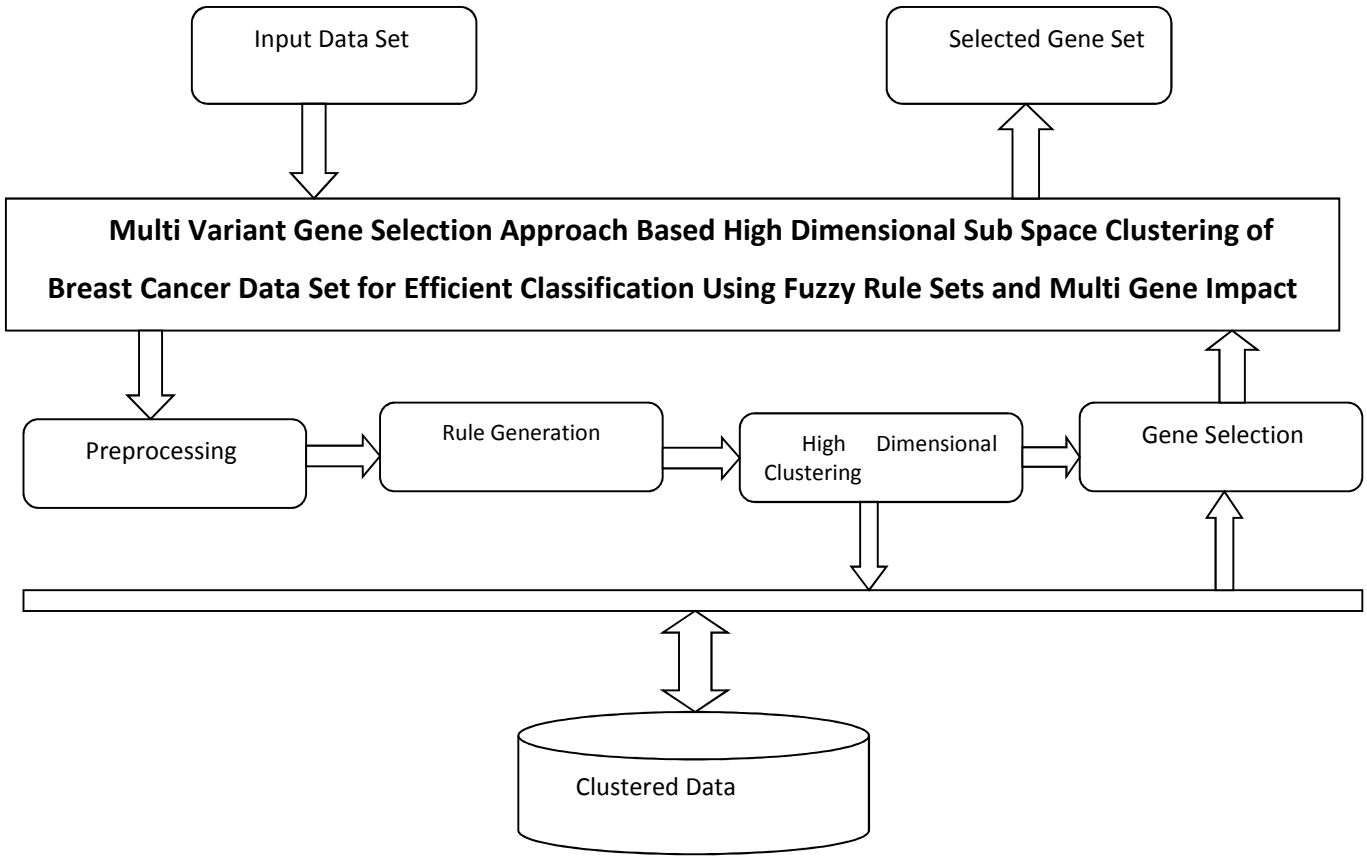


Figure 1: Proposed System Architecture

The Figure 1 shows the architecture of the proposed multi variant gene selection approach and its functional components which will be discussed in detail in this section.

5.1 PREPROCESSING

The given data set Ds, has N number of genes with M number of instances. At this stage, we identify the number of genes present in the data set and for each of the gene from each of the data points in the data set, the presence of value is identified. If there is any data point gene with missing values are identified and the data point will be removed from the data set. The noise removed data set is given for the rule set generation which will be used for further processes.

Procedure:

Input: Data Set Ds.

Output: Noise Removed Data Set NDS.

Identify Number of genes available in the data set Ds.

Gene set GS = $\sum_{i=1}^{size(Ds)} \sum Gene(Ds(i)) \nexists Gs$ --- (4)

The equation (4) identifies the distinct genes available in the data set Ds.

Perform Noise Removal

For each gene Gi from Gs

For each data point Ds_i from Ds

If $Ds_i(Gi)==0$ then //the gene value is 0 then remove the data point

$Ds = \sum Ds - Ds_i$ --- (5)

The equation (5) removes the noisy data point from the data set Ds.

Else

End

End

NDS = ∑NDS+ Ds_i //Add the correct data point to the data set.

End

The above algorithm performs the preprocessing of input data set by identifying the unique genes, and for each data point, the presence of all the gene values are verified, if there is any missing cases or has no value then they are removed from the data set.

5.2 RULE GENERATION

The rule generation is performed based the values of genes present in the data set. Rule generation is performed using the preprocessed data, for each gene value we identify the maximum and minimum values and from them number of range values are generated by splitting them. Based on generated multiple range values, we generate a number of rules using which the multi gene impact matrix is generated and clustering is performed.

Procedure:

Input: Input Data Set Ds.

Output: Rule Set Rs.

Identify set of genes from data set Ds.

Gene set GS = $\sum_{i=1}^{size(Ds)} \sum Gene(Ds(i)) \nexists Gs$ --- (6)

The equation (6) identifies the set of distinct genes from the data set.

For each of the gene identified, the minimum and maximum values are identified as follows.

For each gene gi from Gs

Compute minimum and maximum values of gene Gi.

Gmin = $\text{Min}(\sum_{i=1}^{size(Ds)} Ds(i)(Gi)$ ---- (7)

The equation (7) computes the minimum value of each gene Gi from the data set Ds.

Gmax = $\text{Max}(\sum_{i=1}^{size(Ds)} Ds(i)(Gi)$ ---- (8)

The equation (8) computes the maximum value of the gene Gi from the data set Ds.

End

For each gene Gi generate set of range values

RV=$\sum_{i=1}^{size(Gs)} \forall(Range\ Values)$ --------- (9).

The equation (9), generates set of range values between minimum and maximum values of each gene Gi present in the gene set Gs.

End

For each Gene Gi and range values

Generate rules Rs.

Rs =$\sum_{i=1}^{size(Gi)} \sum Rv(u)$ ---------- (10).

The Equation (10), generates number of rules for each gene Gi from gene set Gs and the number of rule for each gene Gi is depend on the number of range values generated by the equation (9).

End

The above algorithm first computes the minimum and maximum values for each of the gene present in the data point. With the computed minimum and maximum values, we generate set of range values for each gene attribute. Based on computed range values, number of rules is generated to perform clustering. The total number of rules generated by the rule generation approach could be computed as follows:

Total number of rules $X = M \times 2^N$ ---- (11).

The equation (11) computes the total number of rules computed using the gene set Gs, where M represent the number of range values, N represent the number of combination.

5.3 MULTI VARIANT IMPACT MATRIX

The multi variant impact matrix is generated using the rule set generated and based on the rule generated with the data set available we compute the multi variant impact matrix. For each data point of the data set, we perform matching of a rule with the other gene values. Based on the matching rule, we compute the multi variant support values and with the total number of data points, we compute the impact factor. Similarly for each of the rules identified we generate the impact matrix and the generated impact matrix is used to cluster the data points of the data set.

Procedure:

Input: Rule Set Rs.

Output: Multi variant impact matrix MVIM.

For each rule Ri from Rs

Compute number of data points match with the range values of genes.

Gene count Gsup.

$Gsup = \sum_{i=1}^{size(Ds)} Ds(i).Gi.value > Ri.\min \&\& \; Ds(i).Gi.value < Ri.max$ --- (12).

The equation (12) computes the gene support value which represent the total number of data points has the value falls within the range of the gene value of the rule.

Compute impact value $Gimp = \frac{Gsup}{size(Ds)}$ ------- (13).

The equation (13) computes the impact value of each gene using computed gene support value and the total number of data set.

End

$MVIM(i) = Ri + Gimp$ ------ (14).

The equation (14) adds the impact value to the static variable and adds to the multi variant impact matrix, which contains the impact value of all the genes.

The above algorithm computes the impact matrix, where for each data point, the impact matrix is computed using the rule set available.

5.4 HIGH DIMENSIONAL CLUSTERING

The clustering is performed based on the multi variant impact matrix generated and with the input data set. For each data point, from the rule set available, we find the matching rule and from the impact matrix the values of genes are identified. For each level, we find the matching cluster or sub space to identify the cluster to which the data point belongs. With the data points of each cluster or sub space the input data point is computed with the multi variant similarity measure and the deviation with the multi variant impact factor is performed. If the deviation is more than the process will look for the next cluster and finally a more closure data cluster is identified and the data point is assigned to the selected class label.

Procedure:

Input: Rule Set Rs, Data set Ds, MVIM.

Output: Cluster Cs.

For each data point Di

Identify the matching rule Ri.

For each level of the gene value

Identify the cluster Cs.

Compute multi variant similarity MVS.

Mvs = $\sum_{i=1}^{size(Csi)} \forall(dp(csi)) \sim Di$ ---- (15)

The equation (15) computes the multi variant similarity value for each data point and the matching rule Ri.

Compute impact deviation Idev = Ri(Imp)-Cs(Imp) ---- (16).

The equation (16) computes the impact deviation between the rule and the cluster.

If Idev< Th then

Assign di with the class Cs.

End

End.

End

The above discussed high dimensional clustering algorithm performs the grouping of similar gene data points in to a class. For each data point available, for each of the gene present in the data point, a multi variant similarity is computed and based on that an impact deviation is computed. Finally if the impact deviation is less than the threshold, then the data point is assigned to the class.

5.5 GENE SELECTION APPROACH

With the available information, the other gene values with the data points available in the other cluster are identified. The gene values which are not more similar to the other cluster data point are identified. For each gene present in the data point, we identify the impact of the gene in the impact matrix and using the values of genes the impact of the gene in the other cluster is identified. For the number of data points from the each cluster, the data points closure to the available gene value is identified and the number of data points with the same gene value of other cluster is identified. Using these details, the impact of the gene value is computed.

Procedure:

Input: MVIM, Data point Dp, Cluster Cs.

Output: Gene selection Gs.

For each cluster Cs

For each gene value Gv of Dp

For each cluster cs

Compute number of data points present within the range.

Nodp = $\sum_{i=1}^{size(Cs)} Gs == Cs(i)(gv)$

Compute number of data points present within range in another cluster.

Nodpo = $\sum_{i=1}^{size(OCs)} Gs == OCs(i)(gv)$

If Nodpo>Nodp

Else

Add to list Gs.

End

End

End

The above discussed procedure shows how the gene selection is performed. In this procedure, for each cluster available, for each gene value, we identify the number of data points falls within the range values and identify the number of data points falls in the range of other cluster. Using both the values, that if the gene has more number of data samples in the current category than the other category then the gene is selected.

6 RESULTS AND DISCUSSION

The proposed multi variant gene selection approach has been implemented and tested with Matlab environment and the proposed method has produced efficient results in clustering and the method has produced efficient results in time complexity and accuracy of clustering. Also the method has produced efficient results in gene selection and reduces the time complexity also.

Table 1: Details of the data set being used

Dataset	Number of Data Points (N)	Attributes (d)	Attribute Values (AA)	Classes (K)
UCI	286	9	Multi variant	2
Wisconsin	569	32	Multi Variant	2
BCSC	765	13	Multi variant	2
Vanteer	24481	19	1	2

The Table 1, shows the details of the data set being used to evaluate the performance of multi variant gene selection approach. The data sets listed in Table1 has number of data points and each has different number of classes. The data point has more number of dimensions and each dimension has different attribute type. The method has been evaluated with each of the data set where each has various dimensions and the number of samples with data types is also different.

Each data set has been used to evaluate the performance of the proposed method on clustering accuracy. From the data set 80 percent of the data set has been used as training set and remaining 20 percent of data points are used to perform evaluation. The method produces efficient results with each of the data sets and the gene selection approach has produced less time complexity with higher detection accuracy.

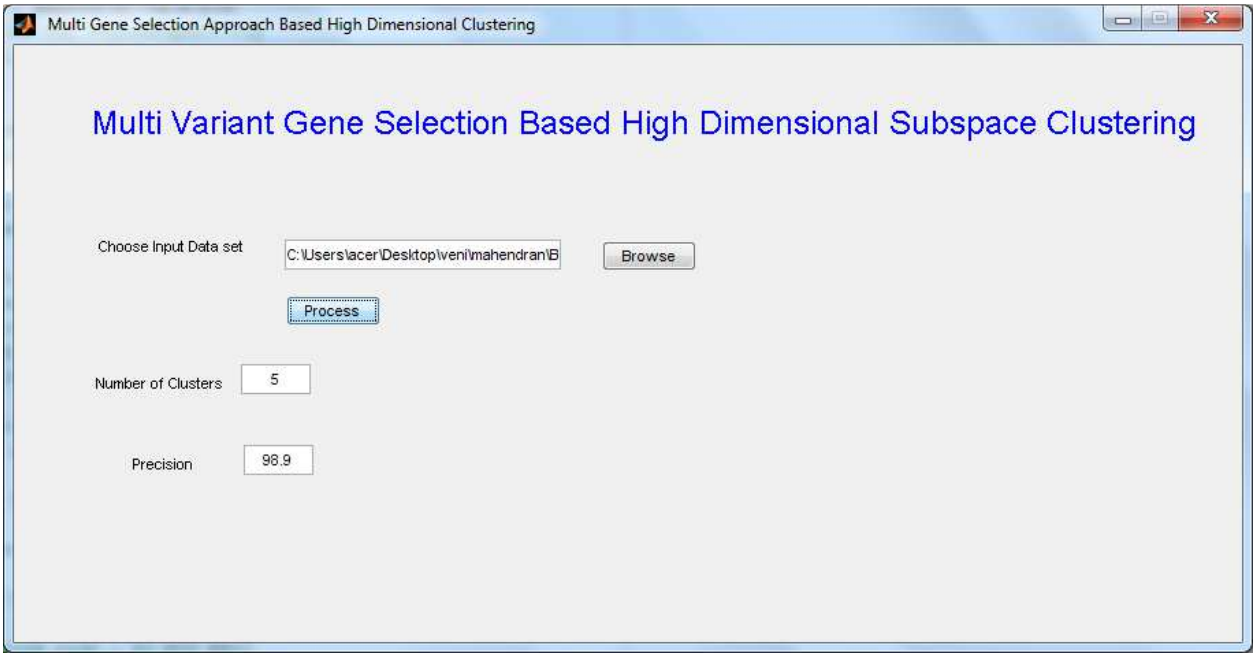


Figure 1: Snapshot of the result produced

The Figure 1 show the snapshot of results produced by the proposed method and it show the proposed method has produced efficient results in clustering.

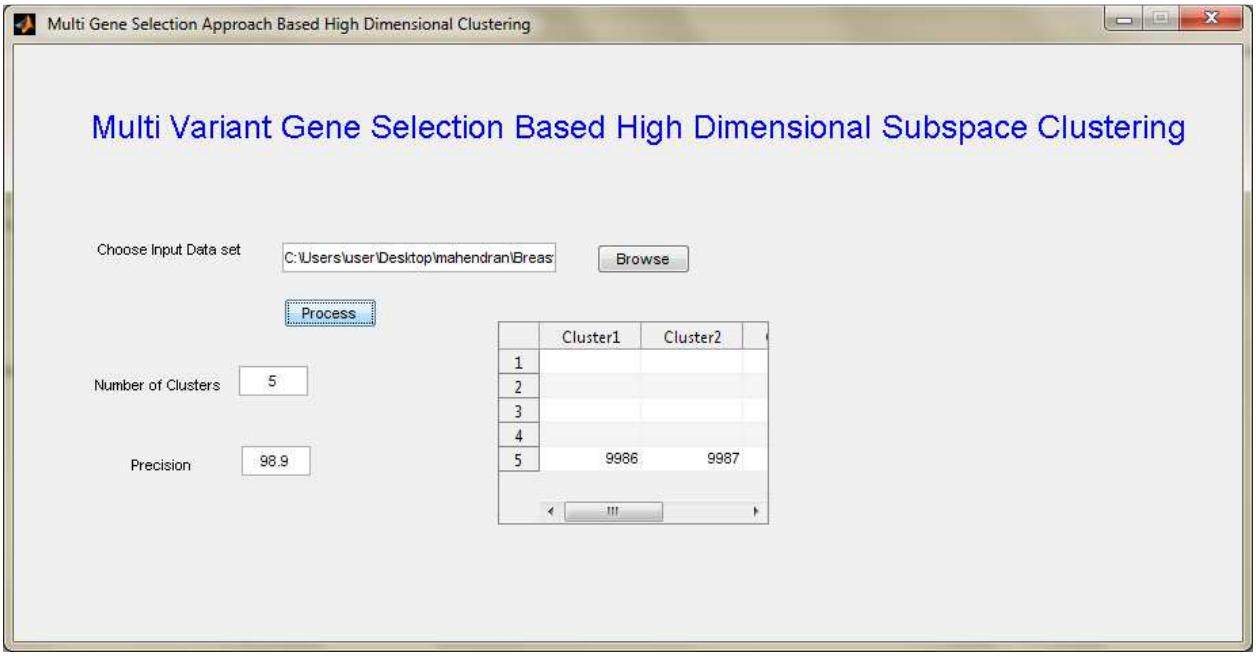
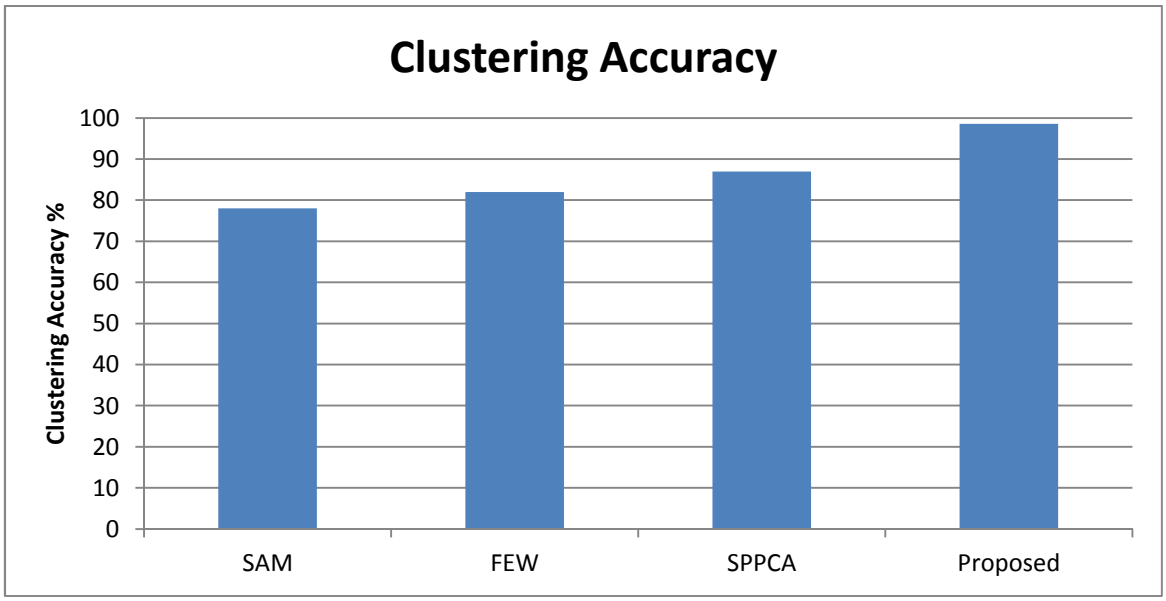


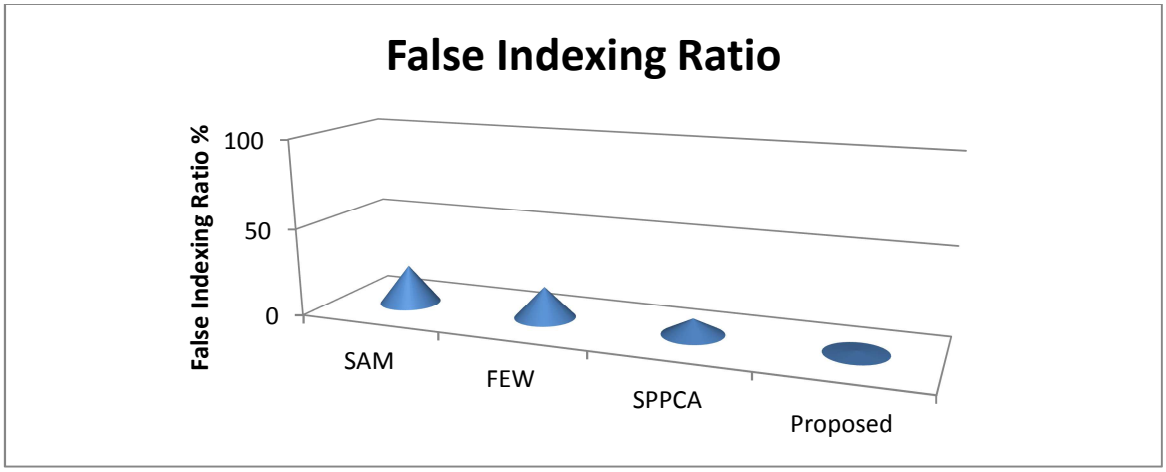
Figure 2: Snapshot of the result produced

The Figure 2, shows the snapshot of the result produced and the number of genes participated in each cluster is identified and displayed. The above figure show the result of gene selection produced by the proposed approach and it shows that the selected number of genes for the data points of cluster1 and cluster 2.



