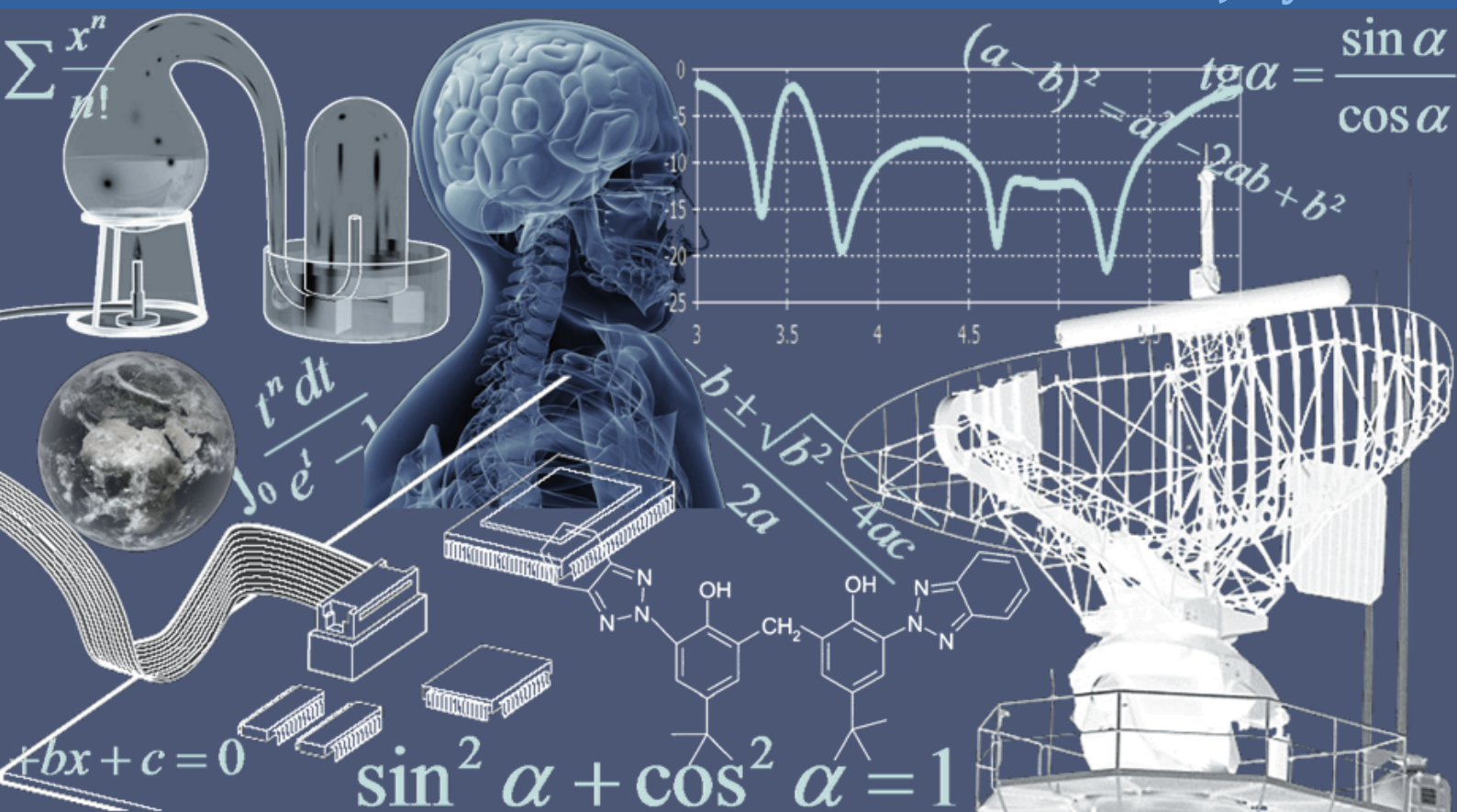


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 12 N. 1 July 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Table of Contents

Analytical solution of the peristaltic flow of a Jeffrey nanofluid in a tapered artery with mild stenosis and slip condition	1-32
HUMAN VOICE ACTIVITY DETECTION USING WAVELET	33-61
Design and Realization of an Arc cosine Pulse Generator for Natural Switching Converter	62-71
The influential of International trends on Egyptian higher education from Perspectives of Social Justice and Quality	72-95
Mise en évidence des doses de fertilisants minéraux à appliquer aux nouvelles variétés de maïs introduites dans la région de Lubumbashi (RD Congo)	96-103
Influence du semis tardif sur la croissance et le rendement du soja (Glycine max Merrill) cultivé sous différents écartements à Lubumbashi, RD Congo	104-109
Production of Cutting Tools from Recycled Steel with Palm Kernel Shell as Carbon Additives	110-122
Sylviculture du <i>Millettia laurentii</i> De Wild. (Wenge) par macroboutures dans les savanes herbeuses du plateau des Batéké à Ibi/RD Congo	123-131
Proposition de claviers téléphoniques pour l'entrée de données dans les langues camerounaises	132-139
La combinaison des herbicides, une option onéreuse dans la lutte contre les mauvaises herbes en maïsiculture à Lubumbashi (RD Congo)	140-147
Vascular cerebral accidents - Toxic habits	148-152
Modern technology used in the production of porcelain and tableware	153-168
Chauffage d'eau d'étangs à base de charbons de bois et son impact sur la variation de température: un cas d'étude en période froide à Lubumbashi (R.D. Congo)	169-175
Les faibles doses d'engrais azotés ne permettront pas d'optimiser le rendement des nouvelles variétés de maïs dans la région de Lubumbashi (RD Congo)	176-182
Seroepidemiological study for patients with diabetes that infected with <i>Toxoplasma gondii</i> in the Babylon province	183-189
La Discrimination auditive comme indicateur de diagnostic de dyslexie chez les sujets arabophones	190-196
The linguistics theory, practice and improving student's skills	197-205
L'impact des chocs externes sur le taux de change Algérien: Application du modèle SVAR - vecteur autorégressif structurel	206-217
Contribution à la cartographie du milieu et des risques liés aux crues d'Oued El Maleh (Tunisie Orientale)	218-227
Elaboration et caractérisation structurale des composés $PbMn_xTi_{1-x}O_3$ ($0 \leq x \leq 0.40$)	228-234
Financial Profitability of Aromatic Rice Production in Some Selected Areas of Bangladesh	235-242
Un Entorno Virtual de Aprendizaje para Algebra Elemental Basado en Juegos y los Principios de la Teoría Cognitiva	243-251
Improving Mothers' Knowledge and Child Calorie Intake through Modified Growth Chart in Deli Serdang Distric, Indonesia	252-265
Evaluation de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères du bassin versant de la Mingosso (région de Yaoundé) par les méthodes paramétriques DRASTIC, SI et GOD	266-286
Effect of Selected Motivational Factors on the Job Satisfaction of Civil Servants within Government Devolved Functions in Nakuru County	287-299

Analytical solution of the peristaltic flow of a Jeffrey nanofluid in a tapered artery with mild stenosis and slip condition

Nabil T. M. El-dabe, Galal M. Moatimid, Mohamed A. Hassan, and Doaa R. Mostapha

Department of Mathematics, Faculty of Education,
Ain Shams University, Roxy, Cairo, Egypt

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

ABSTRACT: This paper investigates the effect of peristaltic flow of a Jeffrey nanofluid in endoscope. The flow is streaming through a tapered artery having a mild stenosis. The influences of heat and nanoparticle concentration on blood flow are also taken into account. Both velocity and thermal slip conditions are considered. The governing equations of motion, energy and nanoparticles are based on a perturbation technique. This technique depends on two parameters. Firstly, the amplitude ratio. Secondly, the small wave number. The distributions of the axial velocity, temperature and nanoparticle volume fraction are analytically derived. The pressure rise and friction force are numerically calculated. The numerical calculations are adopted to obtain the effects of several physical parameters, such as the slip parameter, Brownian motion parameter, thermophoresis parameter, the Reynolds number, the taper angle, nanoparticles Rayleigh number, thermal Rayleigh number and the maximum height of stenosis. It is found that the axial velocity increases with the decrease of the slip parameter. Meanwhile, it increases with the increase of both the nanoparticles Rayleigh number and the thermal Rayleigh number in the region of stenosis. The stream lines are also depicted. It is observed that the trapped bolus decreases in size with the increase of both the Brownian motion parameter and the thermophoresis parameter. In addition, the trapped bolus increases in size with the increase of both the maximum height of stenosis and the taper angle.

KEYWORDS: Peristaltic flow; Jeffrey model; Tapered artery; Stenosis flow; Nanoparticles; Slip condition; Heat transfer; Trapping phenomena.

1 INTRODUCTION

Several researches studied the non-Newtonian fluids because of their importance in industrial and technological applications. Such fluids have a nonlinear relationship between the stress and the rate of strain. Jeffrey model is considered as the simplest non-Newtonian fluid model. It is preferred to describe flow of physiological fluids in tubes and channels. Jeffrey model is a relatively linear model in which the time derivatives are used instead of convected derivatives. It has many industrial applications [1], such as notably polymer systems (melt and solutions) and multi-phase system such as foams, emulsions, and slurries. Also, we may considered it as a blood model. In recent years, several researchers have studied Jeffrey fluid under different conditions. Vajravelu et al. [2] investigated the peristaltic flow of a Jeffrey fluid in a vertical porous stratum with heat transfer under long wavelength and low Reynolds number assumptions. They found that the effects of the Jeffrey number, the Grashof number, the perturbation parameter, and the peristaltic wall deformation parameter have the strongest effects on the trapping bolus phenomenon. Furthermore, Lalitha Jyothi et al. [3] have considered the pulsatile flow of a Jeffrey fluid in a circular tube lined internally with porous material. They calculated the velocity and the flux of the fluid flow. Also, they found that the concentration is dragged towards the velocity profiles of the fluid flow in the tube.

The word "peristalsis" comes from a Greek word "Peristaltikos" which means clasp and compressing. Peristalsis is a well known mechanism for fluid transport in physiology. In this mechanism, sinusoidal waves travel on the walls of the tubes. It very useful in preventing the fluid from being contaminated over short distance. Furthermore, peristaltic has several

industrial applications [4], such as roller and finger pumps, nuclear industry for the transport of corrosive fluids, blood pump machine and heart lung machine. In addition, it is very important in biological mechanism which responsible for various physiological functions of the organs of the human body. It has many physiological activities [5], such as the transport of fluid through lymphatic vessels and transport deionized water and whole blood and deliver phosphated buffered saline into the vein of a rat. Also, the transport of urine from kidney to bladder, transport of food through oesophagus, the movement of eggs in the fallopian tube, transport of the spermatozoa in the cervical canal, transport of blood in heart, transport of bile in the bile duct are considered as another physiological applications. Several theoretical and experimental articles have been examined the peristaltic flows, such as Shapiro [6] and Manton [7]. Their works considered several assumptions, such as long wavelength approximation, low Reynolds number, small wave number and small amplitude ratio.

Blood flow in the artery has some important aspects due to the medical applications. It is a mixture of red cells, white cells and platelets in plasma. It is the bodily fluid which delivers nutrient and oxygen to the cells and transport waste products away. The hemodynamic behavior of the blood flow is influenced by the presence of arterial stenosis. A stenosis is the abnormal growth of tissue. Stenosis means narrowing of any body passage [8]. stenoses may be caused by the impingement of extra vascular masses. Also, it may be formed due to intravascular atherosclerotic plaques which develop at the wall of the artery and protrude into the lumen. It may leads to blood clot, cerebral strokes or heart attack, myocardial infarction and heart failure by reducing or occluding the blood supply [9]. Furthermore, stenosis may damage the internal cells of the wall. Several efforts have been made to investigate the blood flow characteristics through stenosed arteries. Chakravarty et al. [10] investigated the problem of nonlinear blood flow in a stenosed flexible artery. Also, Verma and Parihar [11] discussed the mathematical model of blood flow through a tapered artery with mild stenosis.

Heat transfer analysis is one of the important topic in industrial research and studying chemical engineering. It is the passage of thermal energy from a hot body to a colder one. Bio-heat is considered as heat transfer in human body. It includes thermotherapy and human thermoregulation system [12]. The thermotherapy system is on of the most important application of heat in the human body. The applications of heat (hyperthermia), radiation (laser therapy) and coldness (cryosurgery) help to destroy undesirable tissues including cancer. In physiology, heat transfer is used to study the properties of tissues. The processes of oxygenation and hemodialysis have also been visualized by considering peristaltic flows with heat transfer. Peristaltic flow with heat transfer has many applications in biomedical sciences and industry such as conduction in tissues, heat convection due to blood flow from the pores of tissues, radiation between environment and its surface, food processing and vasodilation. Furthermore, it used to generate metabolic heat and heat transfer due to some external interactions such as, mobile phones and radioactive treatments. Also, convection is seen in the ocean currents, sea-wind formation, rising of plume of hot air from fire, formation of micro-structures during the cooling of molten metals, solar ponds and in fluid flows around heat dissipation fins. The application radio-frequency therapy is important to treat more diseases such as tissue coagulation, the primary liver cancer, the lung cancer and the reflux of stomach acid [13]. Many investigators have reported the influence of heat transfer on peristaltic flow of Newtonian and non-Newtonian fluids. Nadeem and Akbar [14] studied the influence of heat transfer on a peristaltic transport of Herschel-Bulkley fluid in a non uniform inclined tube.

In the last decades, the study of nanofluid is an important area which has attracted the attention of many investigators. Fluids with nano-scaled particles interaction are called as nanofluid. Nanofluids refer to heat transfer liquids with enhanced heat transfer capability. Nanofluid is defined as the study of fluid flow in and around nono-sized objects. Furthermore, it is a new class of fluids designed by dispersing nanometer-sized materials, such as nanoparticles, nanofibers, nanotubes, nanowires, nanorods, nanosheet and droplets, in base fluids. The nonoparticles used in nanofluid are normally composed of metals, oxides, carbides or carbon nanotubes. Water, ethylene glycol and engine oil are common examples of base fluids. The first investigation of the nanofluid was introduced by Choi [15] . Choi [15] reported that an innovative technique to improve heat transfer is done by using nano-scale particles in the base fluid. Further, Choi et al. [16] showed that the addition of a small amount of nanoparticles to conventional heat transfer liquids increased the thermal conductivity of the fluid up to approximately two times. Nanofluids have major applications in heat transfer, including microelectronics, fuel cells, pharmaceutical processes, hybrid-powered engines, domestic refrigerator, chiller, nuclear reactor coolant, grinding and space technology. Also, there are another activities of nanofluids, such as boiler flue gas temperature reduction, biological organisms, snapping shrimps, super-hydrophobic beetle wings and use of charged polymers for lubrication. In addition, the lotus effect for self-cleaning surfaces, membranes for filtering on size or charge (e.g. for desalination), nanoporous materials for size exclusion chromatography, passive selective transport in aquaporins, active transport in ion channels, molecular motors like kinesis and charge based filtration in the kidney basal membrane are considered the important applications of nanofluids [17].

In the cancer treatment, magnetic nanoparticles are injected into the blood vessel nearest to the cancer's tissues. The dynamic of these nanoparticles occurs under the action of the peristaltic waves generated on the flexible walls of the blood vessel. Studying such nanofluid flow under this action is, therefore, useful in treating tissues of the cancer. Mekheimer and

Abd elmaboud [18] found that the tissues of cancer are destroyed if the temperature reaches $42 - 45^\circ \text{C}$. On the other hand, in this application the drug may be placed on the magnetic nanoparticles and is injected near the tumor. Then, the drug is absorbed by the tumor through a high gradient magnetic field, which is concentrated near the tumor center [19]. Therefore, the interaction of nanoparticles in peristaltic flows has now been receiving attentions of many researchers. Akram et al. [20] investigated the influence of peristaltic transport on Jeffrey nonofluid in an asymmetric channel. Also, Ebid and Aly [21] studied the peristaltic nanofluids flow in a channel with flexible walls and slip condition. This study was considered as an application to the cancer treatment. Furthermore, many investigators studied the interaction between nanoparticles and mild stenosis. Ellahi et al. [22] investigated the blood flow of nanofluid with stenosis and permeable walls. Also, the problem of blood flow in the nano-Prandtl fluid of tapered stenosed arteries has been discussed by Nadeem et al. [23].

The effect of vessel tapering is an important factor in studying peristaltic transport. Pandey and Chaube [24] studied the axi-symmetric peristaltic transport of a viscous incompressible viscoelastic fluid through a circular tube whose cross section changes along the length (tapered tube). The Newtonian and non-Newtonian blood flow through tapered arteries with a stenosis have been investigated. Mandal [25] studied the notable characteristics of the non-Newtonian blood flow (Power-law model) through a flexible tapered arteries in the presence of stenosis subject to the pulsatile pressure gradient. Also, Akbar et al. [26] discussed the theoretical study of nanofluid flow through composite stenosed arteries. In studying the peristaltic flow, many researches assumed that the fluid layer next to the surface moves with it, which is so called no slip condition. However, there are another works that considered hypotheses including slippage. The so called slip conditions means that there is a relative motion between the fluid layer next to the fluid surface. It states that the velocity of the fluid at the plate is linearly proportional to the shear stress at this plate [27]. It is very important in the polishing of artificial heart valves. Also, it is important for internal cavities in a variety of manufactured parts, micro-channels or nano-channels. The slip condition plays a vital role in shear skin spurt and hysteresis effects. Furthermore, the fluids that exhibit boundary slip have essential technological applications when a thin film of light oil is attached to the moving plates. Also, it is used when the surface is coated with a special coating such as a thick monolayer. The problem of effects of magnetic field and wall slip conditions on the peristaltic transport of a Newtonian fluid in an asymmetric channel was discussed by Ebid [28]. Also, Abbasi et al. [29] investigated peristaltic transport of copper-water nanofluid in an inclined channel in the presence of velocity and thermal slip conditions.

From the motivation of above discussion, the aim of the present study aims to investigate the effect of heat transfer on peristaltic flow of Jeffrey nanofluid in a vertical annulus. The flow is streaming through a tapered artery with mild stenosis. Furthermore, the influences of slip conditions of velocity, heat and nanoparticles are also considered. The governing equations of motion, energy and nanoparticle volume fraction are based on a perturbation technique. This technique depends on two parameters. Firstly, the amplitude ratio. Secondly, the small wave number. These equations are analytically solved in accordance with the appropriate boundary conditions. The pressure rise and friction force are obtained in terms of dimensionless flow rate Q by using numerical integration. Numerical calculations are adopted to obtain the effects of several parameters, such as the Reynolds number, the slip parameters, Brownian motion parameter, thermophoresis parameter, the taper angle, nanoparticles Rayleigh number, thermal Rayleigh number, the ratio of relaxation to retardation times and the maximum height of stenosis. As a special case of this study, when the previous parameters tend to zero, the results reduce to the same as that found by Fung and Yih [30]. To clarify the problem at hand, in section 2, the physical description of the problem including the basic equations governing the motion with the appropriate boundary conditions are presented. Section 3 is devoted to introduce the method of solution according to a perturbation technique. Through section 4, we introduce some important results that are displayed graphically for pumping characteristics and trapping phenomena. Finally, in section 5, we give concluding remarks based on the obtained results for peristaltic transport and stream lines.

2 FORMULATION OF THE PROBLEM

Consider an unsteady Jeffrey fluid through vertical annulus. The outer tube is tapered and has a sinusoidal wave traveling down its wall with mild stenosis. The inner one is rigid, uniform, and moving with a uniform velocity V_0 . The cylindrical polar co-ordinates system (r, θ, z) are used, so that the z -axis lies along the centerline of the inner and outer tubes. Through this study, we consider the case of an axial symmetry. In other word, non of any physical quantities depend on the coordinates θ . The gravitational acceleration g is also taken into account. The inner and outer tubes are located at $r = r_1$ and $r = R(z) + h_1$, respectively. They are maintained at the uniform temperatures T_0 and T_1 , respectively. Also, they are maintained at the uniform nanoparticles concentration C_0 and C_1 , respectively. The slip conditions are also considered.

The effective radius of the outer tube $R(z)$ [11] is taken as follows:

$$R(z) = \begin{cases} R_1 - m(z + L) & L < z < -z_0, \\ R_1 - m(z + L) - \frac{H}{2} \left[1 + \cos \frac{\pi z}{z_0} \right] & -z_0 \leq z \leq z_0, \\ R_1 - m(z + L) & z_0 < z < d, \end{cases} \quad (1)$$

where $R(z)$ is the effective radius of the tapered artery, R_1 is the radius of the un-tapered outer tube, $H = h \cos \phi$ is the height of the stenosis in the tapered artery, ϕ is the angle of tapering, h is the maximum height of the stenosis, z_0 is the half-length of the stenosis and $m = \tan \phi$ is the slope of the tapered vessel. Sketch of the problem is given in the figure 1.

The ratio between the height of the stenosis and the radius of the normal artery is much less than unity. The arterial is taken to be of finite length $L + d$ [10]. This study focus on all possibilities of different shapes of the artery viz, the converging tapering $\phi < 0$, non-tapered artery $\phi = 0$ and the diverging tapering $\phi > 0$ [25].

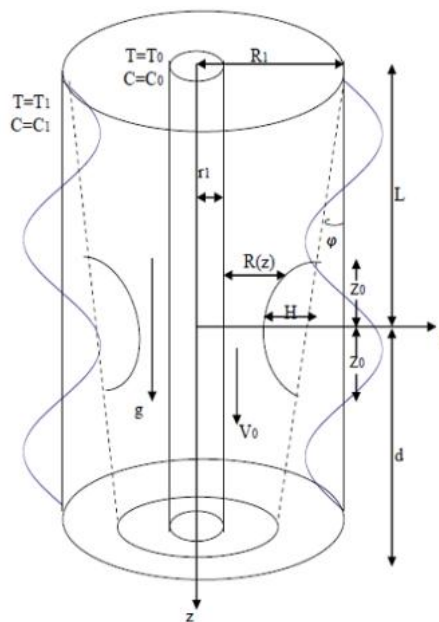


Fig. 1. Sketch of the physical situation of the problem

The prototype of fluid designed by Jeffrey is considered. Therefore, the constitutive equation is then become [1]

$$\underline{S} = \frac{\mu}{1 + \lambda_1} (\underline{A} + \lambda_2 \dot{\underline{A}}), \quad (2)$$

where \underline{S} is the stress deviator, μ is dynamic viscosity, λ_1 is the ratio of the relaxation time to retardation one, λ_2 is the retardation time,

$$\underline{A} = L + L^T, \quad (3)$$

is the rate of strain tensor, (dot) denotes the differentiation with respect to time, $\underline{V} = (u, 0, w)$ is the velocity field and $L = \nabla \underline{V}$.

Since we assume that the base fluid density ρ_f is uniform, it follows that the incompressibility condition is then become

$$\nabla \cdot \underline{V} = 0. \quad (4)$$

The equation of motion may be written as

$$\rho \left(\frac{\partial \underline{V}}{\partial t} + (\underline{V} \cdot \nabla) \underline{V} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \underline{S} + \rho \underline{g}, \quad (5)$$

where p is the pressure and $\underline{g} = (0, 0, g)$.

The density for the nanofluids is [31]

$$\rho = C\rho_p + (1-C)\rho_f(1 - B_t(T - T_0)), \quad (6)$$

where C is the nanoparticle volume fraction of the nanofluid, ρ_p is the density of the nanoparticles, ρ_f is the density of the fluid, B_t is the volumetric expansion coefficient of the nanofluid and T is the temperature.

The equation of energy [20] is given by

$$(\rho c)_f \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \underline{V} \cdot \nabla T \right) = K \nabla^2 T + (\rho c)_p \left(D_B \nabla C \cdot \nabla T + \frac{D_T}{T_0} \nabla T \cdot \nabla T \right), \quad (7)$$

where T is the temperature, $k = \frac{K}{(\rho c)_f}$ is the thermometric conductivity, K is the thermal conductivity, c_f is the specific heat of the base fluid, c_p is the specific heat of the nanoparticles, D_B is the Brownian diffusion coefficient and D_T is the thermophoretic diffusion coefficient.

The equation of nanoparticle volume fraction in the nanofluid [20] is given by

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \underline{V} \cdot \nabla C = D_B \nabla^2 C + \frac{D_T}{T_0} \nabla^2 T. \quad (8)$$

The geometry of the peristaltic wall surface is defined as [6]

$$h_1 = a \cos \frac{2\pi}{\lambda} \left(z - \frac{kt}{R_1} \right), \quad (9)$$

where a is the wave amplitude, λ is the wave length and $\frac{kt}{R_1}$ is the wave speed.

The appropriate boundary conditions may be listed as follows [[21] and [30]]:

$$u = \frac{\partial h_1}{\partial t}, \quad w = -\gamma \mathcal{S}_{rz}, \quad T + \eta \frac{\partial T}{\partial r} = T_1, \quad C + \beta \frac{\partial C}{\partial r} = C_1 \quad \text{at} \quad r_2 = R(z) + h_1, \quad (10)$$

$$u = 0, \quad w = V_0, \quad T = T_0, \quad C = C_0 \quad \text{at} \quad r = r_1, \quad (11)$$

where γ is the velocity slip parameter, η is the thermal slip parameter and β is the slip parameter of nanoparticle volume fraction.

Combining Eqs. (2), (3) and (6), the r and z -components of the Eq. of motion (5) may be written as follows:

r -component:

$$\begin{aligned} \rho_f \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial r} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = & -\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{2\mu}{1 + \lambda_1} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 w}{\partial r \partial z} \right. \\ & - \frac{u}{r^2} + \lambda_2 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial t} + \frac{\partial^3 u}{\partial r^2 \partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^3 w}{\partial r \partial z \partial t} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + U \frac{\partial^3 u}{\partial r^3} \right. \\ & \left. \left. + \frac{1}{2} u \frac{\partial^3 u}{\partial r \partial z^2} + \frac{1}{2} u \frac{\partial^3 w}{\partial r^2 \partial z} - \frac{u}{r^2} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u^2}{r^3} + \frac{w}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial z} + w \frac{\partial^3 u}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{2} w \frac{\partial^3 u}{\partial z^3} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{2} w \frac{\partial^3 w}{\partial z^2 \partial r} - \frac{w}{r^2} \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial r} \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{\partial w}{\partial r} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial z} + \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial z} + \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} \\
 & + \frac{1}{2} \frac{\partial w}{\partial z} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial w}{\partial z} \frac{\partial^2 w}{\partial r \partial z} \Big], \tag{12}
 \end{aligned}$$

z -component:

$$\begin{aligned}
 \rho_f \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial r} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) &= - \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\mu}{1 + \lambda_1} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial z \partial r} + \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} \right. \\
 & + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \lambda_2 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 U}{\partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 w}{\partial r \partial t} + \frac{\partial^3 u}{\partial z \partial r \partial t} + \frac{\partial^3 w}{\partial r^2 \partial t} + 2 \frac{\partial^3 w}{\partial z^2 \partial t} + \frac{u}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial z} \right. \\
 & + \frac{u}{r} \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + u \frac{\partial^3 u}{\partial r^2 \partial z} + u \frac{\partial^3 w}{\partial r^3} + 2u \frac{\partial^3 w}{\partial r \partial z^2} + \frac{w}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{w}{r} \frac{\partial^2 w}{\partial r \partial z} + w \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial r} \\
 & + w \frac{\partial^3 w}{\partial r^2 \partial z} + 2w \frac{\partial^3 w}{\partial z^3} + \frac{\partial u}{\partial r} \frac{\partial^2 u}{\partial r \partial z} + \frac{\partial u}{\partial r} \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{\partial w}{\partial r} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{\partial w}{\partial r} \frac{\partial^2 w}{\partial r \partial z} \\
 & \left. \left. + 2 \frac{\partial u}{\partial z} \frac{\partial^2 w}{\partial r \partial z} + 2 \frac{\partial w}{\partial z} \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \right] + C \rho_p g + (1 - C) \rho_f [1 - B_t (T - T_0)] g, \tag{13}
 \end{aligned}$$

the continuity equation

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(ru)}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \tag{14}$$

and the Eq. of energy (7) may be written as follows:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial r} + w \frac{\partial T}{\partial z} &= \tau \left(D_B \left(\frac{\partial T}{\partial r} \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial T}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \frac{D_T}{T_0} \left(\left(\frac{\partial T}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)^2 \right) \right) \\
 & + K \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \tag{15}
 \end{aligned}$$

where $\tau = \frac{(\rho c)_p}{(\rho c)_f}$ is the ratio between the effective heat capacity of the nanoparticles material and the effective heat capacity of the base fluid.

Finally, the equation of nanoparticle volume fraction in the nanofluid (8) may be written as follows:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial r} + w \frac{\partial C}{\partial z} = D_B \left(\frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) + \frac{D_T}{T_0} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right). \tag{16}$$

The instantaneous volume flow rate is defined as:

$$Q = 2\pi \int_{r_1}^{r_2} w r dr, \tag{17}$$

where R_2 is a function of z and t.

The time averaged \hat{Q} (time mean flow) over period $\tau = \frac{\lambda R_1}{k}$ is defined as

$$\hat{Q} = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau Q d\tau. \tag{18}$$

In this analysis, we consider the stream function $\psi = \psi(r, z, t)$ which may be expressed as

$$u = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z}, \quad \text{and} \quad w = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r}. \tag{19}$$

Combining Eqs. (10-16), one gets:

r-component:

$$\begin{aligned} \rho_f \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \right) - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) &= -\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{2\mu}{1+\lambda_1} \left(-\frac{1}{2r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \right. \\ &+ \frac{1}{2r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{2r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} + \lambda_2 \left[-\frac{1}{2r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r \partial z \partial t} + \frac{1}{2r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^2 \partial z \partial t} + \frac{1}{2r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^3 \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(-\frac{4}{r^4} \frac{\partial \psi}{\partial z} \right. \right. \\ &+ \frac{6}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{2r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^3 \partial z} + \frac{1}{2r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r \partial z^3} - \frac{1}{2r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} \left. \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \left(-\frac{3}{2r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} \right. \\ &+ \frac{1}{2r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^2 \partial z^2} + \frac{1}{2r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^4} + \frac{2}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \left. \right) - \frac{5}{2r^3} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \right)^2 + \frac{3}{2r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{2}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \\ &- \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} + \frac{1}{2r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} - \frac{1}{2r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} - \frac{1}{2r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} - \frac{1}{2r^3} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right)^2 \left. \right], \end{aligned} \tag{20}$$

z-component:

$$\begin{aligned} \rho_f \left(-\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial r} \right) &= -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\mu}{1+\lambda_1} \left(-\frac{1}{r^3} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right. \\ &+ \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} + \lambda_2 \left[-\frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^2 \partial r \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^3 \partial t} \right. \\ &+ \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(\frac{2}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^2 \partial z^2} + \frac{6}{r^4} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{6}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{3}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^4} \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} \right. \\ &+ \frac{2}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r \partial z^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^3 \partial z} \left. \right) + \frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{3}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} + \frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial r} \\ &- \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} \left. \right] + C\rho_p g + (1-C) \\ &\times \rho_f [1 - B_i(T - T_0)]g. \end{aligned} \tag{21}$$

Eq. of energy may be written as follows:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial T}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial T}{\partial z} &= \tau \left(D_B \left(\frac{\partial T}{\partial r} \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial T}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \frac{D_T}{T_0} \left(\left(\frac{\partial T}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial z} \right)^2 \right) \right) \\ &+ K \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right). \end{aligned} \tag{22}$$

Also, Eq. of nanoparticle volume fraction in the nanofluid may be written as follows:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial C}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial C}{\partial z} = D_B \left(\frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) + \frac{D_T}{T_0} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (23)$$

and the boundary conditions (10) and (11) take the following forms:

$$\frac{\partial \psi}{\partial r} = r\gamma\delta_{rz}, \quad \frac{\partial \psi}{\partial z} = \frac{2\pi a k r}{\lambda R_1} \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left(z - \frac{k}{R_1} t \right), \quad T + \eta \frac{\partial T}{\partial r} = T_1, \quad C + \beta \frac{\partial C}{\partial r} = C_1 \quad \text{at} \quad r_2 = R(z) + h_1, \quad (24)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0, \quad -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} = V_0, \quad T = T_0 \quad \text{and} \quad C = C_0 \quad \text{at} \quad r = r_1. \quad (25)$$

It is convenient to write the forgoing equations in an appropriate dimensionless form. This can be done in a number of ways depending primarily on the choice of the characteristic length, time, and mass. Consider the following dimensionless forms depending on the characteristic length R_1 , the characteristic time $\frac{R_1^2}{k}$ and the characteristic mass M . The other dimensionless quantities are given by

$$\begin{aligned} \bar{r} &= \frac{r}{R_1}, \quad \bar{z} = \frac{z}{R_1}, \quad \bar{u} = \frac{uR_1}{k}, \quad \bar{w} = \frac{wR_1}{k}, \quad \bar{h}_1 = \frac{h_1}{R_1}, \quad \delta = \frac{R_1}{\lambda} \\ \bar{S} &= \frac{SR_1^2}{\mu k}, \quad \bar{z}_0 = \frac{z_0}{R_1}, \quad \bar{L} = \frac{L}{R_1}, \quad \bar{d} = \frac{d}{R_1}, \quad \bar{h} = \frac{h}{R_1}, \quad \bar{R}(z) = \frac{R(z)}{R_1}, \\ \bar{\psi} &= \frac{\psi}{kR_1}, \quad \bar{p} = \frac{pR_1^2}{\rho_f k}, \quad \bar{\theta} = \frac{T - T_0}{T_1 - T_0}, \quad \bar{\sigma} = \frac{C - C_0}{C_1 - C_0} \quad \text{and} \quad \bar{Q} = \frac{Q}{2\pi R_1 k}. \end{aligned} \quad (26)$$

On using the above dimensionless quantities in the forgoing equations of motion, these quantities will be arised in a dimensionless forms including the following dimensionless parameters: $R_N = \frac{R_1^3(C_1 - C_0)g(\rho_p - \rho_f)}{\rho_f k^2}$ is the nanoparticles Rayleigh number or the nanoparticles Grashof number, $R_a = \frac{R_1^3(1 - C_0)B_t(T_1 - T_0)g}{\mu k^2}$ is the thermal Rayleigh number or the local temperature Grashof number, $R_M = \frac{R_1^3 g(\rho_p C_0 + (1 - C_0)\rho_f)}{\rho_f k^2}$ is basic density Rayleigh number, $\varepsilon = a/R_1$ is the amplitude ratio, $\alpha = \frac{2\pi R_1}{\lambda}$ is the wave number, $N_b = \frac{\tau D_B(C_1 - C_0)}{k}$ is the Brownian motion parameter, $N_t = \frac{\tau D_T(T_1 - T_0)}{kT_0}$ is the thermophoresis parameter, $\Lambda_2 = \frac{\lambda_2 k}{R_1^2}$ is the Weissenberg number, $R_e = \frac{\rho_f k}{\mu}$ is the Reynolds number, $\gamma^* = \frac{\gamma \mu}{R_1}$ is Kudsens number or non-dimensional velocity slip parameter, $\eta^* = \frac{\eta}{R_1}$ is the non-dimensional thermal slip parameter, $\beta^* = \frac{\beta}{R_1}$ is the non-dimensional slip parameter of nanoparticle volume fraction and $V_0^* = \frac{V_0 R_1}{k}$. The bars mark refer to the dimensionless quantities. From now on, these will be omitted for simplicity.

The dimensionless effective radius of the tube $R(z)$ becomes:

$$R(z) = \begin{cases} R_1 - m(z + L) & L < z < -z_0, \\ R_1 - m(z + L) - \frac{H}{2} \left[1 + \cos \frac{\pi z}{z_0} \right] & -z_0 \leq z \leq z_0, \\ R_1 - m(z + L) & z_0 < z < d, \end{cases} \quad (27)$$

The dimensionless governing equations (20)-(25) may be rewritten as:

r-component:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \right) - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{1}{R_e(1 + \lambda_1)} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \right. \\ & + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} + \Lambda_2 \left[-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r \partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^2 \partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^3 \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(-\frac{8}{r^4} \frac{\partial \psi}{\partial z} \right. \right. \\ & + \frac{12}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} - \frac{4}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^3 \partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r \partial z^3} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} \left. \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \left(-\frac{3}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} \right. \\ & + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^2 \partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^4} + \frac{4}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \left. \right) - \frac{5}{r^3} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \right)^2 + \frac{3}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{4}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \\ & \left. - \frac{2}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} - \frac{1}{2r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} - \frac{1}{r^3} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right)^2 \right], \end{aligned} \quad (28)$$

z-component:

$$\begin{aligned} & -\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial r} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{1}{R_e(1 + \lambda_1)} \left(-\frac{1}{r^3} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right. \\ & + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} + \Lambda_2 \left[-\frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^2 \partial r \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r \partial z^3 \partial t} \right. \\ & + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(\frac{2}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^2 \partial z^2} + \frac{6}{r^4} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{6}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{3}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^4} \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} \right. \\ & + \frac{2}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r \partial z^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial r^3 \partial z} \left. \right) + \frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{3}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial r} + \frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial r} \\ & \left. - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial z} \right] + R_N \sigma - R_a \theta + R_M. \end{aligned} \quad (29)$$

Eq. of energy becomes:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial \theta}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial \theta}{\partial z} = N_b \left(\frac{\partial \theta}{\partial r} \frac{\partial \sigma}{\partial r} + \frac{\partial \theta}{\partial z} \frac{\partial \sigma}{\partial z} \right) + N_t \left(\left(\frac{\partial \theta}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2 \right) \\ & + \frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2}. \end{aligned} \quad (30)$$

and the Eq. of nanoparticle volume fraction in the nanofluid becomes:

$$\frac{\tau(C_1 - C_0)}{N_b} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \frac{\partial \sigma}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \frac{\partial \sigma}{\partial z} \right) = \frac{\partial^2 \sigma}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma}{\partial r} + \frac{\partial^2 \sigma}{\partial z^2} + \frac{N_t}{N_b} \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right). \quad (31)$$

The instantaneous volume flow rate becomes:

$$Q = \int_{r_1}^{r_2} w r dr. \quad (32)$$

The dimensionless boundary conditions are then become:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \psi}{\partial r} = & \frac{\gamma^*}{1 + \lambda_1} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \Lambda_2 \left[\frac{\partial^3 \psi}{\partial z^2 \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial t} - \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial t} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r \partial z^2} - \frac{2}{r^3} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^3} \right) - \frac{\partial \psi}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial z^3} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r \partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2} \frac{\partial z \right) \right], \\ \frac{\partial \psi}{\partial z} = & \alpha \varepsilon r \sin \alpha(z - t), \quad \theta + \eta^* \frac{\partial \theta}{\partial r} = 1, \quad \sigma + \beta^* \frac{\partial \sigma}{\partial r} = 1 \quad \text{at } r_2 = R(z) + h_1, \end{aligned} \quad (33)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0, \quad -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} = V_0^*, \quad \theta = 0 \quad \text{and} \quad \sigma = 0 \quad \text{at } r = r_1, \quad (34)$$

and

$$h_1 = \varepsilon \cos \alpha(z - t). \quad (35)$$

Now, the system of Eqs. (28)-(34) are nonlinear partial differential equations. There is no analytic method to solve them. Therefore, we are forced to consider an approximate solution by using a perturbation technique. This technique is considered in the following section.