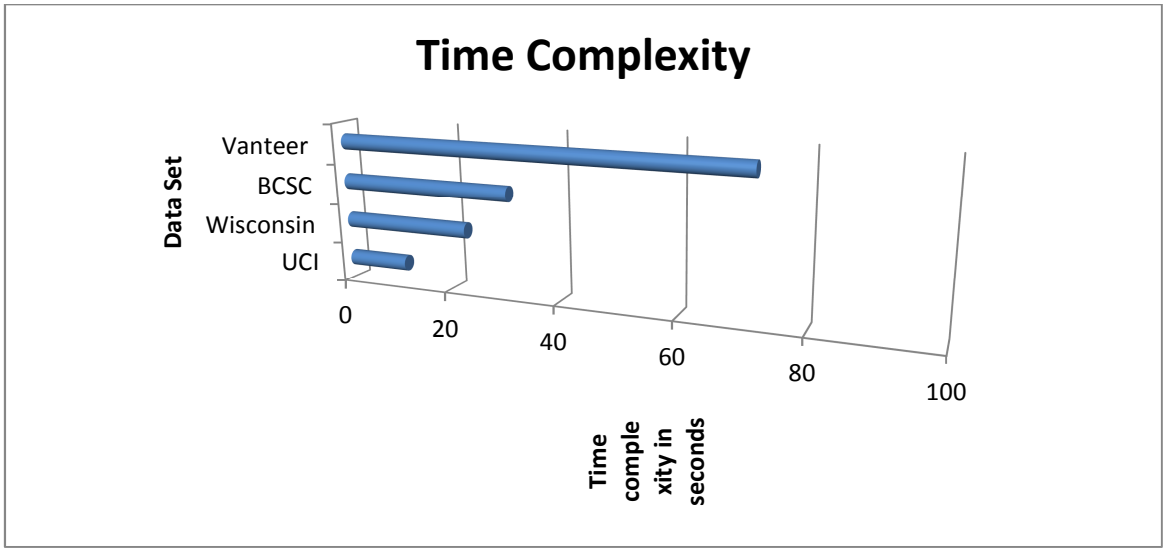
Graph1: Comparison of clustering accuracy

The Graph 1, shows the comparison of clustering accuracy produced by different methods. It shows clearly that the proposed method has produced efficient clustering than other approaches.



Graph2: Comparison of false indexing ratio.

The graph 2, shows the false indexing ratio produced by different methods and it shows clearly that the proposed method has produced less false ratio than other methods.



Graph 3: Comparison of time complexity

The graph 3, shows the time complexity produced by the proposed method of clustering different data sets. It shows clearly that the proposed approach has produced less time complexity in all the data sets where each of them varies with the dimensions and number of samples.

Table 2: Comparative analysis results on vanteer data set

Methods	Accuracy	False Indexing	Time Complexity
SAM	81	19	93
FEW	84.5	15.5	81
SPPCA	89.3	10.7	63
Proposed	97.8	2.2	24

The Table 2 shows the comparative results produced by the different methods on clustering accuracy, false indexing, and time complexity while using the vanteer data set. It shows clearly that the proposed method has produced efficient results than other methods.

7 CONCLUSION

We proposed a multi variant gene selection approach based on multi variant impact matrix to develop the clustering accuracy. We preprocess the data points and generate the rule sets according to number of range values available with the data point. Using the data points and the rule sets we generate the multi factor impact matrix which is used to identify the class of data points. Similarly, based on the multi variant impact matrix and rule sets, a set of gene is selected based on computed similarity measure values. The proposed method increases the accuracy of clustering and reduces the time complexity highly. Also the proposed method reduces the false indexing ratio produced by other methods also.

REFERENCES

[1] Lei Yu, Yue Han, and Michael E. Berens, ”Stable Gene Selection from Microarray Data via Sample Weighting”, IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics, vol. 9, no. 1, pp. 262-272, 2012.

[2] E.N.Sathishkumar, K.Thangavel, T.Chandrasekha, “A Novel Approach for Single Gene Selection Using Clustering and Dimensionality Reduction”, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 5, pp. 1540-1545, 2013.

[3] PradiptaMaji and Chandra Das, “Relevant and Significant Supervised Gene Clusters for Microarray Cancer Classification”, IEEE Transactions on Nanobioscience, vol. 11, no. 2, pp. 161-168, 2012.

[4] UjjwalMaulik, AnirbanMukhopadhyay, DebasisChakraborty, "Gene-Expression-Based Cancer Subtypes Prediction Through Feature Selection and Transductive SVM", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 60, no. 4, pp. 1111-1117, 2013.

[5] Shuichi Kawano et al., "Identifying Gene Pathways Associated with Cancer Characteristics viaSparse Statistical Methods" IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics, vol. 9, no. 4, pp. 966-972, 2012.

[6] Jiexun Li, Hua Su, Hsinchun Chen, and Bernard W. Futscher, " Optimal Search-Based Gene Subset Selection for Gene Array Cancer Classification" IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 11, no. 4, pp 398-405, 2007.

[7] CHEN-AN TSAI et al. "Gene Selection for Sample Classifications in Microarray Experiments" DNA and cell Biology, Volume 23, Number 10, pp 607-614, 2004.

[8] Mark Burton, MadsThomassen, Qihua Tan and Torben A. Kruse, "Gene Expression Profiles for Predicting Metastasis in Breast Cancer: A Cross-Study Comparison of Classification Methods" The Scientific World Journal Volume 2012, Article ID 380495, 11 pages, 2012.

[9] Hsi-Che Liu et al., "Comparison of feature selection methods for cross-laboratory microarray analysis" IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics, 2013.

[10] Gabriele Giarratana et al., "Data Mining Techniques for the Identification of Genes with Expression Levels Related to Breast Cancer Prognosis" Ninth IEEE International Conference on Bioinformatics and Bioengineering, pp 295-300, 2009.

[11] Marina Bessarabova et al., "Bimodal gene expression patterns in breast cancer" BMC Genomics, Supplementary 1, 2010.

[12] Vitoantonio Bevilacqua et al., "Comparison of data-merging methods with SVM attribute selection and classification in breast cancer gene expression" BMC Bioinformatics 2012.

[13] Jonathan Tyrer, Stephen W. Du_y and Jack Cuzick, "A breast cancer prediction model incorporating familia land personal risk factors" Statistics In Medicine Statist. Med., pp 1111–1130, 2004.

[14] Jorgen Aaroe et al., "Gene expression profiling of peripheral blood cells for early detection of breast cancer" Breast Cancer Research, 2010.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 320-331
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

HIGH DIMENSIONAL K^N-FAST CLUSTERING BASED INTELLIGENT DECISIVE SUPPORT SYSTEM FOR EFFICIENT DISEASE PREDICTION USING DATA MINING AND RULE SETS

D. BANUMATHY[1] and S. SELVARAJAN[2]

[1]Assistant Professor / CSE, Paavai Engineering College, Namakkal, Tamilnadu, India

[2]Principal, Muthayammal College of Engineering, Rasipuram, Tamilnadu, India

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

ABSTRACT: The methods of high-dimensional clustering have been applied for variety of problems and in case of decisive support systems, there are few approaches discussed earlier, but suffers with the problem of false indexing ratio with poor clustering accuracy and higher time complexity. To overcome the issue of poor clustering accuracy, a novel K^n Fast Clustering algorithm is discussed in this paper. The method generates rule sets using the data records from the data set. First the dimension N is identified and for each dimension the range values are identified. From identified fuzzy values, the method computes disease impact factor for each of the dimension or symptoms towards each disease class. Based on the impact factor and the data points, we generate rule sets that consist of a single rule for each of the disease class. The K^n Fast clustering algorithm uses the fuzzy rule sets generated and for each data point from the data set, the clustering algorithm computes K^N dimensional similarity measure. Based on computed similarity measure, the data points are assigned a class, and the method reduces the false indexing, overlapping, and time complexity of clustering.

KEYWORDS: High-Dimensional Clustering, Decisive Support System, Disease Prediction, Data Mining, Rule Sets.

1 INTRODUCTION

The problem of clustering high dimensional data set has been adapted in many situations. Clustering data points with a small size can be done in an easier way by computing similarity measure between the data points of a different class of data points. The problem becomes tougher when the size of dimension grows and computing the similarity measure between data point also becomes difficult. This introduces a false indexing ratio, and the same data point may be assigned with multiple class names, where the similarity between data points has to be computed by considering all the dimensional values.

The high-dimensional clustering can be applied in a variety of ways and can be adapted to the problem of decision making. The decisive support system is one which provides support to the clinical process, and there are many decisive support systems which works based on symptoms provided. The symptoms based decisive support systems, generates recommendations on different diseases according to input symptoms given. Similarly, the decisive support systems can use the high dimensional data set to perform such recommendations.

The input symptoms set or medical diagnosis results can be used to perform disease prediction. Based on the given input symptoms or diagnosis results, the probability or inference about any disease can be performed. For example, for a general fever the symptoms may be of body pain, temperature and cold but differs with the symptoms of Typhoid. For small dimensional symptoms or diagnosis results the prediction of disease can be performed easily but when the size of dimension grows, then the data points has to be clustered in proper manner so that the prediction of disease can be done in an efficient manner.

Data mining is the process of extracting useful and required information from the large knowledge base. There may be a large amount of information present in the knowledge base and to produce an efficient result to the support system, the data retrieval, and indexing has to be done in an efficient way. The disease prediction system may require the similar records to be extracted in short time, to produce such result the method has to produce efficient cluster. The data points can be clustered using some rules, and the rules can be generated using the values of the data point. For each data point, there may be N number of attributes and each has different values. By computing range values of each attribute, the rules can be generated. From the rule set, the data points can be clustered using some similarity measure.

K^N Fast clustering is one, which cluster the data points according to the N-dimensional similarity of data points and attributes. By computing the overall similarity of data attributes between any two data point can be computed and based on the similarity measure they can be grouped into one class. This approach increases the speed of clustering and reduces the time complexity as well.

2 RELATED WORKS

The researchers have described a number of approaches for the problem of decisive support systems and this section discuss some of the methods of decisive support system.

Projected Clustering with LASSO for High Dimensional Data Analysis [1], uses attribute selection and handles the sparse structure of the data effectively. We select the most informative attributes that do preserve cluster structure using LASSO (Least Absolute Selection and Shrinkage Operator). Though there are other methods for attribute selection, LASSO has distinctive properties that it selects the most correlated set of attributes of the data. This model also identifies dominant attributes of each cluster which retain their predictive power as well. The quality of the projected clusters formed is also assured with the use of LASSO.

Scalable Clustering of High-Dimensional Data Technique Using SPCM with Ant Colony Optimization Intelligence [2], has been developed to cluster data using high-dimensional similarity based PCM (SPCM), with ant colony optimization intelligence which is effective in clustering nonspatial data without getting knowledge about cluster number from the user. The PCM becomes similarity based by using mountain method with it. Though this is efficient clustering, it is checked for optimization using ant colony algorithm with swarm intelligence. Thus, the scalable clustering technique is obtained, and the evaluation results are checked with synthetic datasets.

Towards Unsupervised and Consistent High Dimensional Data Clustering [3], a modified PROCLUS algorithm is proposed, aimed at improving the running time and consistency as well as the unsupervised selection of the parameter like, average number of dimensions. The promising and consistent results of MPROCLUS has open the sky wide open for further research for usage of MPROCLUS in Stream Data Mining.

Hubness-Based Clustering of High-Dimensional Data [4], review and refine existing work which explains the mechanisms of the phenomenon, establishes the location of hub points near central regions of clusters in the data, and shows how hub ness can negatively affect existing clustering algorithms by virtue of hub points lowering between-cluster distance. Next, we review the newly proposed partition clustering algorithms, based on K-means, which take advantage of hub ness by employing hubs in the process of cluster prototype selection. These “soft” K-means extensions avoid premature convergence to suboptimal stable cluster configurations and can reach the global optima more often. The algorithms offer significant improvements over the K-means baseline in scenarios involving high-dimensional and noisy data. The improvements stem from a better placement of hub points into clusters, which helps in increasing the between-cluster distance. Finally, we introduce novel clustering algorithms as “kernelized” versions of the most successful hub ness-based methods discussed above, that can more effectively handle arbitrarily shaped clusters.

In Model-based clustering of high-dimensional binary data [5], a mixture of latent trait models with common slope parameters for model-based clustering of high-dimensional binary data, a data type for which few established methods exist, is proposed. Recent work on clustering of binary data, based on a d-dimensional Gaussian latent variable, is extended by incorporating common factor analyzers. Accordingly, this approach facilitates a low-dimensional visual representation of the clusters. The model is further extended by the incorporation of random block effects. The dependencies in each block are taken into account through block-specific parameters that are considered to be random variables. A variational approximation to the likelihood is exploited to derive a fast algorithm for determining the model parameters. Real and simulated data are used to demonstrate this approach.

Clustering high throughput biological data with B-MST, a minimum spanning tree based heuristic [6], address important challenges in bioinformatics, high throughput data technologies are needed to interpret biological data efficiently and

reliably. Clustering is widely used as a first step to interpreting high dimensional biological data, such as the gene expression data measured by microarrays. A good clustering algorithm should be efficient, reliable, and effective, as demonstrated by its capability of determining biologically relevant clusters. This paper proposes a new minimum spanning tree based heuristic B-MST, that is guided by an innovative objective function: the tightness and separation index (TSI). The TSI presented here obtains biologically meaningful clusters, making use of co-expression network topology, and this paper develops a local search procedure to minimize the TSI value. The proposed B-MST is tested by comparing results to: (1) adjusted Rand index (ARI), for microarray data, sets with known object classes, and (2) gene ontology (GO) annotations for data sets without documented object classes.

A Relevant Clustering Algorithm for High- Dimensional Data [7], is used for finding the subset of features. A Relevant clustering algorithm renders efficiency and effectiveness to find the subset of features. Relevant clustering algorithm work can be done in three steps. First step elimination of irrelevant features from the dataset; the relevant features are selected by the features having the value greater than the predefined threshold. In the second step selected relevant features are used to generate the graph, divide the features using graph theoretic method, and then clusters are formed by using Minimum Spanning Tree. In the third step find the subsets features that are more related to the target class is selected.

Fast agglomerative clustering using information of k-nearest neighbors [8], develop a method to lower the computational complexity of the pairwise nearest neighbor (PNN) algorithm. Our approach determines a set of candidate clusters being updated after each cluster merge. If the updating process is required for some of these clusters, k-nearest neighbors are found for them. The number of distance calculations for our method is O(N2), where N is the number of data points. To further reduce the computational complexity of the proposed algorithm, some available fast search approaches are used. Compared to available approaches, our proposed algorithm can reduce the computing time and number of distance calculations significantly. Compared to FPNN, our method can reduce the computing time by a factor of about 26.8 for the data set from a real image. Compared with PMLFPNN, our approach can reduce the computing time by a factor of about 3.8 for the same data set.

Appling the Diversity of Follicular Helper T Cells in Human Blood and Tonsils Using High-Dimensional Mass Cytometry Analysis [9], applied dimensionality reduction and automated clustering methods on human T helper (TH) cells derived from peripheral blood and tonsils, which showed differential cell composition and extensive TH cell heterogeneity. Notably, this analysis revealed numerous subtypes of follicular helper T (TFH) cells that followed a continuum spanning both blood and tonsils. Furthermore, we identified tonsillar CXCR5loPD-1loCCR7lo TFH cells expressing interferon-γ (IFN-γ), interleukin-17 (IL-17), or Foxp3, indicating that TFH cells exhibit diverse functional capacities within extrafollicular stages. Regression analysis demonstrated that CXCR5loPD-1− and CXCR5loPD-1lo cells accumulate during childhood in secondary lymphoid organs, supporting previous findings that these subsets represent memory TFH cells. This study provides an in-depth comparison of human blood and tonsillar TFH cells and outlines a general approach for subset discovery and hypothesizing of cellular progressions.

Clustering High-Dimensional Landmark-based Two-dimensional Shape Data [10], develop a penalized model-based clustering framework to cluster landmark-based planar shape data, while explicitly addressing these challenges. Specifically, a mixture of offset-normal shape factor analyzers (MOSFA) is proposed with mixing proportions defined through a regression model (e.g., logistic) and an offset-normal shape distribution in each component for data in the curved shape space. A latent factor analysis model is introduced to model explicitly the complex spatial correlation. A penalized likelihood approach with both adaptive pairwise fusion Lasso penalty function and L2 penalty function is used to realize automatically variable selection via thresholding and deliver a sparse solution.

Robust estimation of the mean vector for high-dimensional data set using robust clustering [11], a robust starting point for S-estimator based on robust clustering is proposed which could be used for estimating the mean vector of the high-dimensional data. The performance of the proposed estimator in the presence of outliers is studied and the results indicate that the proposed estimator performs precisely and much better than some of the existing robust estimators for high-dimensional data.

Scalable Clustering of High-Dimensional Data Technique Using SPCM with Ant Colony Optimization Intelligence [12], has been developed to cluster data using high-dimensional similarity based PCM (SPCM), with ant colony optimization intelligence which is effective in clustering non-spatial data without getting knowledge about cluster number from the user. The PCM becomes similarity based by using mountain method with it. Though this is efficient clustering, it is checked for optimization using ant colony algorithm with swarm intelligence. Thus, the scalable clustering technique is obtained, and the evaluation results are checked with synthetic datasets.

Hubness-based fuzzy measures for high-dimensional knearest neighbor classification [13], propose several fuzzy measures for k-nearest neighbor classification, all based on hubness, which express fuzziness of elements appearing in k-neighborhoods of other points. In Timeseries classification in many intrinsic dimensions [14], demonstrated that it can be sufficient to induce hubness: a phenomenon where some points in a data set participate in unexpectedly many k-nearest neighbor lists of other points. After explaining the origins of hubness and its interaction with the information provided by labels, we formulated a framework which, based on hubness and the distribution of label mismatches within a data set, categorizes time-series data sets in a way that allows one to assess whether hubness can be used to improve the performance of the k-NN classifier.

Random Projection Towards the Baire Metric for High-Dimensional Clustering [15], use random projection with the following principle. With the greater probability of close-to-orthogonal projections, compared to orthogonal projections, we can use rank order sensitivity of projected values. The Baire metric, divisive hierarchical clustering, is of linear computation time.

A graph based subset selection approach has been discussed in [16], to cluster high dimensional data. The method identifies the most impact features of each class based on which the subset of features is formed. The method describes that the features belong to any class are independent. The evaluation results show that the method has a higher probability in identifying the subset and produces high-quality results.

All the above-discussed approaches have the problem of false indexing and overlapping that reduces the clustering efficiency.

3 K^N FAST CLUSTERING-BASED DISEASE PREDICTION

The K^n clustering approach groups the data points into a number of groups according to the similarity measure computed. The algorithm computes the similarity measure in each dimension of data points at each class. Finally, the method computes the cumulative similarity measure of input data point with the rest of the data points of each class. Based on computed similarity measure the method chooses a class to which the input data point belongs to.

The proposed K^N clustering approach for decisive support system has a number of stages namely Rule generation, K^N Clustering, and Disease Prediction. We explain each of the functional components in detail in this section.

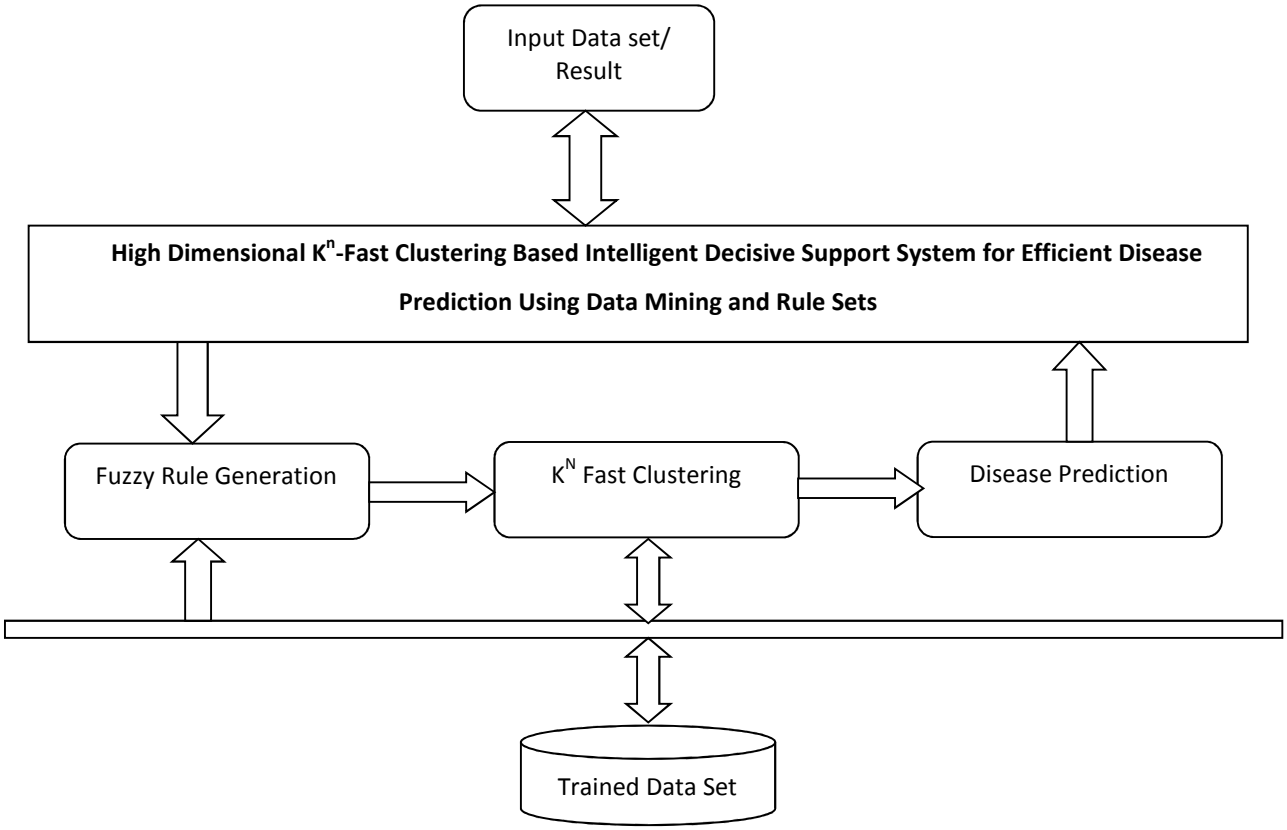


Figure 1: Proposed System Architecture

The Figure 1 shows the architecture diagram of the proposed high-dimensional clustering algorithm for disease prediction. Also, it shows the functional components of the proposed approach.

3.1 FUZZY RULE GENERATION:

The fuzzy rule generation is performed as the preprocessing stage of the proposed approach. The method first identifies the dimension of the data set and then the method computes the minimum and maximum values of each of the attribute identified from the data set. With the range values identified, the method computes the disease impact factor for each dimension to the different classes of disease. Based on the computed DIF value, the attribute selection is performed to generate a rule. Using the selected attributes and minimum and maximum values, the method generates the fuzzy rule for each disease class.

Algorithm:

Input: Data Set Ds

Output: Rule Set Rs.

Start

Identify Attribute Set As = $\sum_{i=1}^{size(Ds)} \sum Attr(Ds(i)) \nexists As$

For each attribute Ai from As

Compute Maximum value Amax = $\int_{i=1}^{size(Ds)} Ds(i).Ai > Amax$

Compute Minimum value Amin = $\int_{i=1}^{size(Ds)} Ds(i).Ai > Amin$

for each disease Di

compute disease impact factor DIF.

DIF = $\frac{\sum_{i=1}^{size(Ds)} \sum Ds(i).Ai > Amin \cup Ds(i).Ai < Amax \;\&\&\; Ds(i).Disease == Di}{\sum_{i=1}^{size(Ds)} \sum Ds(i).Ai > Amin \cup Ds(i).Ai < Amax}$

End

if DIF > DTh //DTH- Disease Threshold

Add Attribute and values to disease Attribute set.

DAset = $\sum Ak(DAset) \cup Ai$

End

End

for each disease Di

generate rule Ri.

Ri = $\bigcup \sum Ai(DAset), Amin, Amax$

Add to rule set Rs = $\sum Rk(Rs) \cup Ri$

End

Stop

The above-discussed algorithm generates the fuzzy rule for each disease using which the data set can be clustered in an efficient manner.

3.2 K^N FAST CLUSTERING

The clustering algorithm computes multi dimensional similarity measure with each of the data points. For each data point, the method computes the multi-dimensional (K^N) disease impact closure Similarity with the rule present in the rule set. The closeness of each dimension represent the similarity of any two data point in one dimension, and this will be repeated for all dimensions to compute the similarity in all the dimensions. The computed multi-dimensional disease impact closeness similarity shows the closeness of any two data point in overall. Based on computed MDDICS value, the method assigns a class to the data point.

Algorithm:

Input: Data Set Ds

Output: Cluster Cs

Start

for each data point Di from Ds

for each disease class Ci from Cs

compute MDDICS.

$$\text{MDDICS} = \sum_{k=1}^{\text{size(Rs)}} \frac{\sqrt{\Sigma(Ri.A1-Ci(Ri).A1)2+\cdots.+(Ri.An-Ci(Ri).An)2}}{\text{size(Rs)}}$$

end

choose less distanced class Ci = Min(MDDICS).

Assign Di with class Ci.

End

Stop

The above-discussed algorithm performs clustering of data points, by computing multi-dimensional closure similarity measure. Based on computed similarity the method assigns labels to the data points and index them into the clusters.

3.3 DISEASE PREDICTION

The disease prediction is performed by computing the disease impact similarity measure between the data points and the rule set available. For each rule available in the rule set, the method computes the multi-dimensional disease impact similarity measure. Using the similarity measure computed, the method identifies the disease class that has more disease impact similarity and the disease is concluded as the more probable one.

4 RESULTS AND DISCUSSION

The proposed K^N fast clustering algorithm based decisive support system has been implemented using Matlab with various data sets. The approach has been validated for its clustering efficiency using various data sets. The method has been tested with a training set of 80 percent data, and the remaining is used as test set. The proposed method produced efficient results with various data sets. For the evaluation purpose, the popular Wisconsin data set has been used, which consists of varying attributes and values. The data set has ten dimensions and in overall the data set has 569 instances.

We have evaluated the algorithm with the following data sets.

TABLE 1: Description of Data Sets

Dataset	Number of Data Points (N)	Attributes (d)	Attribute Values (AA)	Classes (K)
Wisconsin	569	10	Multi Variant	2

The table 1 shows the list of data sets has been used to evaluate the performance of the different algorithm.

The Wisconsin data set Features are computed from a digitized image of a fine needle aspirate (FNA) of a breast mass. They describe characteristics of the cell nuclei present in the image. Separating plane described above was obtained using Multi-surface Method-Tree (MSM-T) [22], a classification method that uses linear programming to construct a decision tree. Relevant features were selected using an exhaustive search in the space of 1-4 features and 1-3 separating planes. The data set has two classes namely malignant and benign.

For the evaluation purpose, different test cases have been carried out. For example, a symptom set with the following attributes and values are given as follows:

Table 2: Details of input value for the test case

Attribute Name	Range value	Original Value Submit
Sample code number: id number	x	2
Clump Thickness	1-10	7
Uniformity of Cell Size	1-10	6
Uniformity of Cell Shape	1-10	4
Marginal Adhesion	1-10	10
Single Epithelial Cell Size	1-10	3
Bare Nuclei	1-10	6
Bland Chromatin	1-10	5
Normal Nucleoli	1-10	4
Mitoses	1-10	1

The Table 2, shows the test case value given for the evaluation of the proposed method. It shows the values of attributes given for the input test sample. The data set has two classes of data points where the value 2 represents the benign class and the value 4 represents the malignant class.

The method generates fuzzy rule sets from the input data set given at the training phase using all the dimensions. The rule has a range of values for each dimension for any specific class. For example, the rule generated for the class Benign would be something like displayed in Table 3.

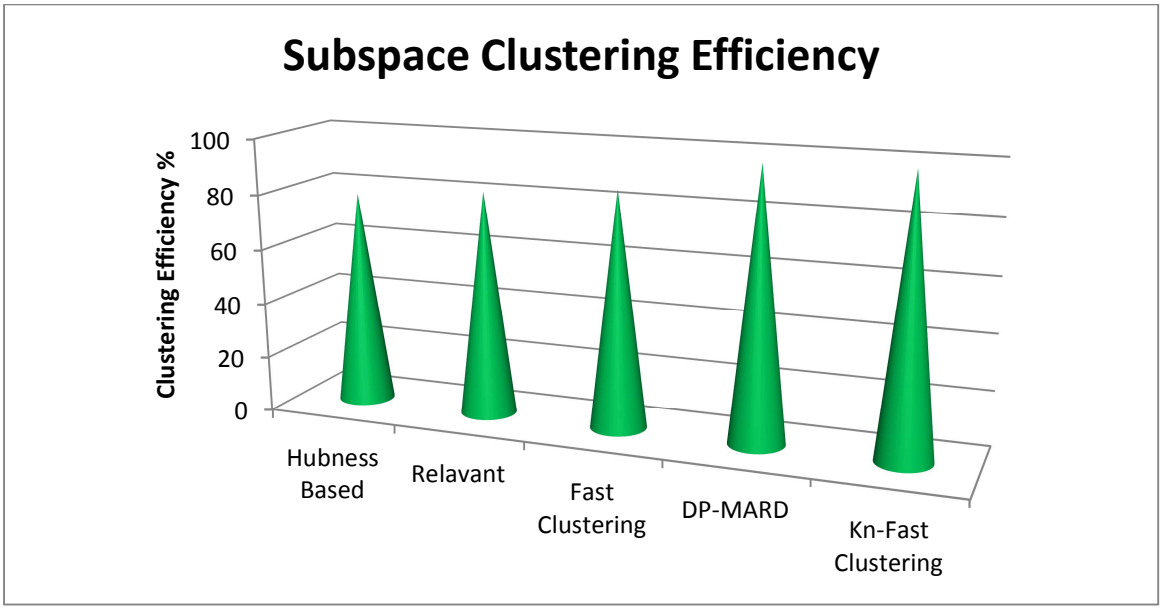
Table 3: Generated Rule Sets for both the classes benign and malignant

Attribute	Range	Class
Sample code number: id number	Any	Malignant
Clump Thickness	7-10	
Uniformity of Cell Size	6-10	
Uniformity of Cell Shape	7-10	
Marginal Adhesion	7-10	
Single Epithelial Cell Size	8-10	
Bare Nuclei	5-10	
Bland Chromatin	6-10	
Normal Nucleoli	8-10	
Mitoses	7-10	
Sample code number: id number	Any	Benign
Clump Thickness	1-7	
Uniformity of Cell Size	1-6	
Uniformity of Cell Shape	1-7	
Marginal Adhesion	1-7	
Single Epithelial Cell Size	1-8	
Bare Nuclei	1-5	
Bland Chromatin	1-6	
Normal Nucleoli	1-8	

The Table 3 shows the rule being generated for the class benign and malignant. It is visible that the both the cases have different range of values for each dimensional attribute.

Based on this information, the input symptoms set or attribute values can be used to compute the multi-Dimensional Disease Impact Closure Similarity. When the input value is mapped with the rule set being generated and computes the MDDICS value to perform the classification of the input data point. From the Table 2, the similarity values of the input data point has more than 60 percent similarity to the class malignant, because most of the values of the attributes lies within the

range of the rule of malignant class. Similarly, the test has been carried out with a large number of data points in different categories.



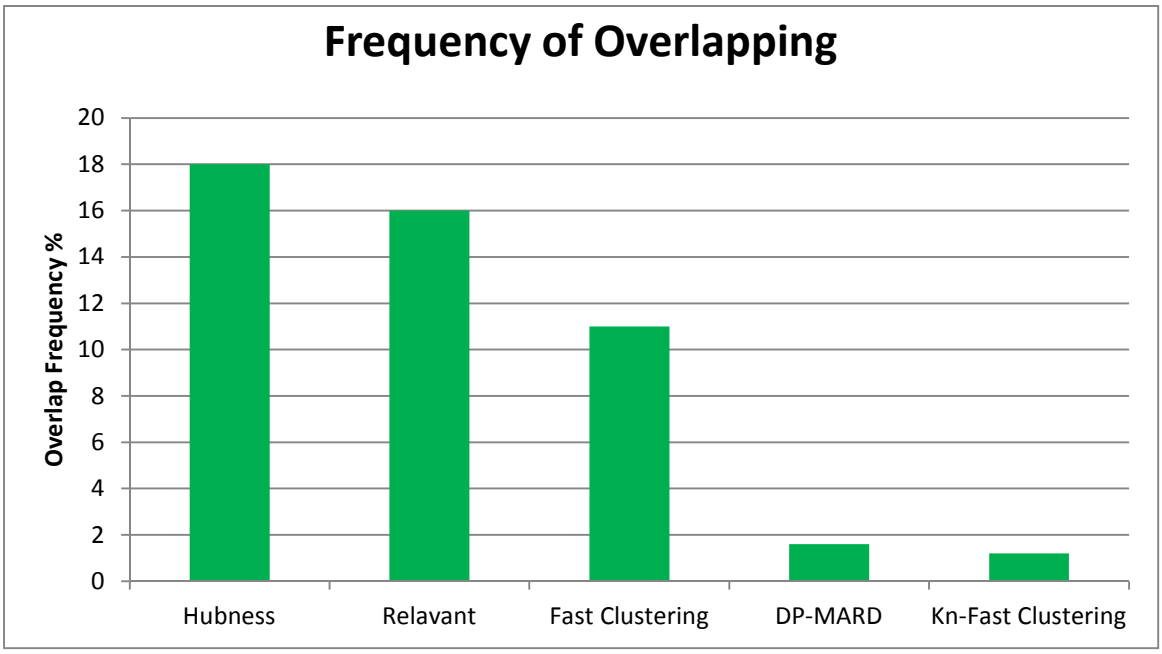
Graph 1: Comparison of clustering efficiency

The Graph1 shows the comparison of clustering efficiency produced by different methods; it shows clearly that the proposed method has produced more accurate cluster than others.

Table 4: Comparison of overlapping and false indexing of different methods

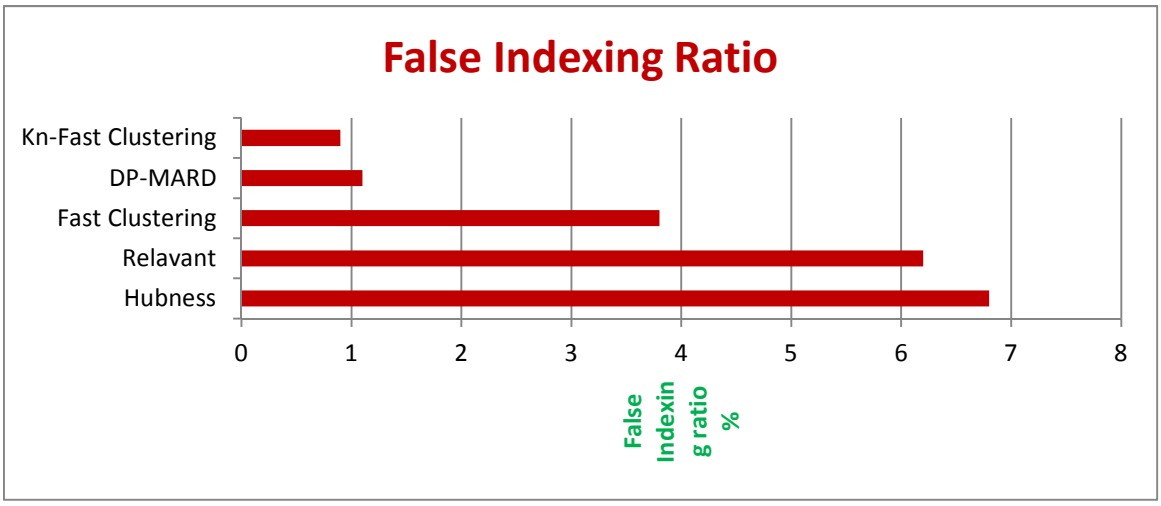
Method Name	Overlapping Ratio	False Indexing Ratio
Hubness	18	6.8
Relavant	16	6.2
Fast Clustering	11	3.8
DP-MARD	1.6	1.1
Kn-Fast Clustering	1.2	0.9

The Table 4 shows the ratio of overlapping and false indexing produced by different methods. The values show that the proposed method has produced less ration in both the factors.



Graph2 shows the data point overlap frequency of different algorithm

The Graph2 shows the comparison of overlap frequency produced by different methods. It shows clearly that the proposed method has produced less overlap than other methods that will be removed at the next stage.



Graph3: Shows false indexing ratio of different algorithms

The graph3 shows the ratio of false indexing produced by different algorithms for the same size of training and testing set. It shows clearly that the proposed approach has produced efficient results with least false indexing ratio.

Table 5: Comparative study of result

Data set	Hubness	Relevant	Fast Clustering	DP-MARD	Kn-Fast Clustering
Wisconsin at 70/30 Test case	78.67	81.52	86.67	97.8	98.6
Wisconsin at 90/10 Test case	80.76	84.12	88.97	99.63	99.72

The Table 5 presents the comparative study of results produced by different methods and it shows clearly that the proposed method has produced a more efficient result than other methods. The results show that the K^N Clustering technique has produced more efficient results in all the factors of disease prediction and has been verified with the various data sets considered.

5 CONCLUSION

We proposed K^N fast clustering based disease prediction algorithm using fuzzy rule sets. The method generates the rule set from the input data set given at the training phase. For each disease class, the method generates rule by computing min-max values for each attribute of the data point. The attributes are selected according to the value of min-max and which has greater than the threshold. Using the identified attribute and values, the method generates the rule set. Using the rule set the method computes multi-dimensional disease impact similarity measure to cluster the data points. The same measure is used to predict the disease and produces efficient results with more accuracy and less time complexity.

REFERENCES

[1] Lidiya Narayanan, Anoop S. Babu, M. R. Kaimal, Projected Clustering with LASSO for High Dimensional Data Analysis, Springer, Advances in Intelligent Systems and Computing Volume 327, 2015, pp 201-209.

[2] Thenmozhi Srinivasan and Balasubramanie Palanisamy, Scalable Clustering of High-Dimensional Data Technique Using SPCM with Ant Colony Optimization Intelligence, Hindawi, the scientific world journal, 2015.

[3] R G Mehta, N J Mistry and M Raghuwanshi. Article: Towards Unsupervised and Consistent High Dimensional Data Clustering. International Journal of Computer Applications 87(2):40-44, February 2014.

[4] Nenad Tomašev, Miloš Radovanović, Dunja Mladenić, Mirjana Ivanović, Hubness-Based Clustering of High-Dimensional Data, Springer, Partitional Clustering algorithms, pp:353-386, 2015.

[5] Yang Tang, Ryan P. Browne and Paul D. McNicholas, Model based clustering of high-dimensional binary data, Computational Statistics & Data Analysis, 2015, vol. 87, issue C, pages 84-101.

[6] Pirim H, Ekşioğlu B, Perkins AD, Clustering high throughput biological data with B-MST, a minimum spanning tree based heuristic, Comput Biol Med. 2015 Jul 1;62:94-102.

[7] Bini Tofflin.R1 , A Relevant Clustering Algorithm for High- Dimensional Data , International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering Vol.2, Special Issue 1, March 2014

[8] C.-T. Chang, J. Z. C. Lai, and M. D. Jeng, "Fast agglomerative clustering using information of k-nearest neighbors," Pattern Recognition, vol. 43, no. 12, pp. 3958–3968, 2010.

[9] Michael T. Wong3, Jinmiao Chen3, Sriram Narayanan, Wenyu Lin, Rosslyn Anicete, Henry Tan Kun Kiaang, apping the Diversity of Follicular Helper T Cells in Human Blood and Tonsils Using High-Dimensional Mass Cytometry Analysis,Cell Reports, Volume 11, Issue 11, p1822–1833, 23 June 2015.

[10] Chao Huang, Martin Styner & Hongtu Zhu′ Clustering High-Dimensional Landmark-based Two-dimensional Shape Data, Journal of the American Statistical Association, Apr. 2015.

[11] Hamid Shahriari and Orod Ahmadi, Robust estimation of the mean vector for high-dimensional data set using robust clustering, Econ papers, Journal of Applied Statistics, 2015, vol. 42, issue 6, pages 1183-1205.

[12] Thenmozhi Srinivasan1 and Balasubramanie Palanisamy, Scalable Clustering of High-Dimensional Data Technique Using SPCM with Ant Colony Optimization Intelligence, Hindawi, The science world journal, 2015.

[13] N. Toma˘sev, M. Radovanovi´c, D. Mladeni´c, and M. Ivanovi´c, "Hubness-based fuzzy measures for high-dimensional knearest neighbor classification," in Proc. 7th Int. Conf. on Machine Learning and Data Mining (MLDM), 2011, pp. 16–30.

[14] M. Radovanovi´c, A. Nanopoulos, and M. Ivanovi´c, "Timeseries classification in many intrinsic dimensions," in Proc. 10th SIAM Int. Conf. on Data Mining (SDM), 2010, pp. 677–688.

[15] Fionn Murtagh, Pedro Contreras, Random Projection Towards the Baire Metric for High Dimensional Clustering, Springer, Statistical Learning and Data Sciences Lecture Notes in Computer Science Volume 9047, 2015, pp 424-431.
[16] Q. Song, J. Ni, G. Wang, A Fast Clustering-Based Feature Subset Selection Algorithm for High Dimensional Data, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2011.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 332-343
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

La géomorphologie de la plage de Sidi Bouzid (littoral atlantique marocain) : étude sédimentologique et minéralogique de ses sables et action anthropique

Soukaina KHOUAJA, Mohamed OUADIA, and El Mehdi IRZAN

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

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

ABSTRACT: The multidisciplinary study of the beach in Sidi Bouzid is responsible for the implementation of its deposits dynamics is closely linked to the geomorphology and anthropogenic action within this range. It reveals a spatio-temporal variation of the marine dynamics. Indeed, sea erosion is very strong to the NNE and foreshore of the beach as well as in winter. However, sedimentation is well-developed in the SSW from the beach and at the level of the dune in the summer. The origin of sediments may be the Cretaceous limestones of the bedrock and Paleozoic metamorphic terrains of Jacqueline or magmatic Sidi Saïd Maachou. The transit of sediments is through the Oum Rbia node and then by the littoral drift. Therefore the aggressiveness of the dynamic marine and anthropogenic action, in relation especially with tourist activity, too influenced the geomorphology of the beach.
If no precautions are taken and the laws, the development of coastal areas, are respected in this fragile and sensitive area, the consequences would be catastrophic, medium and long term, both on this beautiful beach, its environment and its socio-economic value.