3 AN APPROXIMATION SOLUTION

The perturbation technique depends mainly on considering the small parameter as amplitude ratio ε . To solve the nonlinear system of Eqs. (28)-(32) under the appropriate boundary conditions as given by Eq. (33) and (34), we shall assume that any physical quantity, such as ψ , p , θ , σ , Q , the pressure rise Δp and the friction force ΔF may be represented as:

$$\xi = \xi_0 + \varepsilon \xi_1 + \dots, \quad (36)$$

where ξ_0 is the undisturbed quantity and ξ_1 is the first perturbed quantity.

Substituting from Eq. (36) into the system of Eqs. (28)-(34) to collect the terms of like powers of ε . This procedure yields zero and first order systems of partial differential equations according to the corresponding boundary conditions. Through the following subsections, we shall consider these orders:

3.1 THE ZERO-ORDER SYSTEM

Assuming that the radial velocity u is very small in comparison with the axial one w . Also, the variation in the z -direction is smaller than that in the radial one. Therefore, we may assume that $u \ll w$ and $\frac{\partial w}{\partial z} \ll \frac{\partial w}{\partial r}$. Also, it follows

that the terms $\frac{\partial u}{\partial r}, \frac{\partial^2 u}{\partial r^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$ may be ignored [11]. Furthermore, the functions ψ_0 , θ_0 and σ_0 may be depended on r only. This case is defined as the initial state (no peristaltic wave). The zero order equations result from the system of Eqs. (28)-(32) may be written as:

r -component:

$$\frac{\partial p_0}{\partial r} = 0, \quad (37)$$

which means that $p_0 = p_0(z)$ only.

z -component:

$$\frac{dp_0}{dz} = \frac{1}{R_e(1+\lambda_1)} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r \frac{\partial}{\partial r} \left(-\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \right) \right] \right) + R_N \sigma_0 - R_a \theta_0 + R_M, \quad (38)$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \theta_0}{\partial r} \right) + N_b \frac{\partial \theta_0}{\partial r} \frac{\partial \sigma_0}{\partial r} + N_t \left(\frac{\partial \theta_0}{\partial r} \right)^2 = 0, \quad (39)$$

and

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \sigma_0}{\partial r} \right) + \frac{N_t}{N_b} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \theta_0}{\partial r} \right) = 0. \quad (40)$$

The dimensionless volume flow rate become:

$$Q_0 = \int_{r_1}^{R(z)} w_0 r dr, \quad (41)$$

After using Taylor expansion, the boundary conditions (33) and (34) can be written as

$$\frac{\partial \psi_0}{\partial r} = \frac{\gamma^*}{1+\lambda_1} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} - \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \right), \quad \frac{\partial \psi_0}{\partial z} = 0, \quad \theta_0 + \eta^* \frac{\partial \theta_0}{\partial r} = 1, \quad \sigma_0 + \beta^* \frac{\partial \sigma_0}{\partial r} = 1 \quad \text{at } r = R(z), \quad (42)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial z_0} = 0, \quad -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} = V_0^*, \quad \theta_0 = 0 \quad \text{and} \quad \sigma_0 = 0 \quad \text{at } r = r_1. \quad (43)$$

The solutions of Eqs. (38)-(41), in accordance with the boundary conditions (42) and (43), in the case of free pumping or the fluid is stationary, are:

$$\theta_0(r, z) = -\frac{f_2(z)}{N_b f_1(z)} r^{-N_b f_1(z)} + f_3(z), \quad (44)$$

hence, the solution of nanoparticle volume fraction in the nanofluid may be written as

$$\sigma_0(r, z) = \frac{N_t f_2(z)}{N_b^2 f_1(z)} r^{-N_b f_1(z)} + f_1(z) \ln r + f_4(z), \quad (45)$$

$$\begin{aligned} \psi_0(r, z) = & -\frac{f_7(z)}{4 - N_b f_1(z)} r^{4 - N_b f_1(z)} - \left(\frac{f_5 G_0(z)}{16} + \frac{4f_6(z) - 5f_8(z)}{16} \right) r^4 - \frac{f_8(z)}{4} r^4 \ln r \\ & + \left(\frac{(f_{11}(z) - 2f_{13}(z))G_0(z)}{4} + \frac{f_{12}(z) - 2f_{14}(z)}{4} \right) r^2 - \frac{f_{11}(z)G_0(z) + f_{12}(z)}{2} r^2 \ln r, \end{aligned} \quad (46)$$

where, $G_0(z)$ is the zero order pressure gradient. Also, the boundary conditions lead to the following implicit transcendental equation in $f_1(z)$:

$$\frac{N_t}{N_b} \left(\frac{(R(z))^{-N_b f_1(z)} - r_1^{-N_b f_1(z)}}{N_b f_1(z)} - \beta^* R(z)^{-N_b f_1(z)-1} \right) + f_1(z) \ln \frac{R(z)}{r_1} + \beta^* \frac{f_1(z)}{R(z)} = 1. \quad (47)$$

The relation between the pressure gradient and the time mean flow may be written as:

$$G_0(z) = \frac{16}{f_5(R(z)^4 - r_1^4) + 8f_{11}(R(z)^2 \ln R(z) - r_1^2 \ln r_1) + (2f_{13} - f_{11})(R(z)^2 - r_1^2)} \\ \times [\hat{Q} - \frac{1}{16}(4f_6 - 3f_8)(R(z)^4 - r_1^4) - \frac{f_8}{4} \\ \times (R(z)^4 \ln R(z) - r_1^4 \ln r_1) - \frac{f_7}{N_b f_1 + 4} (R(z))^{-N_b f_1 + 4} - r_1^{-N_b f_1 + 4}) - \frac{f_{12}}{4} \\ \times (2R(z)^2 \ln R(z) - 2r_1^2 \ln r_1 - R(z)^2 + r_1^2) - f_{14}(R(z) - r_1)], \quad (48)$$

where, $f_i(z)$, $i = 2, 6, \dots, 14$ are given in the appendix.

The pressure rise Δp_0 , the friction force of inner and outer tubes (ΔF_0^1 and ΔF_0^2), in the tube of length L , in their non-dimensional forms, are given by

$$\Delta p_0 = \int_{-L}^d G_0(z) dz \\ = \int_{-L}^{-z_0} G_0(z) dz + \int_{-z_0}^{z_0} G_0(z) dz + \int_{z_0}^d G_0(z) dz, \quad (49)$$

$$\Delta F_0^1 = \int_{-L}^d r_1^2 (-G_0(z)) dz \\ = \int_{-L}^{-z_0} r_1^2 (-G_0(z)) dz + \int_{-z_0}^{z_0} r_1^2 (-G_0(z)) dz + \int_{z_0}^d r_1^2 (-G_0(z)) dz, \quad (50)$$

$$\Delta F_0^2 = \int_{-L}^d R(z)^2 (-G_0(z)) dz \\ = \int_{-L}^{-z_0} R(z)^2 (-G_0(z)) dz + \int_{-z_0}^{z_0} R(z)^2 (-G_0(z)) dz + \int_{z_0}^d R(z)^2 (-G_0(z)) dz. \quad (51)$$

Because of the complexity in evaluating the forgoing integrations, the value of them are computed numerically.

The analytical solutions for the temperature distribution θ_0 and the nanoparticle volume fraction in the nanofluid σ_0 are obtained and expressed in terms of $f_1(z)$, $f_2(z)$, $f_3(z)$ and $f_4(z)$. As $f_2(z)$, $f_3(z)$ and $f_4(z)$ depend on the evaluating of $f_1(z)$, it is noticed from Eq. (35) that $f_1(z)$ is governed by a nonlinear implicit transcendental equation. If this equation is solved for $f_1(z)$, the analytical expression for θ_0 and σ_0 are established. However, it should be observed that obtaining the value of $f_1(z)$ analytically from Eq. (47) in terms of other parameters is very difficult. Therefore, Mathematica software is used to evaluate the numerical solution for this equation. The values for $f_1(z)$ at some cases are presented in tables 1 and 2. These values for $f_1(z)$ play an important role to get several plots.

Table 1. The numerical values of $f_1(z)$ at different values of N_t and N_b for $r_1 = 0.2, L = 1, \phi = 0.05, d = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, z_0 = 0.8$ and $z = 0.4$.

N_b	N_t	f_1
0.8	1	1.3478
	2	1.62155
	3	1.81516
0.9	1	1.23462
	2	1.47487
	3	1.64553
1.0	1	1.14547
	2	1.35861
	3	1.51076

Table 2. The numerical values of $f_1(z)$ at different values of η^*, β^* and ϕ for $r_1 = 0.2, L = 1, N_t = 2, N_b = 0.8, d = 2, \gamma^* = 0.1, z_0 = 0.8$ and $z = 0.4$.

η^*	β^*	ϕ	f_1
0	0.1	0.05	1.62914
		1	1.55115
		2	1.46928
0.1	0	0.05	1.67075
		0.4	1.51297
		0.6	1.46191
0.1	0.1	0.05	1.62155
		0	1.56611
		-0.05	1.52212

As a special case of our work, when the maximum height of stenosis, the taper angle, the slip parameters, Brownian motion parameter, thermophoresis parameter, nanoparticles Rayleigh number, thermal Rayleigh number and the ratio of relaxation to retardation times tend to zero in Eqs. (29)

(i.e $r_1 \approx 0, V_0^* = m = h = \lambda_1 = \Lambda_2 = R_N = R_a = R_M = \gamma^* = \eta^* = \beta^* = \phi = N_t = N_b, f_6 = f_7 = f_8 = f_{11} = f_{12} = f_{14} = 0, f_5 = R_e$ and $f_{13} = -\frac{R_e}{4}(\frac{dp_0}{dz})$), we obtain the form $\psi_0(r, z) = \frac{R_e}{8}(\frac{dp_0}{dz})(r^2 - \frac{r^4}{2})$ which is in agreement with the previous work of Fung [30].

3.2 THE FIRST-ORDER SYSTEM

The first order equations that results from the system of Eqs. (28)-(32) may be written as: r-componen

$$\begin{aligned} & \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z \partial t} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} = -\frac{\partial p_1}{\partial r} + \frac{1}{R_e(1+\lambda_1)} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r \partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^2 \partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^3} \right. \\ & + \Lambda_2 \left[-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r \partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_1}{\partial r^2 \partial z \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_1}{\partial z^3 \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \left(-\frac{3}{r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^2 \partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_1}{\partial r^2 \partial z^2} \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^4} + \frac{4}{r^3} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} \right) + \frac{4}{r^3} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^2 \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} \frac{\partial^3 \psi_0}{\partial r^3} \right), \end{aligned} \tag{52}$$

z-component:

$$\begin{aligned} & -\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z \partial r} = -\frac{\partial p_1}{\partial z} + \frac{1}{R_e(1+\lambda_1)} \left(-\frac{1}{r^3} \frac{\partial \psi_1}{\partial r} \right. \\ & + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^2 \partial r} + \Lambda_2 \left[-\frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r \partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi}{\partial r^2 \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi}{\partial z^2 \partial r \partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_1}{\partial r^3 \partial t} \right. \\ & + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \left(\frac{6}{r^4} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} - \frac{6}{r^3} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} + \frac{3}{r^2} \frac{\partial^3 \psi_0}{\partial r^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_0}{\partial r^4} \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \left(-\frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^3} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^2 \partial z} \right. \\ & \left. - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_1}{\partial r \partial z^3} - \frac{1}{r} \frac{\partial^4 \psi_1}{\partial r^3 \partial z} \right) + \frac{1}{r^3} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^3 \psi_0}{\partial r^3} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z \partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^3} \\ & \left. + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^2 \partial z} \right] + R_N \sigma_1 - R_a \theta_1. \end{aligned} \tag{53}$$

Eq. of energy becomes:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \theta_1}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \frac{\partial \theta_0}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \frac{\partial \theta_1}{\partial z} = N_b \left(\frac{\partial \theta_1}{\partial r} \frac{\partial \sigma_0}{\partial r} + \frac{\partial \theta_0}{\partial r} \frac{\partial \sigma_1}{\partial r} \right) + 2N_t \frac{\partial \theta_0}{\partial r} \frac{\partial \theta_1}{\partial r} \\ & + \frac{\partial^2 \theta_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta_1}{\partial z^2}, \end{aligned} \tag{54}$$

and the Eq. of nanoparticle volume fraction in the nanofluid becomes:

$$\begin{aligned} & \frac{\tau(C_1 - C_0)}{N_b} \left(\frac{\partial \sigma_1}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \frac{\partial \sigma_0}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \frac{\partial \sigma_1}{\partial z} \right) = \frac{\partial^2 \sigma_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 \sigma_1}{\partial z^2} \\ & + \frac{N_t}{N_b} \left(\frac{\partial^2 \theta_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta_1}{\partial z^2} \right). \end{aligned} \tag{55}$$

After using Taylor expansion the boundary conditions can be written as

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \psi_1}{\partial r} + \cos \alpha(z-t) \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r^2} = \frac{\gamma^*}{1+\lambda_1} \left(\frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial r} - \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r^2} + \cos \alpha(z-t) \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r^2} - \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^3} \right) \right. \\ & \left. + \Lambda_2 \left[\frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^2 \partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r \partial t} - \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^2 \partial t} + \frac{\partial \psi_1}{\partial z} \left(-\frac{2}{r^3} \frac{\partial \psi_0}{\partial r} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_0}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_0}{\partial r^3} \right) - \frac{\partial \psi_0}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial z^3} \right. \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r \partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \psi_1}{\partial r^2 \partial z} \Big] \Big), \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial z} = \alpha R(z) \sin \alpha(z-t), \\
 & \theta_1 + \eta^* \frac{\partial \theta_1}{\partial r} + \cos \alpha(z-t) (\theta_0 + \eta^* \frac{\partial \theta_0}{\partial r}) = 0, \quad \sigma_1 + \beta^* \frac{\partial \sigma_1}{\partial r} + \cos \alpha(z-t) (\sigma_0 + \beta^* \frac{\partial \sigma_0}{\partial r}) = 0 \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{at } r_2 = R(z), \tag{56}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \psi_1}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial r} = 0, \quad \theta_1 = 0 \quad \text{and} \quad \sigma_1 = 0 \quad \text{at } r = r_1. \tag{57}$$

The solutions for ψ_1 , θ_1 and σ_1 may be considered along the normal mode analysis [30]. Therefore, the various physical quantities may be represented as:

$$\begin{aligned}
 \psi_1 &= A_1(r) \exp[i\alpha(z-t)] + c.c., \\
 \theta_1 &= J_1(r) \exp[i\alpha(z-t)] + c.c., \\
 \sigma_1 &= B_1(r) \exp[i\alpha(z-t)] + c.c., \tag{58}
 \end{aligned}$$

where the c.c. denotes to the complex conjugate of the preceding term.

Substituting from (58) in (52)-(57), we get the following system of ordinary differential equations:

$$\begin{aligned}
 & i\alpha A_1 \left(\frac{\alpha^2}{r} + \frac{2f_{11}G_0}{r^3} - f_7 f_1 N_b (f_1 N_b - 2) r^{-f_1 N_b - 1} + \frac{4f_8}{r} + \frac{2f_{12}}{r^3} \right) - i\alpha \frac{d^2 A_1}{dr^2} + \frac{i\alpha}{r^2} \frac{dA_1}{dr} \\
 & + \left(\frac{f_5 r}{4} + \frac{f_{11} \ln r}{r} + \frac{f_{13}}{r} \right) G_0 + (f_6 - f_8) r + f_7 r^{-f_1 N_b + 1} + f_8 r \ln r + \frac{f_{12} \ln r}{r} + \frac{f_{14}}{r} \Big) \\
 & \times \left(-i\alpha^3 A_1 + i\alpha \frac{d^2 A_1}{dr^2} - \frac{i\alpha}{r} \frac{dA_1}{dr} \right) = \frac{1}{R_e(1+\lambda_1)} \left(\frac{2\alpha^2}{r^2} \frac{dA_1}{dr} - \frac{2\alpha^2}{r} \frac{dA_1}{dr} + \frac{1}{r} \frac{d^4 A_1}{dr^4} \right. \\
 & - \frac{3}{r^4} \frac{dA_1}{dr} + \frac{3}{r^3} \frac{d^2 A_1}{dr^2} - \frac{2}{r^2} \frac{d^3 A_1}{dr^3} + \Lambda_2 \left[\left(-\frac{2i\alpha^3}{r^2} + \frac{3i\alpha}{r^4} \right) \frac{dA_1}{dr} + \left(\frac{2i\alpha^3}{r} - \frac{3i\alpha}{r^3} \right) \frac{d^2 A_1}{dr^2} - \frac{i\alpha}{r} \frac{d^4 A_1}{dr^4} \right. \\
 & + i\alpha A_1 \left(\frac{9f_{11}G_0}{r^5} - f_7 N_b f_1 (N_b^3 f_1^3 - N_b^2 f_1^2 - 4N_b f_1 + 4) r^{-N_b f_1 - 3} + \frac{4f_8}{r^3} + \frac{8f_{12}}{r^5} \right) \\
 & + \frac{2i\alpha}{r^2} \frac{d^3 A_1}{dr^3} - i\alpha \frac{dA_1}{dr} \left(\left(-\frac{3f_5}{r^2} + \frac{3f_{11} \ln r + f_{11} + 8f_{13}}{r^4} \right) G_0 - \frac{12(f_6 - f_8)}{r^2} \right. \\
 & - f_7 r^{-N_b f_1 - 2} (12 + 17N_b f_1 - 6N_b^2 f_1^2 + 2N_b^3 f_1^3) - \frac{f_8}{r^2} (12 \ln r + 1) + \frac{3f_{12} \ln r + 3f_{14} + 1}{r^4} \Big) \\
 & + \left(\frac{f_5 r^3}{4} + f_{11} r \ln r + f_{13} r \right) G_0 + (f_6 - f_8) r^3 + f_7 r^{-N_b f_1 + 3} + f_8 r^3 \ln r + f_{12} r \ln r + f_{14} r \Big) \\
 & \times \left(\left(-\frac{i\alpha^3}{r^3} + \frac{i\alpha^5}{r^2} \right) A_1 + \frac{4i\alpha^3}{r^3} \frac{dA_1}{dr} + \left(\frac{6i\alpha}{r^4} - \frac{2i\alpha^3}{r^2} \right) \frac{d^2 A_1}{dr^2} - \frac{4i\alpha}{r^3} \frac{d^3 A_1}{dr^3} + \frac{i\alpha}{r^2} \frac{d^4 A_1}{dr^4} \right) \\
 & \left(\left(\frac{3f_5 r^2}{4} + f_{11} (\ln r + 1) + f_{13} \right) G_0 + 3(f_6 - f_8) r^2 + f_7 (3 - N_b f_1) r^{-N_b f_1 + 2} + f_{12} (\ln r + 1) \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ f_8 r^2 (3 \ln r + 1) + f_{14} \left(-\frac{i\alpha^3}{r^3} A_1 + \frac{2i\alpha^3}{r^2} \frac{dA_1}{dr} + \frac{3i\alpha}{r^3} \frac{d^2 A_1}{dr^2} - \frac{2i\alpha}{r^2} \frac{d^3 A_1}{dr^3} \right) \Big] \\
 &- R_N \frac{dB_1}{dr} + R_a \frac{dJ_1}{dr}, \tag{59}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &i\alpha J_1 \left(-1 + \left(\frac{f_5 r^2}{4} + f_{11} \ln r + f_{13} \right) G_0 + (f_6 - f_8) r^2 + f_7 r^{-f_1 N_b + 2} + f_8 r^2 \ln r + f_{12} \ln r + f_{14} \right) \\
 &+ i\alpha f_2 A_1 r^{-N_b f_1 - 2} = \frac{d^2 J_1}{dr^2} + \left(N_t f_2 r^{-N_b f_1 - 1} + \frac{N_b f_1 + 1}{r} \right) \frac{dJ_1}{dr} - \alpha^2 J_1 \\
 &+ N_b f_2 r^{-N_b f_1 - 1} \frac{dB_1}{dr}, \tag{60}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\frac{i\alpha\tau(C_1 - C_0)}{N_b} \left(A_1 \left(\frac{-N_t f_2}{N_b} r^{-N_b f_1 - 2} + \frac{f_1}{r^2} \right) + B_1 \left(-1 + \left(\frac{f_5 r^2}{4} + f_{11} \ln r + f_{13} \right) G_0 + (f_6 - f_8) r^2 \right. \right. \\
 &\left. \left. + f_7 r^{-f_1 N_b + 2} + f_8 r^2 \ln r + f_{12} \ln r + f_{14} \right) \right) = \frac{d}{dr} \left(r \frac{dB_1}{dr} \right) + \frac{N_t}{N_b} \left(\frac{d}{dr} \left(r \frac{dJ_1}{dr} \right) \right) \\
 &- \alpha^2 \left(B_1 + \frac{N_t}{N_b} J_1 \right), \tag{61}
 \end{aligned}$$

with the appropriate boundary conditions:

$$\begin{aligned}
 &\frac{dA_1}{dr} - \frac{G_0}{2} \left(\frac{3f_5 R^2}{4} + f_{11} (1 + \ln R) + f_{13} \right) - \frac{3}{2} (f_6 - f_8) R^2 - \frac{f_7}{2} (3 - N_b f_1) R^{2 - N_b f_1} \\
 &- \frac{f_8}{2} R^2 (1 + 2 \ln R) - \frac{f_{12}}{2} (1 + \ln R) - \frac{f_{14}}{2} = \frac{\gamma^*}{1 + \lambda_1} \left(-\alpha^2 A_1 + \frac{1}{R} \frac{dA_1}{dr} - \frac{d^2 A_1}{dr^2} \right) \\
 &+ \frac{G_0}{2} \left(\frac{3f_5 R}{4} - \frac{f_{11}}{R} \ln R - \frac{f_{13}}{R} \right) + \frac{3}{2} (f_6 - f_8) R + \frac{f_7}{2} (3 - 4N_b f_1 + N_b^2 f_1^2) R^{-1 - N_b f_1} \\
 &+ \frac{f_8}{2} R (-4 + 3 \ln R) - \frac{f_{12}}{2} \frac{\ln R}{R} - \frac{f_{14}}{2R} + \Lambda_2 \left[-\frac{i\alpha}{R} \frac{dA_1}{dr} + i\alpha \frac{d^2 A_1}{dr^2} + i\alpha A_1 (\alpha^2 \right. \\
 &\left. + G_0 \left(\frac{f_5}{2} - \frac{f_{11}}{R^2} \right) + 2(f_6 - f_8) + f_7 (2 - 3N_b f_1 + N_b^2 f_1^2) R^{-N_b f_1} + f_8 (3 + 2 \ln R) \right) \\
 &+ \left(G_0 \left(\frac{f_5 R^3}{4} + \frac{f_{11}}{R} \ln R - f_{13} R \right) + (f_6 - f_8) R^3 + f_7 R^{3 - N_b f_1} + f_8 R^3 \ln R \right) \tag{18pt} \\
 &+ f_{12} \ln R + f_{14} r \left(\frac{i\alpha}{R^2} \frac{dA_1}{dr} - \frac{i\alpha}{R} \frac{d^2 A_1}{dr^2} - \frac{i\alpha^3}{R} A_1 \right) \Big], \tag{18pt} A_1 = -\frac{R}{2}, \\
 &B_1 + \beta^* \frac{dB_1}{dr} = \frac{1}{2} \left(\beta^* \left(\frac{f_1}{R^2} - \frac{N_t}{N_b} (N_b f_1 + 1) f_2 R^{-N_b f_1 - 2} \right) + \frac{N_t}{N_b} f_2 R^{-N_b f_1 - 1} - \frac{f_1}{R} \right),
 \end{aligned}$$

$$J_1 + \eta^* \frac{dJ_1}{dr} = \frac{f_2 R^{-N_b f_1 - 1}}{2} \left(\frac{\eta^* (N_b f_1 + 1)}{R} - 1 \right) \quad \text{at } r = R(z), \tag{62}$$

$$A_1 = \frac{dA_1}{dr} = J_1 = B_1 = 0 \quad \text{at } r = r_1. \tag{63}$$

Eqs. (59)-(61) represents a system of nonlinear partial differential equations. Therefore, it is impossible to find their solutions in a closed form for arbitrary values of the given parameters. Even for non-Newtonian fluids [6], the required solutions are given by a perturbation technique. Following Jaffrin [32], the long wavelength approximation is considered. This requires that the wave number α is small. Therefore, the flow quantities, such as $A_1(r)$, $J_1(r)$ and $B_1(r)$, may be expanded in a power series of the small parameter α as follows:

$$\chi_1(r) = \chi_{10}(r) + \alpha \chi_{11}(r) + \dots \tag{64}$$

Substituting from Eq. (64) into Eqs. (59)-(61) and collecting the terms of like powers of α . Another zero and first order according to the parameter α are considered. These orders may be solved analytically in the following subsections.

3.2.1 THE ZERO-ORDER SYSTEM OF α

The zero-order equations that results from (59)-(61) can be written as

$$\frac{d}{dr} \left(\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \right) \left(r \frac{d}{dr} \left(\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \right) \right) A_{10} = R_e (1 + \lambda_1) \left(R_N \frac{dB_{10}}{dr} - R_a \frac{dJ_{10}}{dr} \right), \tag{65}$$

$$\frac{d^2 J_{10}}{dr^2} + \left(N_t f_2 r^{-N_b f_1 - 1} + \frac{N_b f_1 + 1}{r} \right) \frac{dJ_{10}}{dr} + N_b f_2 r^{-N_b f_1 - 1} \frac{dB_{10}}{dr} = 0, \tag{66}$$

$$\frac{d}{dr} \left(r \frac{dB_{10}}{dr} \right) + \frac{N_t}{N_b} \left(\frac{d}{dr} \left(r \frac{dJ_{10}}{dr} \right) \right) = 0, \tag{67}$$

with the appropriate boundary conditions:

$$\begin{aligned} & \frac{dA_{10}}{dr} - \frac{G_0}{2} \left(\frac{3f_5 R^2}{4} + f_{11}(1 + \ln R) + f_{13} \right) - \frac{3}{2} (f_6 - f_8) R^2 - \frac{f_7}{2} (3 - N_b f_1) R^{2 - N_b f_1} \\ & - \frac{f_8}{2} R^2 (1 + 2 \ln R) - \frac{f_{12}}{2} (1 + \ln R) - \frac{f_{14}}{2} = \frac{\gamma^*}{1 + \lambda_1} \left(\frac{1}{R} \frac{dA_{10}}{dr} - \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} \right) \\ & + \frac{G_0}{2} \left(\frac{3f_5 R}{4} - \frac{f_{11}}{R} \ln R - \frac{f_{13}}{R} \right) + \frac{3}{2} (f_6 - f_8) R + \frac{f_7}{2} (3 - 4N_b f_1 + N_b^2 f_1^2) R^{-1 - N_b f_1} \\ & + \frac{f_8}{2} R (-4 + 3 \ln R) - \frac{f_{12}}{2} \frac{\ln R}{R} - \frac{f_{14}}{2R}, \quad A_{10} = -\frac{R}{2}, \\ & B_{10} + \beta^* \frac{dB_{10}}{dr} = \frac{1}{2} \left(\beta^* \left(\frac{f_1}{R^2} - \frac{N_t}{N_b} (N_b f_1 + 1) f_2 R^{-N_b f_1 - 2} \right) + \frac{N_t}{N_b} f_2 R^{-N_b f_1 - 1} - \frac{f_1}{R} \right), \\ & J_{10} + \eta^* \frac{dJ_{10}}{dr} = \frac{f_2 R^{-N_b f_1 - 1}}{2} \left(\frac{\eta^* (N_b f_1 + 1)}{R} - 1 \right) \quad \text{at } r = R(z), \end{aligned} \tag{68}$$

$$A_{10} = \frac{dA_{10}}{dr} = J_{10} = B_{10} = 0 \quad \text{at} \quad r = r_1. \tag{69}$$

The solutions of zero-order system of α take the following forms:

$$J_{10} = f_{16}(z) + f_{17}(z)r^{-N_b f_1} + \frac{f_2(z)f_{15}(Z)}{f_1(Z)}r^{-N_b f_1} \ln r, \tag{70}$$

$$B_{10} = f_{18}(z) - \frac{f_1(z)f_{17}(z)N_t}{N_b f_1}r^{-N_b f_1} - \frac{f_2(z)f_{15}(Z)N_t}{N_b f_1(Z)}r^{-N_b f_1} \ln r + f_{15}(z) \ln r, \tag{71}$$

$$A_{10} = f_{27}(z)r^{4-N_b f_1} + f_{26}(z)r^4 + f_{28}(z)r^2 + f_{29}(z)r^4 \ln r + f_{30}(z)r^{4-N_b f_1} \ln r + \frac{f_{23}(z)}{2}r^2 \ln r + f_{24}(z) \ln r + f_{25}(z), \tag{72}$$

where the constants $f_i(z)$, $i=15,16,\dots,30$, are given in the appendix.

3.2.2 THE FIRST-ORDER SYSTEM OF α

The first-order equations that results from (59)-(61) can be written in the following ordinary differential equations

$$\begin{aligned} & iA_{10} \left(\frac{2f_{11}G_0}{r^3} - f_7 f_1 N_b (f_1 N_b - 2) r^{-f_1 N_b - 1} + \frac{4f_8}{r} + \frac{2f_{12}}{r^3} \right) - i \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} + \frac{i}{r^2} \frac{dA_{10}}{dr} \\ & + \left(\left(\frac{f_5 r}{4} + \frac{f_{11} \ln r}{r} + \frac{f_{13}}{r} \right) G_0 + (f_6 - f_8)r + f_7 r^{-f_1 N_b + 1} + f_8 r \ln r + \frac{f_{12} \ln r}{r} + \frac{f_{14}}{r} \right) \\ & \times \left(i \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} - \frac{i}{r} \frac{dA_{10}}{dr} \right) = \frac{1}{R_e(1 + \lambda_1)} \left(\frac{1}{r} \frac{d^4 A_{11}}{dr^4} - \frac{3}{r^4} \frac{dA_{11}}{dr} + \frac{3}{r^3} \frac{d^2 A_{11}}{dr^2} - \frac{2}{r^2} \frac{d^3 A_{11}}{dr^3} \right. \\ & + \Lambda_2 \left[\frac{3i}{r^4} \frac{dA_{10}}{dr} - \frac{3i}{r^3} \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} - \frac{i}{r} \frac{d^4 A_{10}}{dr^4} + \frac{2i}{r^2} \frac{d^3 A_{10}}{dr^3} - i \frac{dA_{10}}{dr} \left(\left(-\frac{3f_5}{r^2} + \frac{3f_{11} \ln r + f_{11} + 8f_{13}}{r^4} \right) G_0 \right. \right. \\ & \left. \left. - \frac{12(f_6 - f_8)}{r^2} - f_7 r^{-N_b f_1 - 2} (12 + 17N_b f_1 - 6N_b^2 f_1^2 + 2N_b^3 f_1^3) - \frac{f_8}{r^2} (12 \ln r + 1) \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{3f_{12} \ln r + 3f_{14} + 1}{r^4} \right) + \left(\frac{6i}{r^4} \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} - \frac{4i}{r^3} \frac{d^3 A_{10}}{dr^3} + \frac{i}{r^2} \frac{d^4 A_{10}}{dr^4} \right) \right. \\ & \times \left(\left(\frac{f_5 r^3}{4} + f_{11} r \ln r + f_{13} r \right) G_0 + (f_6 - f_8)r^3 + f_7 r^{-N_b f_1 + 3} + f_8 r^3 \ln r + f_{12} r \ln r + f_{14} r \right) \\ & + iA_{10} \left(\frac{9f_{11}G_0}{r^5} - f_7 N_b f_1 (N_b^3 f_1^3 - N_b^2 f_1^2 - 4N_b f_1 + 4) r^{-N_b f_1 - 3} + \frac{4f_8}{r^3} + \frac{8f_{12}}{r^5} \right) \\ & + \left(\frac{3f_5 r^2}{4} + f_{11} (\ln r + 1) + f_{13} \right) G_0 + 3(f_6 - f_8)r^2 + f_7 (3 - N_b f_1) r^{-N_b f_1 + 2} + f_{12} (\ln r + 1) \\ & \left. + f_8 r^2 (3 \ln r + 1) + f_{14} \right) \left(\frac{3i}{r^3} \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} - \frac{2i}{r^2} \frac{d^3 A_{10}}{dr^3} \right) \Big] - R_N \frac{dB_{10}}{dr} + R_a \frac{dJ_{10}}{dr}, \tag{73} \end{aligned}$$

$$iJ_{10} \left(1 + \left(\frac{f_5 r^2}{4} + f_{11} \ln r + f_{13} \right) G_0 + (f_6 - f_8) r^2 + f_7 r^{-f_1 N_b + 2} + f_8 r^2 \ln r + f_{12} \ln r + f_{14} \right) + if_2 A_{10} r^{-N_b f_1 - 2} = \frac{d^2 J_{11}}{dr^2} + \left(N_t f_2 r^{-N_b f_1 - 1} + \frac{N_b f_1 + 1}{r} \right) \frac{dJ_{11}}{dr} + N_b f_2 r^{-N_b f_1 - 1} \frac{dB_{11}}{dr}, \quad (74)$$

$$\frac{i\tau(C_1 - C_0)}{N_b} \left(A_{10} \left(\frac{-N_t f_2}{N_b} r^{-N_b f_1 - 2} + \frac{f_1}{r^2} \right) + B_{10} \left(-1 + \left(\frac{f_5 r^2}{4} + f_{11} \ln r + f_{13} \right) G_0 + (f_6 - f_8) r^2 + f_7 r^{-f_1 N_b + 2} + f_8 r^2 \ln r + f_{12} \ln r + f_{14} \right) \right) = \frac{d}{dr} \left(r \frac{dB_{11}}{dr} \right) + \frac{N_t}{N_b} \left(\frac{d}{dr} \left(r \frac{dJ_{11}}{dr} \right) \right), \quad (75)$$

with the appropriate boundary conditions:

$$\begin{aligned} \frac{dA_{11}}{dr} &= \frac{\gamma^*}{1 + \lambda_1} \left(\frac{1}{R} \frac{dA_{11}}{dr} - \frac{d^2 A_{11}}{dr^2} + \Lambda_2 \left[-\frac{i}{R} \frac{dA_{10}}{dr} + i \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} + i A_{10} \left(G_0 \left(\frac{f_5}{2} - \frac{f_{11}}{R^2} \right) + 2(f_6 - f_8) + f_7(2 - 3N_b f_1 + N_b^2 f_1^2) R^{-N_b f_1} + f_8(3 + 2 \ln R) \right) \right. \right. \\ &+ \left. \left. \left(G_0 \left(\frac{f_5 R^3}{4} + \frac{f_{11}}{R} \ln R - f_{13} R \right) + (f_6 - f_8) R^3 + f_7 R^{3 - N_b f_1} + f_8 R^3 \ln R + f_{12} \ln R + f_{14} r \right) \left(\frac{i}{R^2} \frac{dA_{10}}{dr} - \frac{i}{R} \frac{d^2 A_{10}}{dr^2} \right) \right] \right), \quad A_{11} = 0, \end{aligned}$$

$$B_{11} + \beta^* \frac{dB_{11}}{dr} = 0, \quad J_{11} + \eta^* \frac{dJ_{11}}{dr} = 0 \quad \text{at} \quad r = R(z), \quad (76)$$

$$A_{11} = \frac{dA_{11}}{dr} = J_{11} = B_{11} = 0 \quad \text{at} \quad r = r_1. \quad (77)$$

The solutions of first-order system of α take the following forms:

$$\begin{aligned} J_{11} &= i(f_{150} r^2 + f_{151} r^4 + f_{152} r^{2 - N_b f_1} + f_{154} r^{4 - N_b f_1} + f_{162} r^{2 - 2N_b f_1} \\ &+ f_{163} r^{4 - 3N_b f_1} + f_{165} r^{-2N_b f_1} + f_{168} r^{-2 - 2N_b f_1} + f_{131} r^{4 - 2N_b f_1} \\ &+ \left(\frac{f_{192} - f_{194}}{f_{193} - f_{191}} \left(f_{137} - \frac{f_2}{N_b f_1^2} \right) + f_{136} + f_{104} \right) r^{-N_b f_1} + \frac{(f_{192} - f_{194})(f_{160} - f_{161})}{f_{193} - f_{191}} \\ &+ f_{136} - f_{111} + \left[\left(\frac{f_{192} - f_{194}}{f_{193} - f_{191}} N_b f_2 + f_{156} \right) r^{-N_b f_1} + f_{157} r^2 + f_{158} r^4 \right. \\ &+ f_{153} r^{2 - N_b f_1} + f_{155} r^{4 - N_b f_1} + f_{106} r^{4 - 2N_b f_1} + f_{170} r^{2 - 2N_b f_1} + f_{164} r^{4 - 3N_b f_1} \\ &+ f_{166} r^{-2N_b f_1} \left. \right] \ln r + \left[f_{159} r^{2 - N_b f_1} + f_{171} r^{4 - N_b f_1} \right. \\ &+ \left. f_{167} r^{-N_b f_1} + f_{169} r^{2 - 2N_b f_1} + f_{172} r^{4 - 2N_b f_1} \right] (\ln r)^2 + f_{134} r^{-N_b f_1} (\ln r)^3, \quad (78) \end{aligned}$$

$$B_{11} = i \left(\frac{f_{50}}{2r^2} + f_{178} r^2 + f_{179} r^4 + f_{180} r^{2 - N_b f_1} + f_{182} r^{4 - N_b f_1} + f_{184} r^{4 - 2N_b f_1} \right)$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{N_t}{N_b}(f_{162}r^{2-2N_b f_1} + f_{163}r^{4-3N_b f_1} + f_{165}r^{-2N_b f_1} + f_{168}r^{-2-2N_b f_1}) \\
 & + \left(\frac{f_{192} - f_{194}}{f_{193} - f_{191}} f_{174} + f_{177}\right)r^{-N_b f_1} + \frac{(f_{192} - f_{194})f_{173} + f_{194}f_{191} - f_{192}f_{193}}{f_{193} - f_{191}} \\
 & + f_{176} + \left[\frac{f_{192} - f_{194}}{f_{193} - f_{191}} + \left(\frac{f_{192} - f_{194}}{f_{193} - f_{191}} f_{175} + f_{186}\right)r^{-N_b f_1} + f_{187}r^2 + f_{188}r^4 \right. \\
 & + f_{181}r^{2-N_b f_1} + f_{183}r^{4-N_b f_1} + f_{185}r^{4-2N_b f_1} - \frac{N_t}{N_b}(f_{170}r^{2-2N_b f_1} + f_{164}r^{4-3N_b f_1} \\
 & + f_{166}r^{-2N_b f_1})] \ln r + [f_{189}r^{2-N_b f_1} + f_{190}r^{4-N_b f_1} + f_{61} + \frac{f_{53}}{4}r^2 + \frac{f_{55}}{8}r^4 \\
 & - \frac{N_t}{N_b}(f_{167}r^{-N_b f_1} + f_{169}r^{2-2N_b f_1} + f_{172}r^{4-2N_b f_1})](\ln r)^2 + \left[-\frac{N_t}{N_b} f_{134}r^{-N_b f_1} \right. \\
 & \left. 18pt + \frac{f_{52}}{6}](\ln r)^3), \tag{79}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{11} = & i(f_{347}r^8 + f_{345}r^6 + (f_{349} + \frac{f_{389}}{16})r^4 + \frac{1}{2}(f_{391} - \frac{f_{390}}{4})r^2 + f_{392} + f_{352}r^{8-N_b f_1} \\
 & + f_{353}r^{8-2N_b f_1} + f_{351}r^{6-N_b f_1} + f_{355}r^{6-2N_b f_1} + f_{354}r^{4-N_b f_1} + f_{356}r^{2-N_b f_1} + f_{357}r^{8-3N_b f_1} \\
 & + f_{358}r^{4-2N_b f_1} + f_{359}r^{2-2N_b f_1} + f_{360}r^{9-2N_b f_1} + f_{361}r^{8-4N_b f_1} + [f_{346}r^8 + f_{344}r^6 + f_{348}r^4 \\
 & + \frac{f_{390}}{2}r^2 + f_{316} + f_{370}r^{8-N_b f_1} + f_{365}r^{8-2N_b f_1} + f_{362}r^{6-N_b f_1} + f_{367}r^{6-2N_b f_1} + f_{363}r^{4-N_b f_1} \\
 & + f_{356}r^{2-N_b f_1} + f_{368}r^{8-3N_b f_1} + f_{369}r^{4-2N_b f_1} + f_{364}r^{8-4N_b f_1}] \ln r + [\frac{f_{216}}{1152}r^8 + \frac{f_{124}}{192}r^6 \\
 & + f_{350}r^4 + \frac{f_{249}}{8} + f_{373}r^{8-N_b f_1} + f_{375}r^{8-2N_b f_1} + f_{371}r^{6-N_b f_1} + f_{372}r^{6-2N_b f_1} \\
 & + f_{374}r^{4-N_b f_1}](\ln r)^2 + [\frac{f_{224}}{48}r^4 + \frac{f_{241}}{6} + f_{376}r^{4-N_b f_1}](\ln r)^3 + \frac{f_{242}}{24}(\ln r)^4 + \frac{f_{252}}{60}(\ln r)^5, \tag{80}
 \end{aligned}$$

where the constants $f_i(z)$, $i=31,32,\dots,392$, are obtained during the calculations and are given in the appendix.