KEYWORDS: Coastal, beach of Sidi Bouzid, geomorphology, sedimentology, mineralogy, dynamic marine, anthropic action, planning, spatial and temporal evolution.

RESUME: De l'étude multidisciplinaire de la plage de Sidi Bouzid ressort que la dynamique responsable de la mise en place de ses dépôts est étroitement liée à la géomorphologie et à l'action anthropique dans cette plage. Elle révèle une variation spatiotemporelle de la dynamique marine. En effet, l'érosion marine est très forte au NNE et à l'estran de la plage ainsi qu'en hiver. Cependant, la sédimentation est bien développée au SSW de la plage et au niveau de la dune en été. L'origine des sédiments peut être les calcaires crétacés du substratum et les terrains métamorphiques paléozoïques de Boulaouane ou magmatiques de Sidi Said Maachou. Le transit des sédiments se fait par le biais de l'Oeud Oum Rbia puis par la dérive littorale. L'action anthropique, en relation surtout avec l'activité touristique, a trop influencé la géomorphologie de la plage et par conséquent l'agressivité de la dynamique marine.
Si aucune précaution n'est prise et les lois, relatives à l'aménagement des littoraux, ne sont respectées dans cette zone fragile et sensible, les conséquences seraient catastrophiques, à moyen et à long terme, à la fois sur cette belle plage, sur son environnement et sur sa valeur socio-économique.

MOTS-CLEFS: Littoral, plage de Sidi Bouzid, géomorphologie, sédimentologie, minéralogie, dynamique marine, action anthropique, aménagement, évolution spatiotemporelle.

1 INTRODUCTION

Au Sud-Ouest d'El Jadida, la plage de Sidi Bouzid est une des belles plages marocaines préférée par le tourisme national et international. Economiquement, en plus du tourisme, il s'y développe la pêche littorale et la récolte des algues rouges « Agar-agar ». Etant donné qu'aucune étude détaillée de sa morphologie et de ses sables n'est auparavant faite, ce travail a comme

Corresponding Author: Soukaina KHOUAJA

but de contribuer à mettre en exergue les caractéristiques morphologiques de cette plage et de ses profils. Il vise aussi à faire une étude sédimentologie et minéralogique de ses sables.

C'est une étude pluridisciplinaire qui permettra de mettre en relief les caractéristiques de divers facteurs, et leur interaction, agissant sur cette plage et son environnement dont la morphologie, la dynamique, le climat sans oublier l'action anthropique. L'origine des sédiments qui alimentent cette plage ainsi que l'évolution spatiotemporelle de cette dernière sont également discutées.

2 SITUATION GEOGRAPHIQUE CARACTERISTIQUES DU SITE

La plage de Sidi Bouzid fait partie de la côte atlantique marocaine, elle est limitée au Nord-Est par la ville d'El Jadida et au Sud-Ouest par la commune de Moulay Abdellah. Ses coordonnées Lambert sont : 33°13'19.97''Nord / 8°33'27.57''Ouest et 33°13'51.94''Nord / 8°33'17.04''Ouest.

Cette plage, sous forme de baie, s'étend sur une distance d'environ 1,1 km et limitée au NNE par une petite digue (en relation avec un petit port) et au SSW par une falaise vive d'une hauteur qui peut atteindre 10 m, abrupte et formée de calcaire d'âge crétacé. Perpendiculairement à la côte, la plage est composée de l'estran, du haut de plage et d'une dune, plus ou moins, végétalisée.

Une corniche, avec des allées, la limite du coté est. L'accès à cette plage se fait via plusieurs escaliers construits en béton perpendiculairement à la ligne de rivage (Fig.1).

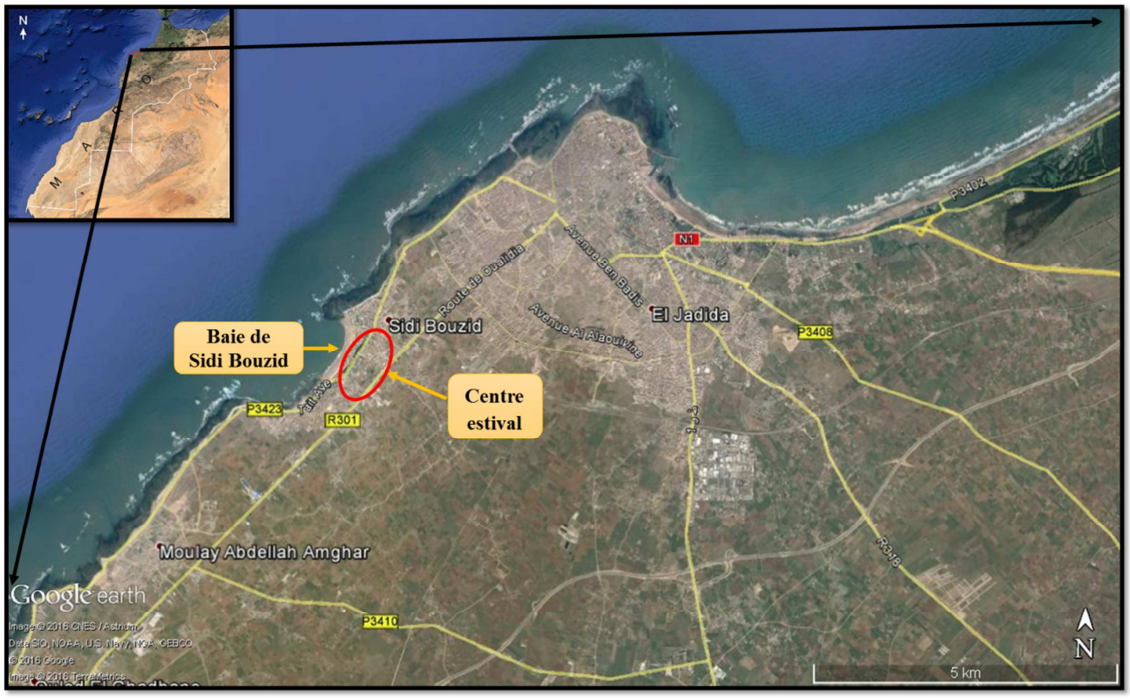


Figure 1 : Situation géographique de la baie de Sidi Bouzid (photo Google Earth)

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux missions d'échantillonnage ont été effectuées, l'une en l'hiver et l'autre en l'été. Perpendiculairement à la côte, trois profils ont été levés (Nord, centre et Sud de la baie) et neuf échantillons ont été prélevés (trois par profil au niveau de : estran, haut de plage et dune) pendant chaque mission.

Chaque échantillon a fait l'objet d'une étude granulométrique selon les normes d'AFNOR (fraction de taille entre 1,25 mm et 0,050 mm) mais auparavant, les échantillons sont attaqués par l'acide chlorhydrique puis rincés, séchés, pesés et ensuite tamisés dans une colonne de 11 tamis. Le refus de chaque tamis est pesé. Les données sont traitées pour déduire des pourcentages simples et cumulés qui serviront à tracer des courbes granulométriques. Ces dernières permettent de déduire des paramètres et de calculer des indices granulométriques [1].

D'autre part, on a pu calculer le taux total des carbonates (suite à l'attaque totale des carbonates par l'acide chlorhydrique). La détermination des minéraux lourds, précédée par leur séparation en fonction de leur densité (grâce au Bromoforme : d=2,89), permet aussi leur quantification qui donne lieu à des graphiques facilitant l'étude quantitative de ceux-ci.

Enfin une évolution spatiotemporelle de toutes les données est déduite en comparant les graphiques entre eux.

4 RÉSULTATS

4.1 ETUDE GÉOMORPHOLOGIQUE

4.1.1 MORPHOLOGIE DE LA PLAGE

En général, peu de travaux géomorphologiques, d'autant plus élémentaires, intéressaient la plage de Sidi Bouzid dont les travaux de [2], [3], [4]. Notre étude vient développer ce côté en montrant que cette plage de Sidi Bouzid a une forme hétérogène. Elle est parabolique (baie) dissymétrique et très concave au NNE par rapport au SSW. Les deux pointes (extrémités de la baie) sont, également, dissymétriques. Celle au NNE est saillante mais moins haute, présentant des rochers dans sa partie immergée, et celle du SSW est plus haute. La zone englobant l'estran et le haut de plage est plus étroite au NNE (35 m de largeur) que dans le SSW (60 m de largeur). Les vagues sont légèrement obliques vis-à-vis la ligne du rivage dans le secteur SSW par rapport au secteur NNE.

Dans le temps, la comparaison des deux photos Google Earth (2001 et 2015) prises pendant les mêmes saisons (étés : mois de juillet et mêmes périodes lunaires : derniers quartiers lunaires et lors des marées des mortes-eaux) révèle que la dynamique marine influence la morphologie de la baie de Sidi Bouzid de trois manières. Au NNE, c'est l'érosion qui domine, au SSW, c'est la sédimentation qui l'emporte sur l'érosion. Par contre au centre, on note une sorte de compensation entre l'érosion et la sédimentation. Ces constatations sont prouvées par l'évolution de la baie qui est matérialisée par la tendance au rétrécissement de sa zone NNE et le développement de sa zone SSW(Fig.2).

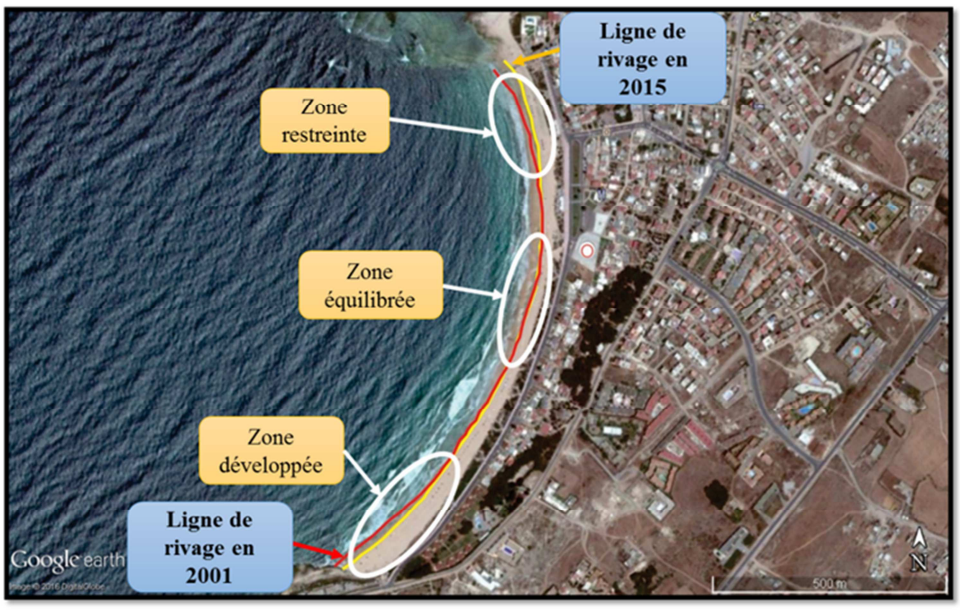


Figure 2 : Evolution de la ligne du rivage de la baie de Sidi Bouzid entre 2001 et 2015 (photos Google Earth)

4.1.2 PROFILS

Dans cette zone l'étude des profils de plage est entamée pour la première fois (à l'exception de quelques études de profils de plage dans la zone avoisinante « Haouzia » faites par [5]). Les profils de plage, dans notre zone de Sidi Bouzid, sont hétérogènes et montrant une variation dans l'espace et dans le temps. Ils sont moins développés au NNE et au SSW par

rapport au centre de la plage. L'écart, le plus important, de l'altitude de ces derniers est celui du centre et le plus petit est celui du secteur SSW de la plage. La berme est plus individualisée en hiver surtout pour le secteur centre et NNE. Les profils de l'été sont, en général, plus hauts (accrétion) que ceux de l'hiver, à l'exception du centre où au contraire, ils sont moins hauts que ceux de l'hiver.

Le NNE bénéficie d'une sédimentation importante en été plus que les autres secteurs surtout au niveau de la dune. Le centre de la plage, au contraire, s'érode davantage, en été par rapport aux autres secteurs (Fig.3).

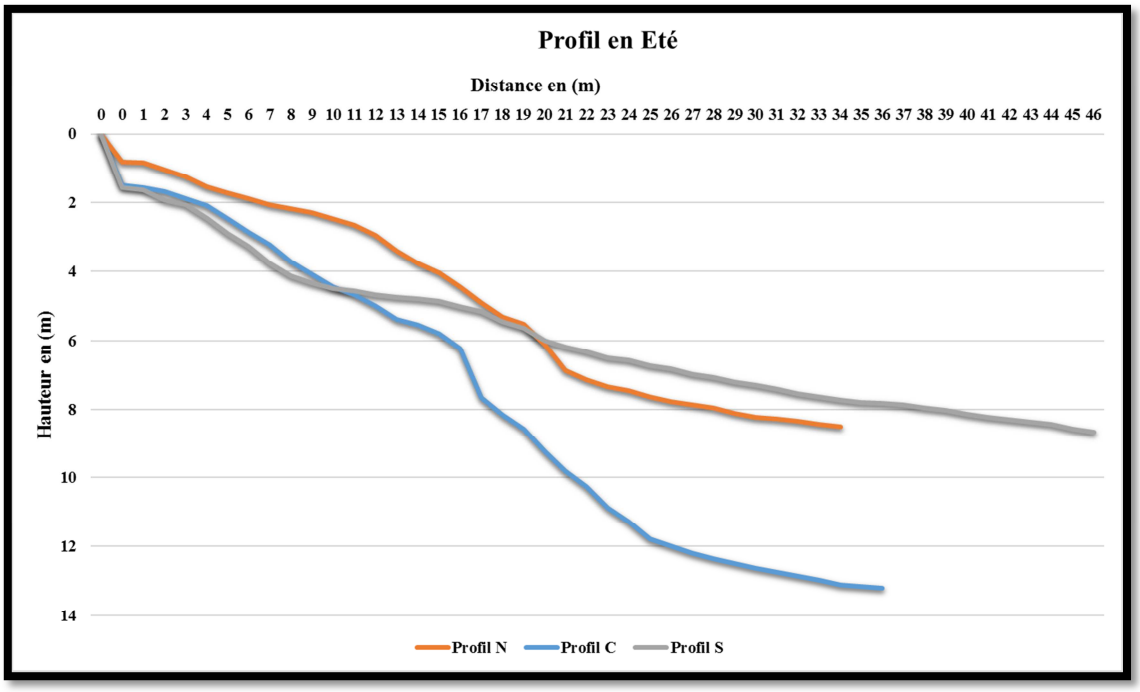


Figure 3 : Les profils (en été) de la plage de Sidi Bouzid.

4.2 ETUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

4.2.1 CALCIMÉTRIE

L'analyse des carbonates montre que dans l'ensemble, leur taux, dans les sédiments, est important et peut atteindre 99% dans l'estran au centre de la baie.

Au SSW, il est plus élevé vis-à-vis le centre et au NNE. Concernant la variation saisonnière, ce dernier est élevé en hiver plus qu'en été surtout au SSW mais aussi au centre de la plage où est enregistré le maximum. Cependant, perpendiculairement à la plage, c'est dans le haut de plage où est enregistré le taux des carbonates le plus important pendant l'hiver et dans l'estran pendant l'été (Fig.4).

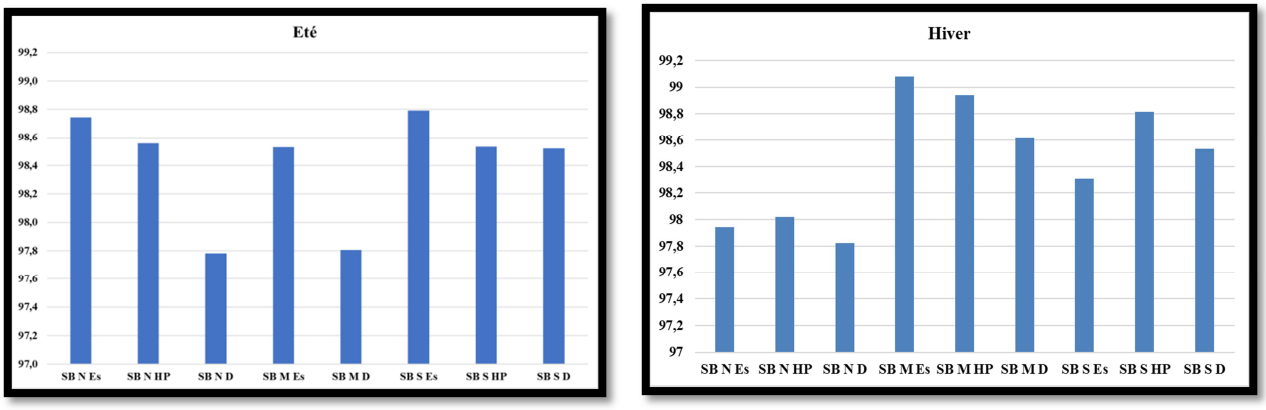


Figure 4 : Evolution saisonnière du taux des carbonates dans les sables de la plage de Sidi Bouzid. (SB N Es : Sidi Bouzid nord estran ; SB N H : Sidi Bouzid nord haut de plage ; SB N D : Sidi Bouzid nord dune ; SB C Es : Sidi Bouzid centre estran ; SB C H : Sidi Bouzid centre haut de plage ; SB C D : Sidi Bouzid centre dune ; SB S Es : Sidi Bouzid sud estran ; Sb S H : Sidi Bouzid sud haut de plage ; SB S D : Sidi Bouzid sud dune)

4.2.2 GRANULOMÉTRIE

➢ **Courbes granulométriques**

Plus que la moitié des échantillons analysés présentent des courbes granulométriques simples polymodales. Au NNE, le nombre de modes est important (maximum quatre : dune au NNE) par rapport au SSW. Perpendiculairement à la plage, ce sont les courbes granulométriques des échantillons de l'estran et de la dune qui présentent un nombre de modes important vis à vis celui des courbes des échantillons du haut de la plage. En fonction des saisons, c'est à l'hiver que les courbes sont plus polymodales par rapport à l'été.

La texture des sédiments est relativement forte au SSW par rapport au NNE. Perpendiculairement à la plage, la texture des sédiments de l'estran et de la dune est plus élevée en comparaison à celle du haut de plage. En fonction des saisons, c'est à l'hiver où la texture des sédiments est grossière le long de toute la plage (Fig.5).

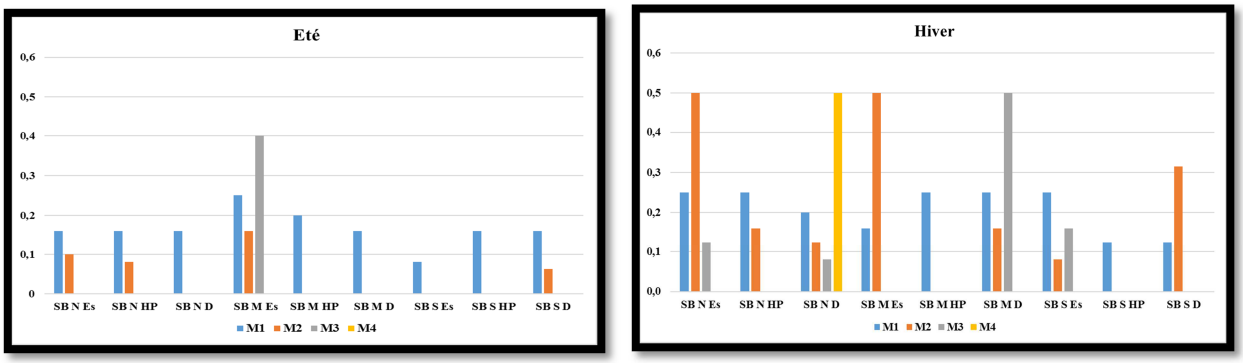


Figure 5 : Evolution saisonnière des modes des sables de la plage de Sidi Bouzid

➢ **Paramètres granulométriques**

La valeur des paramètres granulométriques est élevée au NNE par rapport au SSW. Perpendiculairement à la plage, la valeur des paramètres granulométriques des sédiments de l'estran et du haut de la plage est plus élevée en comparaison à celle de ceux de la dune. En fonction des saisons, c'est à l'hiver où la valeur des paramètres granulométriques est élevée par comparaison à celle l'été (Fig.6).

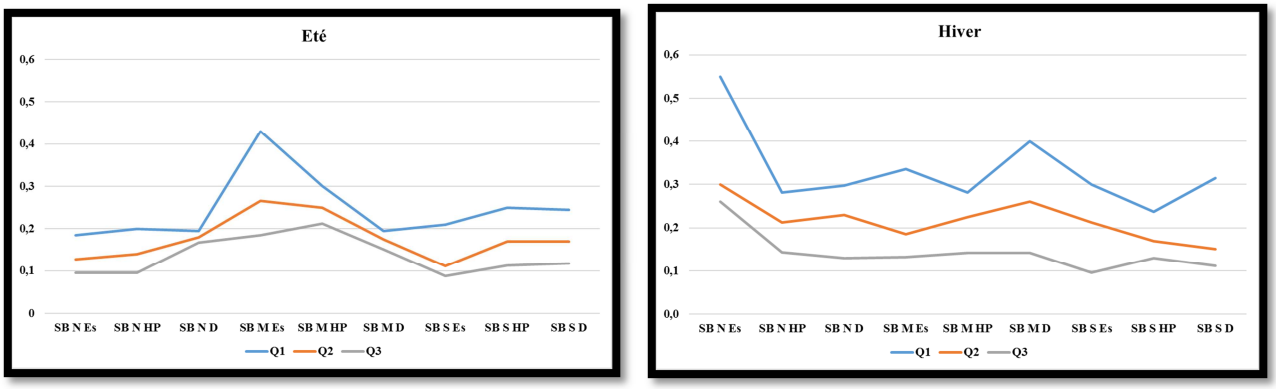


Figure 6 : Evolution saisonnière des paramètres granulométriques (Q1, Q2 et Q3).