4 DISCUSSION OF THE RESULTS

In what follows, numerical calculations will be made. It is convenient to classify these calculations into two categories, as follows:

4.1 PUMPING CHARACTERISTICS

In order to identify the quantitative effects of various parameters on the obtained distributions of the axial velocity w , temperature θ , nanoparticle volume fraction in the nanofluid σ , pressure rise ΔP and friction force of the outer tube ΔF_2 , the mathematical software (Mathematica) is used. Some important results are graphically displayed in Figures 2-8 as follows.

Figure 2-A describes the variation of axial velocity w versus (vs) z -axis for different values of the nanoparticles Grashof number R_N . It is observed that, at the domain $(-0.4 \leq z \leq 0.6)$, the axial velocity increases with the increase of R_N . Therefore, it is depicted that nanofluid, with high concentration of nanoparticles possesses, cause higher values of the velocity. So, higher nanoparticles volume fraction provides more resistance to the flow. Meanwhile, at the complementary of this domain, the axial velocity decreases with the increase of R_N . Figure 2-B indicates the variation of axial velocity $w(z)$ for different values of the local temperature Grashof number R_a . It is showed that R_a has the same effects as that of R_N on the axial velocity profile. Figure 2-C shows the variation of axial velocity $w(z)$ for different values of the maximum height of stenosis h . It is observed that when the domain of z becomes $(-0.8 \leq z \leq 0.8)$, the axial velocity decreases with the increase of h . Meanwhile, at the complementary of this domain, the curves of these velocities are coincide to each others. It is also found that, in case of no-stenosis ($h = 0$), the values of the axial velocity is greater than that in case of stenosis. Therefore, for the diseases of blood clot, the existence of the clots at the artery straitens the blood flow and leads to a harmful effects for the body organs [9]. Figure 2-D indicates the variation of axial velocity $w(z)$ for different values of the velocity slip parameter γ^* . It is observed that the axial velocity decreases with the increase of γ^* . It is also found that, in case of no-slip condition ($\gamma^* = 0$), the value of the axial velocity is higher than that in case of slip condition.

Figure 3-A indicates the variation of axial velocity w vs the radial distance r for different values of the taper angle ϕ . The importance of the effect of vessel tapering with the shape of stenosis deserves special attention. Also, the tapering has a significant aspect arterial system [11]. Therefore, we are interested in studying the flow through a tapered tube with stenosis. It is observed that, at the domain $(0.2 \leq r \leq 0.8)$, in case of the diverging tapered artery $\phi = 0.05 (> 0)$, the values of the axial velocity are smaller than those in case of the non tapered artery $\phi = 0$ and the convergent tapered one $\phi = -0.05 (< 0)$. However, at the complementary of this domain, the inverse occurs. Figure 3-B shows the variation of axial velocity $w(r)$ for different values of the ratio of relaxation time to retardation one λ_1 . It indicates that, at the domain $(0.2 \leq r \leq 0.8)$, the axial velocity increases with the increase of λ_1 . It is also found that, in case of Newtonian fluid ($\lambda_1 = 0$), the value of the axial velocity is lower than that in case of non-Newtonian fluid. Meanwhile, at the complementary of this domain, the axial velocity decreases with the increase of λ_1 . It is also noted that, in case of Newtonian fluid ($\lambda_1 = 0$), the value of the axial velocity is greater than that in case of non-Newtonian fluid. Figure 3-C indicates the variation of axial velocity $w(r)$ for different values of the flow rate Q . It is observed that, at the domain $(0.2 \leq r \leq 0.8)$, the axial velocity decreases by the increasing of Q . However, the inverse occurs at the at the complementary of this domain. Figure 3-D indicates the variation of axial velocity $w(z)$ for different values of the Reynolds number R_e . It is observed that, the axial velocity increases with the increase of R_e . Through this figure, the numerical calculations depict that as the Reynolds number increase, both of viscosity and flow resistance are decreased, the axial velocity is also increased.

The special case of ignoring the parameters $\phi = 0$ (no-tapered), $h = 0$ (no-stenosis), $R_n = R_a = R_M = 0$ (no nanoparticles), N_t, N_b tends to zero (no temperature), $r_1 = 0$, $\gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0$ and $\lambda_1 = 0$ is depicted in figure 4-A. Through this figure we have recorded the previous results which have been early obtained by Fung [30]. Also, the special case of ignoring the parameters $R_n = R_a = R_M = 0$ (no nanoparticles), N_t, N_b tends to zero (no temperature), $r_1 = 0$, $\gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0$ and $\lambda_1 = 0$ is depicted in figure 4-B. Through this figure, we have recorded the previous results which have been early obtained by Verma and Parihar [11].

Figure 5-A describes the variation of temperature $\theta(r)$ for different values of the thermophoresis parameter N_t . It is observed that the temperature profile decreases with the increase of N_t in the region $0 \leq r \leq 0.2$. However, increases in the region $0.2 < r \leq 0.9$. The variation of temperature profile $\theta(r)$ for different values of the Brownian motion parameter N_b is described in figure 5-B. It is indicated that the Brownian motion parameter N_b and the thermophoresis parameter N_t have qualitatively similar effects on temperature profile. Figure 5-C indicates the variation of temperature $\theta(r)$ for different values of the thermal slip parameter η^* . It is observed that, in the domain $0 \leq r \leq 0.2$, the temperature profile increases with the increase of η^* . It is also found that, in case of no-slip condition ($\eta^* = 0$), the value of the temperature

profile is lower than that in case of slip condition. Meanwhile, at the complementary of this domain, the inverse occurs. Figure 6-A indicates the variation of the nanoparticle volume fraction in the nanofluid σ vs r -axis for different values of the thermophoresis parameter N_t . It is clear that the nanoparticles phenomena increases with the increase of N_t in the region $0 \leq r \leq 0.2$. However, this influence decreases in the region $0.2 < r \leq 0.8$. Figure 6-B describes the variation of nanoparticle volume fraction in the nanofluid σ vs r -axis for different values of the Brownian motion parameter N_b . It is shown that the Brownian motion parameter N_b and the thermophoresis parameter N_t have qualitatively opposite effects on the nanoparticles phenomena. Figure 6-C indicates the variation of the nanoparticle volume fraction in the nanofluid $\sigma(r)$ for different values of the nanoparticle slip parameter β^* . It is observed that, in the domain $0 \leq r \leq 0.2$, the nanoparticles phenomena increases with the increase of β^* . It is also found that, in case of no-slip condition ($\beta^* = 0$), the value of nanoparticle volume fraction is lower than that in case of slip condition. Meanwhile, at the complementary of this domain, the inverse occurs. Figures 5-A, 5-B, 5-C, 6-A, 6-B and 6-C show that the temperature profile and nanoparticle phenomena have qualitative similar behavior for slip parameters and Brownian motion parameter. However, they have qualitative opposite behavior for the thermophoresis parameter.

The pressure rise ΔP is plotted vs the mean flow rate for different values of the thermophoresis parameter N_t in figure 7-A. It is observed that with an increase in N_t , the pressure rise decrease. Figure 7-B describes the variation of pressure rise vs the mean flow rate for different values of the Brownian motion parameter N_b . It is observed that the pressure rise increase with the increase of N_b . Furthermore, the peristaltic pumping is defined at the region when ($\Delta P > 0$ and $Q > 0$) (pumping region). It is noticed that the peristaltic pumping region becomes wider as the Brownian motion parameter N_b increases. The pressure rise is plotted vs the mean flow rate for different values of the velocity slip parameter γ^* in figure 7-C. It is found a critical flow rate Q_c at ($Q = 0.5$) approximately. As the domain of the Q becomes ($-0.1 \leq Q \leq Q_c$), the pressure rise decrease with the increase of γ^* . Also, it is found that the transmission of the curves through a non slip condition ($\gamma^* = 0$) is greater than that through the slip condition ($\gamma^* \neq 0$). Meanwhile, the inverse occurs at the complementary of this domain. Figure 7-D shows the variation of pressure rise vs the mean flow rate for different values of the ratio of relaxation time to retardation one λ_1 . It is found that the pressure rise decrease with the increase of λ_1 . Also, it is found that the transmission of the curves through a Jeffrey fluid ($\lambda_1 \neq 0$) is greater than that in a Newtonian fluid ($\lambda_1 = 0$). From the pervious figures, it is found that the increase in mean flow rate decreases the pressure rise. Therefore, the maximum flow rate is achieved at zero pressure rise. Also, the maximum pressure rise occurs at zero flow rate. Finally, the relation between pressure rise and mean flow rate is linear.

The friction force of the outer tube ΔF_2 is plotted vs the mean flow rate for different values of the velocity slip parameter γ^* in figure 8-A. It found a critical flow rate Q_c at ($Q = 0.5$) approximately. As the domain of the Q becomes ($-1 \leq Q \leq Q_c$), the friction force increases with the increase of γ^* . Also, it is found that the transmission of the curves through a non slip condition ($\gamma^* = 0$) is lower than that through the slip condition ($\gamma^* \neq 0$). Meanwhile, the inverse occurs at the complementary of this domain. Figure 8-B shows the variation of friction force vs the mean flow rate for different values of the ratio of relaxation time to retardation one λ_1 . It is showed that λ_1 has the same effects as that of γ^* on the friction force. It is noticed that, from these paragraph and previous paragraph, the friction force has the opposite behavior compared to the pressure rise.

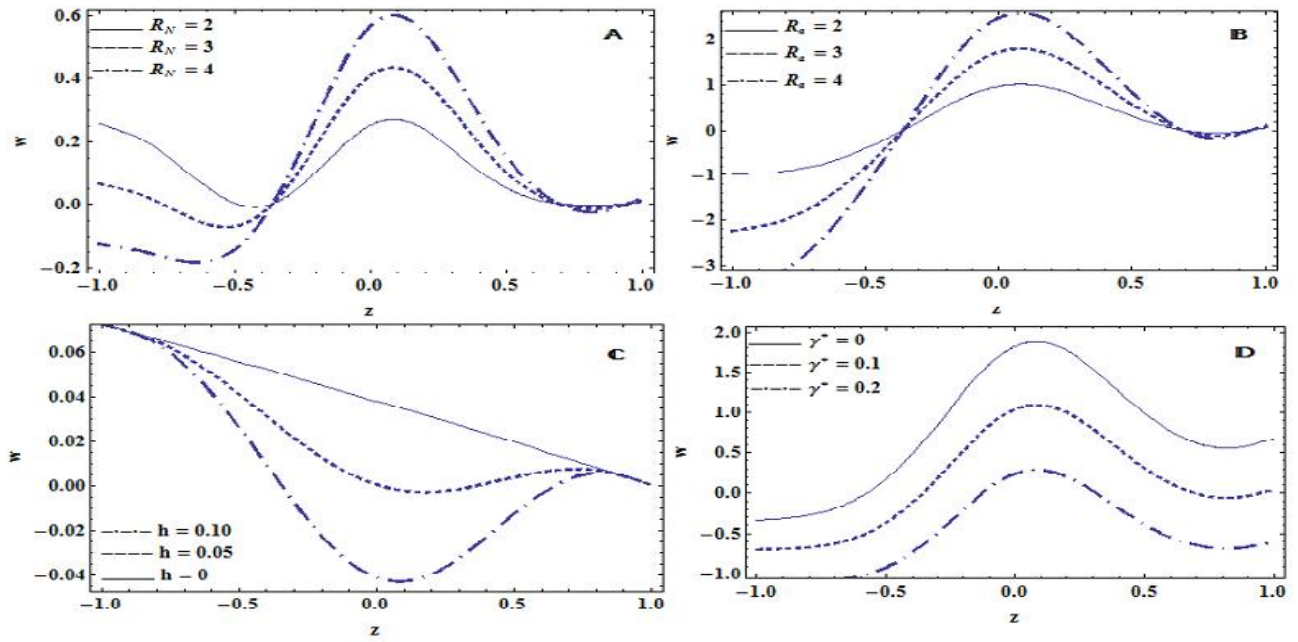


Fig. 2. indicates the variation of the axial velocity w with z -axis for different values of R_N , R_a , h and γ^*

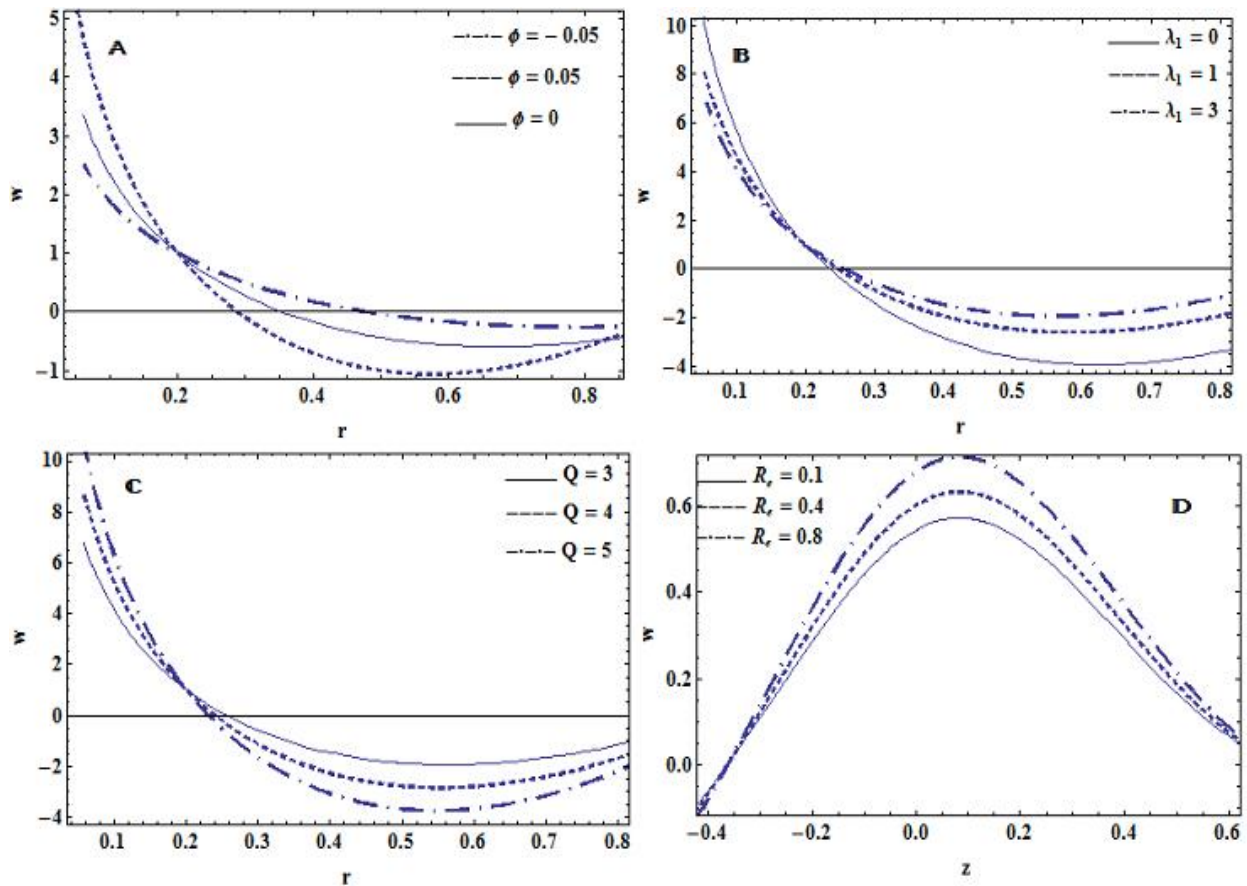


Fig. 3. indicates the variation of the axial velocity w with r -axis for different values of ϕ , λ_1 and Q .

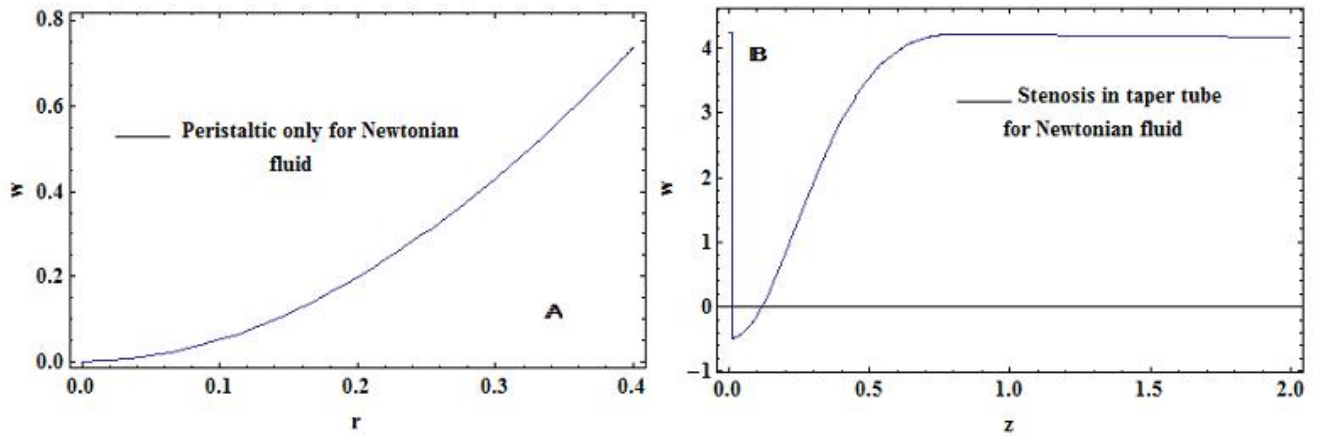


Fig. 4. indicates the axial velocity W for special cases as shown in panels A and B.

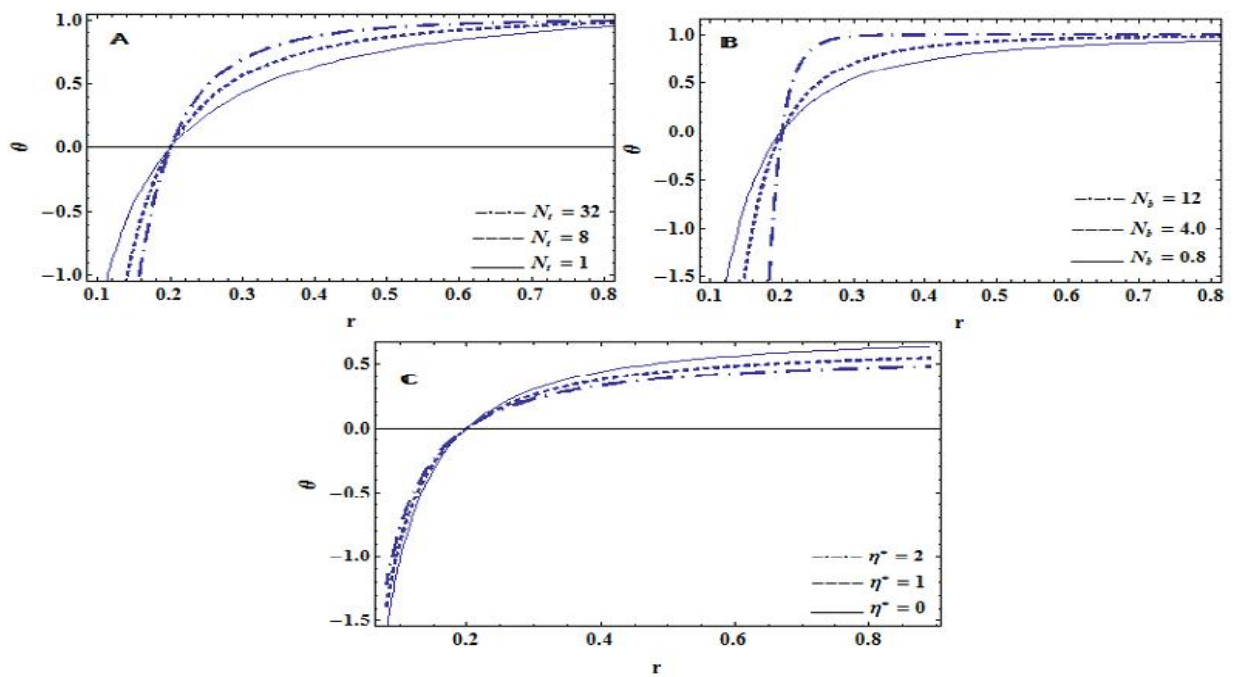


Fig. 5. indicates the variation of the temperature distribution θ with r -axis for different values of N_t , N_b and η^* .

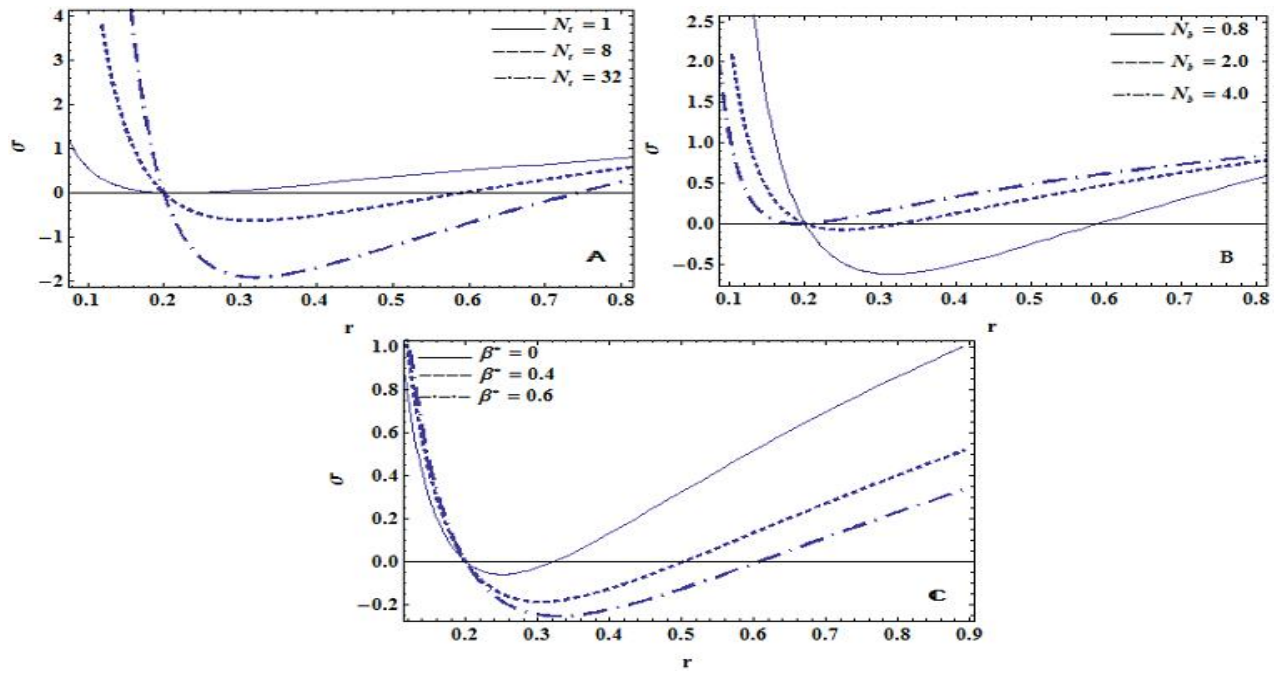


Fig. 6. indicates the variation of the nanoparticle volume fraction in the nanofluid σ with r -axis for different values of N_t , N_b and β^* .

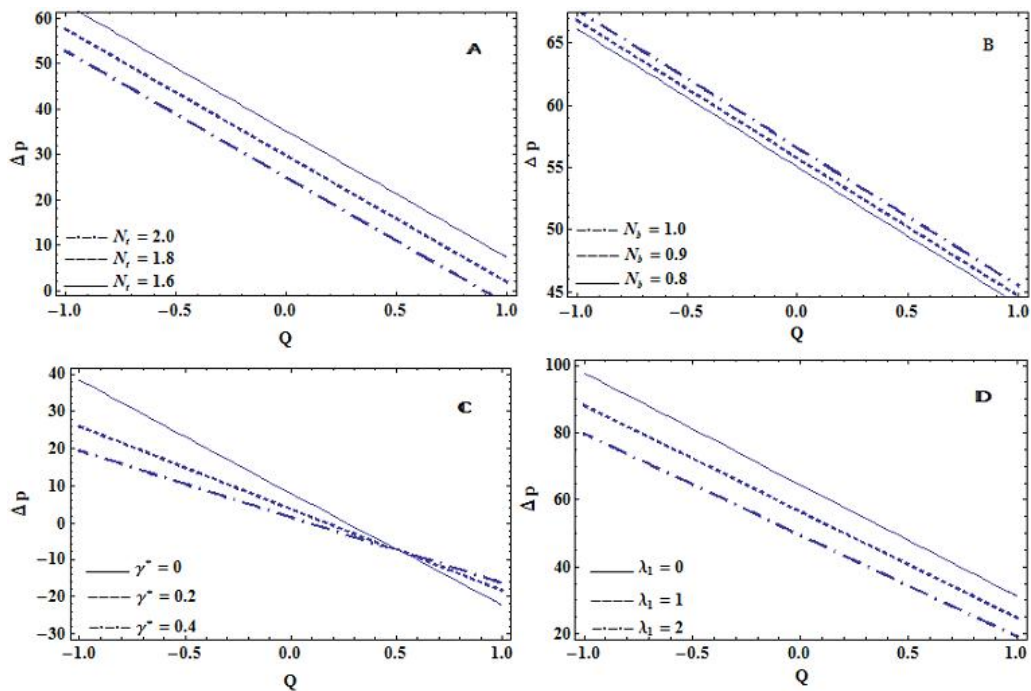


Fig. 7. indicates the variation of pressure rise ΔP vs mean flow rate for different values of N_t , N_b , γ^* and λ_1 .

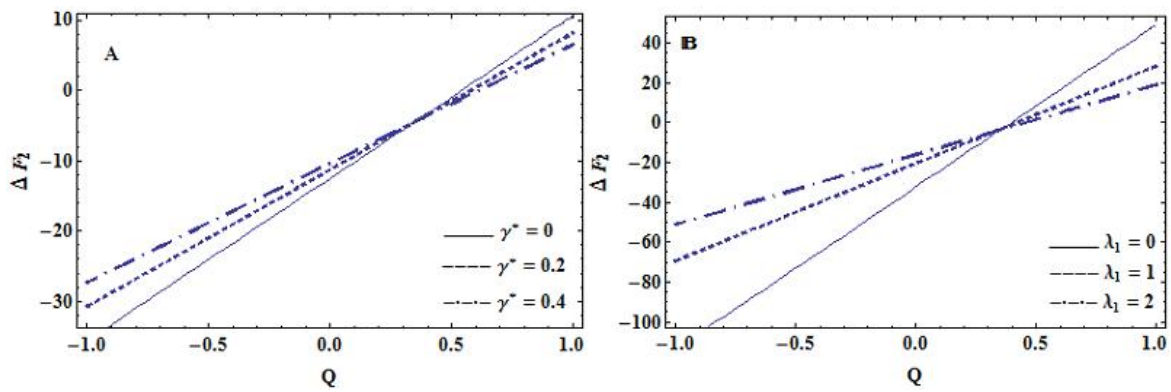


Fig. 8. indicates the variation of friction force of outer tube ΔF_2 vs mean flow rate for different values of γ^* and λ_1 .

4.2 TRAPPING

In addition to the pumping phenomenon, trapping is considered as another motivating physical phenomenon in peristaltic motion. As the walls are stationary, trapping phenomenon may be anticipated that the streamlines have a shape similar to the walls. However, in the wave frame, some streamlines under specific conditions may be separated to enclose a bolus of fluid particles in closed streamlines. Therefore, the structure of an internally circulating bolus of the fluid by closed stream lines is defined as a trapping. Furthermore, this trapped bolus is moved forward along with the speed of the peristaltic wave. Also, bolus is defined as a volume of fluid bounded by closed streamlines. In addition, the trapping phenomenon has been discussed by many researchers, such that Shapiro [6] and Jaffrin [32]. The following figures illustrate the stream lines graphs, in the domain $0 \leq z \leq 2$, for different values of several parameters. The domain $0 \leq z \leq 0.8$ represents the region of stenosis.

The effect of the of the maximum height of stenosis h on trapping is illustrated in figure 9-A. It is observed that the trapped bolus increases in size by the increasing of h . The effect of the taper angle ϕ is illustrated in figure 9-B. It is indicated that the taper angle ϕ and the the maximum height of stenosis h have qualitatively similar effects on the size of trapped bolus. The effects of the Brownian motion parameter N_b on the trapping are displayed in figure 10-A. It is observed that the bolus decreases in size by the increasing of N_b . The effects of the thermophoresis parameter N_t on the trapping are displayed in figure 10-B. It is indicated that the Brownian motion parameter N_b and the thermophoresis parameter N_t have qualitatively similar effects on the size of trapped bolus. The effect of the of the mean flow rate Q on trapping is illustrated in figure 11-A. It is noticed that the trapped bolus increases in size by the increasing of Q . The effect of the velocity slip parameter γ^* is illustrated in figure 11-B. It is indicated that the velocity slip parameter γ^* and the mean flow rate Q have qualitatively similar effects on the size of trapped bolus.

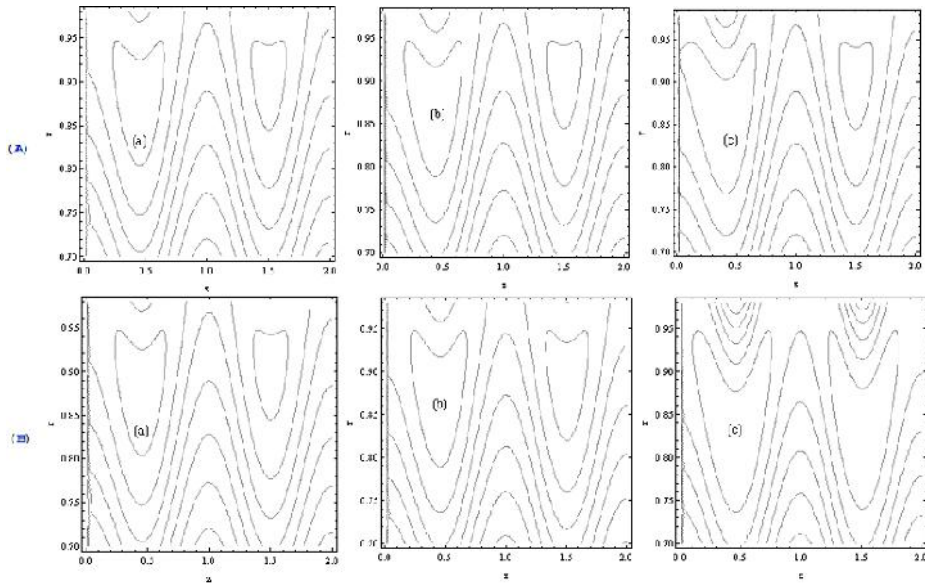


Fig. 9. Streamlines for different values of h and ϕ , respectively.

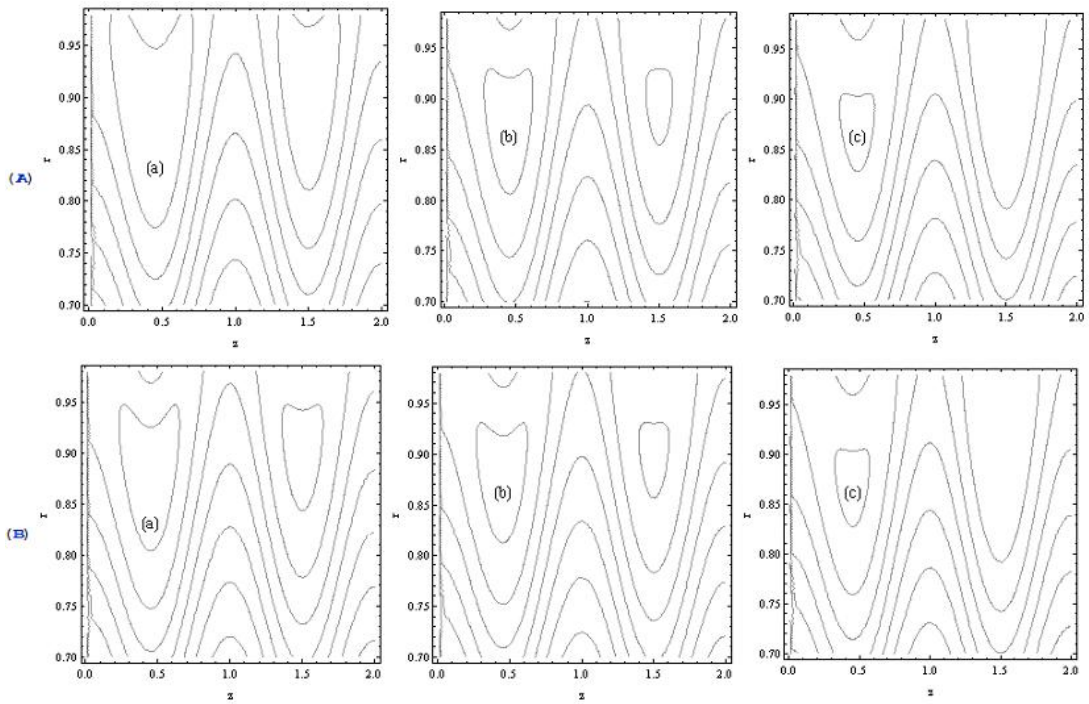


Fig. 10. Streamlines for different values of N_b and N_t , respectively.

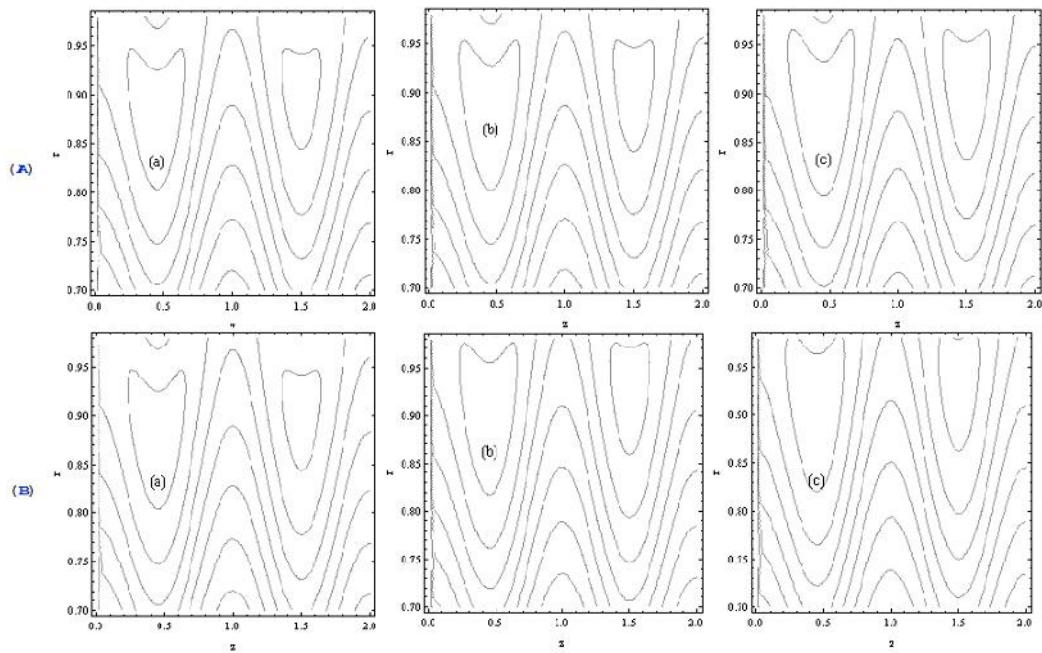


Fig. 11. Streamlines for different values of Q and γ^* , respectively.

5 CONCLUSIONS

In this study we have presented a theoretical approach to investigate the effect of heat transfer on peristaltic flow of Jeffrey nanofluid in a vertical annulus. The flow is streaming through a tapered artery with mild stenosis. Furthermore, the influences of slip conditions of velocity, heat and nanoparticles are also considered. The governing equations of motion, energy and nanoparticle volume fraction are based on a perturbation technique. These equations are analytically solved in accordance with the appropriate boundary conditions. The distributions of velocity, stream function, temperature and nanoparticle are obtained up to the first order. The pressure rise and friction force are obtained in terms of dimensionless flow rate Q by using numerical integration. Numerical calculations are adopted to obtain the effects of several parameters, such as the Reynolds number, the slip parameters, Brownian motion parameter, thermophoresis parameter, the taper angle, nanoparticles Rayleigh number, thermal Rayleigh number, the ratio of relaxation to retardation times and the maximum height of stenosis. Trapping phenomena is also discussed.

The concluding remarks may be drawn as follows:

• Pumping characteristics

- (a) As the domain $(-0.4 \leq z \leq 0.6)$, the axial velocity increases with the increase of R_N and R_d . Meanwhile, the inverse occurs at the complementary of this domain.
- (b) The axial velocity decreases with the increase of γ^* .
- (c) As the domain of the maximum height of stenosis h becomes $(-.8 \leq z \leq 0.8)$, the axial velocity decreases with the increase of h . Meanwhile, at the complementary of this domain, the curves of this velocity are coincide to each others.
- (d) The temperature profile decreases with the increase of N_t in the region $0 \leq r \leq 0.2$. However, it increases in the region $0.2 < r \leq 0.9$.
- (e) The Brownian motion parameter N_b and the thermophoresis parameter N_t have qualitatively similar effects on temperature profile.
- (f) In the domain $0 \leq r \leq 0.2$, the nanoparticles phenomena increases with the increase of β^* . It is also found that, in case of no-slip condition ($\beta^* = 0$), the value of nanoparticle volume fraction is lower than that in case of slip condition.

Meanwhile, at the complementary of this domain, the inverse occurs.

- (g) The values of the pressure rise increases with the increase of N_b .
- (h) The increase in mean flow rate decreases the pressure rise. Therefore, the maximum flow rate is achieved at zero pressure rise. Also, the maximum pressure rise occurs at zero flow rate.
- (i) There exist a critical flow rate Q_c at ($Q = 0.5$) approximately. As the domain of the Q becomes ($-1 \leq Q \leq Q_c$), the friction force increases with the increase of γ^* . Meanwhile, the inverse occurs at the complementary of this domain.
- (j) The friction force has the opposite behavior compared to the pressure rise.

• Trapping

- (a) The size of the trapped bolus decreases with the increasing of Brownian motion parameter N_b and thermophoresis parameter N_t .
- (b) The size of the trapped bolus increases with the increasing of maximum height of stenosis h , taper angle ϕ and slip parameter γ^* .

To the best of our knowledge, This study is very important in the field of fluid mechanics because it have many applications in many scientific fields such as medicine, medical industrial and others.

Caption of figures

- Figure 2-**A** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, Q = 3, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, \phi = 0.05, h = 0.13, \lambda_1 = 5, R_a = 2, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($R_N = 2,3,4$).
- Figure 2-**B** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, Q = 3, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, \phi = 0.05, h = 0.13, \lambda_1 = 5, R_N = 0.8, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($R_a = 2,3,4$).
- Figure 2-**C** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, Q = 3, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, \phi = 0.05, R_N = 2, \lambda_1 = 5, R_a = 0.8, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($h = 0,0.05,0.1$).
- Figure 2-**D** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, Q = 3, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, R_N = 7, \eta^* = \beta^* = 0.1, \phi = 0.05, h = 0.13, \lambda_1 = 5, R_a = 0.8, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($\gamma^* = 0,0.1,0.2$).
- Figure 3-**A** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, Q = 3, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, R_N = 2, h = 0.13, \lambda_1 = 5, R_a = 0.8, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($\phi = 0,0.05,-0.05$).
- Figure 3-**B** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, Q = 3, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, \phi = 0.05, h = 0.13, R_N = 25, R_a = 0.8, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($\lambda_1 = 0,1,3$).
- Figure 3-**C** is prepared for various values of the parameters: $L = 1, d = 2, z_0 = 0.8, r_1 = 0.2, N_b = 0.8, N_t = 2, \gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1, \phi = 0.05, h = 0.13, \lambda_1 = 5, R_a = 0.8, R_M = 2, V_0^* = 1, R_e = 10$ and ($Q = 3,4,5$).

- Figure 3-D is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $R_N=2$, $r_1=0.2$, $N_b=0.8$, $N_t=2$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.13$, $\lambda_1=5$, $R_a=0.8$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $Q=3$ and ($R_e=0.1,0.4,0.8$).
- Figure 4-A is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, ($R_N, r_1, N_b, N_t, \gamma^*, \eta^*, \beta^*, \phi, h, \lambda_1, R_a, R_M, V_0^*$): 0, $Q=3$ and $R_e=10$.
- Figure 4-B is prepared for various values of the parameters: $L=2$, $b=0.01$, $L_0=0.8$, ($R_N, r_1, N_b, N_t, \gamma^*, \eta^*, \beta^*, \lambda_1, R_a, R_M, V_0^*$): 0, $Q=3$, $\phi=0.005$, $h=0.2$ and $R_e=10$.
- Figure 5-A is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=0.2$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$ and ($N_t=1,8,32$).
- Figure 5-B is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_t=8$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$ and ($N_b=0.8,4,12$).
- Figure 5-C is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_t=2$, $N_b=0.8$, $\gamma^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$ and ($\eta^*=0,1,2$).
- Figures 6-A is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=0.8$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$ and ($N_t=1,8,32$).
- Figures 6-B is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_t=8$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$ and ($N_b=0.8,2,4$).
- Figure 6-C is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_t=2$, $N_b=0.8$, $\gamma^*=\eta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$ and ($\beta^*=0,0.4,0.6$).
- Figure 7-A is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=0.8$, $R_N=9$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$, $\lambda_1=0.4$, $R_a=2$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $R_e=2$ and ($N_t=1.6,1.8,2$).
- Figure 7-B is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_t=1$, $R_N=9$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$, $\lambda_1=5$, $R_a=2$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $R_e=2$ and ($N_b=0.8,0.9,1$).
- Figure 7-C is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=1$, $R_N=2$, $N_t=3$, $\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$, $\lambda_1=0.4$, $R_a=2$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $R_e=2$ and ($\gamma^*=0,0.2,0.4$).
- Figure 7-D is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=1$, $R_N=9$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$, $N_t=3$, $R_a=2$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $R_e=2$ and ($\lambda_1=0,1,2$).
- Figure 8-A is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=0.8$, $R_N=2$, $N_t=1$, $\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$, $\lambda_1=5$, $R_a=2$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $R_e=2$ and ($\gamma^*=0,0.2,0.4$).
- Figure 8-B is prepared for various values of the parameters: $L=1$, $d=2$, $z_0=0.8$, $r_1=0.2$, $N_b=0.8$, $R_N=2$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$, $\phi=0.05$, $h=0.1$, $N_t=1$, $R_a=2$, $R_M=2$, $V_0^*=1$, $R_e=2$ and ($\lambda_1=0,1,2$).
- Figure 9-A : Stream lines for $L=2$, $d=2$, $z_0=0.8$, $Q=3$, $r_1=0.2$, $N_b=0.8$, $N_t=1$, $\gamma^*=\eta^*=\beta^*=0.1$,

$\phi = 0.005$, $R_N = 0.8$, $\lambda_1 = 2$, $R_a = 2$, $R_M = 2$, $V_0^* = 1$, $R_e = 10$ and $(h = 0.1, 0.13, 0.17)$.

- Figure 9-B: Stream lines for $L = 2$, $d = 2$, $z_0 = 0.8$, $Q = 3$, $r_1 = 0.2$, $N_b = 0.8$, $N_t = 1$, $\gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1$, $h = 0.1$, $R_N = 0.8$, $\lambda_1 = 2$, $R_a = 2$, $R_M = 2$, $V_0^* = 1$, $R_e = 10$ and $(\phi = 0.005, 0.01, 0.03)$.
- Figure 10-A: Stream lines for $L = 2$, $d = 2$, $z_0 = 0.8$, $Q = 3$, $r_1 = 0.2$, $h = 0.1$, $N_t = 2$, $\gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1$, $\phi = 0.005$, $R_N = 0.8$, $\lambda_1 = 2$, $R_a = 2$, $R_M = 2$, $V_0^* = 1$, $R_e = 10$ and $(N_b = 0.8, 2, 3)$.
- Figure 10-B: Stream lines for $L = 2$, $d = 2$, $z_0 = 0.8$, $Q = 3$, $r_1 = 0.2$, $h = 0.1$, $N_b = 0.8$, $\gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1$, $\phi = 0.005$, $R_N = 0.8$, $\lambda_1 = 2$, $R_a = 2$, $R_M = 2$, $V_0^* = 1$, $R_e = 10$ and $(N_t = 1, 1.2, 1.5)$.
- Figure 11-A: Stream lines for $L = 2$, $d = 2$, $z_0 = 0.8$, $N_b = 0.8$, $r_1 = 0.2$, $h = 0.1$, $N_t = 1$, $\gamma^* = \eta^* = \beta^* = 0.1$, $\phi = 0.005$, $R_N = 0.8$, $\lambda_1 = 2$, $R_a = 2$, $R_M = 2$, $V_0^* = 1$, $R_e = 10$ and $(Q = 3, 3.01, 3.03)$.
- Figure 11-B: Stream lines for $L = 2$, $d = 2$, $z_0 = 0.8$, $Q = 3$, $r_1 = 0.2$, $h = 0.1$, $N_b = 0.8$, $N_t = 1$, $\eta^* = \beta^* = 0.1$, $\phi = 0.005$, $R_N = 0.8$, $\lambda_1 = 2$, $R_a = 2$, $R_M = 2$, $V_0^* = 1$, $R_e = 10$ and $(\gamma^* = 0.1, 0.18, 0.2)$.

REFERENCES

- [1] Hayat T., Awais M., Obaidat S., Three-dimensional flow of a Jeffrey fluid over a linearly stretching sheet, Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul., 17 (2012) 699-707.
- [2] Vajravelu K., Sreenadh S., Lakshminarayana P., The influence of heat transfer on peristaltic transport of a Jeffrey fluid in a vertical porous stratum, Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul., 16 (2011) 3107-3125.
- [3] Lalitha Jyothi K., Devaki P., Sreenadh S., Pulsatile flow of a Jeffrey fluid in a circular tube having internal porous lining, Int. J. Math. Archive, 4 (2013) 75-82.
- [4] Latham T. W., Fluid motion in a peristaltic pump, MS Thesis, MIT, Cambridge, M.A., (1966).
- [5] Burns J.C., Parkes T., Peristaltic motion, J. Fluid Mech., 29 (1967) 731-743.
- [6] Shapiro A. H., Jaffrin M. Y., Weinberg S. L., Peristaltic pumping with long wave lengths at low Reynolds number, J. Fluid Mech., 37 (1969) 799-825.
- [7] Manton M. J., Long-wave length peristaltic pumping at low Reynolds number, J. Fluid Mech., 68 (1975) 467-476.
- [8] Ang K.C., Mazumdar J.N., Mathematical modeling of three dimensional flow through an asymmetric arterial stenosis, Math. Comput. Modell., 25 (1997) 19-29.
- [9] Nichols W. W., Orourke M. F., McDonald's Blood Flow in Arteries, USA by Oxford University Press, Inc., New York, (1973).
- [10] Chakravarty S., Datta A., Mandal P.K., Analysis of nonlinear blood flow in a stenosed flexible artery, Int. J. Eng. Sci., 33 (1995) 1821-1837.
- [11] Verma N., Parihar R. S., Mathematical model of blood flow through a tapered artery with mild stenosis and hematocrit, J. Mod. Math. Stat., 4 (2010) 38-43.
- [12] Srinivas S., Kothandapani M. Peristaltic transport in an asymmetric channel with heat transfer, Int. Comm. Heat Mass Trans. 35 (2008) 514-522.
- [13] Arora C. P., Heat and Mass Transfer, 2nd ed., Khanna Publishers, Delhi, (1997).
- [14] Nadeem S., Akbar N. S., Influence of heat transfer on a peristaltic transport of Herschel-Bulkley fluid in a non uniform inclined tube, Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul., 14 (2009) 4100-4113.
- [15] Choi S. U. S., Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles, developments and applications of non-Newtonian flow, ASME FED 231 (1995) 99-105.
- [16] Choi S. U. S., Zhang Z. G., Yu W., Lockwood F. E., Grulke E. A., Anomalous thermal conductivity enhancement in nanotube suspensions, Appl. Phys. Lett., 79 (2001) 2252-2254.
- [17] Eijkle J. C. T., van der Berg A., Nanofluidics: what is it and what can we expect from it?, Microfluid Nanofluid 1 (2005) 249-267.
- [18] Mekheimer K. S., Abd elmaboud Y., The influence of heat transfer and magnetic field on peristaltic transport of a Newtonian fluid in a vertical annulus: application of an endoscope, Phy. Lett. A, 372 (2008) 1657-1665.
- [19] Pankhurst Q.A., Connolly J., Jones S. K., Dobson J., Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine, J. Phy. D, 36

- (2003) 167-181.
- [20] Akram A., Nadeem S., Abdul Ghafoor, Lee C., Consequences of nanofluid on peristaltic flow in asymmetric channel, *Int. J. Basic & Appl. Sci.*, 12 (2012) 75-96.
- [21] Ebaid A., Aly E. H., Exact analytical solution of the peristaltic nanofluids flow in an asymmetric channel with flexible walls and slip condition: Application to the cancer treatment, *Comput. & Math. Methods in Medicine*, 2013 (2013) 1-8.
- [22] Ellahi R., Rahman S. U., Nadeem S., Blood flow of nanofluid through an artery with composite stenosis and permeable walls, *Appl. Nanosci.* 4 (2014) 919-926.
- [23] Nadeem S., Ijaz S., Akbar N. S., A theoretical study of Prandtl nanofluid in a rectangular duct through peristaltic transport, *Appl. Nanosci.* 4 (2014) 753-760.
- [24] Pandey S. K., Chaube M. K., Peristaltic transport of a visco-elastic fluid in a tube of non-uniform cross section, *Math. Comput. Modell.*, 52 (2010) 501-514.
- [25] Mandal P.K., An unsteady of non-Newtonian blood flow through tapered arteries with a stenosis, *Int. J. Nonlin. Mech.*, 40 (2005) 151-164.
- [26] Akbar N. S., Rahman S. U., Ellahi R., Nadeem S., Nanofluid flow in tapering stenosed arteries with permeable walls, *Int. J. Thermal Sci.*, 85 (2014) 54-61.
- [27] Tretheway D. C., Meinhart C. D., Apperant fluid slip at hydrophobic microchannel walls, *Phys. Fluids*, 14 (2002) 9-12.
- [28] Ebaid A., Effects of magnetic field and wall slip conditions on the peristaltic transport of a newtonian fluid in an asymmetric channel, *Phys. Lett. A*, 372 (2008) 4493-4499. *Soc.*, 22 (2014) 143-151.
- [29] Abbasi F. M., Hayat T. Ahmad B., Chen G. Q., Slip effects on mixed convective peristaltic transport of copper-water nanofluid in an inclined channel, *PLoS ONE* 9 (2014) 1-17.
- [30] Fung Y. C., Yin F., Peristaltic waves in circular cylindrical tubes, *J. Appl. Mech.*, 36 (1969) 579-587.
- [31] Sheu L. J., Linear stability of convection in a viscoelastic nanofluid layer, *World Academy of Sci., Engin. & Tec.*, 5 (2011) 232-238.
- [32] Jaffrin M. Y., Inertia and streamline curvature effects on peristalsis pumping, *Int. J. Engng. Sci.*, 11 (1973) 681-699.

HUMAN VOICE ACTIVITY DETECTION USING WAVELET

Md. Shahadat Hossain, Ariful Islam, and Dr. Md. Rafiqul Islam

Mathematics Discipline, Science Engineering and Technology School, Khulna University, Khulna-9208

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

ABSTRACT: Wavelet has wide range of use in the present scientific universe. At present using wavelet through MATLAB different types of tasks are done. For instance biometric recognition (fingerprint recognition, voice recognition, iris recognition, face recognition, pattern recognition and signature recognition), signal processing, human voice activity detection etc. are done using wavelet and wavelet transform. Among these here I have discussed about "Human Voice Activity Detection". At first a human voice is taken as the input sound to MATLAB command window using a good headphone for a few second. Then the sound taken as input give a graphical representation that is saved for future activities. After that using the wavelet toolbox of MATLAB the image of the input sound is taken for analyzing it. Using discrete wavelet transform the image is analyzed. During this analysis a "10 level wavelet" tree is generated by Haar wavelet with 10 decomposition level. At the same time the original signal is reconstructed. At the first time six different human voice activities of the same persons are analyzed. The Norm and the SNR (Signal to Noise Ratio) are counted. The data of the SNR are counted in decibel (db.) unit. Also the bit rates of the three different voice are counted. In this way total 18 different experiments are done for the different five persons where except the first person for all the person three experiments are done. The numerical data of the experiments are shown as graphical representation as well as in histogram analysis. In this process the whole experiments are done for the activity detection of human voice.

KEYWORDS: Wavelet, SNR, Bit rate, Human voice, Histogram.

1 INTRODUCTION

Recently, human-machine interface system based on speech attracts much interest, supporting with the rapid improvement of the CPU performance. The speech-based interface is greatly based on speech recognition, in which the information of voice activity segments (VAS) is effective to improve the recognition rate. For the voice activity detection, various methods have been proposed. They use the features of speech signal, such as transition of the power [1], harmonic structure in spectrum [2] [11] [3] and the existence of signal source directionality [4]. In these methods, acquired speech is usually assumed to be sufficiently clean, due to the preprocessing used in speech recognition and compression for transmission. However at indoor environments where the interface is ordinarily used, there are various localized interferences arriving from particular direction such as the sound of closing door, etc. For these non-stationary interferences, the conventional methods do not realize sufficient performance, because of stationarity and whiteness assumption to noise. Kaneda [10] [12] proposed an effective VAD method available for these non-stationary interferences, using their high performance speech emphasizing system "AMNOR (Adaptive Microphone array for Noise Reduction)". He uses microphone array to discriminate signals utilizing direction difference between speech and interference. However, target speech and interference are required to arrive from sufficiently separated direction due to the spatial resolution in AMNOR. This limitation critically restricts the applicable condition of the method. In this research, we propose a new method to be robust to the direction of interference, with microphone array signal processing in the wavelet domain to integrate the time, frequency and spatial information of speech signal.

1.1 VOICE ACTIVITY DETECTION (VAD)

Voice activity detection (VAD) refers to the problem of distinguishing speech from non-speech regions (segments) in an audio stream. The non-speech regions could include silence, noise, or a variety of other acoustic signals. VAD is challenging in low signal-to-noise ratio (SNR), especially in non-stationary noise, because both low SNR and a non-stationary noisy environment tend to cause significant detection errors. There is a wide range of applications for VAD, including mobile communication services [5], real-time speech transmission on the Internet [6], noise reduction for digital hearing aid devices [7], automatic speech recognition [8], and variable rate speech coding [9]. Voice activity detection (VAD), also known as speech activity detection or speech detection, is a technique used in speech processing in which we detect the low bit rate speech and high bit rate speech, also can distinguish between high vocal speech and low vocal speech of human. The main uses of VAD are in speech coding and speech recognition. It can facilitate speech processing, and can also be used to deactivate some processes during non-speech section of an audio session. VAD is an important enabling technology for a variety of speech-based applications. Therefore various VAD algorithms have been developed that provide varying features and compromises between latency, sensitivity, accuracy and computational cost. Some VAD algorithms also provide further analysis, for example whether the speech is voiced, unvoiced or sustained. Voice activity detection is usually language independent. There are many voice detection technique already exists like CMU Sphinx, Julius, kaldi, Bing, SILVIA, Vlingo, Microsoft Tellme, Ask Ziggy, wavelet etc. Among these Technique wavelet is used and compressed signal by wavelet technique and which gives better results for lossless compression. The practical implementation of voice signal compression schemes is very similar to that of sub band coding schemes. As is case sub band coding, we compress the signal (analysis) using different wavelets. The output of the compression is down sampled and comparison among the compression signal. Wavelet analysis can be used to divide the information of a signal into approximation and detail sub signals shows the vertical and horizontal details or changes in the signal. If these details are very small then they can be set to zero without significantly zero knows as threshold. The greater the number of zeros the greater the compression ratio. The amount of information retained by a signal after compression and decompression is known as the retained energy and this is proportional to the sum of square of the matrix values. If the energy retained 100% then the compression is known as lossless as the signal can be reconstructed exactly. This occurs when the threshold value is set to zero, meaning that the detail has not been changed. Ideally, during compression the number of zeros are obtained more energy retention will be as high as possible. We know wavelet packet to perform significantly better than wavelets for compression of signals with large amount texture and it is also point out the perceived signal quality is significantly improved using wavelet packets instead of wavelets especially in the textured regions of the signals. This chapter deals with speech compression based on discrete wavelet transforms. We used English words (only hello) for this experiment. We have successfully compressed and reconstructed the words with perfect audibility by using wavelet technique. Speech compression is the technology of converting human speech into an efficiently encoded representation that can later be decoded to produce a close approximation of the original signal. The wavelet transform of a signal decomposes the original signal into wavelets coefficients at different scales and positions. These coefficients represent the signal in the wavelet domain and all data operations can be performed using the corresponding wavelet coefficients.

In our study we obtain code form wavelet coding and then the code is simulated using MATLAB. From the results we noticed that the performance of Wavelet Coding which can detect the distinguish between low bit rate speech and high bit rate speech; also can distinguish between high vocal speech and low vocal speech. Four men (A, B, C, D, E, male) participate in this experiment with different age and voice. Here we take 18 (Eighteen) experimental voice via headphone and for the resultant discursion we calculate only L_1 , L_2 Norm, Therehold value and SNR. All of experiments are given in below.

1.2 WHAT IS VOICE RECOGNITION, AND WHY IS IT USEFUL IN A VIRTUAL ENVIRONMENT?

Voice recognition is "the technology by which sounds, words or phrases spoken by humans are converted into electrical signals, and these signals are transformed into coding patterns to which meaning has been assigned". While the concept could more generally be called "sound recognition", we focus here on the human voice because we most often and most naturally use our voices to communicate our ideas to others in our immediate surroundings. In the context of a virtual environment, the user would presumably gain the greatest feeling of immersion, or being part of the simulation, if they could use their most common form of communication, the voice. The difficulty in using voice as an input to a computer simulation lies in the fundamental differences between human speech and the more traditional forms of computer input. While computer programs are commonly designed to produce a precise and well-defined response upon receiving the proper (and equally precise) input, the human voice and spoken words are anything but precise. Each human voice is different, and identical words can have different meanings if spoken with different inflections or in different contexts. Several approaches have been tried, with varying degrees of success, to overcome these difficulties.

1.3 L_p NORM

For finite p , L_p Norm in $c[a, b]$ is defined as

$$\|f\|_p = \left[\int_a^b |f(x)|^p dx \right]^{\frac{1}{p}} ; 1 \leq p < \infty$$

For discrete function it can be defined as

$$\|f\|_p = \left[\sum_{i=1}^n |f(x_i)|^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

Where $\{x_i\}$ are the components of f .

If we put $p = 1$ in the above equation then $\|f\|_1$ is called **L₁ Norm**.

If we put $p = 2$ in the above equation then $\|f\|_2$ is called **L₂ Norm**.

1.4 SIGNAL TO NOISE RATIO (SNR)

This value gives the quality of reconstructed signal. Higher the value, the better:

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sigma_x^2}{\sigma_e^2}$$

σ_x^2 is the mean square of the speech signal and σ_e^2 is the mean square difference between the original and reconstructed signals.

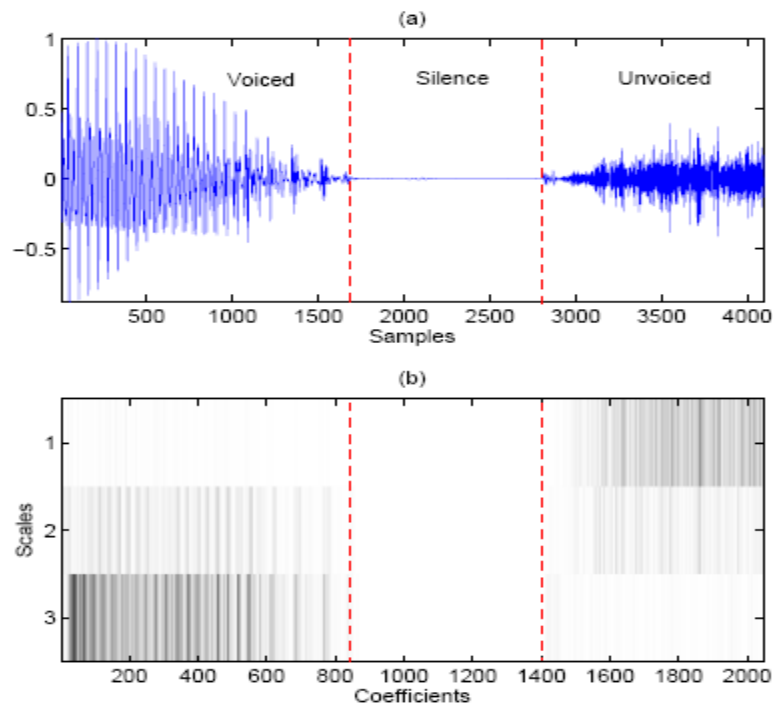


Fig. 1. (a) speech segment consisting of voiced, unvoiced and silence frames, (b) Power variation of detail coefficients

1.4.1 EXPERIMENT 1: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "A"

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "A" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello (7 Times)

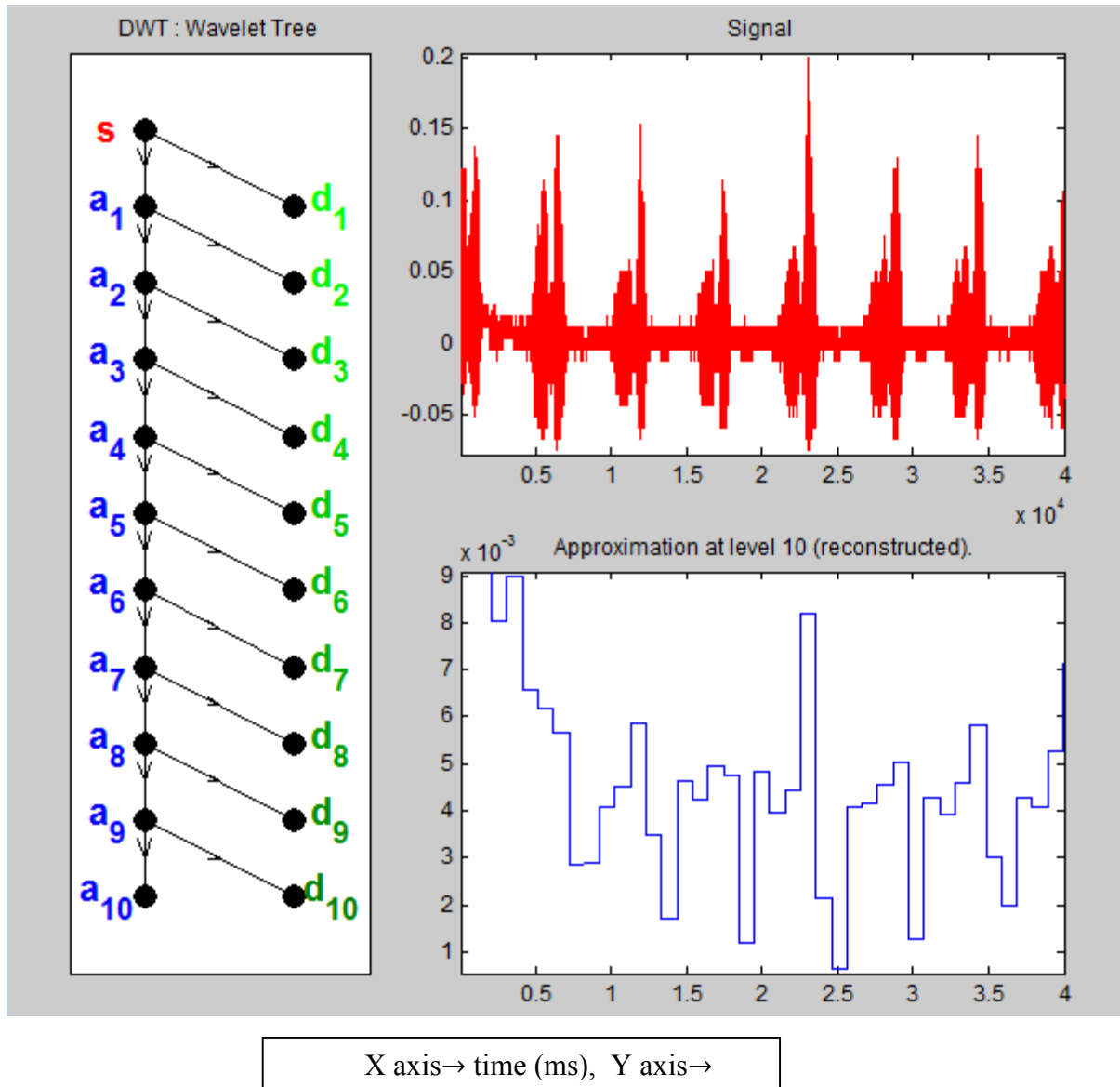


Fig. 2. Original speech signal of Mr. "A" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 481.8

L_2 Norm = 3.845

Signal to noise ratio = 6.81 db

1.4.2 EXPERIMENT 2: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "A"

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "A" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello (7 Times)

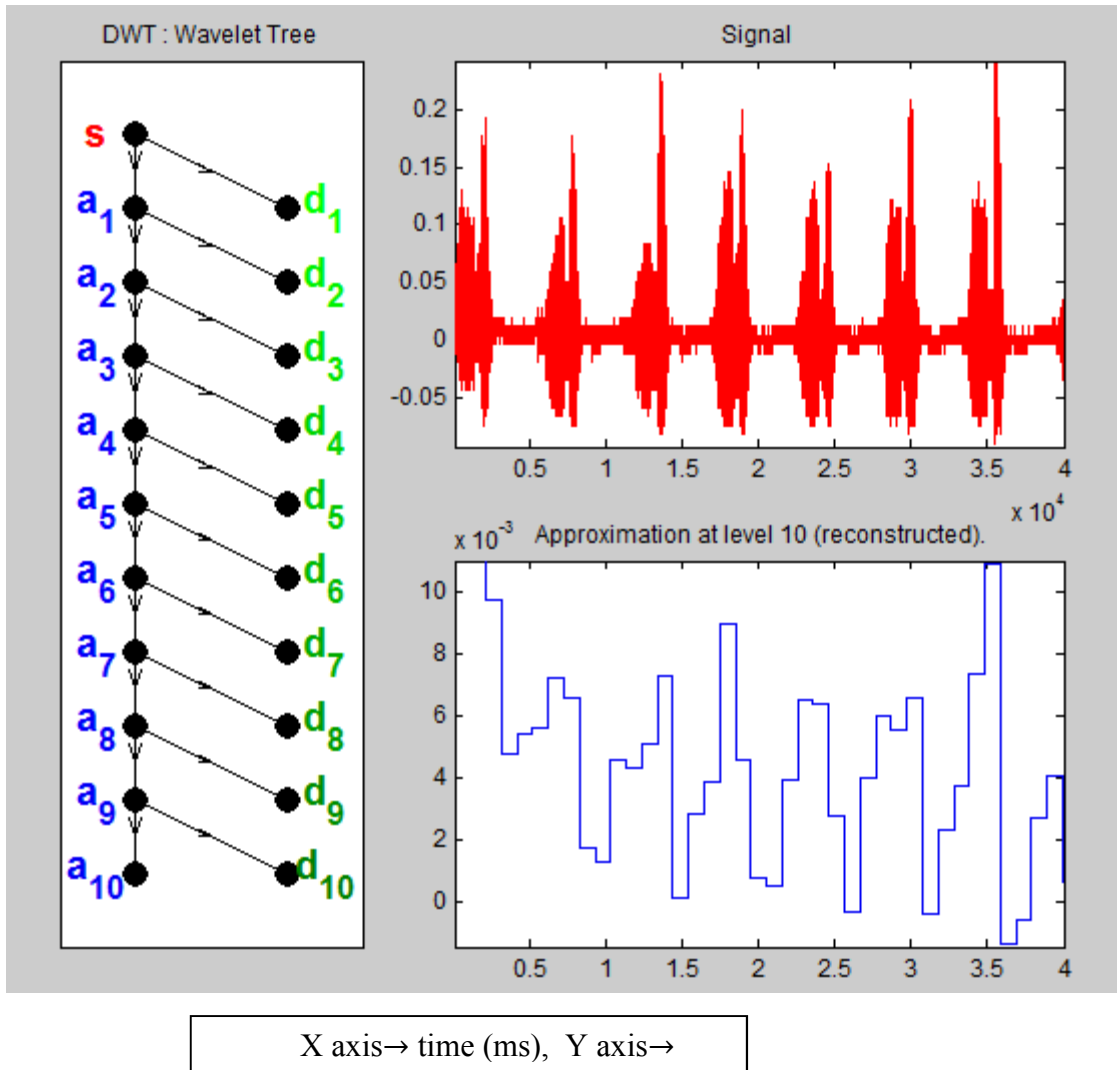


Fig. 3. Original speech signal of Mr. "A" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 587.5

L_2 Norm = 5.058

Signal to noise ratio = 6.00 db

1.4.3 EXPERIMENT 3: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "A":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "A" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
(8 Times)