➢ **Indices granulométries**

- sorting index (So)

So est, en gros, compris entre 1 et 2,5. Du NNE au SSW, les valeurs de So diminuent. Transversalement à la plage, on note une légère augmentation des valeurs de So de l'estran vers la dune. Quant aux variations saisonnières, les valeurs de So de l'hiver sont plus importantes par rapport à celle de.

- Skewness (Sk)

SK est généralement au tour de 1. Du NNE au SSW, les valeurs de Sk diminuent. Perpendiculairement à la plage, les valeurs de Sk augmentent en allant de l'estran vers la dune. Les valeurs de Sk montrent un net contraste entre l'hiver et l'été (Fig.7).

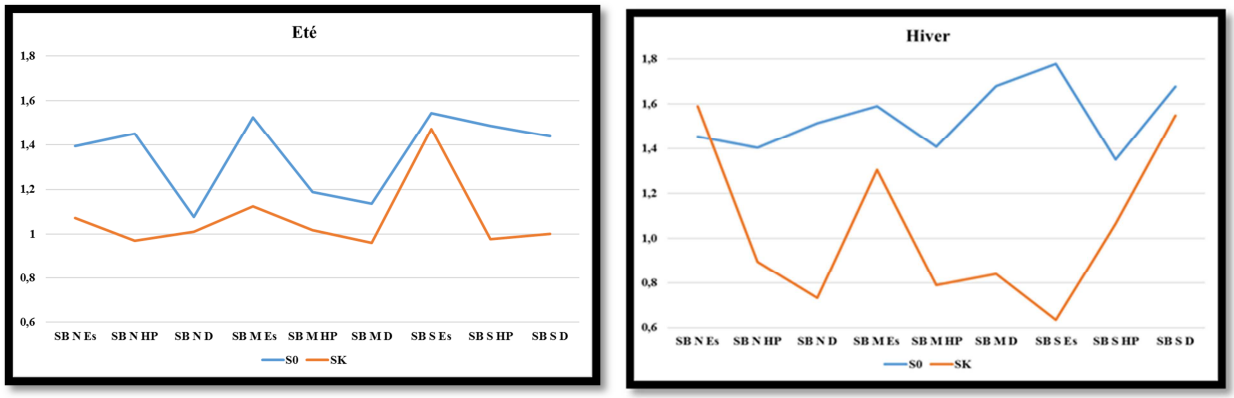


Figure 7 : Evolution saisonnière des indices granulométriques (So et Sk)

4.3 ETUDE MINÉRALOGIQUE (MINÉRAUX LOURDS)

Les minéraux lourds des sédiments de la plage de Sidi Bouzid présentent un cortège minéralogique varié de point de vue quantité et qualité.

Les micas, le disthène et le pyroxène prédominent nettement les autres minéraux. Une tendance à la diminution du taux des micas et du disthène est remarquable du NE au SW, de l'estran au haut de plage. Cette diminution du taux de ces minéraux est aussi nette, transversalement à la cote, de l'estran vers la dune (Fig.8).

La teneur pondérale des minéraux lourds oscille, en général, entre 0,18 et 0,62. Les valeurs de cette teneur sont élevées au NNE par rapport au SSW. Perpendiculairement à la plage, les valeurs de la teneur pondérale montrent, en particulier dans le SSW, une nette diminution en allant de l'estran vers la dune.

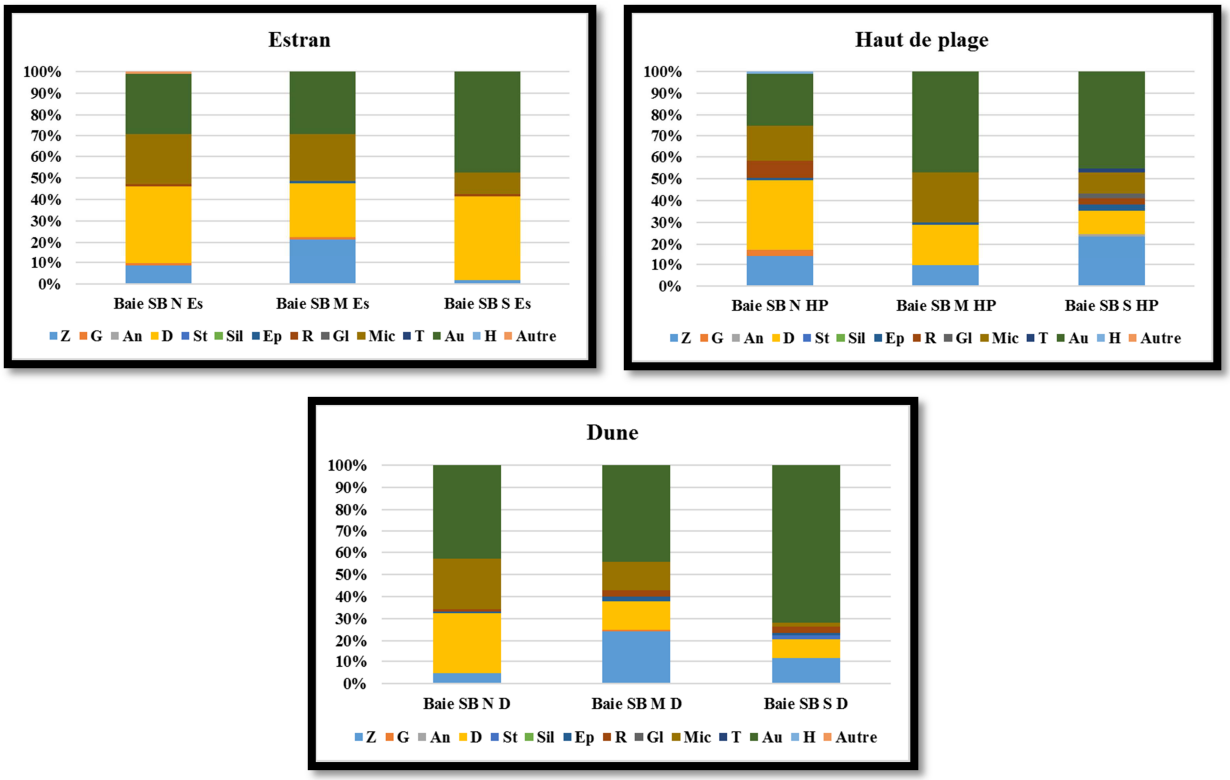


Figure 8 : Evolution du cortège des minéraux lourds des sédiments de la plage de Sidi Bouzid.

4.4 ACTION ANTHROPIQUE

La plage de Sidi Bouzid est fortement exploitée transversalement pour faire aboutir de nombreux canaux de rejet d'eau de pluie (dont deux principaux au centre et au SSW de la baie). Par conséquent l'eau affecte la partie affleurant de la dune, le haut de plage et l'estran dans plusieurs endroits. En outre, des escaliers, mal conçus, et leur restauration répétée chaque année (fin printemps) fragilisent et fragmentent les formations de cette plage en particulier sa dune dont 10% de sa surface est occupée (par des escaliers, des douches et des WC) ou artificialisée (Fig.9 et 10).



Figure 9 : Action anthropique sur la station balnéaire de Sidi Bouzid

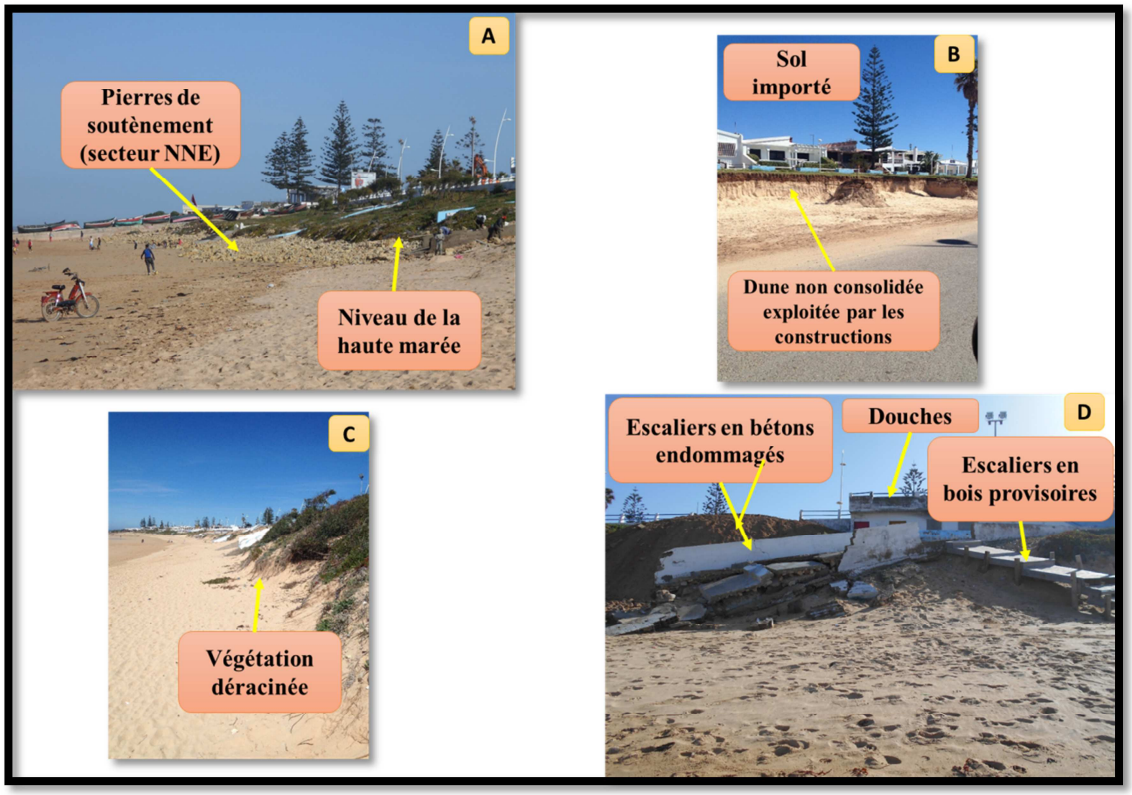


Figure 10 : Action anthropique (A : soutènement ; B : constructions abusives ; C : végétation déracinée ; D : destruction des escaliers)

5 INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

5.1 ETUDE GÉOMORPHOLOGIQUE

5.1.1 MORPHOLOGIE DE LA PLAGE

Dans l'espace, la morphologie de la plage, hétérogène, parabolique et dissymétrique reflète certainement l'interaction de plusieurs facteurs en relation avec la paléogéographie (ampleur de la baie et la qualité des pointes l'encadrant), la topographie (variable dans l'espace et dans le temps), la dynamique marine et éolienne et l'action anthropique comme dans le cas du littoral Jemaa ouled Ghanem [6], [7]. Des constatations similaires sont faites dans d'autre endroits du littoral atlantique [8], [9], [10]. En effet, l'étroitesse de la plage au NNE fait de cette dernière, à cet endroit, un espace non suffisant pour recevoir assez de sédiments marins. Cependant au SSW, la hauteur élevée de la falaise et son exposition importante et perpendiculaire à la direction du transit des sédiments rendent le centre favorable à la sédimentation. Dans le temps (entre 2001 et 2015) ces constations se confirment.

5.1.2 PROFILS

L'hétérogénéité des profils de plage signifie l'action de plusieurs facteurs et leur variation spatiotemporelle. Dans l'espace, la longueur et l'écart d'altitudes faibles des profils de plage au NNE témoignent du taux de sédimentation faible vis-à-vis le SSW. La berme est plus individualisée en hiver surtout pour le secteur centre et NNE et par conséquent l'érosion est forte à ces niveaux.

La variation du taux de la sédimentation révèle que, le NNE bénéficie de plus de sédiments en été que les autres secteurs au niveau de la dune et le secteur centre, au contraire, s'érode bien en hiver par rapport aux autres secteurs en été.

L'évolution saisonnière montre que les profils de plage de l'été, contrairement à ceux de l'hiver, témoignent que la sédimentation l'emporte sur l'érosion, le long de la plage, à l'exception du centre où une érosion affecte le bas du profil. Ce qui reflète la faible agressivité de la dynamique marine et l'activité de la dynamique éolienne pendant l'été. L'érosion du bas du profil au centre de la baie peut s'expliquer par une convergence des deux dynamiques opposées (dérive littorale venant du NNE et déferlement des vagues venant du SSW) mais aussi probablement par l'action anthropique liée à la concentration du maximum des estivants en été ainsi que les travaux de restauration saisonniers à cet endroit.

La berme est bien individualisée à l'hiver, en particulier au NNE, Elle reflète l'impact de la dynamique marine forte lors des tempêtes de l'hiver sur l'érosion de l'estran, du haut de plage et de la partie frontale de la dune. Cas d'autres zones littorales à fortes énergie [5], [11], [12], [13], [14]. Par contre, c'est la dune du même secteur qui s'alimente plus en été par rapport aux autres endroits suite probablement à son exposition au vent dominant de direction SSW.

Dans l'espace, l'étroitesse de la plage de Sidi Bouzid est due principalement à l'occupation d'environ 85 % de sa dune par des constructions, des voies et des infrastructures en relation avec l'activité touristique ce qui permet à cette plage de ne plus jouer, naturellement, son rôle d'une manière équilibrée. Par conséquent, cette action anthropique à laquelle s'ajoutent les changements climatiques aggrave encore plus la stabilité de cette plage.

5.2 ETUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

5.2.1 CALCIMÉTRIE

Les taux assez élevés des carbonates dans les sédiments, au long de toute la plage, témoignent d'une part de la proximité de source riche en carbonates (substratum crétacé et falaise avoisinant le site) mais aussi le développement des organismes coloniaux à test carbonatés sur les rochers calcaires ou calcarénitiques abondant sur la plateforme immergée.

Le Taux fort des carbonates au SSW s'explique à la fois par la présence de la falaise à formation calcaire crétacé fortement exposée à l'érosion et à l'action d'obstacle qu'elle joue pour arrêter, et faire accumuler, les sédiments riches en carbonates venant du NNE via la dérive littorale. En fonction des saisons, le taux élevé des carbonates pendant l'hiver s'explique par l'érosion marine importante du substratum et de la falaise provoquée par les tempêtes et l'agitation marine. Pendant l'été, le taux élevé des carbonates dans les sédiments de la dune est due à l'alimentation de cette dernière par la reprise de débris de coquilles concassées à partir de l'estran et du haut de plage, qui en sont enrichis pendant l'hiver, par le vent.

5.2.2 GRANULOMÉTRIE

- **Courbes granulométriques (Simples et cumulées)**

La polymodalité des courbes granulométriques simples montre que les sédiments sont hétérogènes. Cependant du NNE au SSW, les courbes tendent à être moins polymodales ce qui traduit qu'il y a interaction de plusieurs dynamiques responsables de la mise en place des sédiments de plage au NNE. A ceci peut s'ajouter, au NNE, l'influence des rochers qui peut réfléchir les vagues en créant des turbulences et par conséquent une hétérogénéité des sédiments. Transversalement à la plage, les courbes granulométriques simples des sédiments de la dune sont plus polymodales par rapport à celles des sédiments du haut de plage et de l'estran. Ceci est dû certainement à la reprise, par le vent, des sédiments, du haut de plage et de l'estran, déjà hétérogènes. Leur hétérogénéité qui s'amplifie dans la dune s'explique aussi par de nombreuses fluctuations des directions et des sens du vent. En fonction des saisons, ce sont les courbes granulométriques simples des sédiments de l'hiver qui montrent plus de polymodalités et par conséquent d'hétérogénéité. Ceci traduit l'agitation de la mer et l'agressivité des tempêtes ainsi que de leur irrégularité pendant l'hiver.

- **Paramètres granulométriques**

L'évolution des valeurs des paramètres montre que la texture tend à devenir moins grossière du NNE au SSW prouvant une dynamique forte au NNE suite à une turbulence crée par l'impact des rochers qui réfléchissent les vagues au NNE. Cependant, perpendiculairement à la plage, la texture, grossière au niveau de l'estran, tend à diminuer dans le haut de plage puis dans la dune. On peut expliquer ceci par l'énergie de la dynamique marine qui est plus forte par rapport à celle du vent (quoique ce dernier soit sélectif). Concernant les saisons, c'est à l'hiver où la texture est grossière à part au niveau du haut de plage où celle-ci est grossière pendant l'été. Une autre fois c'est grâce à la force des tempêtes pendant l'hiver mais c'est à cause, également, de l'action anthropique (tourisme et travaux d'aménagement saisonniers) pendant l'été pour le haut de plage.

- **Indices granulométries**

- **So**

Les valeurs de (1 à 2,5) témoignent que les sédiments de la plage de Sidi Bouzid sont, généralement, bien classés. Les sédiments au SSW sont déposés grâce à une dynamique relativement moins perturbée par rapport au NNE.

La tendance à l'élévation des valeurs de So de l'estran vers la dune est due probablement à la fluctuation des directions du vent pendant l'été. Les valeurs de So de l'hiver sont plus importantes par rapport à celle de l'été à cause des tempêtes de l'hiver qui rendent la dynamique marine agressive et ne laisse pas les sédiments d'être mieux classés.

- **Sk**

SK (au tour de 1) témoigne que le bon classement des sédiments intéresse à la fois les sédiments grossiers et fins. La tendance à la diminution de la valeur de SK, en allant du NNE au SSW, est liée à la faiblesse (au SSW) de la dynamique qui favorise le classement préférentiel des sédiments fins. Les fluctuations des directions du vent et le transport sur une très courte distance des sables (étroitesse de la plage : action anthropique) sont témoignés par la tendance à l'augmentation des valeurs de Sk en allant de l'estran vers la dune. Le net contraste des valeurs de Sk entre l'hiver et l'été est en relation avec la forte dynamique de l'hiver favorisant le classement du côté des sédiments grossiers et faible ou éolienne pendant l'été favorisant le classement du côté des sédiments moyens à fins.

5.3 ETUDE MINÉRALOGIQUE (MINÉRAUX LOURDS)

Le cortège des minéraux lourds montre une diversité des minéraux quantitativement et qualitativement pour tous les sédiments de la plage. Les minéraux les plus abondants sont, en particulier, le pyroxène, les micas et le disthène témoignant que leur source est formée, en particulier, de roches métamorphiques et magmatiques bien représentées dans le bassin de Sidi Said Maachou et de Boulaouane en amont. Du NNE au SSW, on remarque une tendance à l'augmentation du pourcentage du disthène et des micas. Ceci est lié au transit des sédiments sous l'influence de la dérive littorale du NNE vers SSW. Transversalement, on constate la même évolution des minéraux de l'Ouest vers l'Est comme le cas du NNE vers SSW. Ce qui montre que les minéraux des dunes proviennent de la reprise de sédiments de la plage (estran et haut de plage).

La teneur pondérale des minéraux lourds oscille, en général, entre 0,18 et 0,62. Les valeurs de cette teneur sont élevées au NNE par rapport au SSW surtout pour le haut de plage témoignant que c'est le NNE qui est le premier servi par la dérive littorale. Perpendiculairement à la plage, les valeurs de la teneur pondérale montrent, en particulier dans le SSW, une nette diminution en allant de l'estran vers la dune à cause du tri sélectif des sédiments repris par le vent (Fig.11).

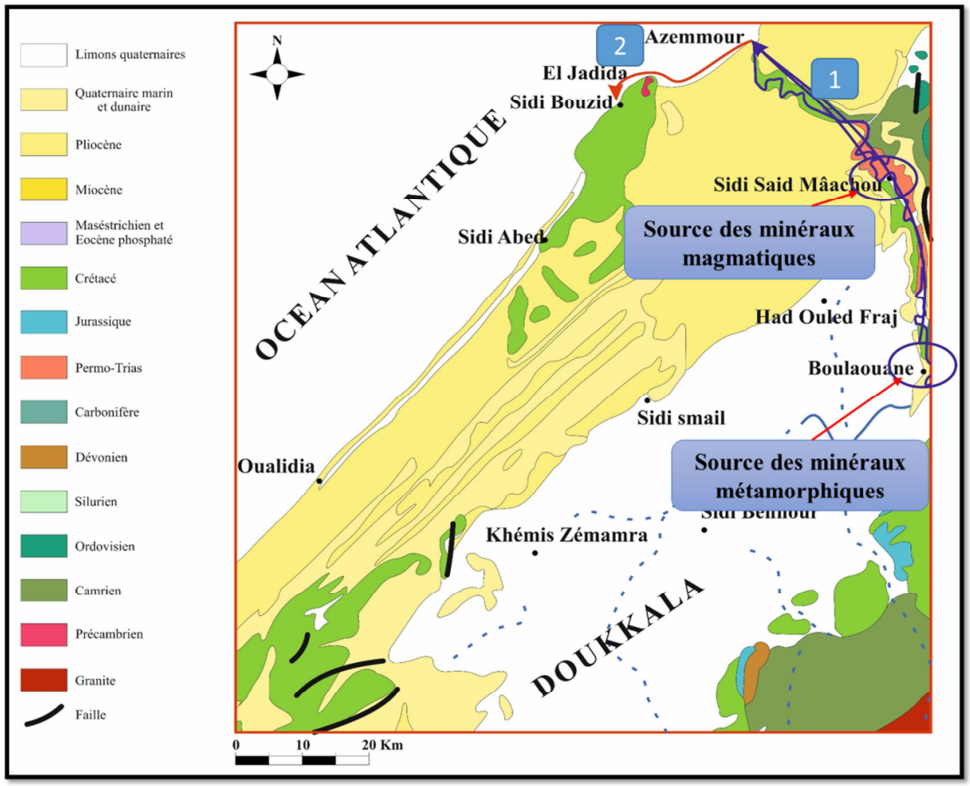


Figure 11 : Origine et transite des minéraux lourds
(1 : via Oued Oum Rbia ; 2 : par la dérive littorale)

5.4 ACTION ANTHROPIQUE

En plus de la réduction de la surface de la plage que cause l'action anthropique (construction de la corniche, des bungalows, des restaurants…), cette plage est fragilisée et exploitée transversalement par des escaliers et des canaux d'eau de pluie mal conçus. Ce qui reflète une gestion non intégrée de cette plage faisant partie d'une des belles stations balnéaires marocaines. Ceci ne reste pas sans conséquences environnementales et socio-économiques, néfastes à moyen et à long terme sur cette station.

6 CONCLUSION

Cette étude montre que la morphologie de la plage de Sidi Bouzid est très variable, parallèlement et transversalement à la cote, et ce de point de vue forme parabolique, dissymétrie, étendue, topographie, falaises, déferlement des vagues et interaction des dynamiques marine et éolienne. L'hétérogénéité et la variation spatiotemporelle des profils de plage sont dues à l'action et à l'interaction de plusieurs facteurs dont l'espace, le rapport dynamique marine/éolienne et l'influence des saisons mais aussi grâce à la fragilisation de la dune par les escaliers, les canaux d'eau de pluie et d'autres infrastructures. Dans l'espace, la berme bien individualisée en hiver témoigne d'une érosion marine plus remarquable au NNE où la plage est également étroite.

Les taux, généralement, élevés des carbonates, prouvent qu'ils proviennent de l'attaque, d'autant plus forte en hiver, du substratum calcaire crétacé par la dynamique marine. Ces taux élevés au SSW et dans les dunes (exceptionnellement en été) s'expliquent, respectivement par l'obstacle que joue la falaise au SSW et favorise la sédimentation et du concassement des débris de coquilles accumulés sur la plage avant leur reprise par le vent pendant l'été. Quant à la texture hétérogène des sédiments, au NNE de la plage, dans la dune en été et en hiver (en général) s'explique, respectivement, par l'impact des rochers de la plateforme, des fluctuations des directions du vent et des tempêtes. La texture est grossière au NNE de la plage, en hiver et au niveau de l'estran en été à cause des mêmes facteurs que ceux qui influencent l'hétérogénéité des sédiments à l'exception de l'estran où c'est l'action anthropique (par creusement lors de la restauration au début de chaque été des escaliers menant à la plage qui modifie le profil et influence la dynamique marine).

Au SSW, les valeurs des indices granulométriques reflètent une dynamique moins agressive par rapport par rapport au NNE.

Cependant transversalement à la plage, le mauvais classement des sédiments, tendent à diminuer de l'estran à la dune en passant par le haut de plage. Ceci est expliqué par la nature de l'agent du transport. En effet, le tri des sédiments par le vent est mieux que celui de la dynamique marine.

En relation avec les saisons, les sédiments sont mal classés pendant l'hiver par rapport à ceux de l'été. Ce qui traduit l'action des tempêtes pendant l'hiver rendant la dynamique marine irrégulière.

Les pourcentages élevés de minéraux lourds métamorphiques (micas et disthène) et magmatiques (pyroxène) traduisent la participation, respectivement, des affleurements métamorphiques (quartzites paléozoïques de Boulaouane) et des magmatiques (basaltes permo-triasiques de sidi Said Maachou) à l'alimentation de la plage de Sidi Bouzid via l'Oued Oum Rbia puis la dérive littorale.

L'action anthropique a trop affecté la plage de Sidi Bouzid par réduction de l'espace de la plage, travaux d'aménagements et de restauration saisonniers, répétitifs et non-respect de lois d'aménagement. Par conséquent, cette plage est devenue très fragilisée en nécessitant une urgente intervention pour la sauvegarder et la protéger.

Enfin, dans la plage de Sidi Bouzid, une nette interaction entre sa morphologie, la dynamique marine et éolienne ainsi que l'action anthropique a été mise en évidence.

REFERENCES

[1] Vatan A. (1967) Manuel de sédimontologie . Technip Ed . Paris 397 p.

[2] AKIL M. (1990) – Les dépôts quaternaires littoraux entre Casablanca et Cap Beddouza (Méséta côtière marocaine) – Etudes géomorphologiques et sédimentologiques. Thèse Doc. Es., Fac. Sci, Rabat, 417p.

[3] ABOUMARIA K., 1993. Les formations quaternaires du Sahel des Doukkala (Meseta occidentale marocaine) : mise en place et évolution post-sédimentaire. Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Mohammed V, Fac. Sci., Rabat, 186 p.

[4] M. OUADIA, (1998) « Les formations plioquaternaires dans le domaine mésétien occidental ente Casablanca et Safi : Géomorphologie, Sédimentologie, Paléoenvironnements quaternaires et Evolution actuelle » Thèse Doct. d'Etat, Univ. Mohammed V, Rabat, Maroc 319 p.

[5] CHAIBI M., 2003. Dynamique sédimentaire et morphogenèse actuelle du littoral d'El Jadida (Maroc). Thèse Doctorat Es-sciences, Univ. Aix-Marseille, 235 p.

[6] OUADIA M. et ABERKAN M. (2003) - Influence des actions naturelle et anthropique sur la Méséta occidentale marocaine (entre El Jadida et Safi). Actes du colloque : Les 2ème journées des Géosciences de l'Environnement, Kénitra, pp. 1-7.

[7] OUADIA M., ABERKAN M., ABOUMARIA Kh. et NISSOUL A. (2005) - Action anthropique dans la Méséta côtière marocaine (Entre Casablanca et Safi) : depuis le Pléistocène supérieur jusqu'à l'Actuel., 3ème Rencontre des quaternaristes marocains, Marrakech, p. 47.

[8] ZOURARAH B., 2002. Les processus côtiers actuels et leur impact sur l'environnement littoral des Doukkala (côte atlantique marocaine): Approche hydrodynamique, morphologique. sédimentologique et géochimique. Thèse Doctorat, d'Etat.

[9] ABERKAN M., ABOUMARIA Kh. et OUADIA M., (2014) – Apport de l'observation du paysage côtier actuel et de l'organisation des séquences littorales sur la paléogéographie du Pléistocène récent au Nord-Ouest du Maroc. Actes RQM6, Tanger, pp. 79-85

[10] ABERKAN M., ABOUMARIA Kh., ZAGHLOUL M.N. et OUADIA M., (2015) - Dynamique littorale et instabilité des formations quaternaires de la façade atlantique marocaine : Impact sur l'aménagement de la zone costière entre Rabat et Larache (Maroc). RQM8, Nador, pp. 39-40.

[11] P. BERNATCHEZ et J. M. DUBOIS, (2004) « Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien », Géographie physique et Quaternaire, 58, n° 1, p. 45-71.

[12] CHAIBI M., SABATIER F., MAANAN M., (2009) « Quantification de transport sédimentaire longshore : application à la baie d'El Haouzia (région d'El Jadida, Maroc) » Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre, 31, 21-27.

[13] OUADIA M., ABERKAN M. et ABOUMARIA K. (2015) - Le complexe dunaire quaternaire du Jorf Lasfar (Meseta côtière occidentale marocaine) : lithostratigraphie, sédimentologie et néotectonique. Paralia, Vol. 8, N°. 1, pp n02.1–n02.14, DOI: http://dx.doi.org/10.5150/revue-paralia.2015.n02

[14] KHOUAJA S., OUADIA M., MOURABITI I. et IRZAN E., (2016) - L'érosion de la falaise de Sidi Bouzid (Côte atlantique marocaine) : Quantification et évolution spatio-temporelle. ESJ, Vol. 12, No 1, pp. 150-163.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 344-351
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Wi-Fi Assisted Communication Network (WACN) - A novel and independent solution for communication over challenged networks

Mahima Mary Mathews and V. Panchami

Computer Science and Engineering Department,
TIST (Cochin University of Science & Technology),
Ernakulam, Kerala - 682313, India

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

ABSTRACT: Communication over the network where the nodes are disconnected and continuously moving is highly challenging; mainly because the probability of an end-to-end network connectivity or stable infrastructure is negligible or almost zero. Spatial Networks, Military Networks, intermittently connected Wireless/Mobile ad-hoc networks, etc. are some examples of such networks. With the advancement of technology and application requirements, the need for communication over these types of networks is increasing. Delay Tolerant Network is an emerging area of networks that target at providing a solution here. Communication over DTN involves forwarding through intermediate nodes that store, carry and forwards the message in an opportunistic way. This store and forward scheme arise many security challenges; most of the security mechanisms available today are irrelevant or cannot be applied in DTN environment. Moreover, DTN based implementations require hardware or software modifications to be applied in existing systems or schemes. Thus, in all, limiting DTN based solutions in the real world. Aiming to address communication over challenged, isolated, damaged or broken networks, this paper proposes, WI- FI Assisted Communication Network (WACN), a communication network of mobile challenged networks that uses DTN based store and forward scheme on the default Wi-Fi capability. The proposed network communicates securely and without depending on any conventional methods, i.e. independent of infrastructure, service provider, internet connectivity etc.

KEYWORDS: Delay Tolerant Network, Challenged Network, Data Forwarding, Security, Communication, Router-less Routing.

1 INTRODUCTION

Internet and almost all the conventional communication schemes rely on end-to-end reachability. In real world, this is not the case; there are areas where the establishment of an end to end connectivity is beyond affordable and areas where end to end connectivity is broken. “Challenged” refers to having disabilities, impairments or lacking some conventional or generalized features. Challenged networks compared to conventional networks, face issues which include high error rates, bidirectional data rate asymmetry and unpredictable and unstable end to end path. In short, Challenged Networks are those networks that do not meet Internet or earth bound network communication design assumptions. Few examples of these types of network include:

- Mobile Networks: This network is completely unpredictable due to changing signal strength and high mobility. MANETs and its different categories can be included in this category. For example: The traffic information from a particular location to another can be carried by buses moving in the same route. Again, as they move from place to place they can be used to share or collect information to and from different locations, even with locations where an end to end connectivity could be impossible.
- Space Networks: These networks are designed for the exploration and study of the solar system and the universe. They include communication between spacecrafts; stations with large antennas with large databases and with Earth bound networks.

Corresponding Author: Mahima Mary Mathews

- Sensor Networks: These networks collect sensory information about space, environment, physiology etc. Sensors are small scale autonomous devices, network with sensors as nodes are highly challenged and infrastructure less.
- Military Networks: These are networks that operate in complete isolation and require high security. Here chances of mobility, environmental factors, or intentional jamming are high. The accuracy and authenticity of data and its origin is highly valued and any compromises can lead to high consequences.

We discussed very few scenarios of challenged networks above. In case of a disaster a completely functional network is also becoming a challenged network in no time. In fact, since the conventional network is dependent on many factors, they can again be called a challenged network in absence of any of the factors on which it depends.

Apart from challenges in the infrastructure and end to end connectivity, there are other drawbacks in depending conventional schemes for all sorts of communication. In case of communication to a device nearby or that is continuously in contact, conventional networks or schemes are actually wasting the bandwidth and resources by simply depending on the internet and service providers. For example: If there is a information to be shared with all the students in an institution, usually this information is sent via mail to all the students or heads of the departments and they again forward it to all the students. All the students download the same to retrieve the information. Here, unwanted sharing and downloading of data happens massively, even when all these students and the source of the information is in contact with each other.

1.1 OUR CONTRIBUTION

In this paper, we try to provide an easy and feasible solution to establish a communication network in challenged networks without additional hardware requirements and independent of routers, servers, service provider, internet etc. It uses DTN based store and forward scheme along with novel routing scheme to communicate. Thus, Wi-Fi Assisted Communication Network is a real world scenario of Delay Tolerant Network. The network is helpful in environments where a probability of an end-to-end network connectivity is less, reduce the dependence on service provider communication channels, limit data chargers etc.

1.2 PAPER ORGANIZATION

The remaining sections are arranged as follows: Section 2 we see how DTN is the best solution for communication over challenged networks and some study over technologies that can help us implement DTN based independent solution for communication over challenged network. Section 3 describes the details of proposed network, its working and focus on security considerations and Section 4 concludes the paper.

2 RELATED WORKS

The Internet Protocol works on some built in assumptions; these assumptions make the conventional internet protocol unsuitable for some kinds of environments. These assumptions are [1]:

- That an end-to-end path between source and destination exists for the duration of a communication session.
- That (for reliable communication) retransmissions based on timely and stable feedback from data receivers is an effective means for repairing errors.
- That end-to-end loss is relatively small.
- That all routers and end stations support the TCP/IP protocols.
- That application need not worry about communication performance.
- That endpoint-based security mechanism is sufficient for meeting most security concerns.
- That packet switching is the most appropriate abstraction for interoperability and performance.
- That selecting a single route between sender and receiver is sufficient for achieving acceptable communication performance. [1]

2.1 DELAY TOLERANT NETWORK

Applications with DTN enabled transmit application layer arbitrary length messages (subjected to any sort of implementation limitations). Here, the relative order might not be preserved. In DTN, messages are transferred as “bundles”, similar to “packets” in conventional communication protocols. Messages in the form of protocol “bundles” may contain all the information and details the requesting application wishes to send. They are sent, received and delivered to applications

in an atomic fashion, although bundles may again be split up during transmission. Bundles also contain an optional "report-to" endpoint identifier, which is used when special operations to direct diagnostic output are requested to an target other than the sender [1][2][3].

The DTN architecture can be compared to postal operation. DTN, like most of the postal services offer "relative" measures of priority (low, medium, high) for traffic that's being carried. It also offers basic notifications. An essential element of the postal service style of operation for networking is that messages have a place to wait in a queue until an outbound communication opportunity ("contact") is available. This highlights the following assumptions [3]:

- That storage is available and well-distributed throughout the network.
- That the storage is sufficiently persistent and robust to store messages until forwarding can occur.
- That this "store-and-forward" model is a better choice than attempting to effect continuous connectivity or other alternatives [1] [2] [3].

2.2 NETWORK INTERFACE

To have near world solutions for the implementation of a communication network, that is independent of conventional networking devices, infrastructure, end-to-end connectivity, schemes or protocols, we had to identify the best possible network interface that is commonly available without additional cost in the current scenario. A solution that is fast and reliable. Any required changes in the communication can be done with minimal changes in the current configuration, etc.

Bluetooth [4] is a standard for wireless communications based on a radio system basically designed for short-range, cheap communications devices. The applications of this range are known as WPAN (Wireless Personal Area Network). In Bluetooth configuration, whenever a device is turned on, it operates as a slave of a running master device. Bluetooth has several types of connection predefined, all with a different combination of bandwidth available, error protection and quality of service. After connection establishment, they can optionally authenticate and communicate or proceed even without authentication. The master and slave devices can switch their roles, which is really necessary in scenarios where the devices want to participate in more than one network communication [5].

Wi-Fi [5] the aim of the IEEE 802.11 standard [6] [7] [8] [9] is provide wireless connectivity to enable quick installation for devices like portable computers, PDAs, etc. inside a (Wireless Local Area Network). Wi-Fi has the MAC procedure defined, which accesses the physical medium (infrared or radio frequency).). In Wi-Fi configuration, whenever a device is turned on, the Wi-Fi station will scan for the available channels in order to discover the active networks. Here, the device can select any network of its choice, in case of ad-hoc mode it can start communication directly and in case of infrastructure mode it goes in for communication after an authentication process with the access point that is done at the initial stage and associates with it. There are multiple security options that can be implemented. Wi-Fi has several degrees of quality of service ranging from best effort to prioritized, in case of infrastructure networks there is guaranteed services. While part of a network, stations can keep discovering new networks and can disconnect from the current one and move to another for many reasons, e.g. because of stronger signal. The stations can sleep to save power, also can deauthenticate and disassociate from the access points as required in case of infrastructure mode [5].

Wi-Fi Direct [10] refers to the direct device to device connectivity. It was already possible in the original standard IEEE 802.11 in the ad-hoc mode of operation. But this was not commonly used and also has several drawbacks not yet addressed like the power saving support, extended QoS, etc. Wi-Fi Direct devices were formally known as Peer-to-Peer (P2P) Devices, communicate basically by establishing the P2P Groups, which are similar to the traditional Wi-Fi infrastructure. Here, P2P Group Owner (P2P GO) is the device implementing AP-like functionality [10]. As with Wi-Fi, it's considered to be vulnerable so the security achievement and the schemes to achieve them is a major focus to have Wi-Fi Direct based applications trustworthy.

The network interface should facilitate us with capabilities of modifying the configuration and communication features without additional hardware and software modifications. All the configurations of Wi-Fi can be easily used for any sort of scheme developments in mobile specific environment and can also be made platform and device independent.

3 THE PROPOSED NETWORK

Wi-Fi Assisted Communication Network makes use of the default Wi-Fi (specifically the Wi-Fi direct, or can use hotspot feature in case of device without Wi-Fi direct as default configuration) capability in network devices to establish a

communication network that is independent of routers, servers, service provider, internet etc. This network is a continuously re-configuring challenged network, thus a real world scenario of DTN (Delay Tolerant Network) and makes use of DTN based data forwarding approach for data transfer. Wi-Fi Assisted Communication Network supports nodes to make public announcements and to communicate between known nodes.

In Wi-Fi Assisted Communication Network, for every node, the remaining nodes can be categorized into two groups:

- Known Nodes: They are nodes that have established a direct connect at least once. Known nodes have a shared secret key specific to them, i.e. for each pair. The nodes are connected directly periodically and update the secret key; the duration of updates depends upon the application and can be used to remove a node from the list of Known nodes. They are also called Private or Trusted Nodes.
- Un-Known Nodes: They are nodes that never had a direct connection. They can also be nodes that are removed or rejected from the list of Known Nodes. Un-Known nodes do not have a shared secret key. They can also be called Public or Un-Trusted Nodes.

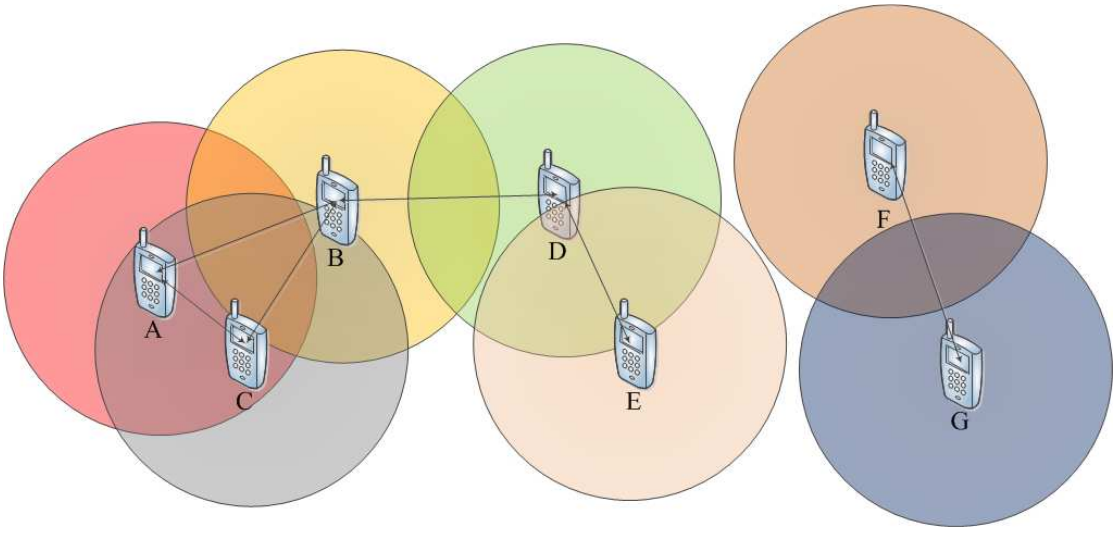


Fig. 1. Wi-Fi Assisted Communication Network – WACN

The Fig. 1 illustrates a typical Wi-Fi Assisted Communication Network. Here two networks are established, one consisting of nodes A, B, C, D and E and other consisting of nodes F and$G$. Here:

- Nodes A and F, even if they are Known nodes communication between them is not possible.
- Nodes A and B, even though they are within the range communication between them is possible if and only if they are Known nodes.
- Node A's Public announcement is visible only to nodes B and C and not visible to node D, even if A and D are Known nodes.
- Nodes A and E, Communication between them is possible even though they are not in range to each other if nodes A and B, B and D, D and E are all known nodes.

Availability Table: This table is similar to the routing tables that we see in conventional schemes. Every node has its availability table that tracks the availability of its Known nodes and is updated periodically. The availability table consists of two columns, the "Known nodes" and "Availability". Known Nodes includes the list of all the Known nodes. For any row i.e. for a given Known node, Availability value is 1 if the node is currently within range and Availability value is 0 if the node is not within the range. The column "Node" in Availability Table will be unique identification values of each node (For example: MAC address). This table assists in deciding the routing paths for communication involving data forwarding through intermediate node. For example: Let's consider all the nodes in Fig. 1, assuming that all nodes are Known nodes, Availability Table for nodes A, D and F will be as below:

Table 1. Availability table for node A

Known NODEs	AVAILABILTY
B	1
C	1
D	0
E	0
F	0
G	0

Table 2. Availability table for node D

Known NODEs	AVAILABILTY
A	0
B	1
C	0
E	1
F	0
G	0

Table 3. Availability table for node F

Known NODEs	AVAILABILTY
A	0
B	0
C	0
D	0
E	0
G	1

3.1 PUBLIC ANNOUNCEMENTS IN WACN

Wi-Fi Assisted Communication Network enables the nodes to do public announcements to all the nodes within its Wi-Fi range irrespective of Known or Un-Known Nodes. The announcements can be made available with or without displaying the sender information to the nodes, which is decided by the sender.