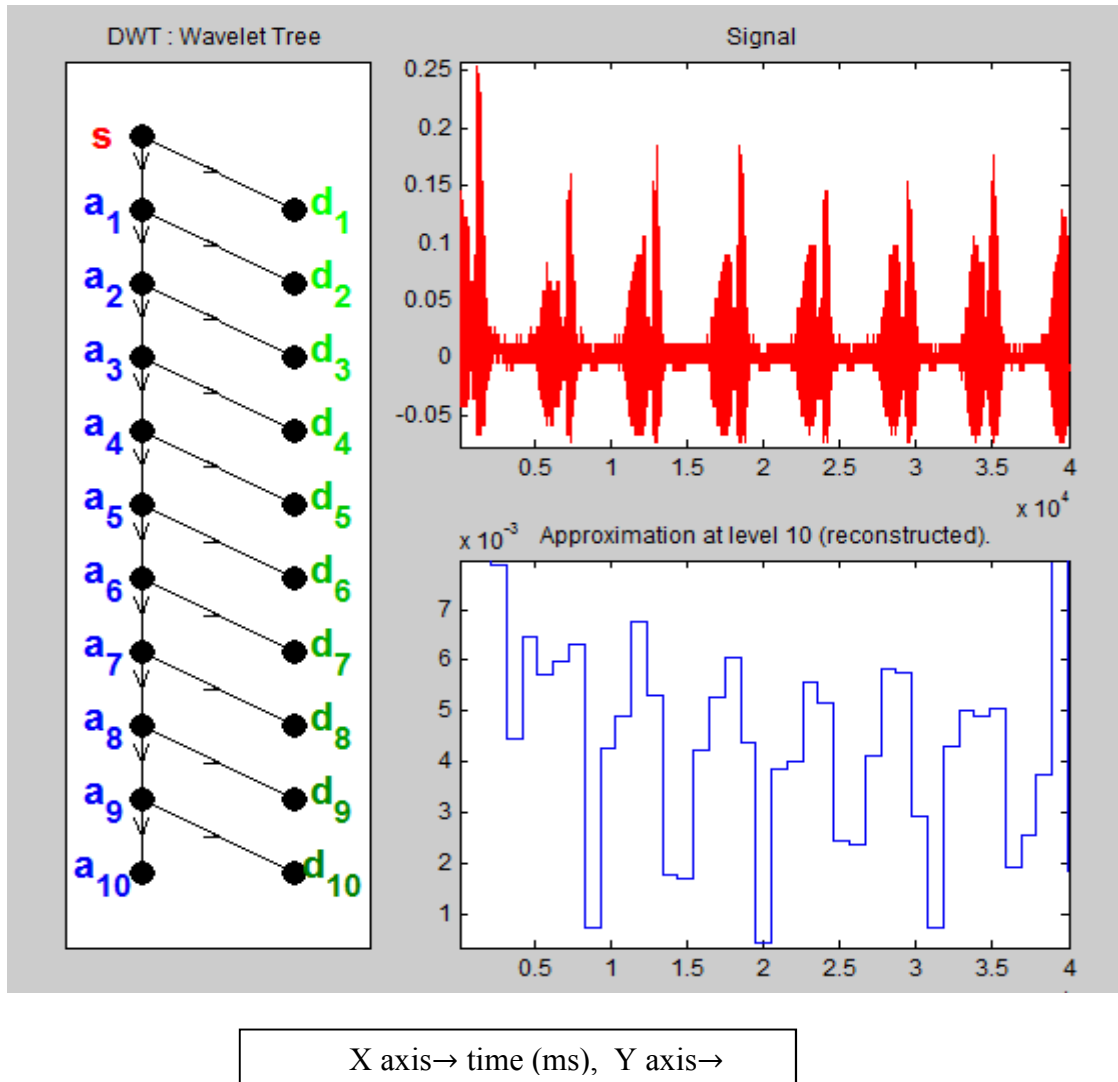


Fig. 4. Original speech signal of Mr. "A" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 570.1
 L_2 Norm = 4.78
 Signal to noise ratio = 5.87 db

1.4.4 DATA CHART FOR MR. "A":

	1 st voice	2 nd voice	3rd voice
L_1 Norm	481.8	587.5	570.1
L_2 Norm	3.84	5.05	4.78
SNR	6.81	6.00	5.81

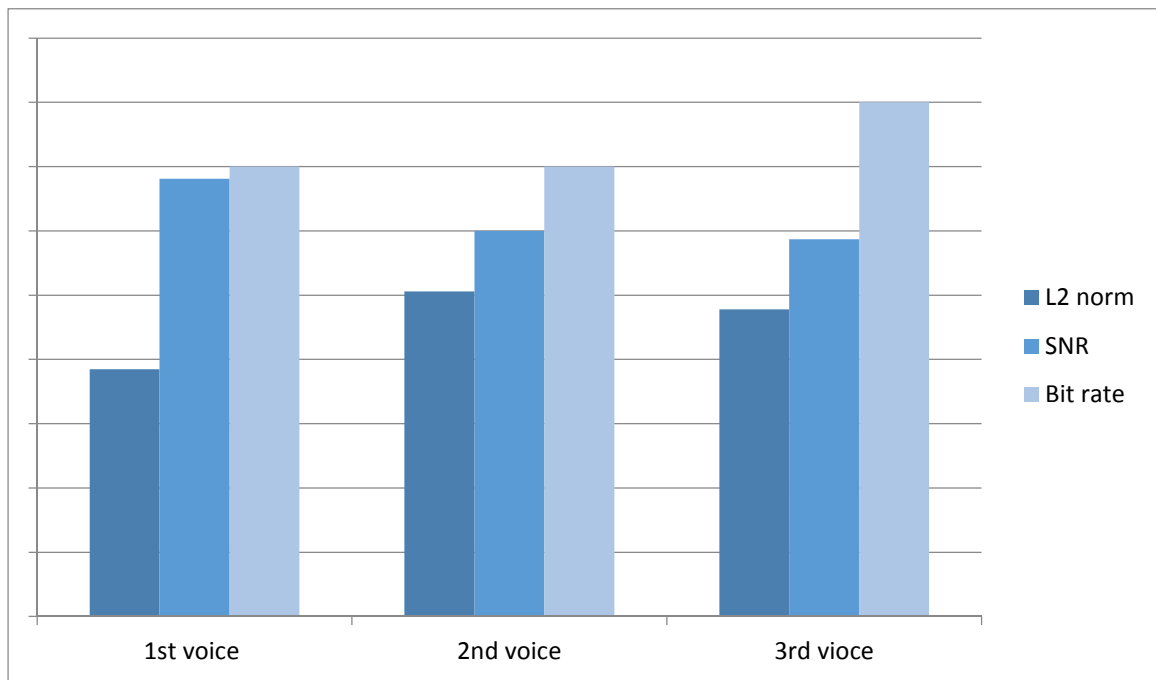


Fig. 5. Three experimental voice data chart of Mr."A".

Summary:

From the above chart it is concluded that the SNR value is minimum for the high bit rate voice (fast voice) than that the slow bit rate voice (slow voice) within the same decibel (db) value. If we increase the volume of vocal chord in different cases then the result will be change. With the increase of volume of vocal chord, the value of L1 norm and L2 norm is increase respectively. For a same range bit rate voices with different volume, SNR value may be increased or decreased but L1 and L2 norm must increased with the increase of volume. By this way we can say that the 2nd speech has the height volume i.e. height db value among the 3 speech and the 3rd Speech is faster voice than the other two.

1.4.5 EXPERIMENT 4: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "A":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "A" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
(8 Times)

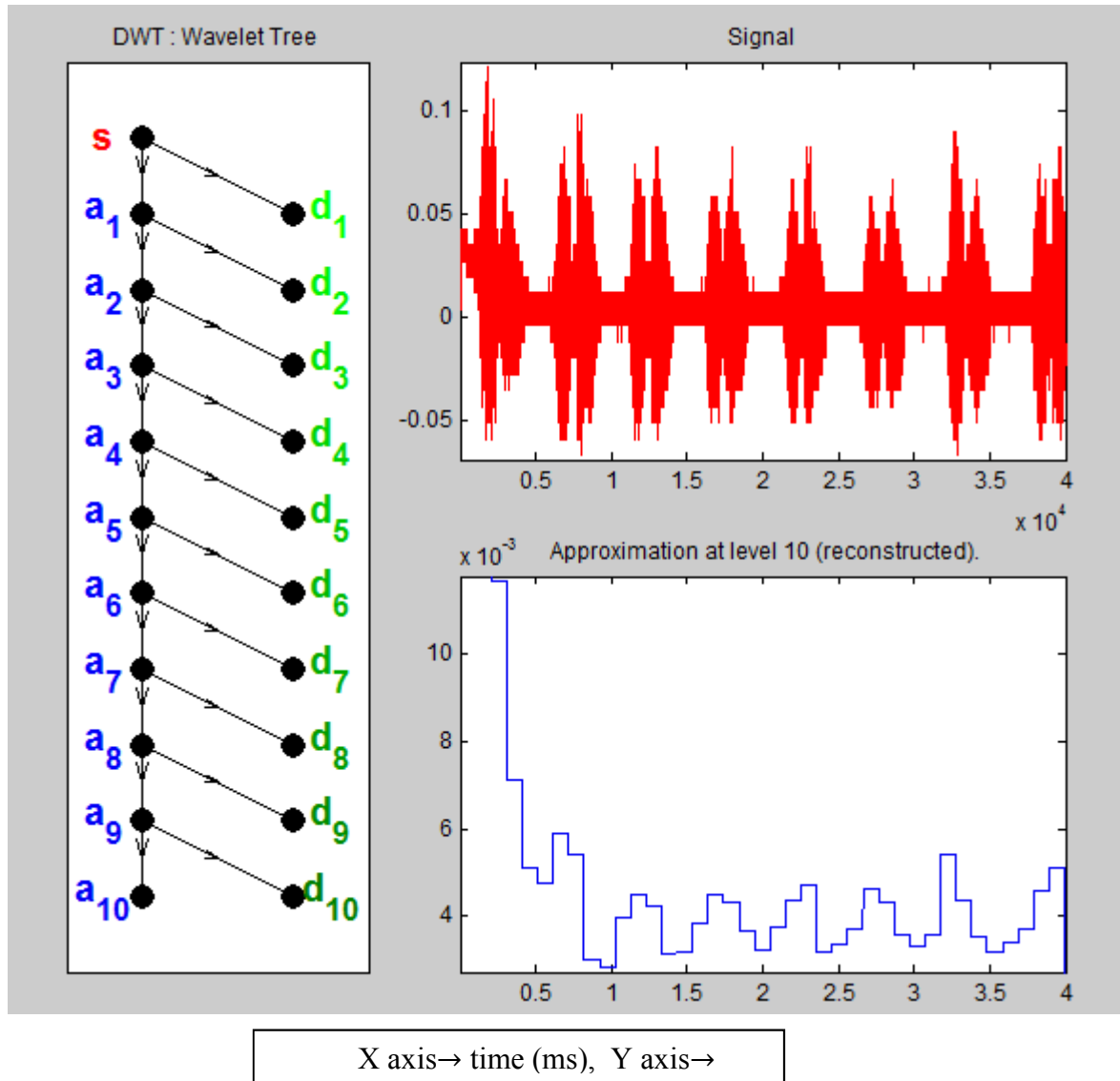


Fig. 6. Original speech signal of Mr. "A" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 491.2
 L_2 Norm = 3.51, Signal to noise ratio = 5.83 db

1.4.6 EXPERIMENT 5: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "A":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "A" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello
 (8 Times with loud enough)

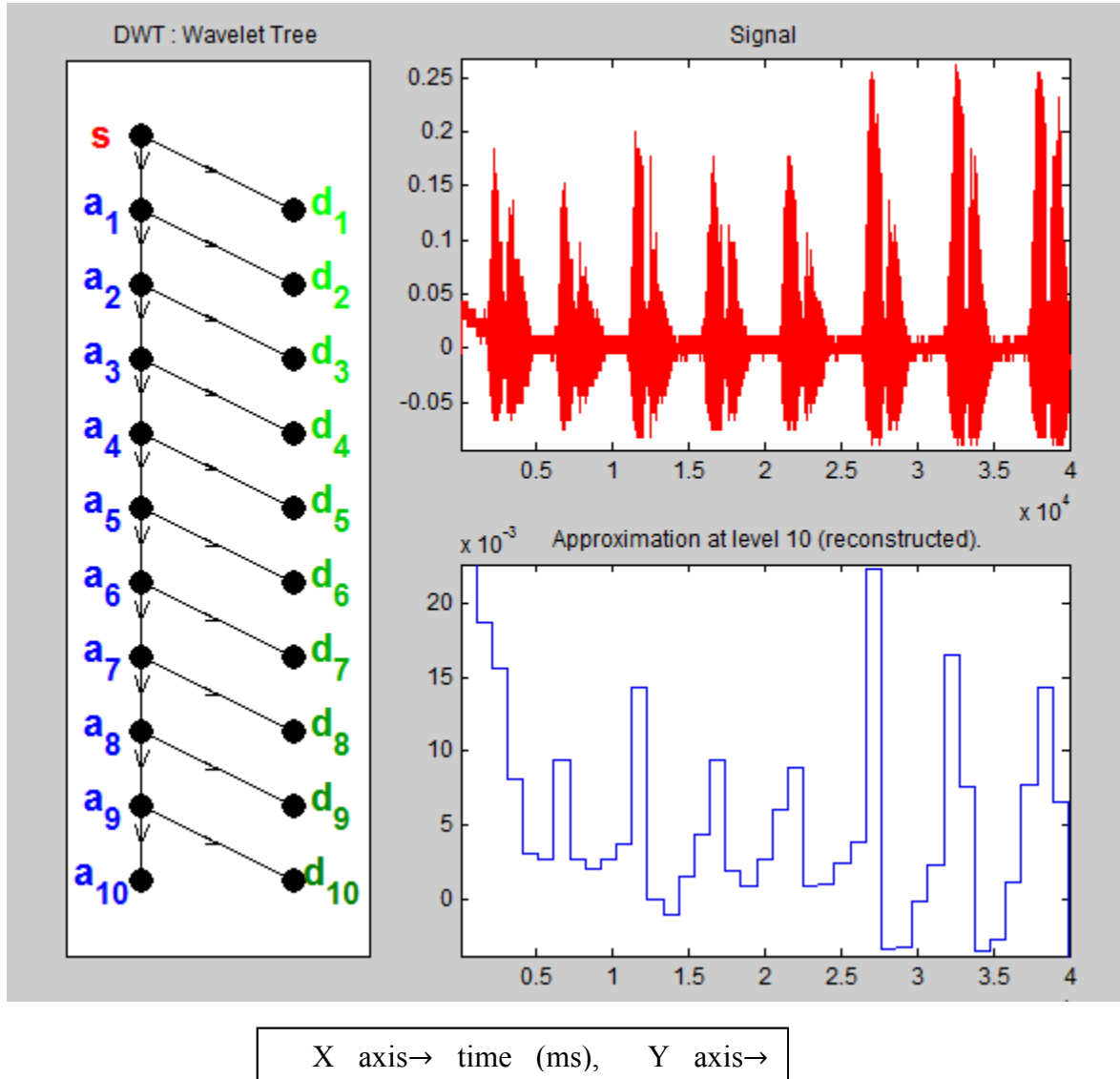


Fig. 7. Original speech signal of Mr."A" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 842.8
 L_2 Norm = 7.00
 Signal to noise ratio = 5.87 db

1.4.7 EXPERIMENT 6: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "A":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "A" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello,
(7 Times with loudly)

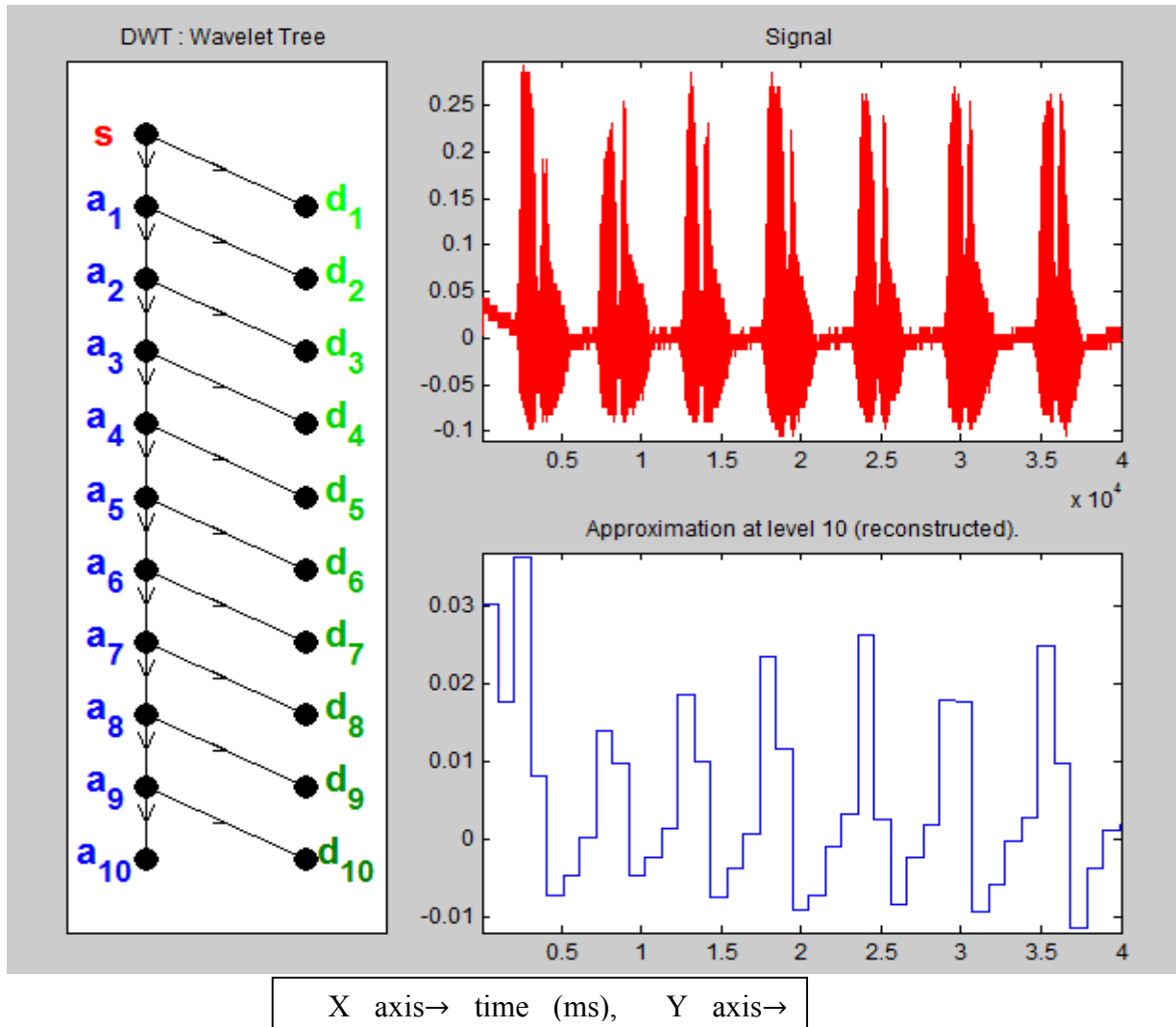


Fig. 8. Original speech signal of Mr."A" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 1157
 L_2 Norm = 10.02
 Signal to noise ratio = 5.72 db

1.4.8 DATA CHART FOR MR. "A":

	1 st voice	2 nd voice	3 rd voice
L_1 Norm	491.2	842.8	1157
L_2 Norm	3.51	7.00	10.02
SNR	5.83	5.87	5.72

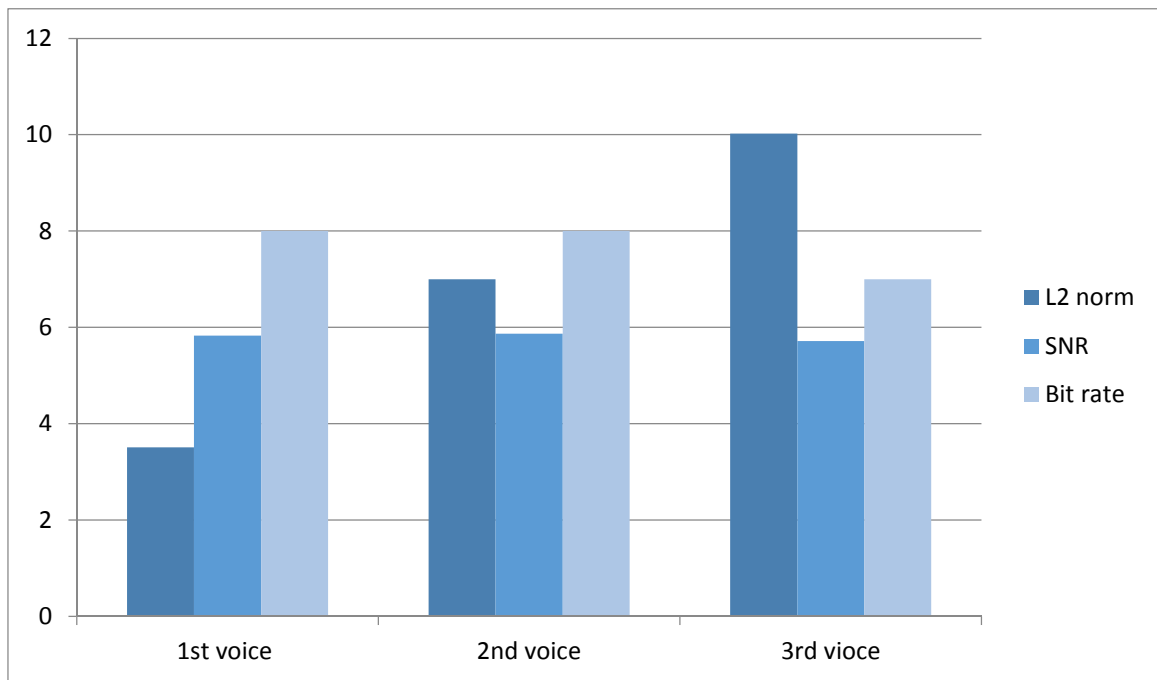


Fig. 9. Three experimental voice data chart of Mr."A".

Summary:

From the above chart it is concluded that the SNR value is minimum for the high bit rate voice (fast voice) than that the slow bit rate voice (slow voice) within the same decibel (db) value. If we increase the volume of vocal chord in different cases then the result will change. With the increase of volume of vocal chord the value of L1 norm and L2 norm is increase respectively. For a same range bit rate voices with different volume, SNR value may be increased or decreased but L1 and L2 norm must increase with the increase of volume. In this result we can observe that the 3rd speech has the high volume i.e. high db value among the 3 speech and the 1st speech is faster voice than the other two.

1.4.9 EXPERIMENT 7: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "B":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "B" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello
(8 Times)

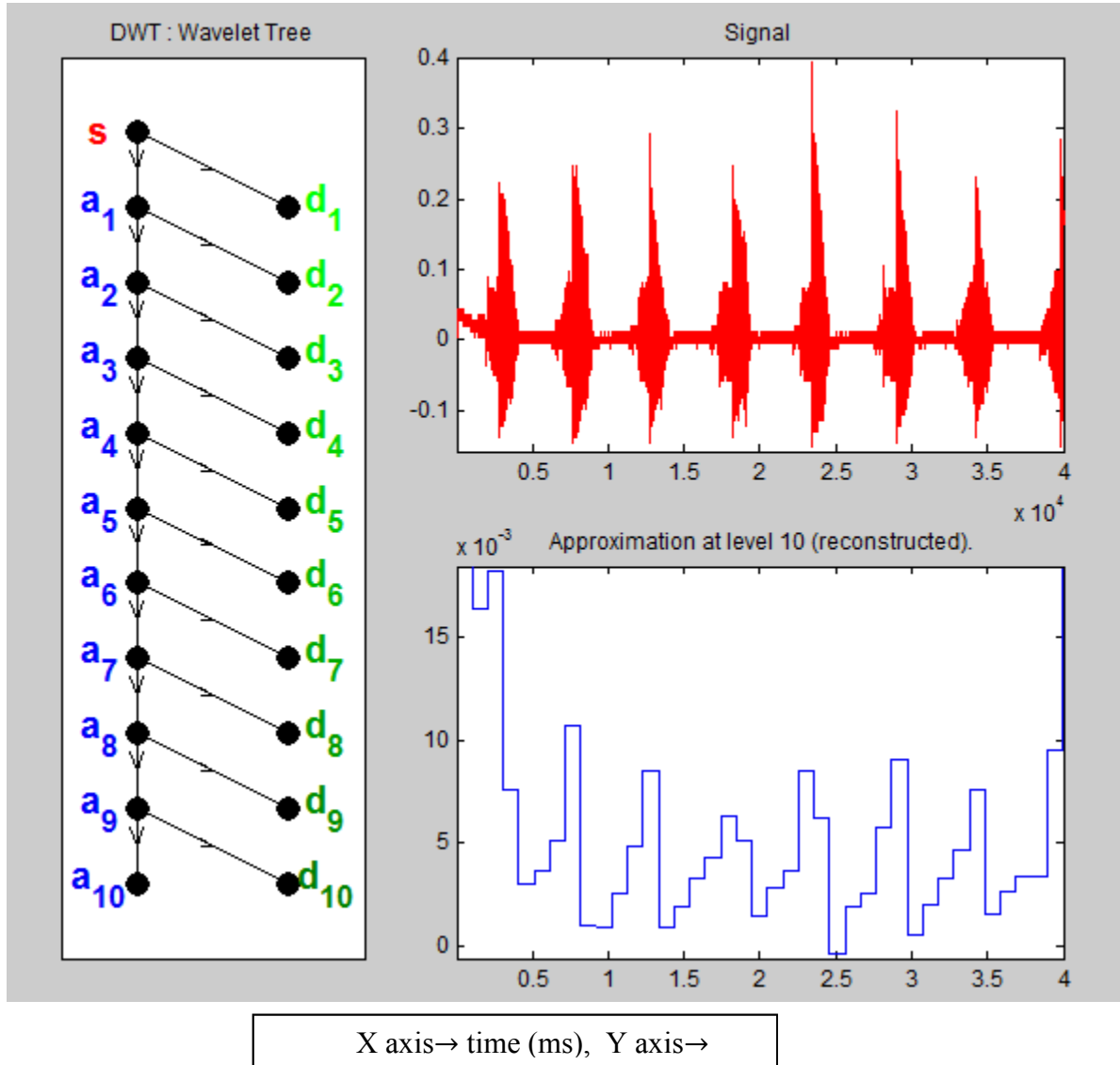


Fig. 10. Original speech signal of Mr. "B" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 789.9
 L_2 Norm = 7.064, Signal to noise ratio = 7.40 db

1.4.10 EXPERIMENT 8: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "B":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "B" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, (6 Times)

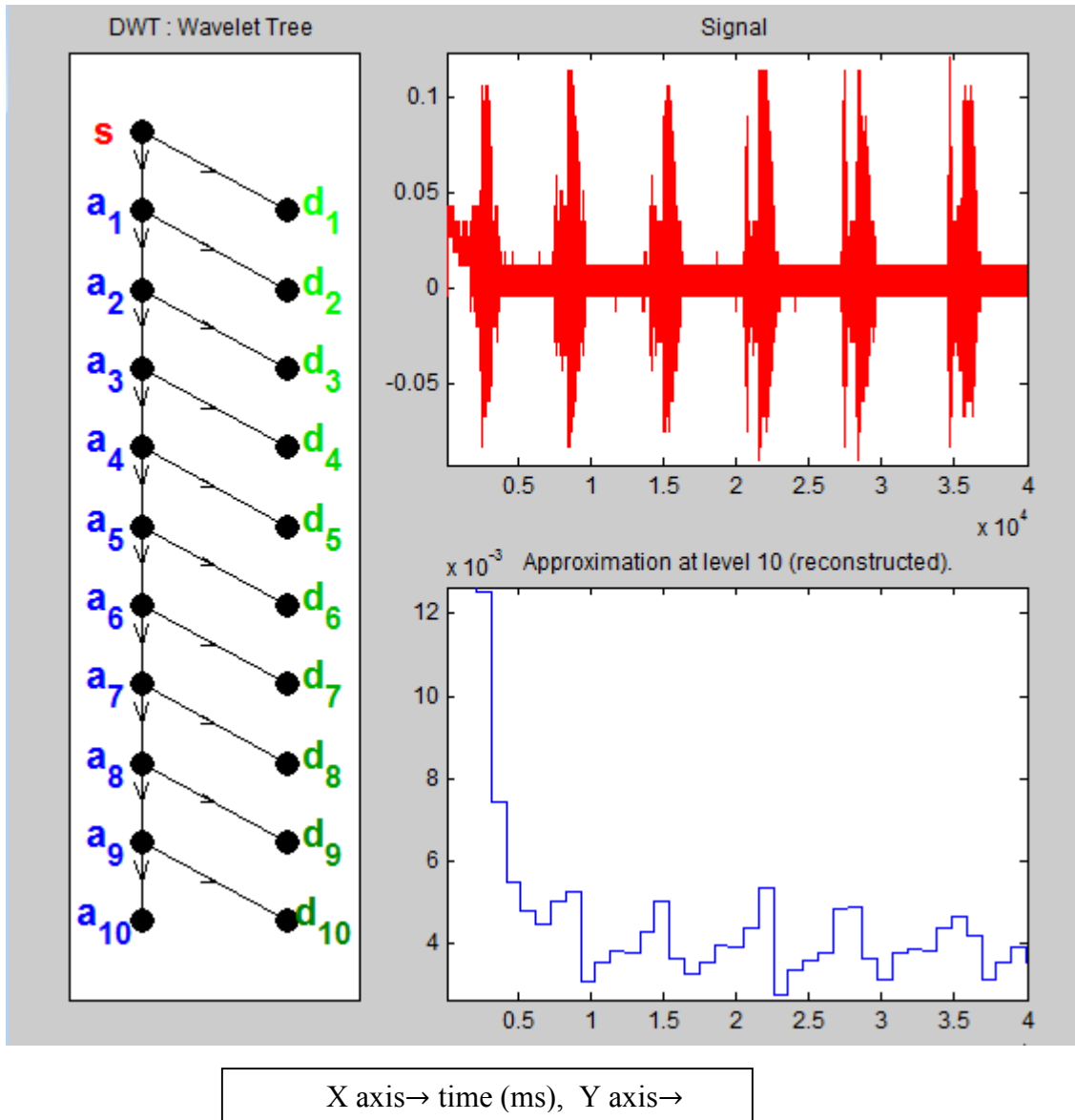


Fig. 11. Original speech signal of Mr. "B" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 471.0

L_2 Norm = 3.815

Signal to noise ratio = 7.68 db

1.4.11 EXPERIMENT 9: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "B":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "B" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
 (6 Times with loud enough)

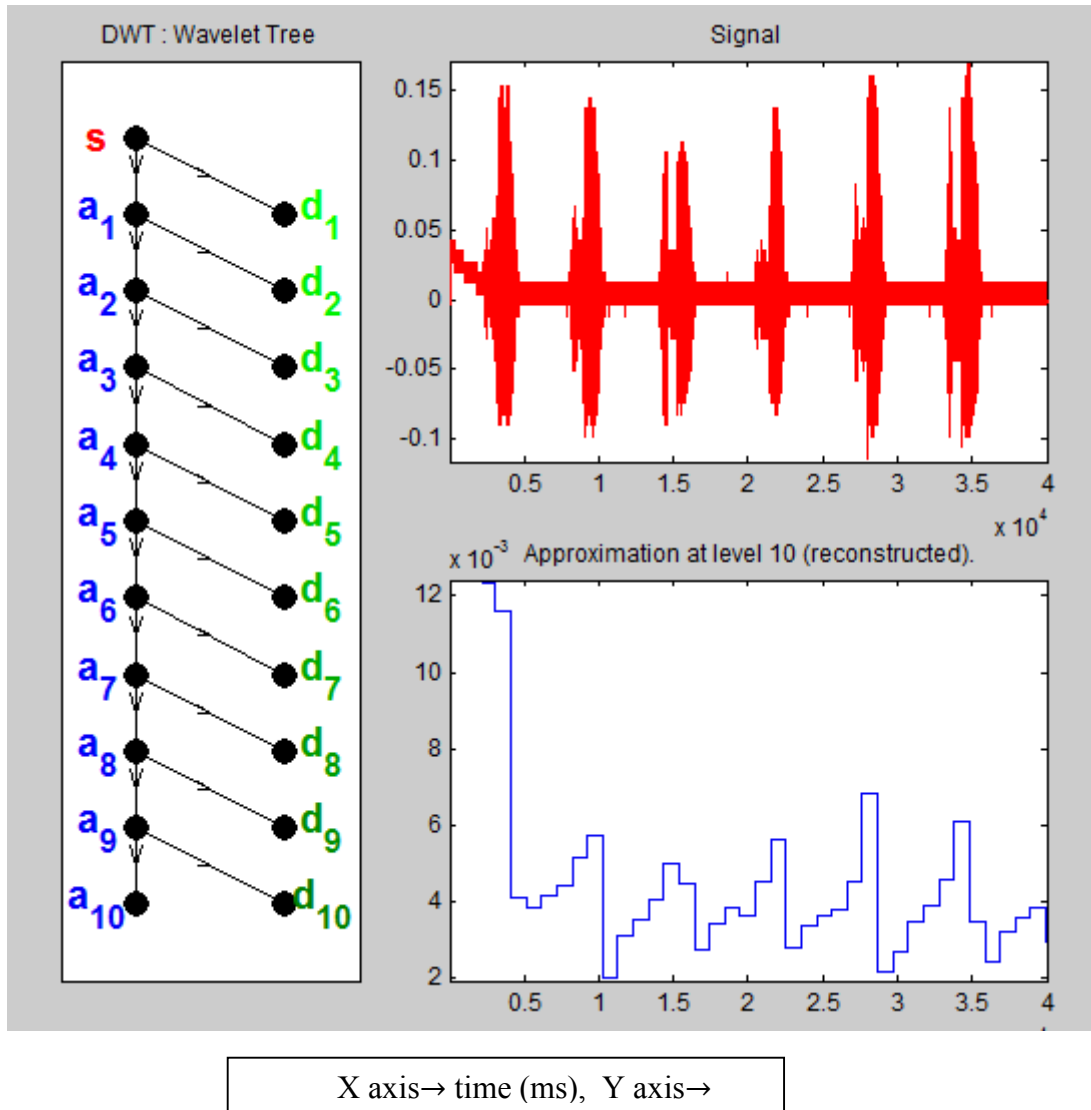


Fig. 12. Original speech signal of Mr."B" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 559.8
 L_2 Norm = 4.904
 Signal to noise ratio = 7.06 db

1.4.12 DATA CHART FOR MR. "B":

	1 st voice	2 nd voice	3rd voice
L_1 Norm	789.9	471.0	559.8
L_2 Norm	7.06	3.81	4.90
SNR	7.40	7.68	7.06

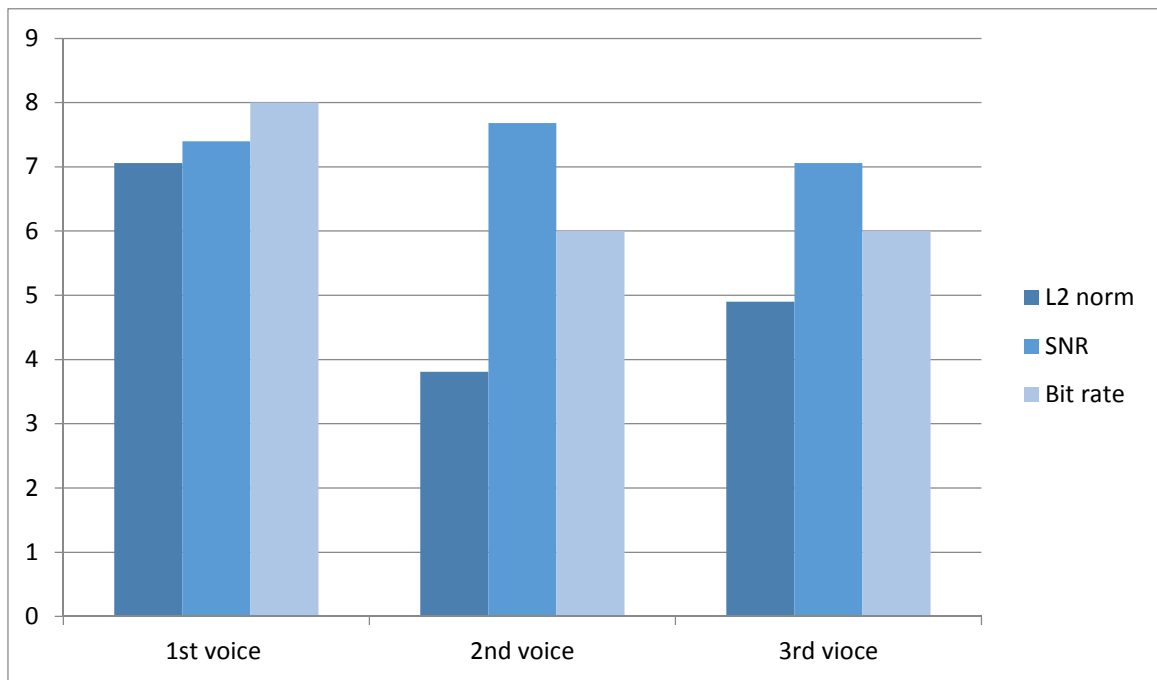


Fig. 13. Three experimental voice data chart of Mr."B".

Summary:

From the above chart it is concluded that the SNR value is minimum for the high bit rate voice (fast voice) than that the slow bit rate voice (slow voice) within the same decibel (db) value. If we increase the volume of vocal chord in different cases then the result will change. With the increase of volume of vocal chord the value of L1 norm and L2 norm is increase respectively. For a same range bit rate voices with different volume, SNR value may be increased or decreased but L1 and L2 norm must increased with the increase of volume. By this way we can say that the 1st speech has the high volume i.e high db value among the 3 speech and the 3rd Speech is faster voice than the other two.

1.4.13 EXPERIMENT 10: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "C":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "C" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello (7 Times)

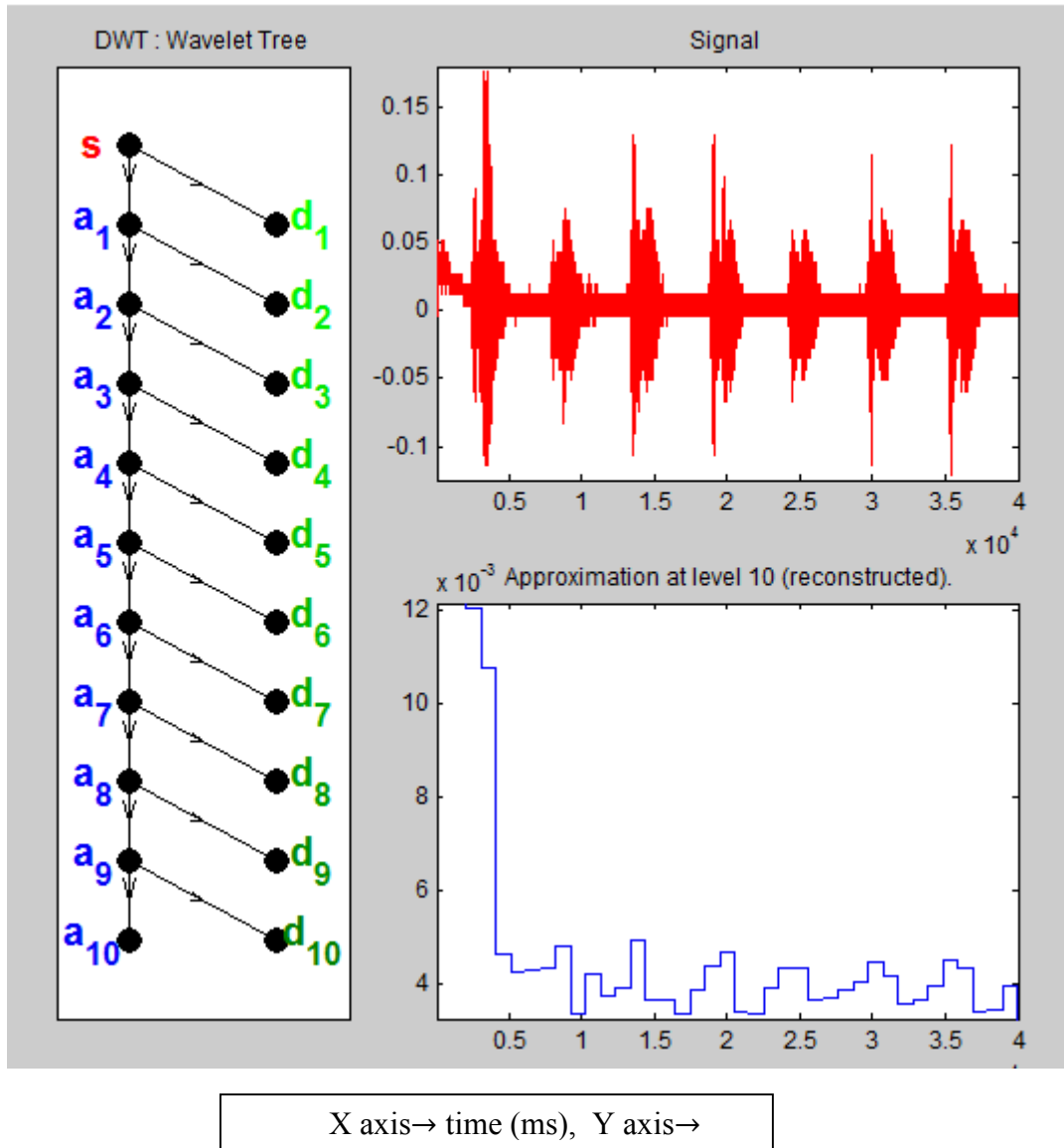


Fig. 14. Original speech signal of Mr."C" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 463.7

L_2 Norm = 3.546

Signal to noise ratio = 7.367 db

1.4.14 EXPERIMENT 11: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "C":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "C" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello (7 Times)

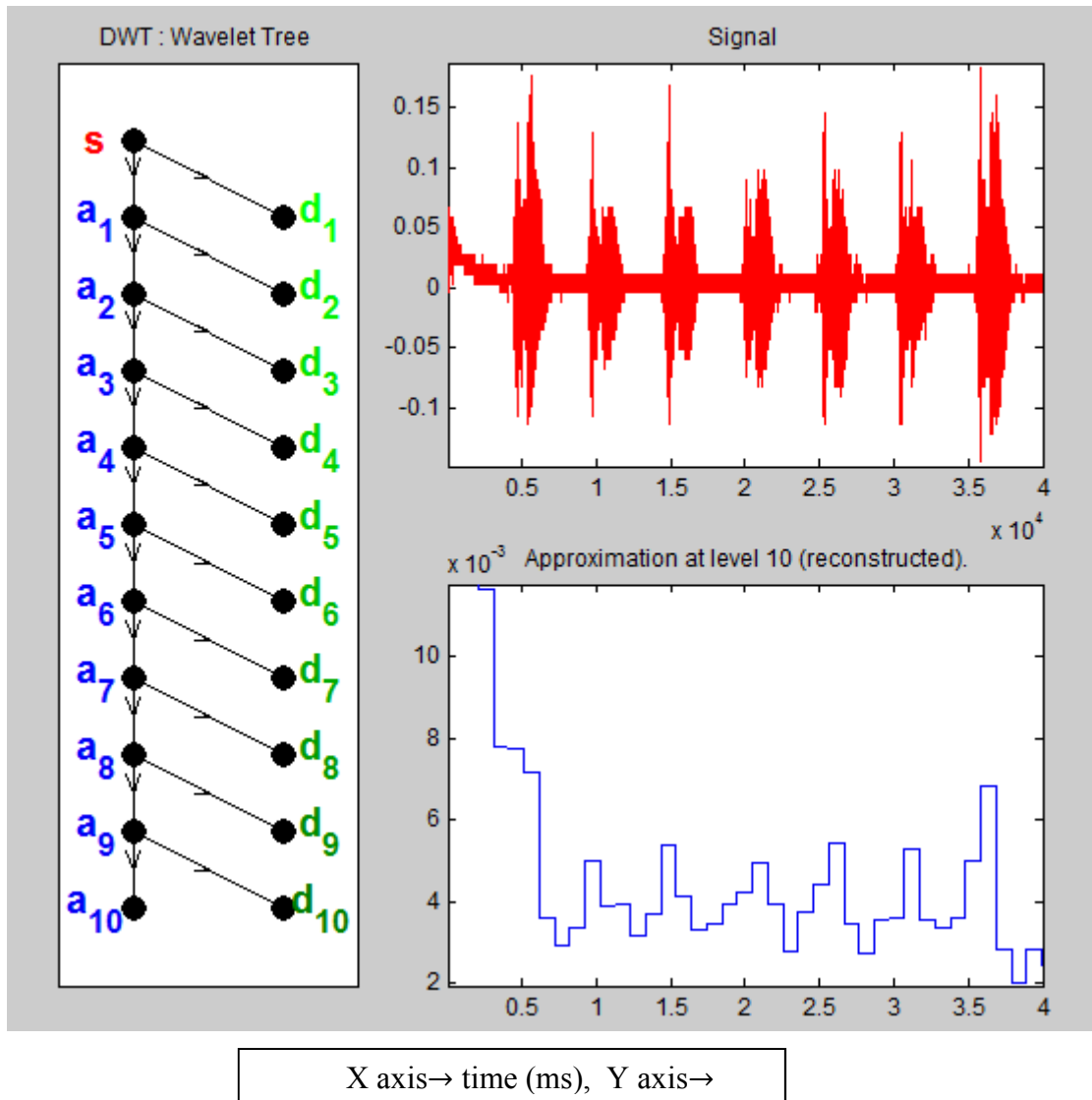
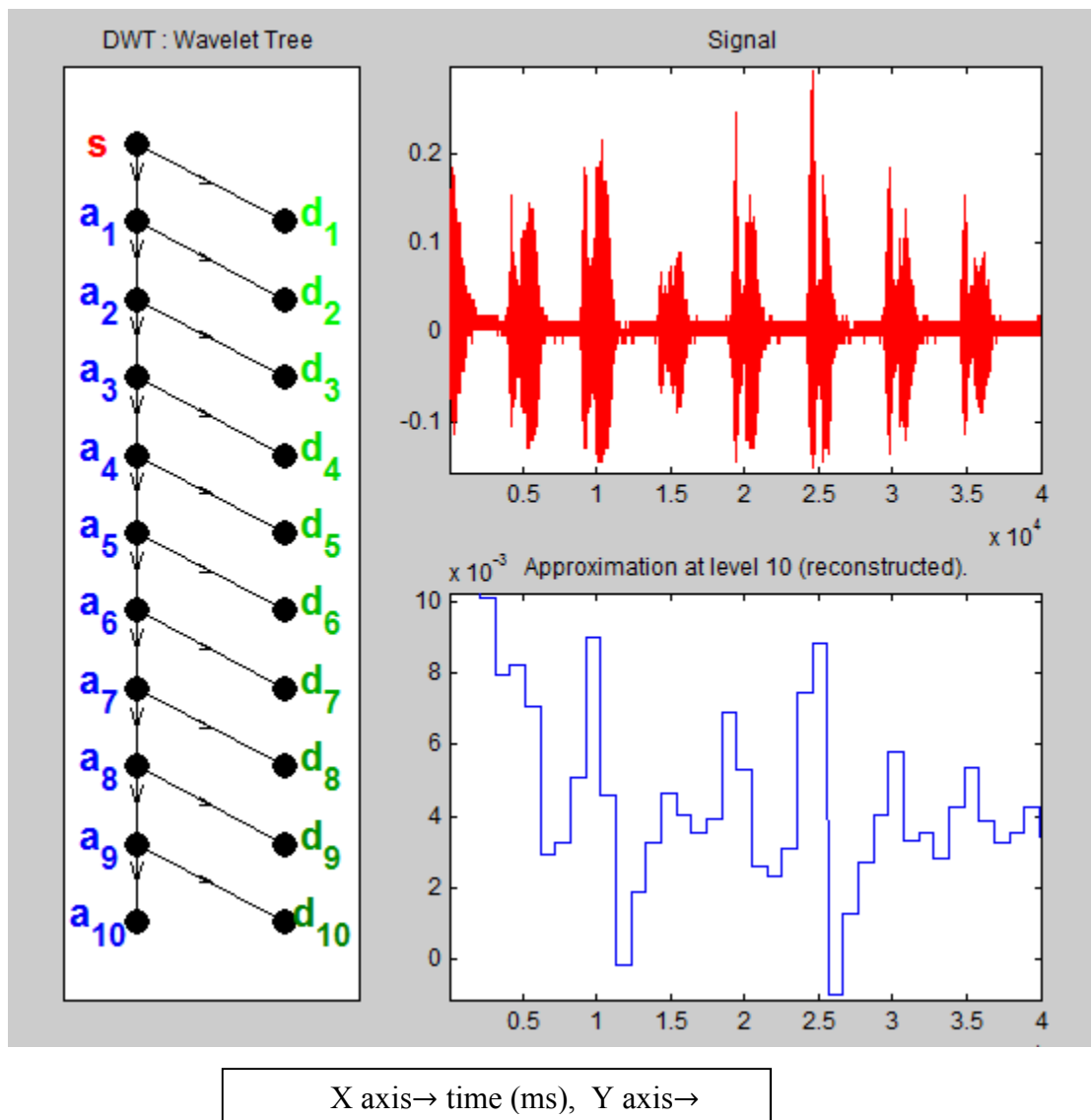


Fig. 15. Original speech signal of Mr. "C" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 561.7
 L_2 Norm = 4.467, Signal to noise ratio = 6.64 db

1.4.15 EXPERIMENT 12: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "C":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "C" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello
 (8 Times with loud enough)



*Fig. 16. Original speech signal of Mr. "C" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L₁ Norm = 665.4
 L₂ Norm = 5.774, Signal to noise ratio = 6.00 db*

1.4.16 DATA CHART FOR MR. "C":

	1 st voice	2 nd voice	3rd voice
L ₁ Norm	463.7	561.7	665.4
L ₂ Norm	3.54	4.46	5.77
SNR	7.36	6.64	6.00

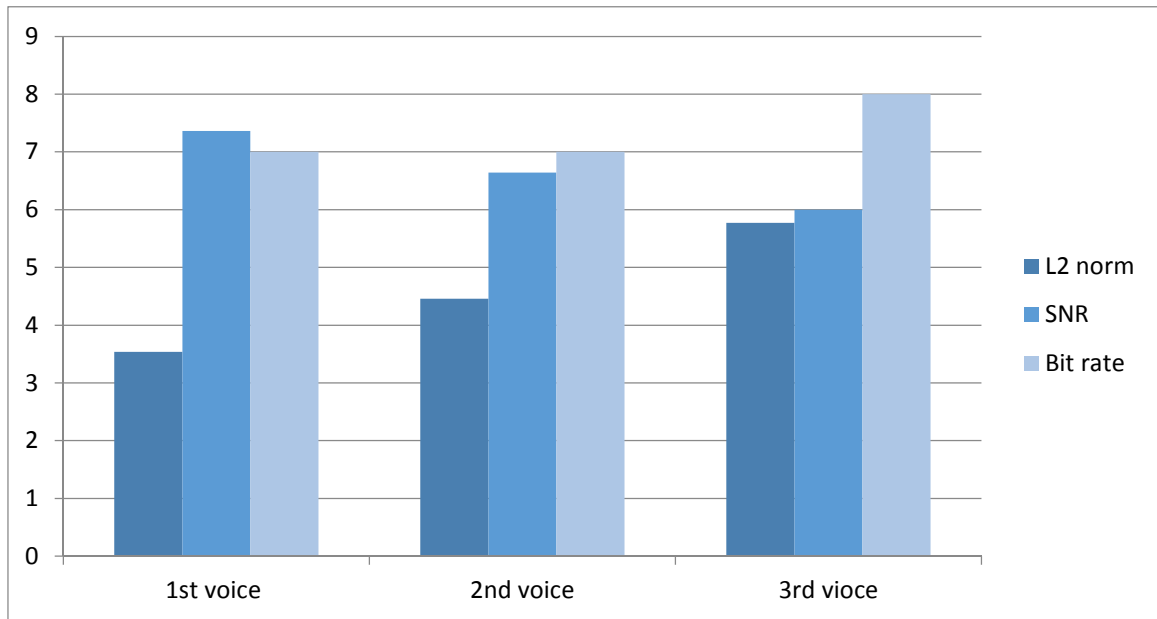


Fig. 17. Three experimental voice data chart of Mr."C".

Summary:

From the above chart it is concluded that the SNR value is minimum for the high bit rate voice (fast voice) than that the slow bit rate voice (slow voice) within the same decibel (db) value. If we increase the volume of vocal chord in different cases then the result will change. With the increase of volume of vocal chord the value of L1 norm and L2 norm is increase respectively. For a same range bit rate voices with different volume, SNR value may be increased or decreased but L1 and L2 norm must increase with the increase of volume. By this way we can say that the 3rd speech has the high volume i.e high db value among the 3 speech and the 3rd speech is faster voice than the other two.

1.4.17 EXPERIMENT 13: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "D":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "D" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello (7 Times)

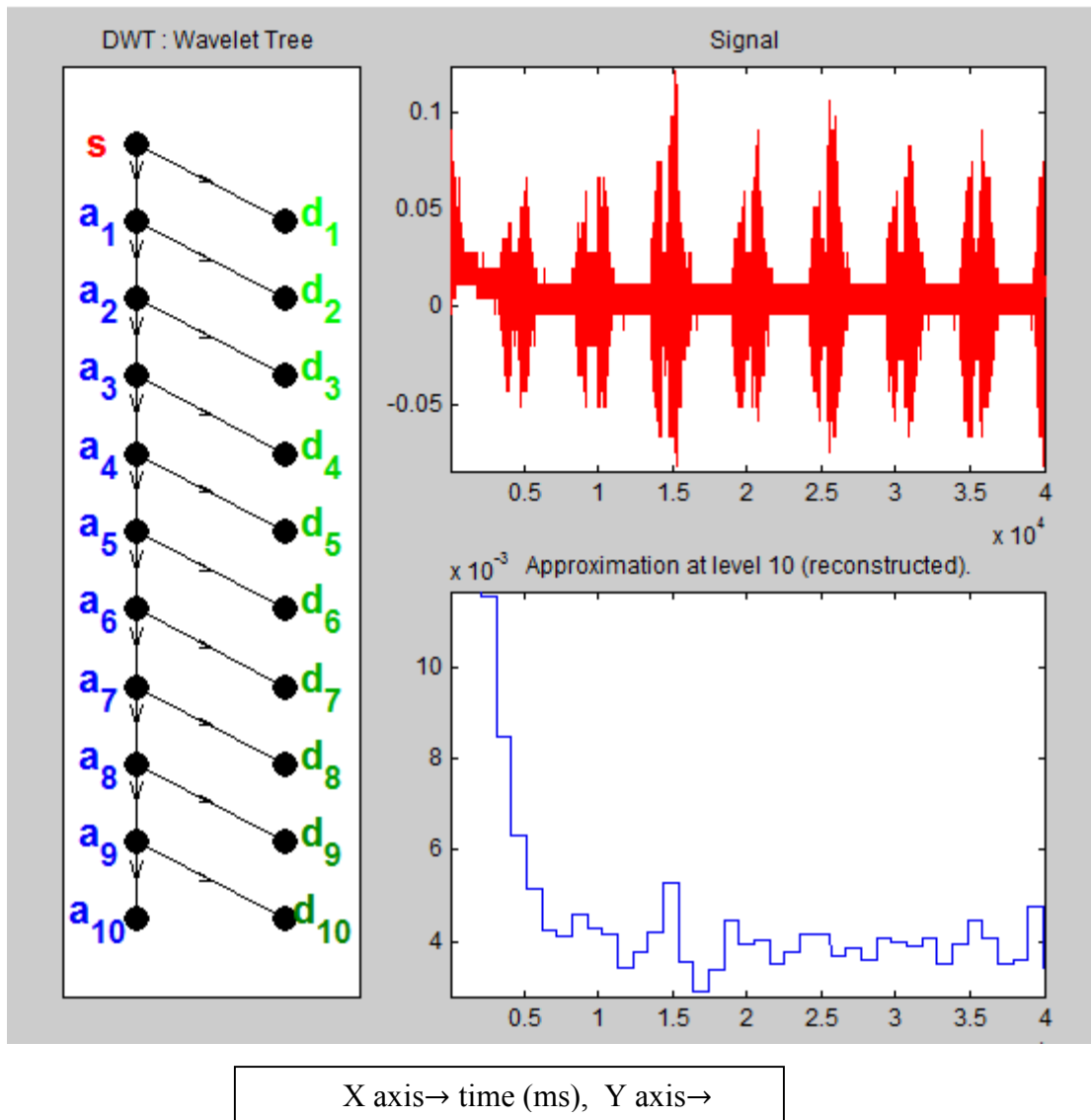


Fig. 18. Original speech signal of Mr. "D" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 450.3

L_2 Norm = 3.26

Signal to noise ratio = 6.906 db

1.4.18 EXPERIMENT 14: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "D":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "D" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello (7 Times with loud enough)

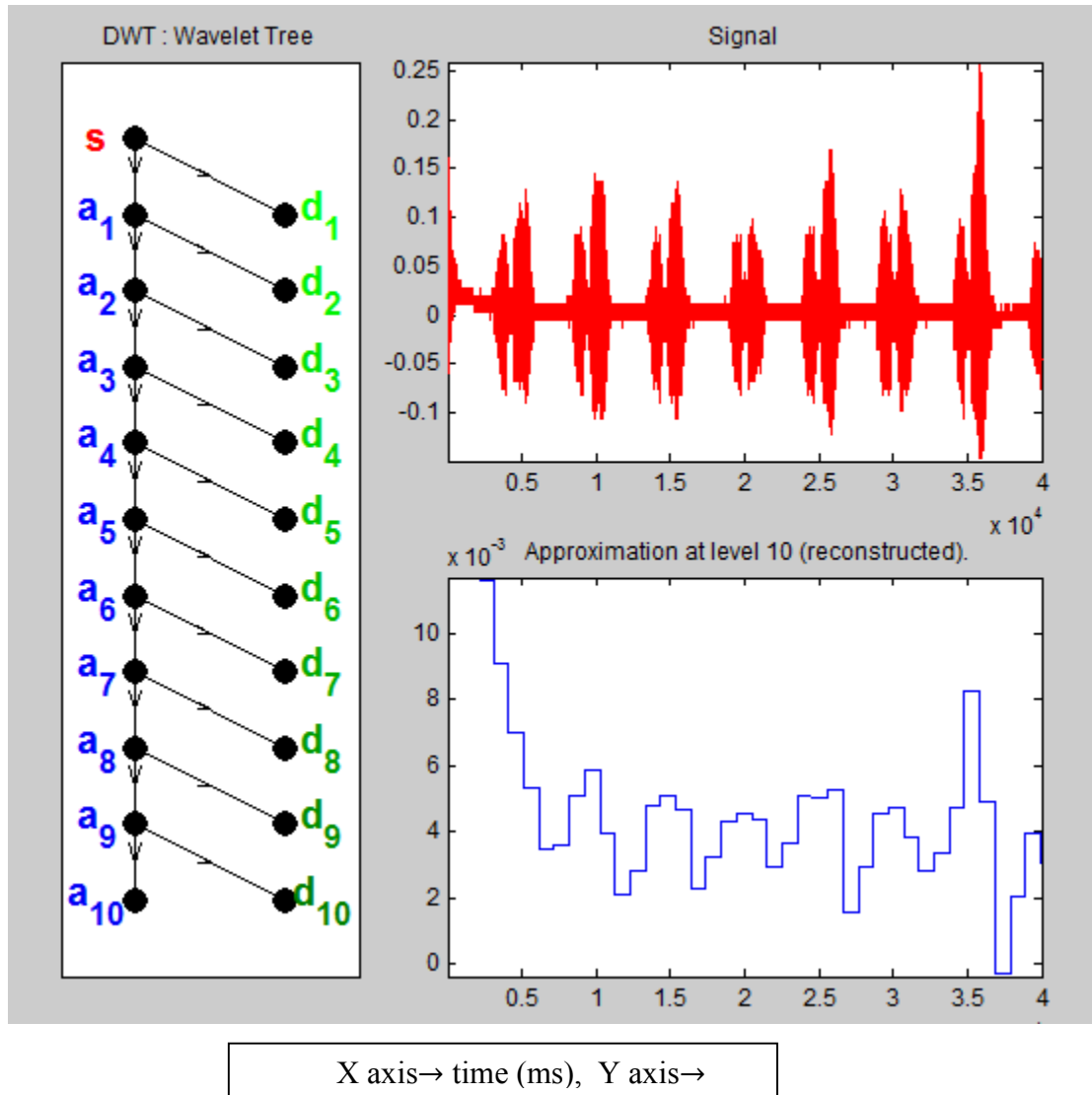


Fig. 19. Original speech signal of Mr."D" with 10 level decomposition and decomposition tree.

L_1 Norm = 690.0

L_2 Norm = 5.708

Signal to noise ratio = 6.38 db

1.4.19 EXPERIMENT 15: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "D":

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "D" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
 (8 Times with loud enough)

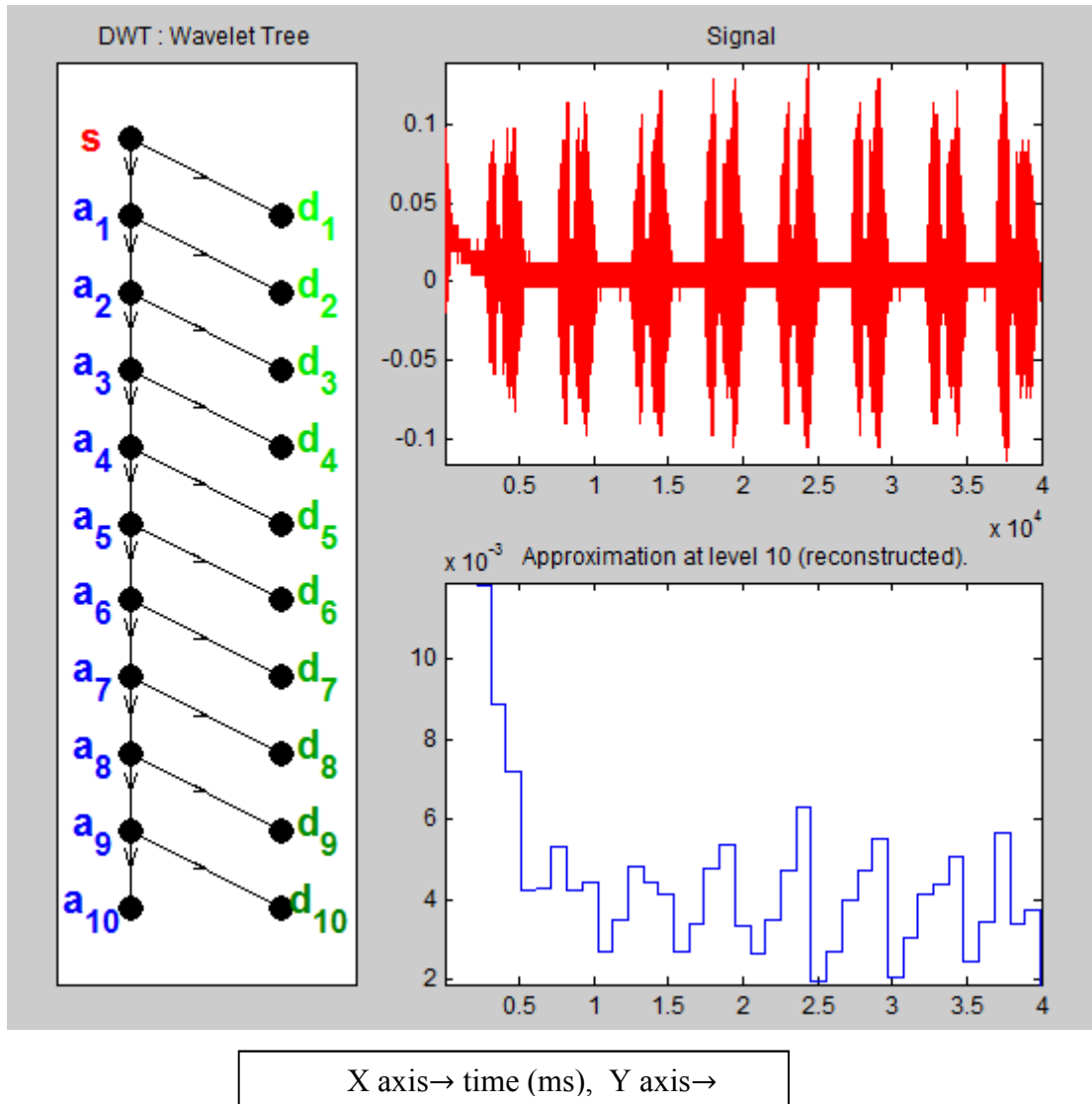


Fig. 20. Original speech signal of Mr."D" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 680.0
 L_2 Norm = 5.23
 Signal to noise ratio = 5.73 db

1.4.20 DATA CHART FOR MR. "D":

	1 st voice	2 nd voice	3rd voice
L_1 Norm	450.3	690.0	680.0
L_2 Norm	3.26	5.70	5.23
SNR	6.90	6.38	5.73

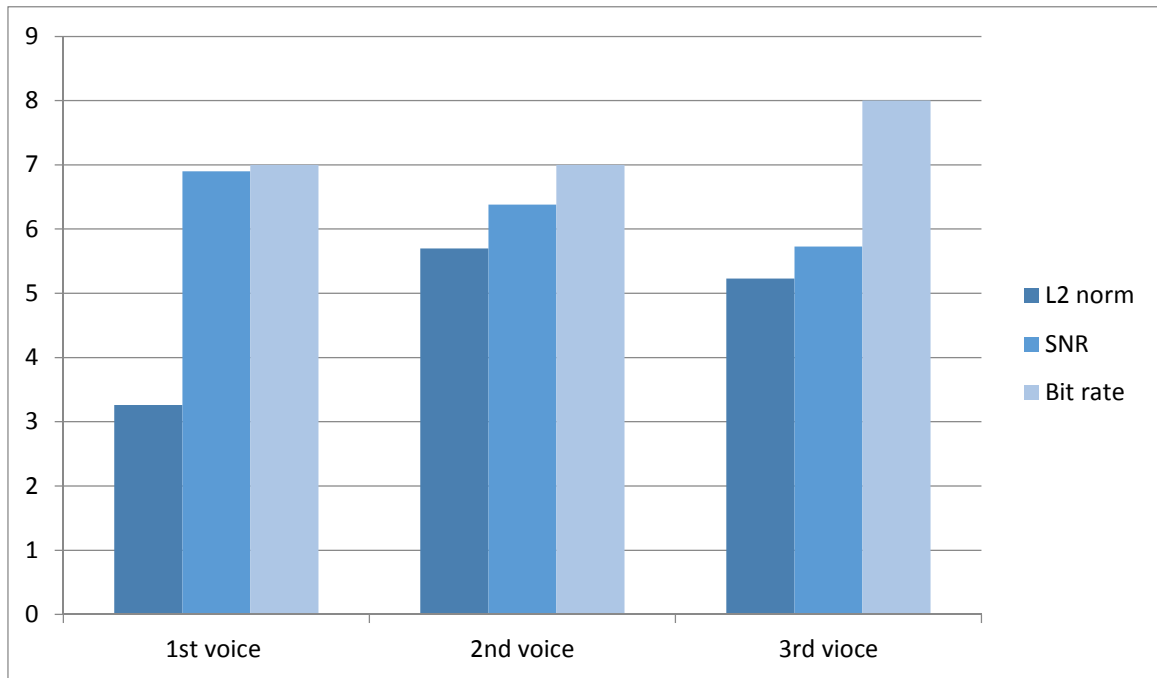


Fig. 21. Three experimental voice data chart of Mr."D".

Summary:

From the above chart it is concluded that the SNR value is minimum for the high bit rate voice (fast voice) than that the slow bit rate voice (slow) within the same decibel (db) value. If we increase the volume of vocal chord in different cases then the result will change. With the increase of volume of vocal chord the value of L1 norm and L2 norm is increase respectively. For a same range bit rate voices with different volume, SNR value may be increased or decreased but L1 and L2 norm must increase with the increase of volume. By this way we can say that the 3rd speech has the high volume i.e high db value among the speech and the 3rd Speech is faster voice than the other two.

1.4.21 EXPERIMENT 16: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "E"

CODING OF SPEECH SIGNAL

Mr. "E" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
 (8 Times with loud enough)

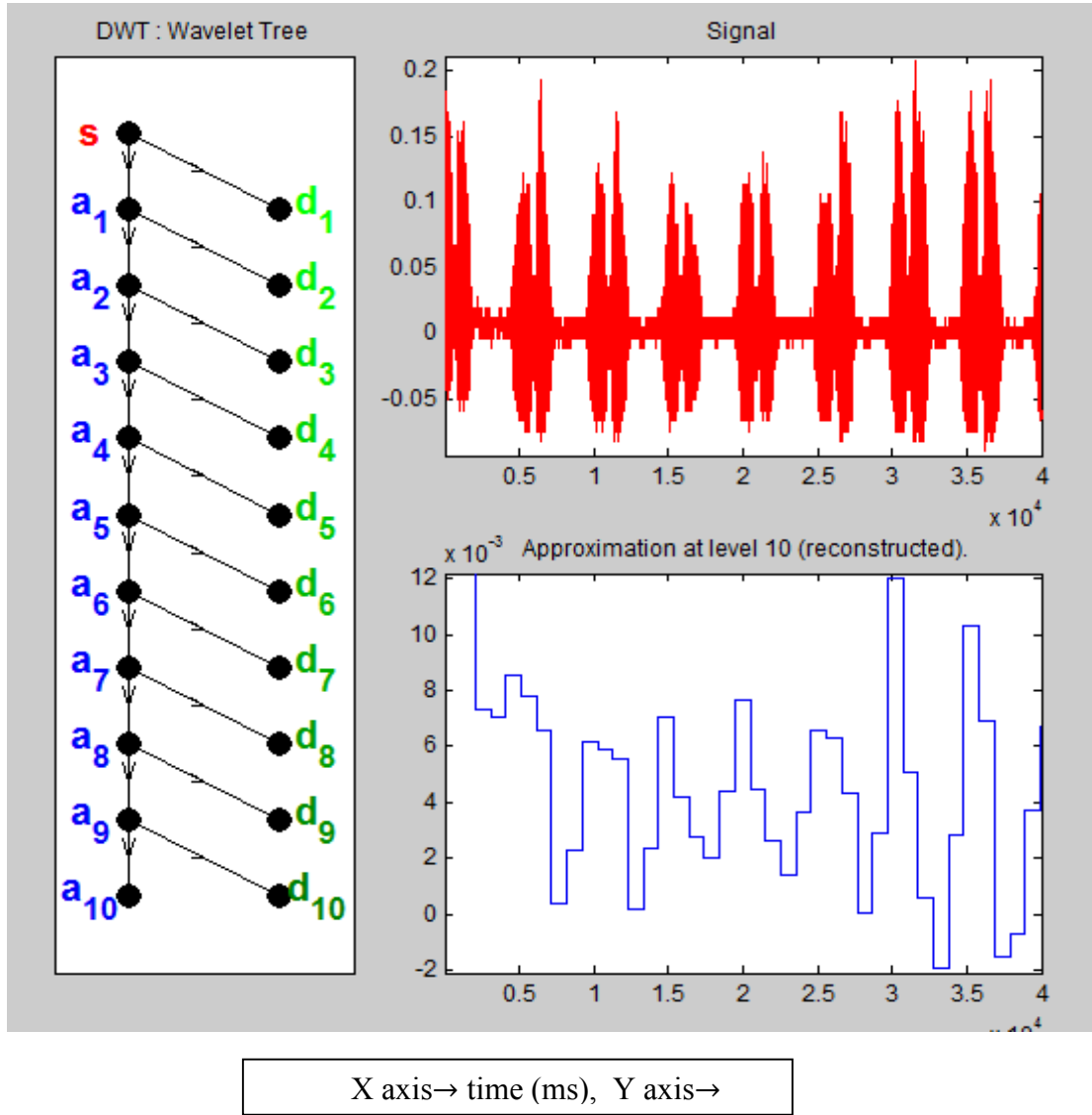


Fig. 22. Original speech signal of Mr."E" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 735.6
 L_2 Norm = 5.91
 Signal to noise ratio = 2.33 db

1.4.22 EXPERIMENT 17: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "E"

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "E" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
(7 Times)

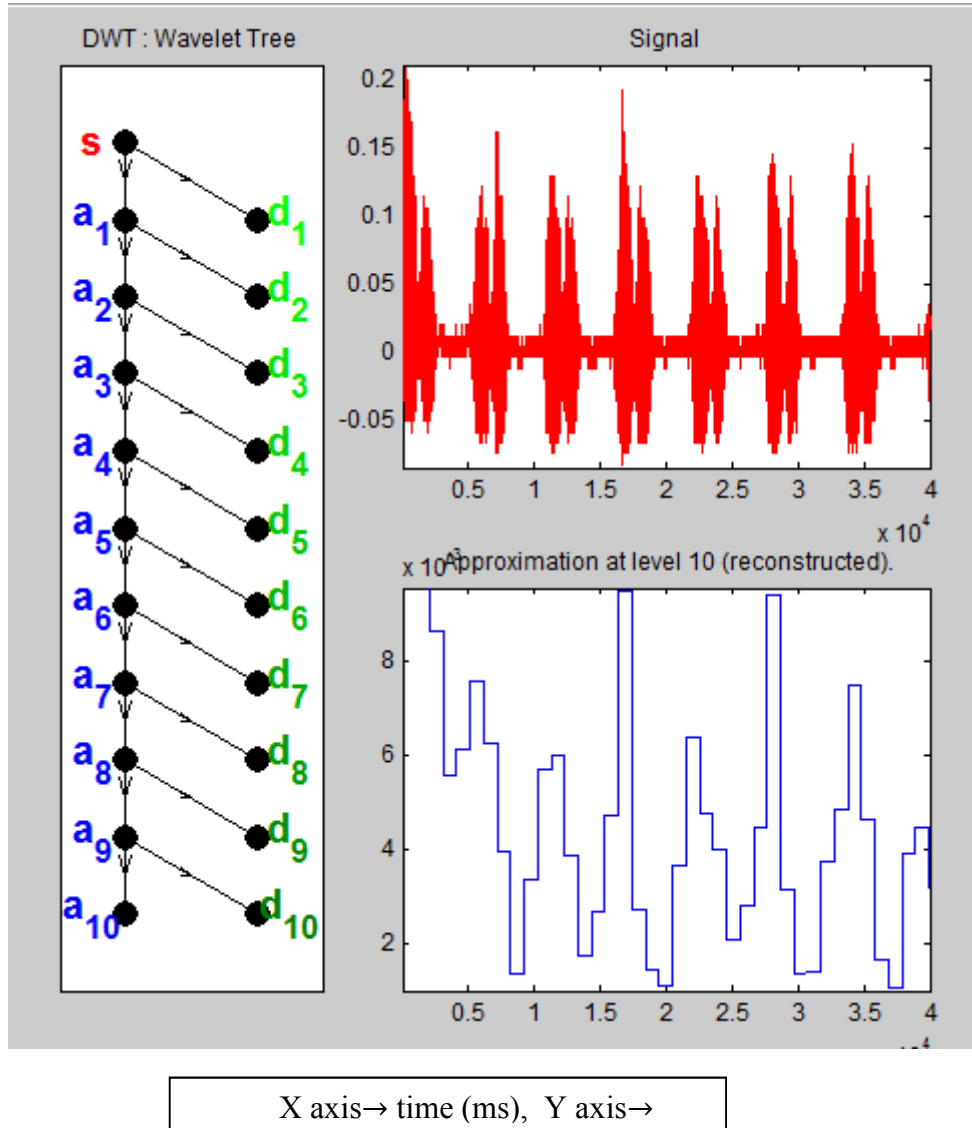


Fig. 23. Original speech signal of Mr."E" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 603.3
 L_2 Norm = 4.991
 Signal to noise ratio = 2.65 db