The Fig. 2 illustrates public announcements by node A. Public announcements are done after deciding whether the message is to be displayed along with the sender details or not. The announcer node checks for all the nodes that are within range and ready to receive the message (message will be delivered only to the ready nodes; forced delivery of message to public nodes is not possible). The message is sent to these nodes and upon retrieval they are displayed with or without the details of the sender as per the sender's decision. Public announcements can be very important feature for information passing over a small area and to share information to a set of nearby Un-Known nodes. This can be used in case of emergencies, announcements of any local events or advertisements without the service provider and network charges. In cases of natural calamities or for a network within an organization, college, etc. or even in a mall to announce some events to all inside the mall, a central broadcaster can be used to broadcast messages to all the devices.

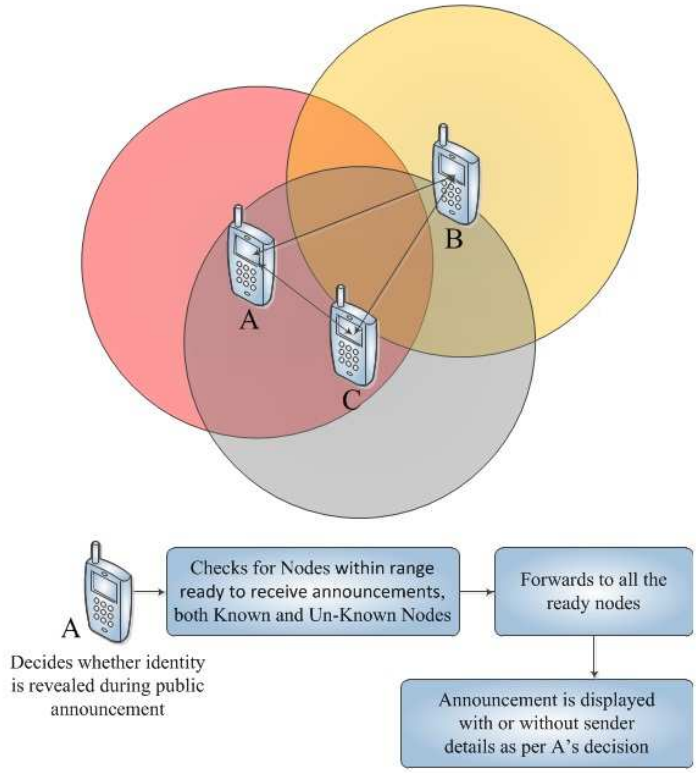


Fig. 2. Public Announcements in WACN

3.2 DATA ROUTING OVER WACN

Wi-Fi Assisted Communication Network enables the nodes to communicate with the Known nodes that are within its range and also with Known nodes that that within the range of its Known Nodes in a chain i.e. in short to communicate with all Known nodes that are within the Wi-Fi Assisted Communication Network. The Fig. 3 illustrates communication between nodes in Wi-Fi Assisted Communication Network where node A wants to send message to node D. Here it's assumed that all the nodes A and B, B and$C$, C and D are Known nodes and each node "X" and has a secret key, "k_{XY}" with every other node "Y". Secret keys can be part of Availability table or stored separately. It's always better to keep secret key database in encrypted form, known only to the node, to avoid comprising of the entire list of secret keys. The steps involved in secure routing of data from Node A to Node D are:

- Node A checks its Availability Table to know if Node D is available for direct communication. Here, Node A understands that D is not available and moves on to the next step of routing. If D was available, data could be shared directly with or without encryption depending upon the application or based on user decision.
- Node A enquires with its available nodes or Checks their availability table (possible when the Availability table is public, which depends on the application) if Node D is available.
- Receives response from Node B , "1": available and response from Node$C$, "0": not-available.
- The above request-response can go to multiple levels and first positive response is selected for deciding the route, this can again vary depending upon the application. Here, we fix the route $A \rightarrow B \rightarrow D$, once B and D are ready.
- Once B is ready, the message encrypted using k_{AD} is send to B, which holds the information that it needs to be forwarded to D and that its not intended for B. B responds back with an acknowledgement.
- Node B forwards this message to D and only D can decrypt the message to see the information. D responds back to B with an acknowledgement ACK and the same ACK will be forwarded back to A by B.

Message is deleted from each intermediate node when the intermediate acknowledgments are received. The initiator considers the message to be delivered only when it gets the ACK forwarded back from the original recipient. If there is any difficulty in intermediate forwards of the message or the acknowledgments, the message is simply discarded or intermediate

re-send is done after certain period of time which is configured and decided based on the application. The initiator can reinitiate the process after waiting for the acknowledgement for a certain amount of time, possibly greater than the waiting or re-sending time of intermediate nodes. This can be a very useful solution in case of breakage of conventional network infrastructure due to natural disasters or any other reason and requires an immediate restoration of network locally after identifying Trusted Nodes. It can be used to exchange information between frequently connected devices (For example: Network within a company or college) reducing the service provider and internet charges to a greater extent. The routing is more secure when we restrict this to scenario were nodes A, B, D and E are all known nodes i.e. requires verification by the initiator that all the nodes in the routing path are Known nodes.

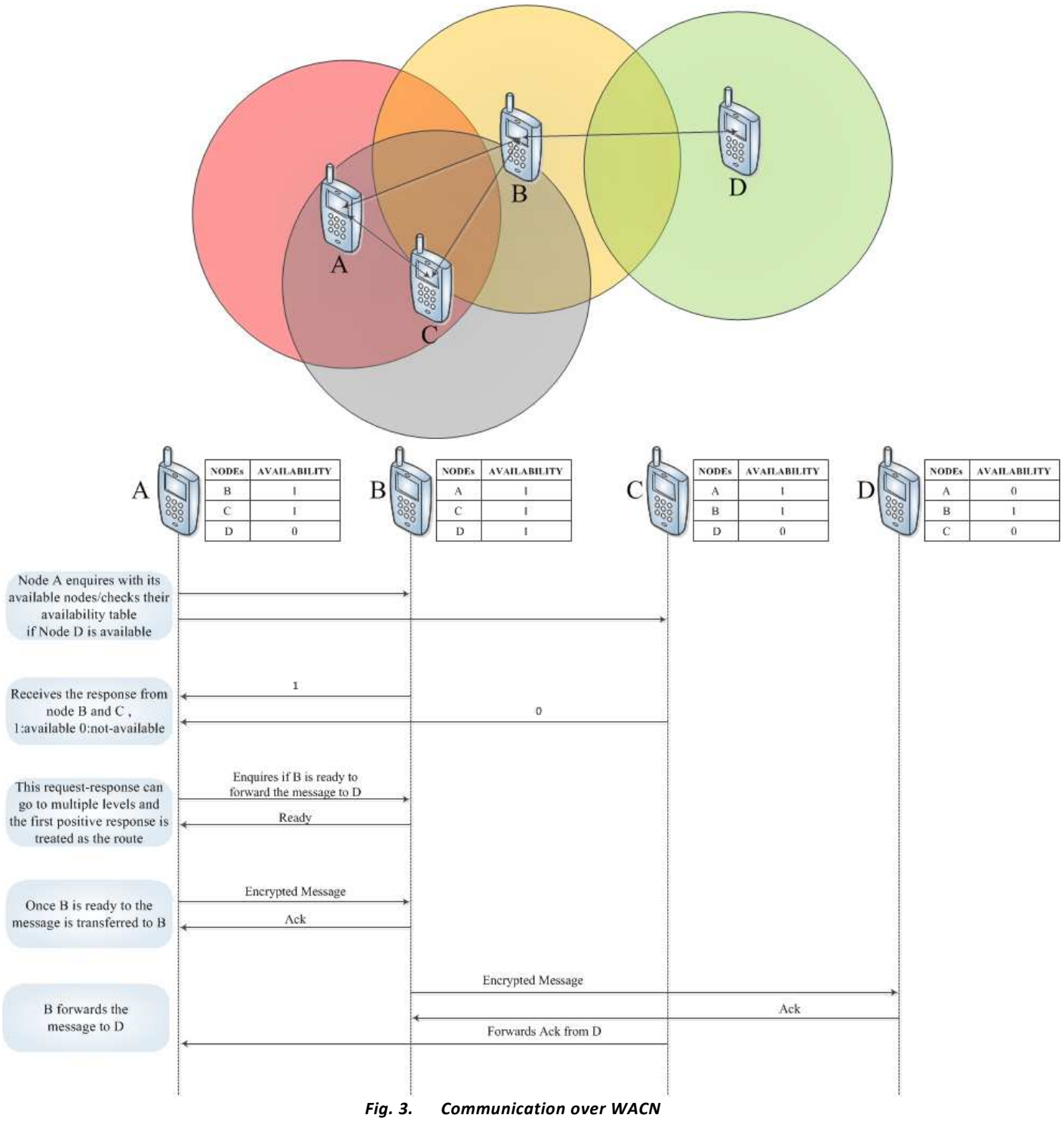


Fig. 3. Communication over WACN

3.3 SECURITY CONSIDERATION

In our Wi-Fi Assisted Communication Network, the secrecy of the message is assured using the secret key shared between each node pair. Periodic updates of the secret key reduce the chances of these secret key being compromised. Periodic check over the Availability Table and its members, will always improve the efficiency and effectiveness of the system. The secret keys can be stored in encrypted form, in each node to avoid the huge network attack, which can happen if the database with secret keys is compromised. The other security parameters like integrity, non-repudiation, error control etc can be easily achieved with amendments in the implementation of message transfer without many changes in the process and without affecting the properties and behavior of Wi-Fi assisted communication network. We are currently proceeding with analysis and research to develop complete scheme to addressing all security requirements.

4 CONCLUSION

WACN provides a Wireless Private and Secure Communication Network and is a promising solution for many communication challenged scenarios existing today and that can arise in the future. The usage of the default capabilities in existing devices can make this an easy to implement solution in this area. It can reduce the network traffic and again reduce the charges and dependence over internet connectivity and service provider. Those networks that were broken or isolated will never stay the same once we have Wi-Fi assisted communication network established. A single device connected to the internet will suffice for the data to be transferred to the entire nodes. With the advancement of technology; with faster devices that have more storage space and can allocate space for data forwarding; by replacing Wi-Fi with more faster P2P data transfer techniques (For example : Li-Fi); schemes to handle security issue; this network will be future of communication networks. Identification and handling of selfish and malicious nodes will be an interesting and valuable future work.

REFERENCES

[1] V. Cerf, S. Burleigh, A. Hooke, L. Torgerson, R. Durst, K. Scott, K. Fall, H. Weiss, ”Delay-Tolerant Networking Architecture”, April 2007.
[2] Kevin Fall,”A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets”, 2003.
[3] F. Warthman,”Delay-Tolerant Networks (DTNs): A Tutorial v1.1”), Wartham Associates, 2003.
[4] IEEE Std 802.15.1-2002 IEEE Std 802.15.1 IEEE Standard for Information technology- Telecommunications and information exchange between systems- Local and metropolitan area networks- Specific requirements Part 15.1: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Wireless Personal Area Networks (WPANs).
[5] Erina Ferro, Francesco Potort, Bluetooth and Wi-Fi Wireless Protocols: A Survey and a Comparison, 2004 IEEE. Accepted for publication in the IEEE Wireless Communications magazine, 2004-06-30.
[6] ISO/IEC 8802-11; ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 edn Information technology - telecommunications and information exchange between systems - local and metropolitan area networks - specific requirements. Part 11: wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications...
[7] ISO/IEC 8802-11:1999/Amd 1:2000(E); IEEE Std 802.11a-1999 Information technology- telecommunications and information exchange between systems- local and metropolitan area networks- specific requirements part 11: wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications amendment 1: high-speed physical layer in the 5 GHz band.
[8] IEEE Std 802.11b-1999 Supplement To IEEE Standard For Information Technology- Telecommunications And Information Exchange Between Systems- Local And Metropolitan Area Networks- Specific Requirements- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) And Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-speed Physical Layer Extension In The 2.4 GHz Band.
[9] IEEE Std 802.11g-2003 (Amendment to IEEE Std 802.11, 1999 Edn. (Reaff 2003) as amended by IEEE Stds 802.11a-1999, 802.11b- 1999, 802.11b-1999/Cor 1-2001, and 802.11d-2001).
[10] Daniel Camps Mur, Andres Garcia Saavedra and Pablo Serrano,”Device to device communications with Wi-Fi Direct: overview and experimentation”, Jul 17, 2015.

International Journal of Innovation and Scientific Research
ISSN 2351-8014 Vol. 25 No. 1 Jun. 2016, pp. 352-359
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijisr.issr-journals.org/

Performance analysis of Broadcast Neighbors Discovery Protocol for Mobile Ad hoc Networks based on node mobility

E. Gnanamanoharan[1] and R. Bensraj[2]

Department of Electrical Engineering,
Annamalai University,
Tamil Nadu, India

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

ABSTRACT: In ad hoc networks, wireless devices, simply called nodes, have limited transmission range. Therefore, each node can directly communicate with only those within its transmission range (i.e., its neighbors) and requires other nodes to act as routers in order to communicate with out-of-range destinations. Broadcasting of control packets throughout the entire network is essential for the route discovery, route maintenance and forwarding data packets to every pair of source and destination. Flood routing is a very simple routing strategy that a packet received from a node is copied and transmitted on all outgoing links of that node except for the link that the packet arrived from. After the first transmission, all the routers within one hop receive the packet. After the second transmission, all the routers within two hops receive the packet, and so on. Unless a mechanism stops the transmission, the process continues; as a result, the volume of traffic increases with time cause a serious waste of resources creates broadcast storm problem. In this paper, a new broadcast neighbor discovery routing is implemented to reduce the overhead associated with flooding. A node selects a group of its neighbors for forwarding the packet being broadcast to additional nodes. The performance metrics are analyzed using NS-2 for varying number of data senders (multicast group size) and data sending rate (offered traffic to the network) over QoS aware group communication. Simulation results show that our scheme performs well in most cases and provides robust performance even with high traffic environments. The simulation experiments show that new method can reduce the overhead for different node mobility speed, as compared with the conventional AODV and DSDV routing protocols.

KEYWORDS: MANET, AODV, Rebroadcasting, Flooding, Route Discovery, Routing overhead.

1 INTRODUCTION

In ad hoc networks all nodes are mobile and can be connected dynamically in an arbitrary manner and can act as transceiver also as a router at the same time without relying on any infrastructure or central management i.e. is operating without any assumptions of pre-planning, notably without any a priori designation of which devices are to be acting as routers in order for connectivity in the network to be assured. The advantages of ad hoc networks lie in their low costs (because no infrastructure is required) and high flexibility. The drawbacks include reduced efficiency, smaller communication range, and restrictions on the number of devices that can be included in a network. Broadcasting in a challenging issue in MANETs than wired networks due to node mobility and limited network resources. There is no single optimal approach for all situations because of the random node movement patterns. Reliable Broadcasting in Ad-hoc networks poses more challenges than the one in wired networks for the following reasons: node mobility, temporary network partition and scarce system resources. The wireless medium has variable and unpredictable characteristics of the signal strength and the propagation fluctuate with respect to time and environment resulting in disconnection of the network at any time . The strength of the received signal depends on the power of the transmitted signal, the antenna gain at the sender and receiver, the distance between mobile nodes, the obstacles between them, and the number of different paths the signals travel due to reflection. Since MANETs have limited channel bandwidth availability and low battery power, their algorithms and protocols must conserve both bandwidth and energy [7]. Further node mobility also creates a continuously changing communication

topology in which existing routing paths break and new ones form dynamically. This approach is based on selecting a group of one hop neighbor act as forwarding node to carry out a broadcasting process and minimize the redundant rebroadcast.

1.1 EFFECT OF HELLO MESSAGE

Mobility metrics focus on a node and changes in its neighborhood. A node simply depends on exchanging "Hello" messages to sense the neighbors and depend on message exchange to sense the neighbor changes. Hello protocol is the basic technique for neighborhood discovery in wireless ad hoc networks. It requires nodes to claim their existence/ aliveness by periodic 'hello' messages. Central to a hello protocol is the determination of 'hello' message transmission rate. Undesired disruptions in wireless communication, transmission power changes, or loss of synchronization between neighboring nodes due to node mobility. The main difference between neighbor discovery in infrastructure wireless networks and MANET's are that neighbor discovery in the former is performed only by the central node, for which energy consumption is not a issue. In addition, the hidden nodes are assumed to be able to hear the HELLO messages broadcast by the central node. In contrast, neighbor discovery in MANET's is performed by every node, and hidden nodes cannot hear the HELLO messages when they sleep. This is because any new node, or a node that has lost connectivity to its neighbors, can hear its neighbors simply by listening to the channel for a short time. So a special neighbor discovery scheme should be used.

The usefulness of a hello protocol highly depends on the transmission rate of 'hello' message [3]. If the rate is too high with respect to node mobility, precious communication bandwidth and energy will be wasted for unnecessarily frequent transmissions. On the other hand, if it is too low, neighbor tables will quickly become out-of-date, leading to failure in other network operations and thus bandwidth waste and energy loss in those other operations. An optimal hello protocol maintains accurate neighborhood information at minimal 'hello' transmission rate. Unfortunately, no constant rate can always remain optimal in dynamic MANET. The rate should evolve together with the network along time for the best performance. But the impact of hello protocol on the network performance has not been studied until recently in [11, 14]. Existing hello protocols all have noticeable limitations and weaknesses. The neighbor discovery process usually entails the exchange of identities (e.g., MAC addresses) between two adjacent nodes.

1.2 DETECTING NEIGHBOURHOOD CHANGE

If a node does not transmit 'hello' message, its neighbors will consider their location estimates for that node are correct. They are not able to distinguish this situation from node failure, where the node is malfunctioning and will never transmit 'hello' message. If a new neighbor arrives without sending 'hello' message (it is possible when the current set of neighbors of that node all have acceptable location estimates), the node will not be able to know it or update its neighborhood. Additional mechanism is needed for detecting neighborhood change and improving the algorithm performance. A straightforward method is to use constant low frequency 'hello' message, regardless of node mobility. While 'hello' message loss implies node departure, forced 'hello' transmission increases the chance of new neighbor discovery.

1.3 REVIEW OF BROADCASTING PROTOCOLS

Broadcasting is the backbone of most network layer protocols, providing important network management control and route establishment functionality. Broadcasting is a fundamental operation in MANETs whereby a source node sends the same packet to all the nodes in the network. In multi-hop MANETs where all the nodes may not be within the transmission range of the source, intermediate nodes may need to assist in the broadcast operation by retransmitting the packet to other remote nodes in the network. In traditional broadcast settings, the dissemination of packets often uses up valuable network resources such as node power and bandwidth. Hence, it is important to carefully choose the intermediate nodes so as to avoid redundancy in the dissemination process. Several broadcast approaches have been suggested in the literature including simple flooding, probability based, location based method and neighbor knowledge based approaches [7] [8]. In simple flooding, source node first broadcasting a packet to all neighbors. It is forwarded by every neighbor in the network exactly once until all reachable network nodes have received that packet. Though simple flooding ensures the entire coverage, it has the largest forward node set and may cause broadcast storm problem in the network. Probability and location based methods are proposed to solve the broadcast storm problem [9] a node rebroadcasts the received packets according to a certain probability and exploiting the geographic information respectively. In these schemes, each node will estimate its potential contribution to the overall broadcasting before forwarding a broadcast packet. If the estimated contribution is lower than a given threshold, it will not forward the packet. However, the estimation methods are some time inaccurate and cannot ensure the full network coverage.

In neighbor-knowledge-based approaches, periodic exchange of neighborhood information among nodes via “Hello” packets, which is used in the decision to rebroadcast. A small set of forward nodes is selected to avoid flooding in the whole coverage.

2 RELATED WORK

The following are the qualitative and quantitative analysis of broadcasting methods of MANET by means of different performance metrics. An efficient broadcast protocol for ad hoc networks using directional antennas IN [7]. This protocol, called directional self-pruning (DSP), is a non-trivial generalization of an existing localized deterministic broadcast protocol using Omni directional antennas. Compared with its Omni directional predecessor, DSP achieves much lower broadcast redundancy and conserves bandwidth and energy consumption. The broadcast algorithms based on the dynamic approach typically have small maintenance cost and are expected to be robust against node failures and network topology changes. Many local broadcast algorithms in this category use local neighbor information to reduce the total number of transmissions and to guarantee full delivery. Many algorithms such as probability-based and counter-based [6], do not rely on neighbor information. These algorithms typically cannot guarantee full delivery but eliminate the overhead imposed by broadcasting “Hello” messages or exchanging neighbor information. Many of the existing neighbor-information-based broadcast algorithms in this category can be further classified as neighbor-designating and self-pruning algorithms. In neighbor designating algorithms [9]–[11], each forwarding node selects some of its local neighbors to forward the message. Only the selected nodes are then required to forward the message in the next step. For example, a forwarding node u may select a subset of its 1-hop neighbors such that any 2-hop neighbor of u is a neighbor of at least one of the selected nodes [9]. In self pruning algorithms [3], [12], [13], on the other hand, each node decides by itself whether or not to forward a message. The decision is made based on a self-pruning condition. For example, a simple self-pruning condition employed in [12] is whether all neighbors have been covered by previous transmissions. In other words, a node can avoid forwarding/rebroadcasting a message if all of its neighbors have received the message by previous transmissions. ,Neighbor discovery is an important aspect of many algorithms in mobile wireless ad hoc networks [9], [8], [1]. Neighborhoods knowledge is assumed in many routing protocols used in wireless sensor networks. For example in [9] the authors assume that nodes know the location of one- and two-hop neighbors. This information is used to implement a coordinate based routing algorithm. In [8] nodes are assumed to maintain information about their one-hop neighbors in order to perform routing in multi-hop wireless networks. Flooding refers to the process whereby a node rebroadcasts a packet when it receives it for the first time. Although flooding is simple and can achieve delivery to a large percentage of nodes in the network, it has been shown to be expensive and wasteful; it consumes much of the communication bandwidth, wastes network resources and causes serious redundancy, contention and collision, which are collectively referred to as the broadcast storm problem.