1.4.23 EXPERIMENT 18: ORIGINAL SPEECH SIGNAL OF MR. "E"

CODING OF SPEECH SIGNAL:

Mr. "E" is talking with headphone: Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, Hello, and Hello
(5.5 Times)

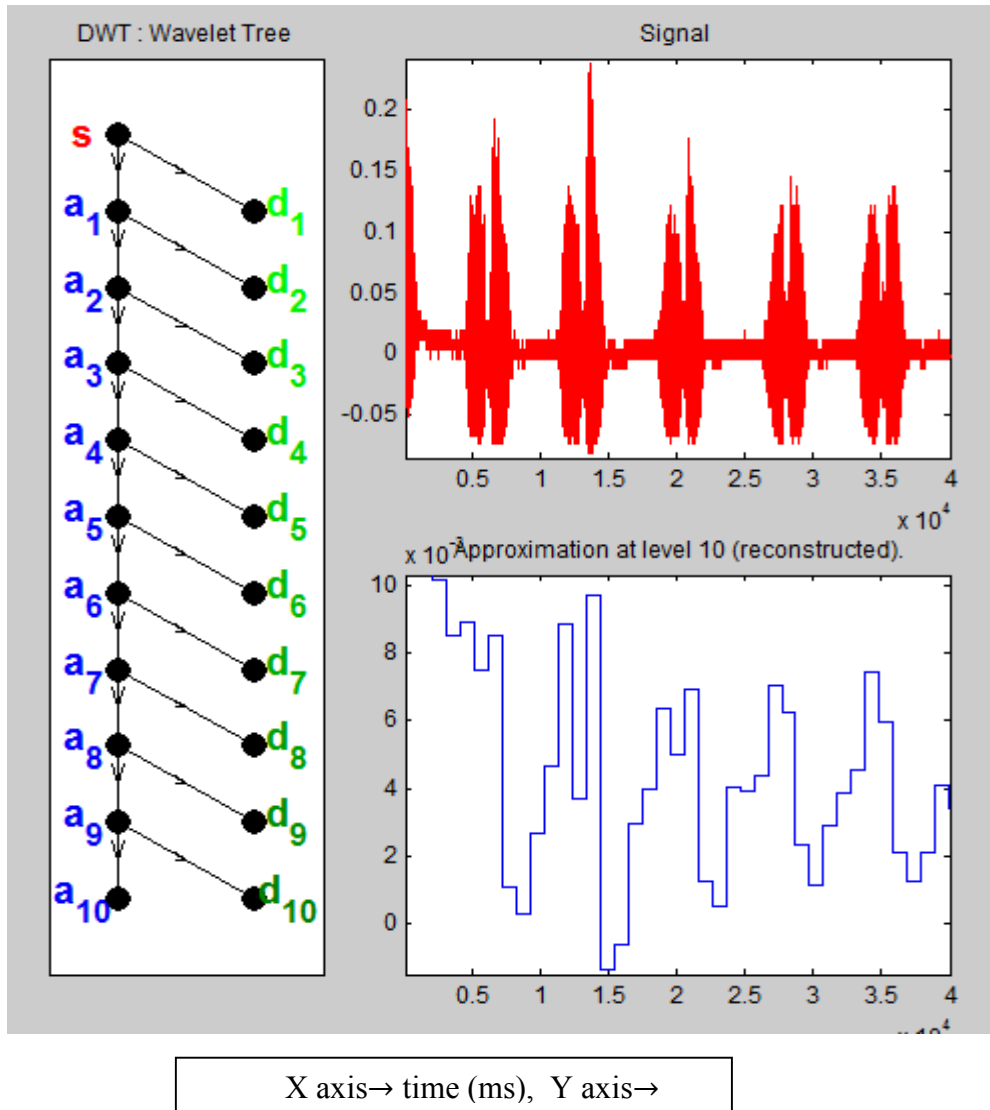


Fig. 24. Original speech signal of Mr."E" with 10 level decomposition and decomposition tree.
 L_1 Norm = 601.5
 L_2 Norm = 5.024
 Signal to noise ratio = 2.86 db

1.4.24 DATA CHART FOR MR. "E":

	1 st voice	2 nd voice	3 rd voice
L_1 Norm	735.6	603.3	601.5
L_2 Norm	5.91	4.99	5.02
SNR	2.33	2.65	2.86

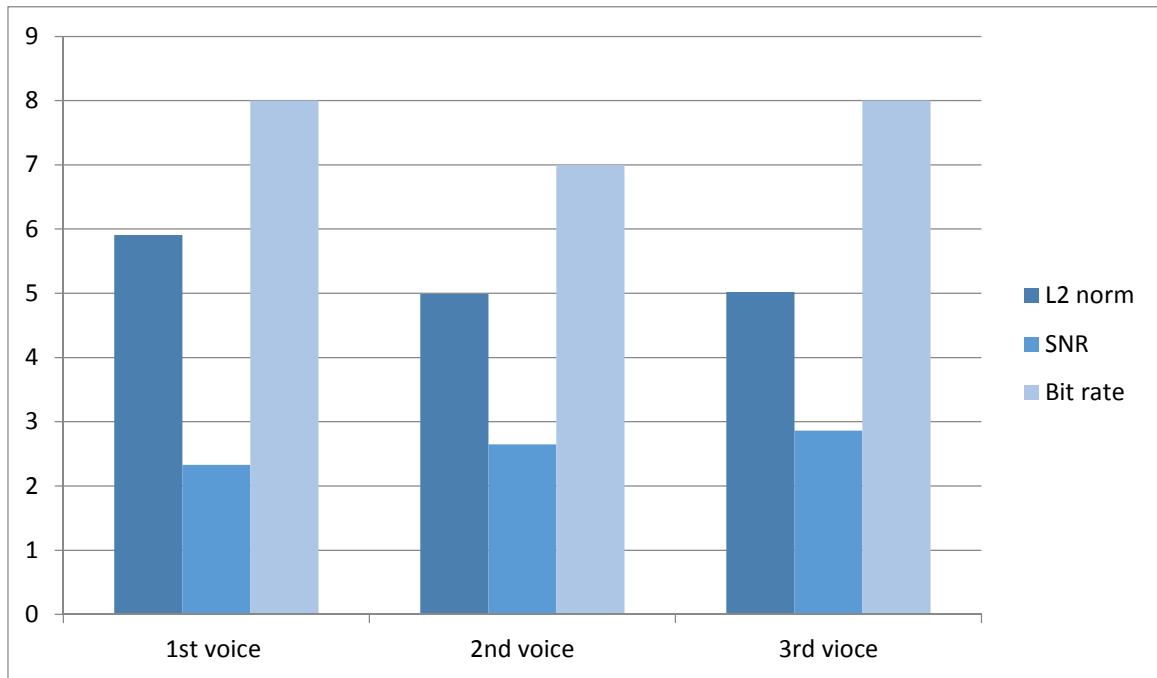
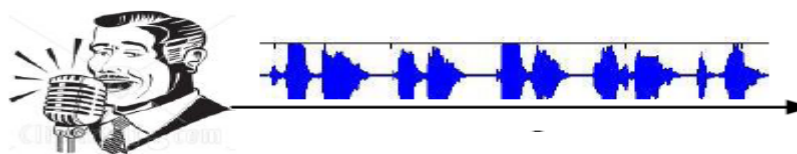


Fig. 25. Three experimental voice data chart of Mr. "E"

Summary:

From the above chart it is concluded that the SNR value is minimum for the high bit rate voice (fast voice) than that the slow bit rate voice (slow voice) within the same decibel (db) value. If we increase the volume of vocal chord in different cases then the result will change. With the increase of volume of vocal chord the value of L1 norm and L2 norm is increase respectively. For a same range bit rate voices with different volume, SNR value may be increased or decreased but L1 and L2 norm must increase with the increase of volume. By this way we can say that the 1st speech has the high volume i.e high db value among the 3 speech and the 1st speech is faster voice than the other two.

2 RESULTS AND DISCUSSIONS



All discursion for continuous English speaking

TABLE:01

Person→ Cal↓	Voice of MR."A"			Voice of MR."B"			Voice of MR."C"			Voice of MR."D"		
	1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd
L ₁ Norm	481.8	587.5	570.1	789.9	471.0	559.8	463.7	561.7	665.4	450.3	690	680
L ₂ Norm	3.84	5.05	4.78	7.06	3.81	4.90	3.54	4.46	5.77	3.26	5.70	5.23
SNR	6.81	6.00	5.81	7.40	7.68	7.06	7.36	6.64	6.00	6.90	6.38	5.73

TABLE: 02

Person→ Cal↓	Voice of Mr. "E"		
	1 st	2 nd	3 rd
L ₁ Norm	735.6	603.3	601.5
L ₂ Norm	5.91	4.99	5.024
SNR	2.33	2.65	2.86

Fig. 26. Data chart for all of speech analysis.

2.1 RESULT

As shown in table 6 a speech files spoken in English language is recorded for only male. The effects of varying threshold value on the speech signals in terms of SNR and compression score were observed for different cases. There are many factors which affects the wavelet based speech Coder’s performance, mainly what compression ratio could be achieved at suitable SNR value. To improve the compression ratio of wavelet-based coder, we have to consider that it is highly speaker dependent and varies with his age and gender. That is low speaking speed because high compression ratio with high value of SNR and high speaking speed cause low compression ratio with low value of SNR. Also the detection of volume depends on the value of L₁ and L₂ Norm. The High volume speaking cause high L₁ and L₂ Norm on the other hand low volume speaking cause low L₁ and L₂ Norm respectively. All of signals are analyzed in Haar Wavelet.

3 CONCLUSION

We are tried to observe voice activity or detect the voice activity by calculating and comparing the mathematical term L₁, L₂ Norm. In this study we also calculated SNR for each signal. In this study we have analyze different speech signal by Haar wavelet with 10 decomposition level. Performance of the wavelet coder is tested on male speech signals of duration 5 Sec. Results illustrate that with the help of wavelet we can analysis and detects the voice activity. For getting accurate more result it is require to high machineries and farther study.

REFERENCES

[1] Furui S., (1985), "Digital Speech Processing", Tokai University Pub, (in Japan).
 [2] Abdallah I., et al., (1997), "Robust Speech/Non Speech Detection in Adverse Condition Using an Entropy Based Estimator", 13th International Conference on Digital Signal Processing., Vol. 2, No. 3, pp. 757-760.

- [3] Kadambe S., Boudreaux-Bartels G.F., (1992), "Application of the Wavelet Transform for Pitch Detection of Speech Signals", *Institute of Electrical and Electronics Engineers Communications Information. Information Theory.*, Vol.38, no.2, pp.917-924.
- [4] Chen J-F., Ser W., (2000), "Speech Detection Using Microphone Array", *Electronic Letters.*, Vol.36, no. 2, pp 181-182.
- [5] Freeman D. K., Southcott C. B., Boyd I., and Cosier G., (1989), "A voice activity detector for pan-European digital cellular mobile telephone service", in *Proceedings Institute of Electrical and Electronics Engineers Trans. Audio, Speech and Language Processing*, Vol. 19, No. 3, pp 600-613.
- [6] Sangwan A., Chiranth M. C., Jamadagni H. S., Sah R., Prasad R. V., and Gaurav V., (2002), "VAD techniques for real-time speech transmission on the Internet", *Proceedings Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Communications*, Vol. 52, No. 12, pp. 2154- 2164.
- [7] Itoh K., and Mizushima M., (1997), "Environmental noise reduction based on speech/non-speech identification for hearing aids," in *Proceedings International conference on acoustic, speech and signal processing.*, Vol. 23, No. 1, pp. 419-422.
- [8] Vljaj D., Kotnik B., Horvat B., and Kacic Z., (2005), "A computationally efficient mel-filter bank VAD algorithm for distributed speech recognition systems," *The European Association for Signal Processing J. Appl. Signal Process.*, Vol. 18, No. 3, pp. 487-497.
- [9] Enqing D., Heming Z., and Yongli L., (2002), "Lowbit and variable rate speech coding using local cosine transform", in *Proceedings International conference on acoustic, speech and signal processing .*, Vol.1, No. 1, pp. 423-426.
- [10] Kaneda Y., (1990), "Speech Period Detection Using a Microphone Array under Noisy Environments", *Trans. Institute of Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 73, No. 8, pp 1391-1398.
- [11] Agbinya J I., (1996) "Discrete Wavelet Transform Techniques in Speech Processing." *international technical conference of Institute of Electrical and Electronics Engineers.*, Vol.2, No. 8, pp. 514-519.
- [12] Kiyohara K., Kaneda Y., et al., (1997), "A Microphone Array System for Speech Recognition", In *Proceedings Institute of Electrical and Electronics Engineers Int'l Conference on Acoustics, Speech, & Signal Processing*, Vol.1, No. 2, pp. 215-218.

Design and Realization of an Arc cosine Pulse Generator for Natural Switching Converter

Ndjiya Ngasop^{1,2}

¹Department of Electrical Engineering, Energy and Automation, National School of Agro-Industrial Sciences (ENSAI), University of Ngaoundéré, Cameroon

²Department of Process Engineering, National School of Agro-Industrial Sciences (ENSAI), University of Ngaoundéré, Cameroon

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

ABSTRACT: Static converters are used in many different areas of the conversion of electrical energy. Significant developments in electric power switches and variety of design techniques of control and regulation circuits bring very advantageous solutions for congestion, reliability, performance and maintenance of converters. The present work focuses on the study and implementation of an Arc cosine pulse generator for commutated converter acting on a composite bridge in order to linearly control the speed of a DC motor. The principle of the control of the Arc cosine pulse generator for commutated converter is based on the fact the average rectified voltage is proportional to the control voltage as the rectified voltage is a function of the average $\cos\phi$, which over a wide beach, is clearly non-linear. But for tension adjustment needs over a wide range, with a control voltage and constant ratio, it is often necessary to linearize the control. This allows a similarly linear variation in the speed of the DC motor.

KEYWORDS: Thyristor, Rectifiers ordered, Natural converter Switching, Arc cosine pulse generator.

1 INTRODUCTION

One of the key applications of power electronics is adjusting the speed of electric motors (Lander, 1988). Industrial facilities operate indeed increasingly variable speed workouts for two main reasons: to give the driven machine, the optimal speed corresponding to its various operating modes and; enslave a speaker size in equipment speed or motors acting on this equipment (Merat et al., 1984; Agati, 1997). Several methods are used to achieve this objective, they vary according to the type of engine; thus in terms of induction motors, the speed variation can be achieved by the use of a dimmer, a synchronous hypo waterfall or a cyclo converter. In terms of synchronous motors, the speed variation can be achieved by the use of a self-driven synchronous machine (Dalmasso, 1988). For DC motors, the speed variation can be achieved by the use of a controlled rectifier bridge or a chopper (Lander, 1989). All these devices providing variable speed DC motors or AC allow control of the speed and limiting the current drawn. The design and realization of an arc-cosine pulse generator for commutated converter is limited to the variation of the speed of DC motors, with the aid of a controlled rectifier is to design a generator Arc cosine pulses acting on a mixed monophasic bridge with the purpose of linearly controlling the speed of a DC motor. This study is not interested in the enslavement of the problem of speed or current limitation absorbed by the motor armature. This article in its joints, first presents the material and methods title that shows in detail the control circuit of Arc cosine pulse generator and the joint bridge, then the title results and discussion and finally the conclusion.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS

For this work to be done, we used a PHILIPS oscilloscope of band width 50 MHz to visualize the different chronograms. Also a direct current motor of type C 132 SP, n° 830 776/1, of 3 kW/ 220 V and RPM 150; some thyristors and power diodes of mark SEMIKRON (SKR 71/04 and SKT 16/12C respectively) were used to ensure current flow towards the motor.

2.2 METHODS

2.2.1 POSITION OF THE PROBLEM AND STUDY OF ARC COSINE PULSE GENERATOR

For the study of the control circuits thyristor converters, three important parameters to consider. These are:

- From the gate of thyristor characteristic;
- From fashion of the converter;
- From the system control mode.

Indeed, the trigger of each thyristor must receive a control pulse well determine the frequency, amplitude, and duration in position to ensure a safe and efficient switching. While the converter operating mode allows more particularize the control circuit in the sense that it will control the converter to achieve the desired operating mode. For cons, the type of regulation is to make the system more stable and more accurate in its operation. For a priming delay φ given, the average value of the rectified voltage output from the bridge is:

- $U_{D\varphi} = U_{D0} \cos\varphi$: Deck while thyristor;
- $U_{D\varphi} = U_{D0} [1 + \cos\varphi] / 2$: Composite bridge;
- $U_{D\varphi} = U_{D0} [\cos\varphi + \cos\varphi^2]$: Offset Bridge.

With $U_{D0} = 2V_{\max} / \pi$ in single phase regime or $U_{D0} = 3V_{\max} \sqrt{3} / \pi$ in three-phase system, where U_{D0} means the average rectified voltage to bridge any diode. We note that these adjusted average voltages are functions of $\cos\varphi$, which, over a wide range, is clearly non-linear. Now, for tension adjustment needs over a wide range, in a V_E control voltage, and constant ratio, it is often necessary to linearize the order, so that $U_{D\varphi}$ is proportional to V_E , that is $U_{D\varphi} = K V_E$, with K as a constant of proportionality. This allows a similarly linear variation in the speed of the DC motor.

We will show here how to linearize the characteristic of a rectifier circuit. We leave the control of a single-phase composite bridge and then generalize on a three phase composite bridge.

The average value of the rectified voltage at the output of a composite bridge is given by: $U_{D\varphi} = V_{\max} (1 + \cos\varphi) / \pi$. But in a reference voltage V_E , we want to $U_{D\varphi}$ with constant $U_{D\varphi} = K V_E$ with constant K. For this, creating a voltage V_1 as $V_1 = [V_{1M} \cos\varphi] / 2 + V_{1M} / 2$ that originates in the supply network as V. And assuming that $V_1 = V_E$, we have: $\varphi = \text{Arcos} (2V_E / V_{1M} - 1) K$.

Therefore, $U_{D\varphi} = V_{\max} (1 + 2V_E / V_{1M} - 1) / \pi = [2V_{\max} / (\pi V_{1M})] V_E$.

By assuming that $K = 2V_{\max} / (\pi V_{1M})$, on a: $U_{D\varphi} = K V_E$.

Our work here will be to create the voltage V_1 which is an analog signal. In the following, we will associate the voltage V_E in order to make the digital signal needed to properly attack the gates of the thyristors. Therefore, we start from the block diagram in the figure below which illustrates our aspirations.

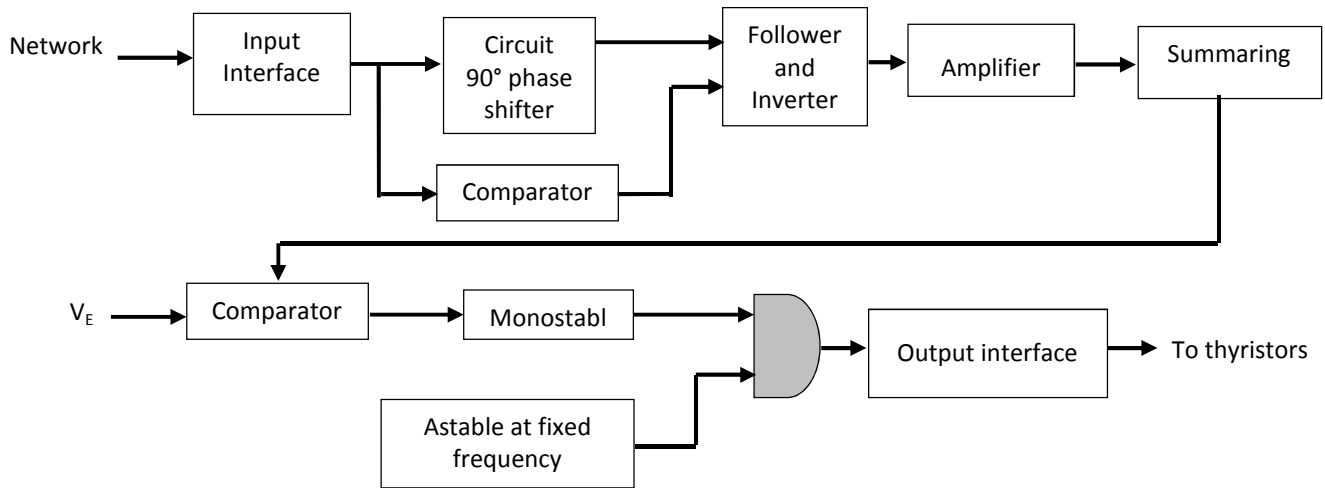


Fig. 1. General synoptic of an Arc cosine Impulse Generator.

2.3 IMPLEMENTATION OF ARC COSINE PULSE GENERATOR

From this block or the circuit of Figure 2, the interface block provides protection of the control circuit by galvanic isolation obtained by using a step-down transformer and the adaptation of the control voltage with the normalized values the voltages of the transformers. The phase shifter block of 90 ° to a transfer function $T(j\omega)=V_{A1}/V_1=[P_1^2R_3C_1^2\omega^2 - R_2][R_2(1+P_1^2C_1^2\omega^2)] + j[P_1C_1\omega(R_2+R_3)/ [R_2(1+P_1^2C_1^2\omega^2)]]$. If V_{A1} is diphase from 90 ° from V_1 , then $T(j\omega)$ is purely imaginary, that is to say:

$$P_1^2R_3C_1^2\omega^2 = R_2. \text{ Hence, taking } R_2=R_3 \text{ we get } P_1C_1=\omega. \text{ By adjusting } P_1, \text{ the condition can be achieved at } f= 50 \text{ Hz.}$$

Block zero-crossing detector

The detector block of the zero crossing provides a rectangular signal depending on whether a positive or negative half cycle of V_1 . If so:

- $V_1 > 0 \rightarrow V_{A2} = -V_{SAT} \rightarrow K$ open,
- $V_1 < 0 \rightarrow V_{A2} = -V_{SAT} \rightarrow K$ closed.

Inverter follower block

The inverter follower block makes it possible to its output and in function of the state of K, an inverter or a voltage V_{A1} follower. If so:

- K is open: $V_+ = V_{A1}$ and $V_- = [R_9V_{A1} + P_2V_{A3}]/[R_9 + P_2]$.

Hence we have for $V_+ = V_- \rightarrow V_{A3} = V_{A1}$.

- K is closed while $V_+ = 0$. Hence we shall have: $R_9V_{A1} + P_2V_{A3} = 0 \rightarrow V_{A3} = -R_9V_{A1}/P_2$. By adjusting P_2 until reaching R_9 , $V_{A3} = -V_{A1}$ is obtained.

Amplifier gain ½

The V_{A3} signal is bidirectional and unidirectional as we wish, it is necessary to associate a positive quantity. The V_{A3} signal is a bidirectional signal that we desire unidirectional, it is necessary to associate a positive quantity. But this addition is not without practical problems, since when V_{A3} becomes positive or zero, it is found that the operational amplifier will saturate, hence the need to first go V_{A3} in an amplifier gain half. Thus, $V_A = [R_{11}V_{A3}]/[R_{10} + R_{11}]$. Taking $R_{10} = R_{11}$, we have:

$V_A = V_{A3}/2$. We see that the ridges peak values are halved. Thus we can now superimpose a continuous magnitude for a positive unidirectional signal without saturation of the operational amplifier.

Summing non-inverting

Applying the Millman theorem V_+ and the voltage divider bridge V_- in the non-inverting summing assembly, it is shown that:

$$V_{A4} = [(R_{16}+R_{15})(R_{14}V_A+R_{13}E)]/[R_{15}(R_{13}+R_{14})].$$

Taking $R_{13}=R_{14}=R_{15}=R_{16}$, we have: $V_{A4} = V_A + E$. properly adjusting the value $V_{1max} \times E / 2$, we end up $V_{A4} \geq 0$.

V_{A4} being the form of tension that research since the interval $[0, \pi]$, we have: $V_{A4}(t)=[V_{1max}(1+\cos\phi)]/2$ and V_{A4} is π , periodic, there we remains to associate a set voltage V_E , and scan the following to make it ready to attack the gates of the thyristors.

Comparator

The comparator block's role is to transform the analog signal V_{A4} obtained by a logic signal. It is annotated as the voltage V_E is the reference voltage or control that allows us to adjust the width of the comparator output V_{A5} rectangular signal. It is annotated as Zener diode D_{Z1} limits the voltage V_E to V_{Emax} value such as:

$V_{Emax} = [\pi V_{1max} U_{D\phi max}]/[2V_{max}]$ where V_{1max} is the maximum voltage at the output of the adapter and the maximum voltage V_{max} of the power network. The operation of the comparator shows that:

$$-V_{A4} > V_E \rightarrow V_{A5} = +V_{SAT}$$

$$-V_{A4} < V_E \rightarrow V_{A5} = -V_{SAT}$$

Because the amplifier therefore operates in nonlinear regime, switching occurs every time

$$V_{A4} = V_E.$$

Monostable and astable

The fact that the output V_{A5} , the comparator generates rectangular signals and for optimization of the control signals reasons, and especially in view of the thermal dissipation of the thyristors, the astable and monostable block produce pulse signals able to effectively attack the transistor. The machine will print a suitable voltage pulse transformer which is responsible for attacking the gates of the thyristors.

Monostable

In the block shot, the $R_{24}C_3$ deriving circuit provides pulses on V . while positives pulses are shunted by diode D_7 , hence triggering the shot falling edge V_{A5} with t_1 of high state $t_1=[C_4(R_{25} + P_4)]\ln(V_{CC}/V_{BE})$. Adjusting the time t_1 by adjusting P_4 to adjust the duration of the pulse train that will attack the gates of the thyristors.

Astable

Against the block by the astable, the energy storage capacitor C_2 is there for the time t_2 the charging and discharging determines the operating frequency of the device, where $t_2 = R_{20}C_2\ln[1+2R_{22}/R_{21}]$. This time is used to determine the width of the control pulse of the gates of the thyristors.

From all the above, the various summary timing control circuit of Arc cosine pulse generator is as following:

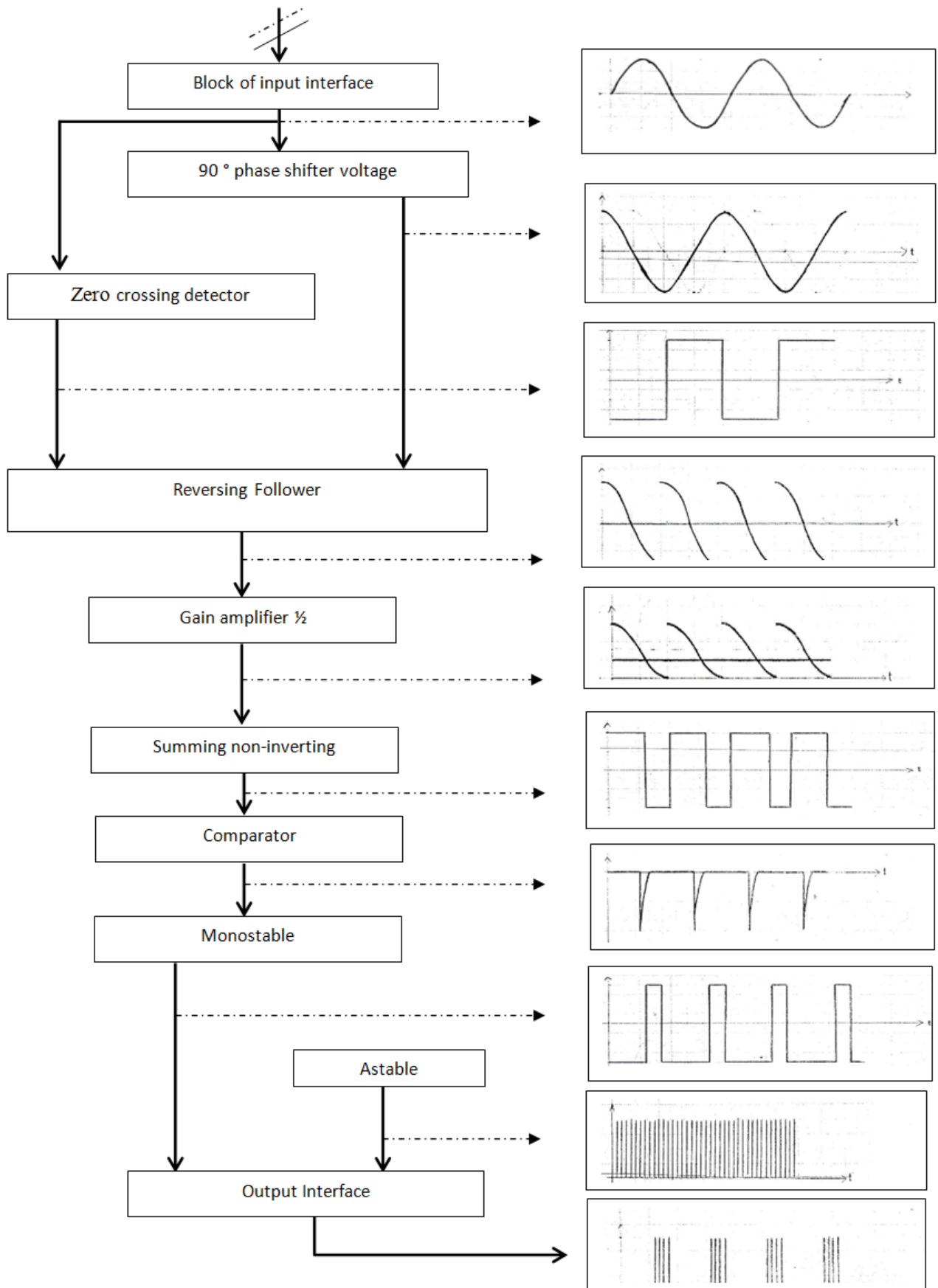


Fig. 2. Summary of the timing of the Arc-cosine Pulse Generator.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The curves of Figures 3 to 11 show the timing of each circuit block of our converter Arc cosine pulse generator. These timing are strictly identical to those required in theory (Lander C. W., 1989). The application of this embodiment of the arc-cosine pulse generator for controlling a composite bridge rectifier previously connected to the DC motor, the characteristics of which are as follows, was more than conclusive.

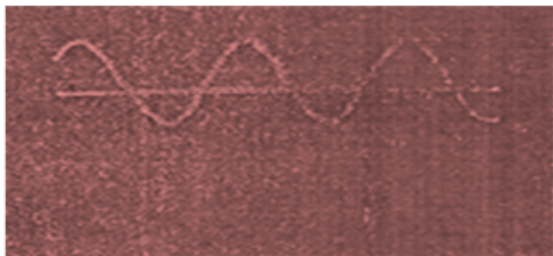


Figure 3: V_1 signal to the adapter output (5V/div.- 5ms/div.)

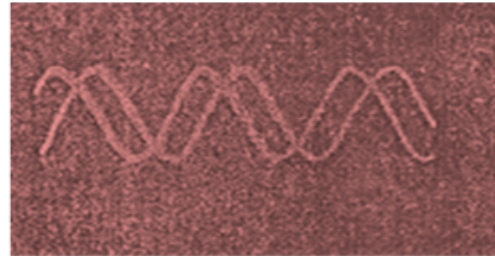


Figure 4: Signal V_{A1} superimposed V_1 to bring out the 90° phase shift (5V/div.- 5ms/div.)

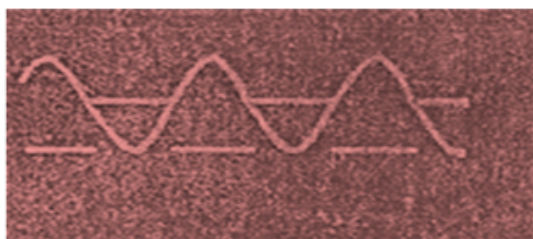


Figure 5: V_{A2} signal at the output of the zero crossing detector of V_1 (5V/div. -5ms/div.)

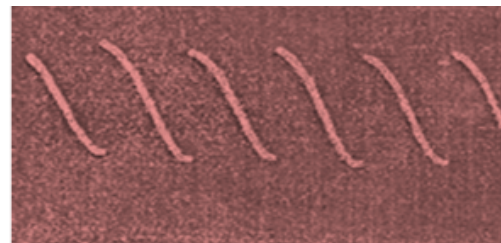


Figure 6: V_{A3} signal at the output of the inverter-follower (5V/div. - 5ms/div.)

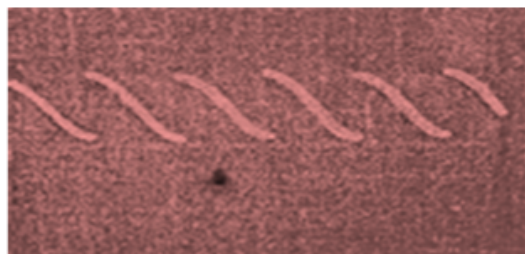


Figure 7: V_A signal at the output of the amplifier gain $\frac{1}{2}$ (5V/div. - 5ms/div.)

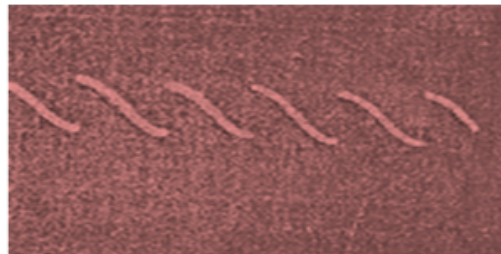


Figure 8: V_{A4} signal at the output of the summing amplifier non inverting (5V/div. -5ms/div.)

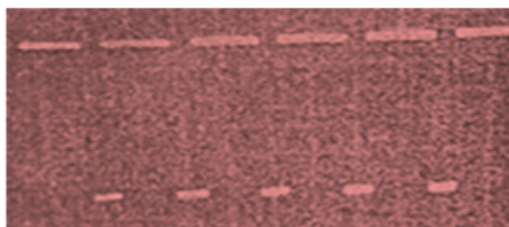


Figure 9: V_{A5} signal at the output of comparator (5V/div.- 5ms/div.)

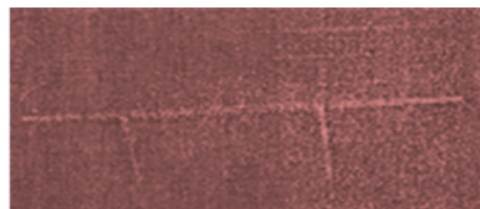


Figure 10: Pulse signal to the stable mono input to output $R_{24}C_3$ (5V/div.- 5ms/div.)

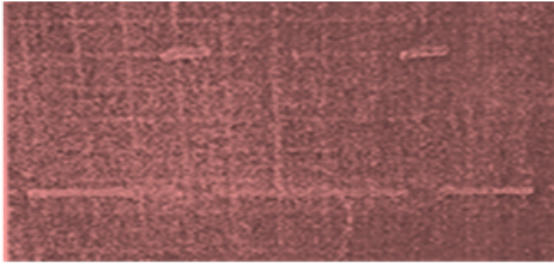


Figure 11: V_{A6} signal at the output of the monostable (5V/div. - 5ms/div.)

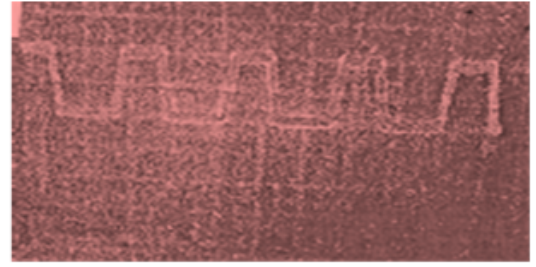


Figure 12: Signal V_{A7} à la sortie de la diode D_6 down stream of the astable (5V/div. - 5ms/div.)

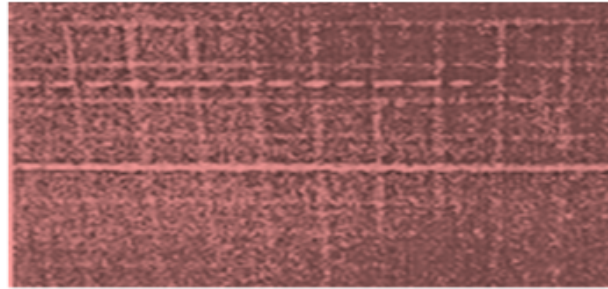


Figure 13: Train of pulses at the output of the AND gate ready to attack the base of the transistor T_{R2} (5V/div.- 5ms/div.)

Even our device worked, it was not without difficulties. When carefully observes the 12 and 13, we find that these two timing diagrams are not strictly rectangular. Figure 12 is rounded and Figure 13 is trapezoidal. All attempts to correct them have been unsuccessful. This inability is in my opinion one that is specific to the performance of certain features from discrete components. Another difficulty and not the lower was combat distortion phenomena due to the saturation of the operational amplifiers. This led us to replace the resistor R_1 by an adjustable resistor. This change allowed us to adjust the value of R_1 at a level that avoids distortions us about the different outputs of operational amplifiers. This adjustable R_1 has contributed to significantly reduce the amplitude of our signals in the control circuit, thereby reducing the range of variation of the engine speed. This difficulty can be overcome by replacing the operational amplifiers MC 1458 P which saturates at 18 V by operational amplifiers having higher saturation voltages. While our goals are met, it is necessary to perfect in terms of the supply voltage or servo motor speed to a desired size, taking into account the limitation of the current drawn by the motor armature. It is imperative to think enslave the system to be sure that our system does not include disturbances that are usually born out of the system and affect the outputs thereof, there by changing the report loses $U_{D\phi}/V_E$ its constancy.