Probabilistic flooding achieves good results compared with simple flooding. It reduces transmission redundancy, while being able to reach a large percentage of nodes. However, this approach uses the same probability without taking the density of the node's neighborhood area into consideration. For example, if the node is in a dense area (i.e., has many neighbors), the packet can reach the same set of nodes many times, resulting in broadcast redundancy. A dynamic probabilistic approach, where the broadcast probability, P, is dynamically adjusted based on network density[9]. To adjust the probability, short HELLO packets are used to count one-hop neighbors. If the number of neighbors is high, this indicates that the node is in a dense area. Thus, the chance of receiving numerous rebroadcasts of the same packet is high, and the probability P is set low to avoid redundancy. On the other hand, if the number of neighbors is small, P is set high to increase the chance of reaching the neighbors. Neighbor-knowledge-based schemes make rebroadcast decisions depending on information on neighboring nodes obtained by exchanging HELLO messages.

3 ON DEMAND DISTANCE VECTOR ROUTING

In On demand distance vector routing, routes are built up using RREQ and RREP (similar to DSR): when a source needs to send a packet to a destination for which it does not already have a route, it broadcasts a RREQ. Nodes that hear this request update their information for the source node and set up backward pointers to the source node in the route tables. If the node has a route to the destination, it replies to the source; otherwise, it broadcasts the information to further nodes. Dynamic Source Routing(DSR) can greatly reduce the overhead by performing on-demand routing. The routing procedure consists of two steps: an initial route discovery, followed by route maintenance that reacts to changes in the link states in the network. During the route discovery, the network is flooded with so-called RREQ packets. The route request contains the Identification (ID) of the intended information destination, a unique packet ID, as well as a list of nodes that have already been visited by the message. When a node receives a route request packet, it checks whether it is either the intended destination or has a path to the destination stored in its own routing table. If that is not the case, the node rebroadcasts the

RREQ, adding its own address to the list of visited nodes in the message. If the node is the destination (or has a path to the destination), then the node answers with a RREP, which tracks back along the identified path to the source, and finally informs the source about the sequence of nodes that have to be taken from source to destination. During route maintenance, the protocol observes whether links in the established route are broken. It then either uses an alternative stored route for the destination, or initiates another full route discovery process. A problem in DSR is the so-called reply storm, which occurs when a lot of neighbors know the route to the target, and try to simultaneously send the information. This wastes network resources. Route reply storms are prevented by making each node that wants to transmit wait by an amount of time that is inversely proportional to the quality of the route it can offer. In other words, a node that wants to suggest a good route is allowed to transmit sooner than a node that suggests an alternative, worse, route. Furthermore, nodes listen to route replies transmitted by other nodes, and do not transmit if another node has already transmitted a better route.

4 BROADCAST BASED ON DEMAND NEIGHBOUR DISCOVERY SCHEME (BNDS)

BNDS is a neighbor discovery method based on neighbor information. This scheme is an on-demand, broadcast-based ad hoc route discovery protocol that is developed for MANETs. The aim of this scheme is to minimize effect of flooding by reducing redundant broadcasts and also reduces the routing overhead. Each node keeps knowledge of their neighbor's within a 1-hop and 2-hops radius that is achieved by periodic “Hello” messages. Each message contains the node address and list of known neighbors. When a node receives a “Hello” packet from all its neighbors, it has two-hop topology information i.e. only packets that would reach additional neighbors are re-broadcast and select particular set of node to forward the broadcast packet to their one hop neighbors. The sender choose group of one hop neighbors for forwarding the broadcast packet, includes their addresses in the packet header, and broadcasts the packet. Those particular set of nodes receive the broadcast packet is a forwarding node if its address is included in the packet header. Otherwise, it simply drops the received packet. Neighbor nodes repeat the same process carried by the sender. The selection of forwarding node is based on the largest number of neighbors among one hop neighbors with sender is called neighbor degree. If a intermediate node. When a RREQ packet reaches its destination node, the destination sends a reply to the source of the request, and it does not forward the packet. Information on neighbors that is used in the proposed schemes is obtained via HELLO messages that are exchanged periodically similar with conventional AODV.

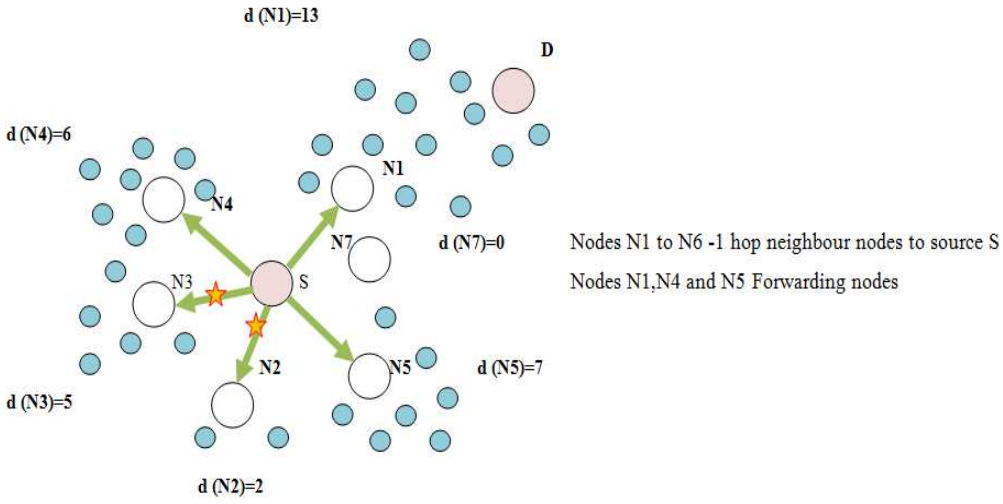


Fig. 1. Selection of forwarding nodes.

Each node follows a parameter called the node degree d, where the degree of node N, degree(N), is the number of one hop neighbors with this node. The degree of a node is equal to the size of that node’s neighbor table and this table contains an entry for each neighbor updated from within specified time intervals. The merit of the degree is considered as the largest number one hop neighbor in the network. Each node broadcasts a Hello message containing its address and degree and a node frequently updates its routing and neighbor tables contain the addresses of all N’s 1-hop neighbors and their degrees sorted in the decreasing order. If a source node S want to transmit the data packet

to destination D, starts sending RREQ to its nearest one hop neighbors and need to choose first three or four forwarding nodes based on order of largest degree. In further need to optimize the number of forwarding nodes (F) depending on the density of the network. We have experimented with F as three. The source node appends their addresses to the RREQ message. Upon receiving the RREQ message, only those nodes whose addresses are among the F neighbors 'addresses will process the message and rebroadcast it further, as shown in Fig.1.The steps of BNDS execution is given in Fig. 2.

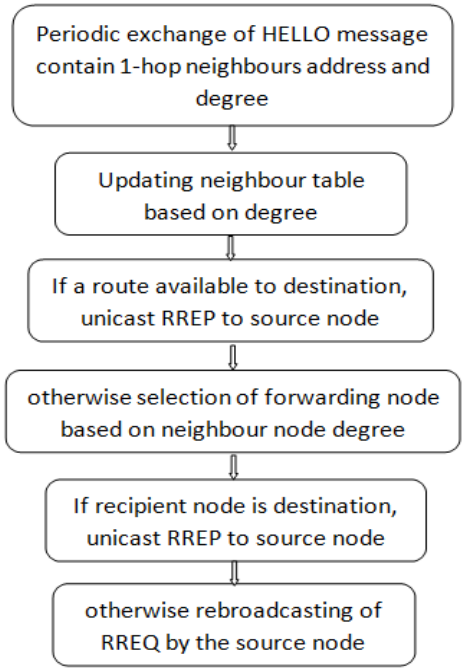


Fig. 2. BNDS Execution

Table 1. Simulation parameters

Parameter	Value
Simulator	Network simulator 2
Routing protocols	BNDS,AODV, DSDV
Number of nodes	50
Simulation area	1000 m X 1000 m
Mobility speed	10,20,30,40 m/s
Transmission range	250 m
Movement model	Random-waypoint
Traffic type	Constant Bit Rate
Packet rate	4 packets/s
Data payload	512 bytes/packet
Link bandwidth	2 Mbps
Simulation time	100 s

5 SIMULATION SETUP

The simulation is carried out with the Network Simulator (NS) 2.34 event driven open source software on a platform with and Ubuntu 9.10.The topological area of 1000 m×1000 m region is chosen with fixed node density as 50 deployed, random waypoint mobile model[14], network setup consists of 50 nodes are CBR data sources placed randomly and transmission range of 250 m moves at variable speed from 10 to 40m/s. The simulation is allowed to run for 100 seconds and runs are repeated ten times with different random seeds. The Distributed Coordination Function (DCF) of the IEEE 802.11 protocol is used as the MAC layer protocol and the network bandwidth is 2 Mbps. The additional simulation parameters adopted in this as shown in Table 1.

6 RESULTS AND DISCUSSIONS

This section presents the impact of node mobility on the performance of BNDS is compared with DSDV and AODV as the base routing protocol, where route discovery is based on flooding and neighbor knowledge . The main aim is to reduce the routing overhead in the route discovery, therefore minimizing collision and increasing the overall performance in the network. The performance of three protocols is evaluated using the following important Quos metrics. They are control overhead, packet delivery ratio, Average throughput and End-to-end delay.

6.1 ROUTING OVERHEAD

It represents the ratio of the number of control packets generated by the protocol to the number of data packets received by the destinations. It considers routing overhead and the MAC control overhead (ARP packets and control packets such as- RTS, CTS and ACK).The three route discovery algorithms impose vastly different amounts of overheads when the node mobility is increase. Fig. 3 demonstrates that BNDS can significantly mitigate the routing overhead incur during the

route discovery process. The routing overhead is gradually increasing with mobility speed due to expense of control packets and overhead is moderate initially in BNDS when compared with the conventional AODV and DSDV. Finally, the mobility speed at 40m/s BNDS demonstrates superior performance over the conventional AODV and DSDV by further reducing the overhead as shown in Fig.3.Overall, the simulation results show that as the mobility speed increases from 10 to 40 m/s , the routing overhead increases for all the three protocols BNDS outperform AODV and DSDV significantly. When speed increases, the probability that packets collide becomes larger, leading to higher route discovery overhead.

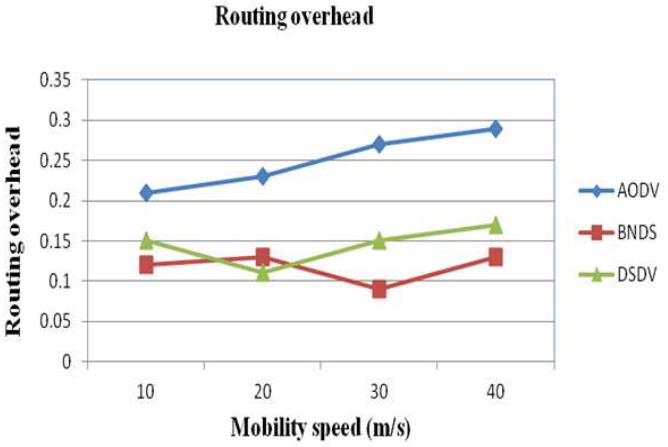


Fig. 3. Mobility speed Vs Routing overhead

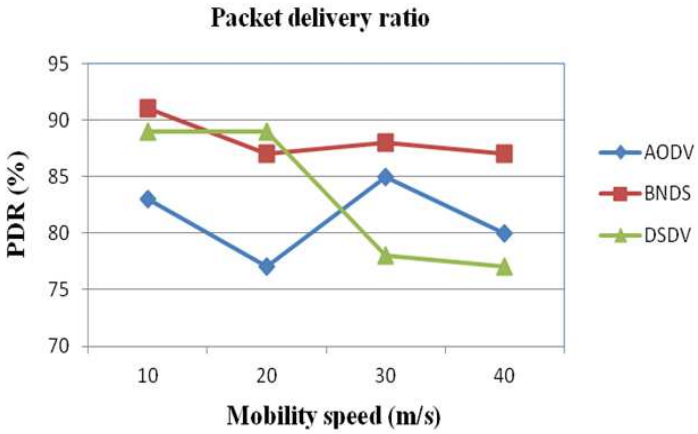


Fig. 4. Mobility speed Vs Packet delivery ratio

The results reveal encouraging benefits in overall routing control overhead but also show that network operating conditions have a critical impact on the optimality of the forwarding probabilities against node mobility.

6.2 PACKET DELIVERY RATIO

It is the number of packets received by the destination to those generated by the CBR source (or) the ratio of the number of data packets received by destination nodes to those sent by the source nodes. Fig.4 shows that increasing mobility speed of the nodes the delivery ratio reduces for all protocols. Reasons for this reduction are packet collisions and dropped packets. It can be seen in Figure . that BNDS is achieved higher delivery ratios than AODV and DSDV for all maximum speed values.

6.3 AVERAGE THROUGHPUT

Average throughput is defined total number of data packets received (bytes) at destinations in one second. Fig. 5 shows average throughput with increasing node mobility. From the above results BNDS can significantly reduce the routing control overhead and increased PDR and average throughput also benefit when compared with the conventional AODV for increasing mobility speed. The effects of node mobility on the performance of the three protocols in terms of average throughput is gradually reduced. The throughputs achieved by all the protocols are nearly same when the mobility around 20 m/s.

6.4 AVERAGE END TO END DELAY

It represents the average delay experienced by each packet when travelling from to destination due to buffering during route discovery, queuing delay at the interface queue, retransmission delays at the MAC, propagation and transfer times. Fig. 6 measures the end-to-end delay of data packets that have been received at the destinations. When node mobility increases, more RREQ packets fail due to broken link to reach the destinations due to high probability of packet collisions and channel contention cause by excessive redundant retransmissions of route request packets. When mobility speed is 40 m/s all the three protocols demonstrates the effects of poor network connectivity on delivery latency. However, BNDS shows that it can achieve better delay under high mobility.

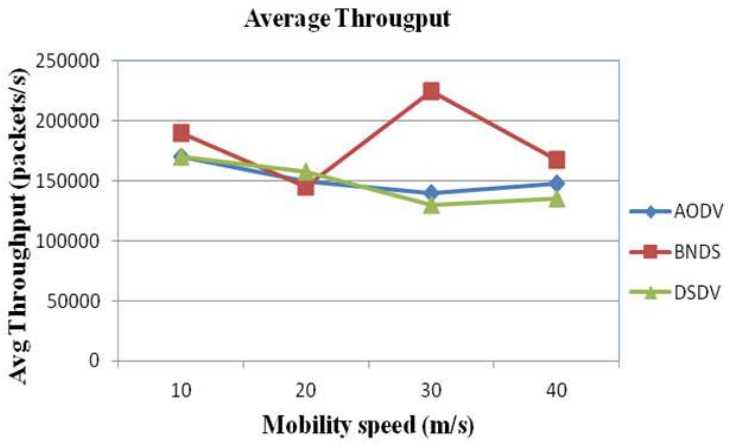


Fig. 5. Mobility speed Vs Average throughput

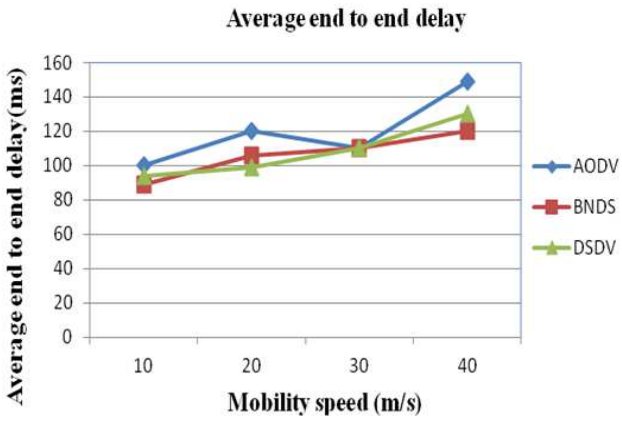


Fig. 6. Mobility speed Vs Average End to end delay

7 CONCLUSION

The major focus of this paper has been the analysis of new probabilistic route discovery algorithms based on locally collected information and the performance is compared with conventional reactive and proactive routing protocols, such as AODV and DSDV. The source node selects a group of its one-hop neighbors for forwarding the RREQ packet based on node degree and this process is repeated by every selected forwarding node, except the destination node. It can significantly reduce the routing overhead and minimize the packet collisions associated with the route discovery process while minimizing end-to-end delay increasing PDR and average throughput. The conventional AODV routing protocol implementation in ns-2 has been modified to obtain neighbor information. Extensive simulation experiments have been conducted base on impact of a node mobility and this approach can generate less rebroadcasts while keeping the reachability high. The results have revealed BNDS exhibit superior performance advantage in terms of routing overhead, average throughput, Packet delivery ratio and end to end delay compared with conventional AODV and DSDV. It would be an interesting prospect to examine the effects of probabilistic broadcast method and impact of mobility speed hybrid routing protocols.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank the authorities of Annamalai University for providing the essential facilities in order to accomplish this piece of work.

REFERENCES

[1] Sanaa A. Alwidian, Ismail M. Ababneh, Muneer O. Bani Yassein (2013),Neighborhood-Based Route Discovery Protocols for Mobile Ad Hoc Networks. IJMCMC 5(3): 68-87.

[2] Abdalla M. Hanashi, Aamir Siddique, Irfan Awan & Mike Woodward (2008), Dynamic Probabilistic Flooding Performance Evaluation of On-Demand Routing Protocols in MANETs. Proc. of the 2008 International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, Vol. 0. pp. 200-204.

[3] Baolin Sun, Chao Gui, Qifei Zhang, Bing Yan, and Wei Liu (2008), A Multipath On-Demand Routing with Path Selection Entropy for Ad Hoc Networks.Proc. of the 9th International Conference for Young Computer Scientists, Nov. 2008, pp. 558-563.

[4] Brad Williams &Tracy Camp (2002), Comparison of broadcasting techniques for mobile ad hoc networks. Proc. of the 3rd ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MOBIHOC 2002), ACM New York, NY, USA, pp. 194-205.

[5] Charles E. Perkin & Elizabeth M. Royer (1999), Ad-hoc on-demand distance vector routing. Proc. of the Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA '99), 25-26 Feb. 1999, pp. 90-100.

[6] David B. Johnson (1994), Routing in Ad Hoc Networks of Mobile Hosts. Proc. of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, IEEE Computer Society, Santa Cruz, CA, Dec. 1994 , pp. 158-163.

[7] Jie Wu, Fei Dai, Mobility Management and its Applications in Efficient Broadcasting in Mobile Ad Hoc Networks INFOCOM 2004. Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies Publication Date: 7-11 March 2004 Volume: 1, on page(s): - 350.

[8] Jie Wu, Fei Dai, "Efficient Broadcasting with Guaranteed Coverage in Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 4, no. 3, pp. 259-270, May/June 2005, doi:10.1109/

[9] M. Bani Yassein, A. Al-Dubai, M. Ould Khaoua & Omar M. Al-jarrah (2009), New Adaptive Counter Based Broadcast Using Neighborhood Information in MANETS. Proc. 2009 IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing , May 2009, pp. 1-7.

[10] Muneer Masadeh Bani Yassein, Mohamed Ould-Khaoua & Stylianos Papanastasiou (2005),Performance Evaluation of Flooding in MANETs in the presence of Multi-Broadcast Traffic. Proc. of the 11th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS05), vol. 2, July 2005 pages 505 – 509.

[11] Muneer Masadeh Bani Yassein, Mohamed Ould-Khaoua, Lewis M. Mackenzie, Stylianos Papanastasiou & A. Jamal (2006), Improving route discovery in on-demand routing protocols using local topology information in MANETs. Proc. of the ACM International Workshop on Performance Monitoring, Measurement, and Evaluation of Heterogeneous Wireless and Wired Networks, ACM Press, Terromolinos, Spain, pp. 95–99.

[12] Muneer Masadeh Bani-Yassein, Mohamed Ould-Khaoua, Lewis M. Mackenzie & Stylianos Papanastasiou 2006), Performance analysis of adjusted probabilistic broadcasting in mobile ad hoc Networks. International Journal of Wireless Information Networks, 13(2), 127–140.

[13] Paul Rogers, & Nael Abu-Ghazaleh (2005), Robustness of network-wide broadcasts in MANETs. Proc.of the 2nd IEEE International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (MASS 2005), Vol. 3, Nov. 2005, pp. 161-185.

[14] Qi Zhang & Dharma P. Agrawal (2005), Dynamic Probabilistic Broadcasting in MANETs. Journal of Parallel and Distributed Computing, vol. 65, pp. 220-233.