4 CONCLUSION

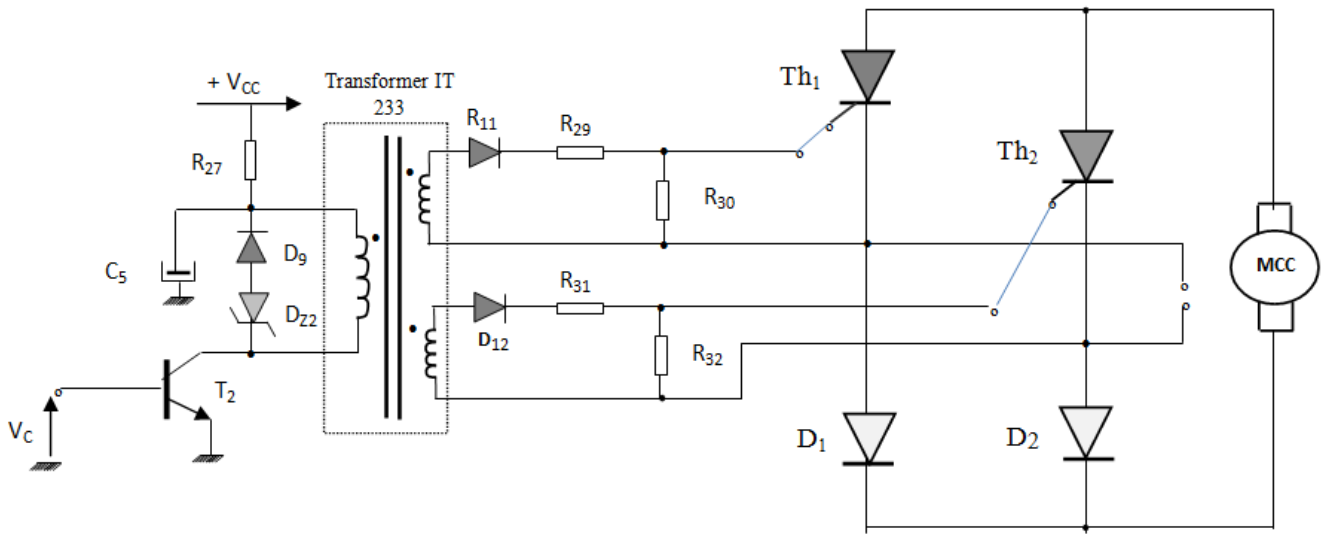
This study of the study and the realization of an Arc cosine pulse generator was designed to generate control pulses trigger a converter can be used to control the linear speed of a DC motor continuously. The results obtained are practically quite satisfactory, since all the theoretical curves that we have planned for the study was obtained virtually and in combining a DC motor with our device, we observe that from the potentiometer of the reference voltage V_E , it varies linearly engine speed. While our goals are achieved, this study is to perfect the plans of the servo power supply or motor speed considering the limitation of the current drawn by the armature. On another level, we can consider the change in speed of other types of engines other than DC motor that the DC motor is suitable for some applications but is very limited when getting stronger or well when we must work in a not very clean environment.

REFERENCES

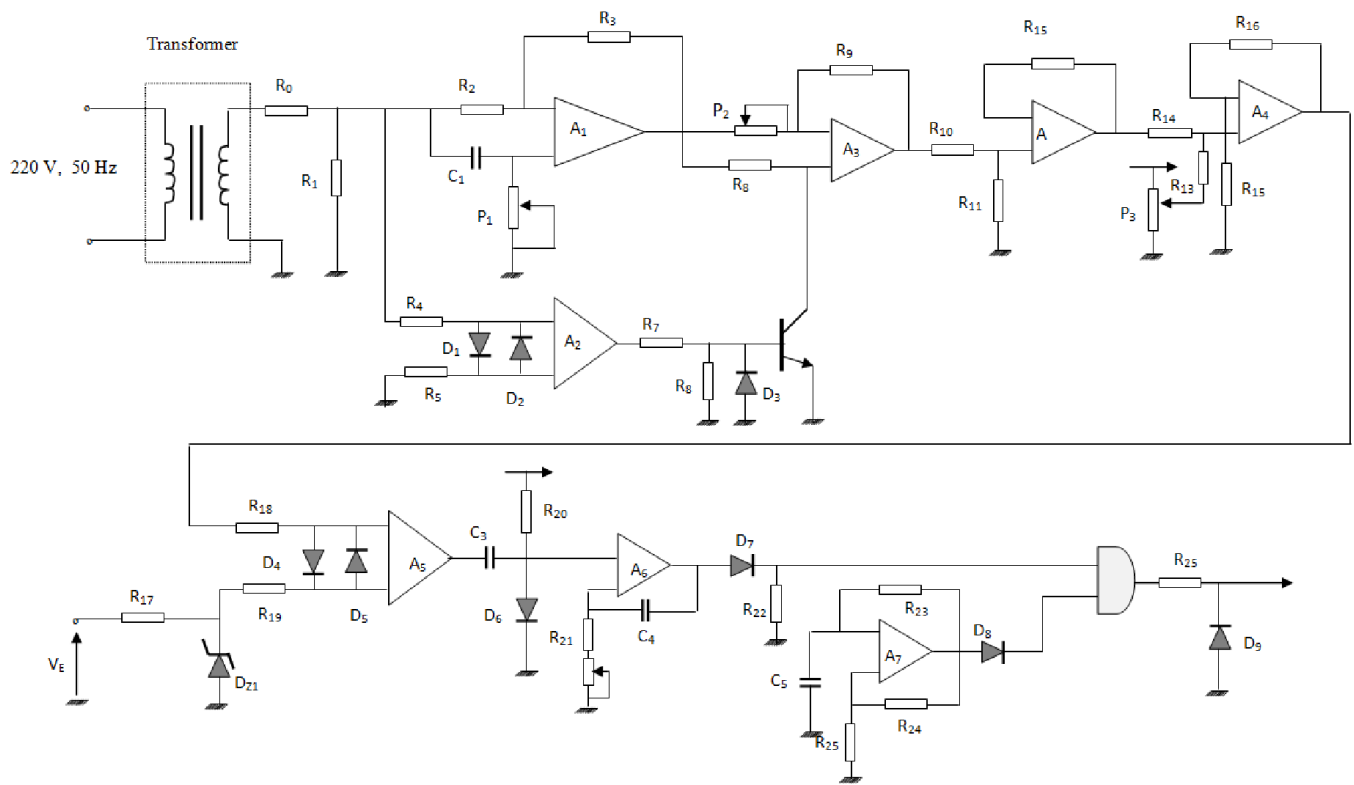
- [1] **Agati P., 1997.** *Electricité Electronique (de commande de puissance) Electrotechnique*, 1^{ère} édition, DUNOD, Paris-France, P. 139-146, P. 43-78.
- [2] **Champenois A.,1988.** *Alimentations Thyristors et Optoélectronique*, 1^{ère} édition, Edition du renouveau pédagogique, INC, Canada, PP: 289-402.

-
- [3] **Coeurdacier S., 1979.** *Electronique (les composants discrets non linéaires)*, Dunod, Paris, PP : 205-257.
- [4] **J.L. Dalmasso, 1988.** Cours d'électrotechnique2. Traitement de l'énergie électrique (convertisseurs statiques), Technique supérieur, France, PP: 341-357.
- [5] **Pierre Agati, 1997.** Electricité, Electronique (de commande de puissance) et Electrotechnique, 1^{ère} édition, DUNOD, Paris- France, P. 139-146, P. 43-78.
- [6] **Perez-Mas et Fouchet, 1984.** Electronique Pratique, 1^{ière} édition, BORDAS, Paris, P. 190-199.
- [7] **Lander C. W., 1989.** *Electronique de Puissance*, 2^{ème} édition, Mc Graw-Hill, Paris, P. 147-150, P. 191-197, P. 174-175.
- [8] **Marston R. M., 1981.** *Etudes pratiques de l'amplificateur opérationnel.* 3^{ème} édition, Eyrolles, Paris France, PP:1-54.
- [9] **Merat R., Moreau R., Allay L., Dubois J.P., La Fargue J. et Le Goff R., 1984.** *Electronique de puissance*, Nathan, Paris, PP : 1-78.
- [10] **Ramirez V., 1980.** *Physiques des semi-conducteurs.* Bordas, Paris, France, PP : 4 – 69.
- [11] **Raymon M. et Marton, 1983.**110. *Etudes pratiques à semi-conducteurs.* Eyrolles, Paris,

ANNEXE I. POWER CIRCUIT OF ARC COSINE PULSE GENERATOR FOR COMMUTATED CONVERTER



ANNEXE I. CONTROL CIRCUIT ARC COSINE PULSE GENERATOR FOR COMMUTATED CONVERTER (CONTINUED)



The influential of International trends on Egyptian higher education from Perspectives of Social Justice and Quality

Lamya Mohamed Ahmed Elsaid

Associate Professor in Foundations of Education Department,
Ain Shams University, Egypt

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

ABSTRACT: Egypt is one of the Arab developing countries that began establishing higher education earlier than most Arab countries. It used to be a source of educational, scientific, and culture diffusion to the Arab world. Thus, it is our expectation that Egypt should occupy a high status in higher education. However, the status of Egyptian higher education now is unsatisfactory, compared to Egypt's past and rapid, successive global developments. This status is based on lack of two basic elements- Equity and Quality.

So the researcher will begin with brief of the notions of social justice and quality in higher education. Then, I will introduce an overview of the developments in Egyptian higher education in relation to equity and quality.

In the third and fourth parts of this paper, the researcher will identify some trends of some international organizations about the equity and quality, which give us two essential aspects: First, to determine what we mean by equity and quality. Second, to explore and find out which of these global and international trends are more influential in the development of higher education decision-making and policy in Egypt.

Then, I will deal with and evaluate the developments of Egyptian higher education from the perspective of quality and equity. In the end, the researcher will present the conclusions that include some suggestions to improve equity and quality of Egyptian higher education, which includes:

- First: Inequality at Regional Level
- Second: Inequality in terms of Gender
- Third: Inequality in hiring and in the Egyptian Workplace

Given these findings, the policies of free higher education introduced in the early 1960s have been entirely undermined and new policies are needed. Thus, the paper has six suggestions to improve the quality and equity of higher education in Egypt. The government should:

- Look for new resources to provide quality free higher education to all those who need.
- Redistribute of private, foreign and public higher institutes on the all regions especially in Upper Egypt and Suez Canal.
- Push both public and private higher education institutes to assure the quality.
- Push private and foreign universities' to commitments by requiring them to make education available to more students.
- Offer new academic courses at public universities and bridge the quality gap with private and foreign universities
- Finally the government should benefit from the World Bank and GATS policies to achieve merit access in higher education

KEYWORDS: International trends, higher education, Social Justice, Quality, Egypt.

INTRODUCTION

Egypt is one of the Arab developing countries that began establishing higher education early, compared to most Arab countries. For example, in the early 1960s, while there were five prestigious universities in Egypt (Al-Azhar, Cairo, Alexandria, Ain Shams and Asuit); none of the other Arab countries had any universities at all (Ibrahim 1985).

Egypt used to be a source of educational, scientific, and cultural diffusion to the Arab world. In the past, Egyptian instructors, either in Egypt or in their own countries (Mina et al. 1999), educated the students of the Arab world. Therefore, we cannot deny this prestigious Egyptian role in the field of higher education. Thus, it is our expectation that Egypt should occupy a high status in higher education.

However, the condition of higher education now is unsatisfactory, and compatible neither with the status of higher education in Egypt, with its starting point in this field, nor with the rapid and successive global developments (National Specialized Councils 1994-1999; Egyptian Annual report 2012).

The vision about the status of Egyptian higher education, which will be discussed in this paper, is based on two basic elements - equity and quality and it built on these elements represent the cornerstones of any good higher educational system, namely: equal opportunities in higher education and the quality of higher education. The quality and equal opportunities are linked largely to the social and economic outcomes of higher education. Equal opportunities for higher education with a commitment to its quality are prerequisites for achieving significant societal and economic outcomes (Paul et al. 1987; Giroux 1990-1997; Lindsay 1998; Goldman 1977-1987; Wilson 1969; Kattz 1969; Ragui and Kraftt 2010).

This paper begins with a brief historical background of the notions of justice, equal opportunity and equity in higher education. Then, the researcher introduce a brief historical background of the development of the higher education system in Egypt and the relationship of this development with the elements under analysis in this paper, which are social justice and quality.

Where and what is happening to higher education in Egypt cannot be isolated from global trends and international developments. Therefore, it is necessary to identify the trends and visions of these concepts of quality and equity in higher education in the third and fourth parts of this paper. This knowledge will give us benefits in two essential aspects:

First: to determine what we mean by quality, equal opportunities, equity and justice to determine suitable conceptions of our vision in this paper.

Second: to explore and find out which of these global visions and international trends are the most influential in the development of higher education decision-making and policy in Egypt.

Then, in the fifth part, the researcher will deal with and evaluate the developments in the Egyptian higher education system and its policies, which have profound impacts on elements of quality and justice. This will be evident in the following sections.

The paper ends with a finding and conclusion that include the Forecasting of the some requirements to improve equity in Egyptian higher education in the future and some findings and conclusion.

The Problem

Egypt does not occupy a high status in education especially in higher education in spite of some of its achievements, particularly with regard to quantitative expansion and diversity of educational institutions. The conditions of higher education now, as everyone including those responsible for the education themselves agrees, are unsatisfactory and suit neither the status of Egypt nor the rapid and successive global educational developments (National Specialized Councils 1994-1999; Egyptian Annual report 2012).

This is the starting point of this paper. In the context of Egyptian higher education, there is a strong significant correlation between a student's social class and the attending higher education institutions especially in private higher education institutions (El-Shikhaby 1983; The World Bank, 2002).

When we look at the higher education system in Egypt, we see many kinds of higher education institutes, which follow the Ministry of Higher Education.

Table 1. The numbers of students in several kind of Higher education institutes

Institutes	Number of institutes in 2010/2011	The number of Students in 2010/2011
Public universities	27	1,649,986
technical institutes	32	47,328
higher institutes and academic	96	90,989
privet universities	20	10,726

Sources:

- Ministry of Higher Education: Private universities Graduates students 2010/2011, Egypt in figures 2013, Ministry of Higher Education, intermediate technical institutes graduates following 2011/2012, Ministry of Higher Education: higher institutes and academic graduates following for Ministry of Higher Education 2010/2011

This diversity of Egyptian higher education institutes has not been a good policy for achieving equal opportunities; this is reflected in divergences of the quality of the educational process and graduates. We need therefore to determine and analyze these divergences in equal opportunities within Egyptian higher education, particularly from the perspective of the quality aspect. Thus, **the problem of the study** can be stated **through the following questions:**

- What are the developments in the notions of justice and equity in the world?
- How are these notions of justice and equity reflected in Egyptian higher education?
- What are the recent developments in Egyptian higher education in terms of justice, equity, and quality?
- Who are the main international actors in these developments? Moreover, who are the most important trends for these international actors?
- How are these trends reflected on Egyptian higher from perspectives of social Justice and quality?
- What are the findings and results that can guide the work of policy and decision-making processes in the future?

Date Sources:

This paper depends on analyzing of the quantitative data that includes official statistics published by the Government of Egypt, UNESCO and The World Bank. Where available, we report the data on all regions in Egypt to gauge higher educational inequality associated among these regions. In this analysis we include the seven regions, these are Delta region, Greater Cairo region, Alex. region, Assiut region, South of Upper Egypt region, North of Upper Egypt region and Suez Canal region. In addition, the researcher focused on the differences between the public higher education and private higher education in Egypt.

Additional sources of quantitative data include publications by International population council on the analyses of Survey of Young People in Egypt, focusing on Education and Job Market.

The quantitative and qualitative data presented in the fourth part of my study are taken from NAQAAE - National Authority for quality assurance and accreditation of Education, which include some reports about the quality of Egyptian higher education in both public and private institutions.

1 SOCIAL JUSTICE AND QUALITY IN HIGHER EDUCATION: A HISTORICAL BACKGROUND

The concept of social justice is at the center of many contemporary public policy debates in Egypt and elsewhere in the world. It developed from the ancient Greeks and Romans, beginning in the Fifth century B.C. There were many concepts, which grew to organize political and social life by treating equals all citizens as equals and empowering them to succeed in achieving their goals (Theophanous 1994).

Many theorists agree that equal opportunity is a requirement of a democratic/ just society. However, some others cannot determine the importance of this requirement and how it is balanced against other requirements for justice (Paul et al. 1987)

There are many trends that define the concept of equal opportunity and justice from many perspectives. Therefore, there is no single definition of equal opportunity and justice. However, the literature suggests that we can use the notions of human rights, fairness, equality, and equity. Now, we have found more theorizing writers about justice and equal opportunities discussing the difference between equity and equality (Moor 2004; Bates 2007; Nelson et al. 2009, 1997; Paul 1999). They determined that equity often replaces politically motivated conceptions of equality and justice, which are deemed as necessary for democratic life (Theophanous 1994).

Paul noted that the concept of equity depends on two principles. The first principle is liberty and the second is equality, which are very important to achieve a democratic society (Paul 1999). Miller agreed with Paul that equality is one of equity's principles, in relation to two keywords -- desires and needs. Desires are the limit of quests for equality in distributions of goods and in opportunities because there are some persons that may deserve more than equal shares of certain goods or services (Franklin 1993). From this idea, the moral demand here is not really to create fair competitions for positions interpreted as equal chances, but rather to create fair competitions (Goldman 1977).

On the other hand, there are some theorists who focused on the institutional context of justice and emphasized the comparative merits of different societies, which are very important to consider before we ask about access, distribution of resources, and equal opportunity (Fraser and Gale 2000; Singh 2011). In this context, Goldman considered a possible justification for an attempt to ensure equal opportunity. He found that the attempt to defend equal opportunity in the terms of some broader concepts of equal opportunity is inadequate because what effect equal opportunity will have on the prospects and conditions of different individuals and segments of society is unclear (Goldman 1977).

When we do not have equal conditions, we cannot make socially related opportunities equal. "It is not simply that emphasis upon equality of opportunities without equality of conditions is a mask for continual injustice." (Goldman 1977 quoted by Frankel et al. 1987, 102).

Many writers asserted that higher education is the key social institution in a democratic society (Meyer 1977; Carnoy 1992; Giroux 1990; Lindsay 1989, 1997). They asserted that the critical purpose of the higher educational system in a democratic society is to prepare the citizens for their roles as participants in their society. According to Lipkin, education "must prepare individuals for the full and equal citizenship that is required by the liberal democracy" (Lipkin 1994, 77). Giroux argued that universities should have a strong moral and ethical responsibility. He believed that "the institutions of higher education regardless of their academic status represent places that affirm and legitimate existing views of the world produce new ones, and authorize and shape particular social relations" (Giroux 1990, 114). As a result, academics view the curtailment of equity policies as a threat to democracy and they argue that "it is not enough to open the gates of opportunity." We must create the conditions for students to have the ability to go through those gates (Paul 1987, 82). John Hope Franklin explained that without legislation, judicial decisions, and executive orders, individuals and groups of individuals are incapable of sustaining actions that would make the country a better place in which to live (Franklin 1993).

In short, in Egypt we need to look at the legislative policy in higher education systems and the socioeconomic conditions of previous historical periods. Governmental action is needed to guide the higher education system in both private and public institutions to erase inequality gaps.

2 JUSTICE AND QUALITY IN EGYPTIAN HIGHER EDUCATION: A HISTORICAL PERSPECTIVE

Egypt began establishing its higher education system in 1908, with Fouad I National University (a not-for-profit institution which became a governmental university in 1925, bearing the name of the Egyptian University, and later became Cairo University) (Hamid 1995). The period that followed World War II in the forties was a period of growing national consciousness and the founding of more state-owned universities and higher education institutes. It was also a period of increasing expectations of community groups and the middle class, especially regarding the importance of university education. These aspirations were part and parcel of the intellectual climate of freedom of thought which prevailed in the Egyptian society during that era.

In 1942, the University of Farouk I was established in Alexandria, followed by the University of Ibrahim Pasha in 1950, which is currently Ain Shams University (Ibrahim 1985).

However, most researchers believe that secondary and university education was limited to the students of the upper classes and relied primarily on the financial capacity of families, so the considerations of justice and the availability of opportunities were not a priority during that period (Ammar 2000).

After the July 1952 Revolution, in the light of socialist orientation and the consideration of social justice as a priority and final target, school fees in secondary education were abolished and there were increased numbers of students enrolled at this stage. Assiut University, established in 1957, was the first integrated university in Upper Egypt in one of the most suffering regions in terms of economic aspects.

In 1961, a new phase of higher education began by adopting free education and fees were abolished. This opened the doors to higher education for the underprivileged citizens who did not even dream to enroll their children in universities (Elsaid 2002).

The opening of the universities' doors, and higher education institutions in general, for large segments of Egyptian society at this stage was parallel with the expansion of governmental activities and the role of the government in developing the public sectors. This overall economic activity was able to accommodate the increasing number of higher education graduates. Then, a law was enacted to ensure the appointment of those high school and university education graduates in governmental and public sectors. It was a tacit admission that participation in higher education (despite its importance) by different social groups would not be sufficient--job opportunities should be made available to suitable job seekers among those graduates (Kandil 1987; El-Asawy 2000).

As for the 1970s, it was most distinguished by the major expansion of existing universities and the rapid establishment of additional regional universities outside greater Cairo. From 1972 – 1976, seven new governmental universities were established and all of them were located outside Cairo, except for the University of Helwan (Ibrahim 1985).

There is no doubt that the investment in these regional universities achieved a significant benefit for the residents of these areas. It also contributed to the achievement of social justice at the regional level, and brought advantages for female students in particular for whom the relocation to Cairo was a major obstacle to their enrollment in university (Elsaftei 1991, quoted by Kandil n.d.). However, those universities operated without adequate staffing and sufficient material requirements, even the most basic infrastructure (Elsaftei 1991 quoted by Kandil n.d.; National Specialized Councils 1994-1999).

From 1925 to 1969, the first and second phases of establishing higher education in Egypt, we can say there was no separation between the expansion of university education and the means to present a high quality education.

In other words, a university education was necessarily meant to give a quality higher education to students in which all resources for this target were available. Upon the establishment of the Universities of Alexandria and Ain Shams University before the revolution in 1952, the availability of the possibilities that suited the status of university education was taken into account.

The establishment of the University of Assiut coincided with the program of sending a large numbers of researchers to study abroad and get PhD Degrees. In addition, lands were allocated and the necessary facilities were established. Campuses, laboratories, libraries and other requirements necessary for the modern university were established (Kandil 1991; El-Baradei 2009; National Specialized Councils 1994-1999).

In the seventies, the third phase of development of Egyptian higher education appeared, targeted to achieve the geographical spread of higher education. However, the weak preparation for the establishment of these universities and the speed of setting them up led to the disengagement of the link between the expansion of university education and the availability of human and material resources appropriate for this level of education. This failure continued for many years and contributed greatly to the decline in the level and quality of higher education in Egypt (Elsaid 2002).

Finally, during the nineties and until the present time, we witnessed radical changes in the features and characteristics of the system of higher education. This has happened in the context of the changing economic and social circumstances, which were the result of the shift in the pattern of development and the adoption of globalization and a free market economy approach. Higher education had always played a social and national function.

However, the positive role of the government declined sharply, while the private sector, which provided educational services in order to make profits, emerged clearly. Material values and the interests of domestic and foreign entities started to influence Egyptian higher education. This governmental higher education became more vulnerable to injustice and inequality. This appeared in the misunderstanding of equality and equal opportunity, which did not provide good educational opportunities to those who have outstanding abilities, regardless of their socioeconomic status.

3 QUALITY AND JUSTICE IN LIGHT OF THE PERSPECTIVE OF INTERNATIONAL AND REGIONAL CONVENTIONS

We will focus in this part on social justice and quality in higher education, and what governs the national and international conventions regarding quality and justice. Egypt has participated in these international and regional conventions, which relate directly or indirectly to education and involve standards that necessitate achieving justice in education opportunities and emphasizing quality. Our focus will start with the Universal Declaration of Human Rights, and then the International Conference on Higher Education of the twenty-first century, held at the headquarters of UNESCO in Paris from 5 - 9 October 1998. This conference was followed by other conferences, meetings, and sub-regional preparations. Moreover, the importance of fair access and the quality of higher education were not absent from the periodic meetings of the Arab Ministers of Higher Education and Scientific Research. They always received a high priority in their agendas. The recommendations of these conferences and the strategies for reforming higher education were set out in order to develop Arab higher education (UNESCO 2010).

The World Conference of Higher Education has acknowledged that education reform must be in line with what came in Article 26 of the Universal Declaration of Human Rights (UNESCO 1998; HEA 2008). The declaration emphasizes the equal opportunities of education by making it available to all on the basis of merit, and not accepting the exclusion of any person from obtaining higher education on the basis of race, gender, language, religion, or physical disability.

Consequently, the rapid growth in demand for higher education requires that all the policies must assure access to higher education, depending on the merit of the person (HEA 2008).

The Ninth Conference of the Arab Ministers of Higher Education in 2003 confirmed the concept of justice. It stated that "providing education opportunities for all who are able to take advantage of higher education is the responsibility of the government, and that poverty, geographical remoteness, or discrimination of any kind must not be a justification to deprive any one of this opportunity" (ALECSO 2003, 63).

Recently, the element of quality is more difficult and complicated than the concept of justice (UNICEF 2000). Quality is not a static concept; the elements of a good education may vary from time to time. A good education, for example, in this era of amazing technological progress and in the field of information and communication, is different from the same concept before this progress. In addition, assessments of the quality of education may vary according to the standards or the target you are looking for. Is the quality of higher education evaluation in accordance with the conditions prevailing in society and the needs of the current economy, whatever the humility of these needs? Is a good higher education to be seen via a narrow look at the needs of the market and the business sector in the short-term? Alternatively, should it be seen as a mechanism for change, and consequently be assessed as a drive to a targeted pattern of development, and not just a responsive factor to the market conditions? Then, to what extent does the evaluation of the education system within the limits of the privacy of the community have to be taken into account? To what extent will this influence regional or global systems? All of these questions are essential background to evaluate the higher education system (UNESCO 1995).

According to the policy paper for change and development in the higher education and the international report on Global Universities Network for Innovation, the concept of the quality of education is multi-dimensional and deals with all the functions of education (UNESCO 1995; GUNI, 2007). These elements are the academic programs, academic curricula, scientific research, professors, students, buildings, facilities, equipment, and other community services.

The mechanism that is used to enhance the quality of education based on internal self-assessment and external assessment must be implemented by independent national and international experts, with the importance of taking into account the idiosyncrasies of the community, and the diversity of society that can avoid stereotypes in the evaluation criteria on the national and regional levels (NAQAAE 2009).

We cannot judge the quality and relevance of higher education institutions and their programs and certificates, according to a specific global basis, whatever the degree of perfection of these models. Special emphasis must be given to the role of stakeholders have to be an integral part of the evaluation process, led by faculty members and students (UNESCO 2010).

4 QUALITY AND JUSTICE: GLOBALIZATION INSTITUTIONS PERSPECTIVE

In this part, the focus is given to the most important globalization organizations, which had strong influential activity in the field of education, in general, and higher education, in particular. These organizations are the World Bank and the World Trade Organization. It is well known that such organizations have their policies and conditions, which are targeting a particular strategy for higher education involving the concept of privacy in both fair opportunity and quality, by loans and financial pressure.

4.1 THE WORLD BANK

Although, UNESCO is a major international organization entrusted with the conditions of education, science, and culture in the world, global interest in education began to take a new turn after the World Bank began playing an increasing role in the field of education on all stages. It believes in the importance of the expansion of higher education in the light of developments in the knowledge-based economy globally and the urgent need--in this context--to influence broad segments of population by providing them the opportunity for higher education. The target will not be possible without higher education of high quality.

However, the concepts of work force economy and market orientation were prevailing in higher education in developing countries. This is a concept which the World Bank and its experts consider the most effective mechanism to promote the expansion of higher education (Zaiton 1998). This approach with all of its contents can be developed from the perspective of a certain quality and fair opportunity perspective as follows:

- Since the upper social classes in most developing countries more significantly benefit from free higher education, the ratio is not commensurate with their numerical representation in the total population; the achievement of social justice requires reducing public spending for this education
- So the reducing public spending directed to higher education, to spur higher education institutions to strive towards creating new financial sources

In this context, the World Bank and its experts recommended three additional policies to compensate reduced public spending allocated for higher education (World Bank 2002, 2007, 2010) which are:

- Introducing cost recovery or tuition fees in governmental higher education institutions.
- Encouraging the government to establish private universities and other forms of private higher education institutions.
- Introducing liberalization of the national system of higher education that allows the contribution of foreign education providers to the "market" of higher education.

According to the approach based on privatization and market mechanisms, the development of local private education institutions and foreign education providers is expected to ease the burden of the demand for public universities, reducing the burden of financing higher education through the governance budget. In addition, the competition between the private and the public higher education institutions will improve the quality of education in all institutions.

4.2 THE WTO/ GATS

After the GATT agreement resulted in the liberalization of trade only, services became a part of the trade agreements through the GATS for the first time in 1995. Education with all its stages is one of the twelve sectors contained in this agreement. Perhaps the most serious terms included in the agreement are those relating to MFN (Most Favored Nation) status because it is, on the one hand, a general obligation in the sense that they apply to all forms of liberalizing trade in services, whether the government concerned has provided a commitment to provide them or not (Varghese 2007). On the other hand, if the government allows a single foreign country to enter the market of higher education, it becomes committed to provide similar opportunities for service providers of any other foreign country which is a member of the World Trade Organization, applying the same rule to the cases of exclusion (Knight 2002).

Really, some people promote the GATS, as it will provide benefits to the higher education systems in developing countries. It will push them to raise their quality and will make higher education available to a larger number of students. Foreign service providers will offer new methods to provide services of higher education.

On the other hand, the liberalization and the competition will push the higher education institutions in general to improve their services and management style, increase the enrollment of students and reduce the knowledge gap between the developing and developed countries (CHEPSL/UT 2006). However, many have expressed their deep concern over the situations of higher education in the convention.

In addition, many academic organizations concerned with higher education in countries like the United States of America and Britain expressed their great concern about what they considered as a threat to the government's role in higher education by this convention and the threat of higher education as a commodity (GUNI 2007; UNESCO 2010; Varghese 2007).

Moreover, the foreign competition, particularly in developing countries, and its transformation into a source of profit, may be unfair -- it may be at the expense of national systems of higher education. Besides, it may hurt in achieving the national goals and interests of these countries.

This has motivated the developed countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) to ensure extreme care; in this regard, they have developed a guide, presented to UNESCO, to monitor the quality of cross-border higher education. The goal of this guide is to protect students and other stakeholders of higher education from the unwanted influence of Foreign Service providers (UNESCO 1998).

5 THE EFFECTS OF THE PREVIOUS NOTIONS AND INTERNATIONAL TRENDS ON EGYPTIAN HIGHER EDUCATION POLICIES

From the above-mentioned concepts, the relation of both sides of quality and equal opportunities with higher education in the international context has two completely different perspectives. One of them depends on the market approach adopted by the organizations of globalization, especially the World Bank and the World Trade Organization. This approach considers that the private and open higher education systems can promote quality of education. It also views that free education is not concerned with justice or equality of opportunity, but it means that eligible individuals should obtain free services. Therefore, the introduction of cost recovery methods and the imposition of fees in public higher education institutions are worth it to achieve justice (World Bank 2007).

The other perspective is more desirable and has been emphasized by several Arab conferences and conventions. This perspective is based upon the idea -- I think an indisputable one -- that justice requires giving fair opportunities of higher education to everyone who is worthy of it, for anyone who owns the capacity and enthusiasm to continue their education. Thus, the most important elements of justice are in non-discrimination based on social and economic background, race,

gender or other forms of discrimination. The private sector in this perspective does not provide quality education; does not require a retreat of the government from its main responsibilities in the field of higher education, or consider learning as a special commodity. It is primarily associated with the components and elements of the higher education system as determined by the conditions of faculty members, scientific research, students and their level of previous stages of education, as well as the potential of educational institutions, especially in the field of information and communication technology.

Besides the extent to which the institutions of higher education are compatible with the needs of its community and to what extent academic institutions are enjoying independence without isolation from the international scientific activity, there is an important question emerging which is to what extent the policies of Egyptian higher education have adopted any of these perspectives since the beginning of the nineties.

It is worth mentioning that higher education policy in Egypt focused on quantitative expansion between the years of 1990-1991 and 2007-2008, which is clearly indicated by the increase in the number of students enrolled in this period. The number of students enrolled in higher education in various institutions increased. This was continued by the increasing rate of gross enrollment to 30 percent in 2010, which is a significant increase (Figure .1).

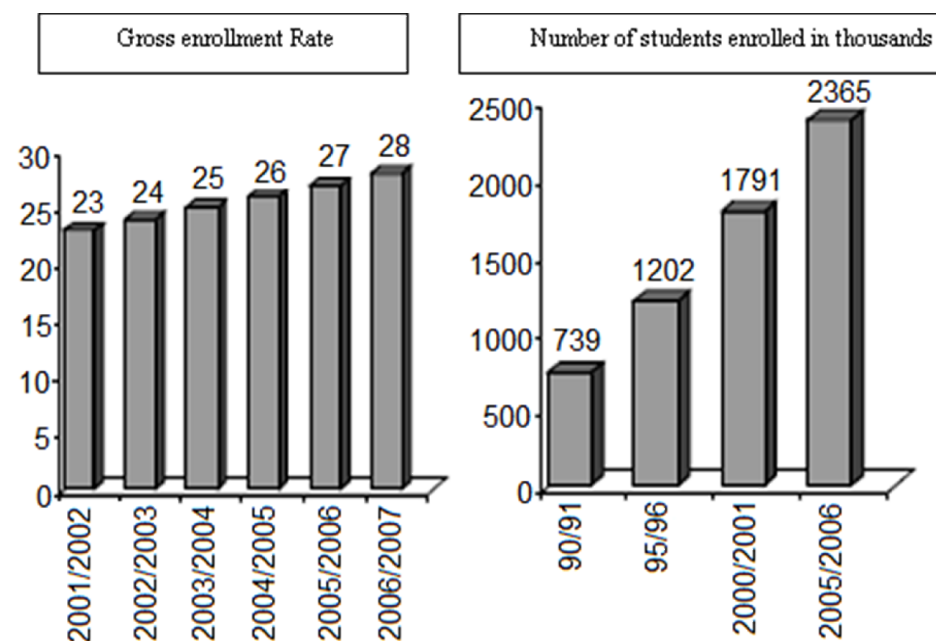


Fig. 1. Quantitative development of Egyptian higher education

Source: Center for support and decision-making of Egypt: 2010

Despite Egypt being one of the countries that - in this period - adopted the concepts of equal opportunity and justice, there has been a debate about these concepts especially after the seventies.

Besides the greatness of Egypt and its struggle in 1960s and 1970s to extend higher education and to achieve equal opportunities and justice by quantitative methods, there are great inequalities in wealth and status (Megahed and Ginsburg 2008), which make great inequalities in power. These will invariably include the power to make the opportunities of one person better than those of the other people. Thus, we need to discuss how this expansion had taken place and what the implications for the quality of education and equity are.

6 THE METHODS OF ACHIEVING THIS EXPANSION

- **Accumulate of students and congestion of the public university.**

The vast majority of the increase in the number of students enrolled in universities was absorbed by the existing public universities from 1976 to 2005. Only one public university was established (South Valley). However, this new university was included on a list of colleges similar to the old universities. The result was a high density of students in public universities from 62,000 students in 1990/1991 to 176,000 students in 2004/2005 (Center for support and decision-making 2010). In addition, this density of students in public universities was approximately 1,650,000 students (Egypt in Figures 2013).

Table 2. Students Enrolled in Governmental Universities (01/02 – 10/2011)

	11/10	10/09	09/08	08/07	07/06	06/05	05/04	04/03	03/02	02/01
Total gov. Un.										
Total students	1649986	1928112	1918299	1868920	1869848	1880460	1761376	1615267	1552622	1494647
Male	849921	976084	980948	955788	960115	981302	915940	837733	816896	800091
Female	800065	952028	937351	913132	909733	899158	845436	777534	735726	694556

Despite the recent visual drop in this average due to transfer of some university branches to independent universities that have increased to 27 public universities, the number of students was still high, compared to the actual capacity of these universities (MHE 2012).

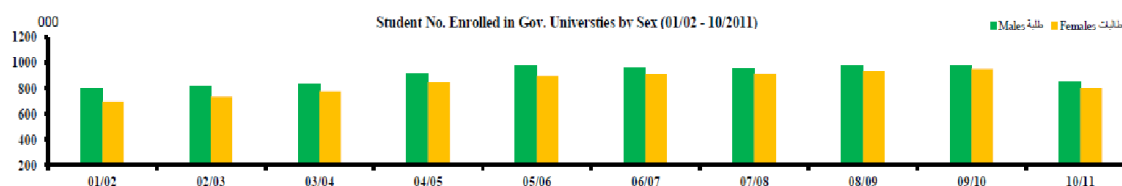


Fig. 2.

Source : Ministry of Higher Education

The most important issue is that the transition rate from general secondary to public universities is only 73.6%, while private higher institutes have a relatively big share, when compared to other higher education institutes, of 20.2%. This reflects the important current role of the private higher institutes. In the meantime, the private universities receive only a very small proportion of students (0.6%), despite having been established since 1996 and all debates about their increasing influence in the HE system.

- **External Students Learning System (Off- Campus Student Learning)**

This system played an important role in increasing the number of students enrolled in universities. The system is based on a dual method in the acceptance of secondary school graduates in public universities. Its purpose is mainly to secure opportunities to attend university -especially theoretical colleges- without palpable additional costs on the government budget.

Those students are accepted in spite of having lower grades than regular college students. As a result, students paid the cost of learning, or at least a considerable portion of it. This system expanded to include most Egyptian universities, including Al-Azhar University, by the year 2005-2006. (MHE 2009)

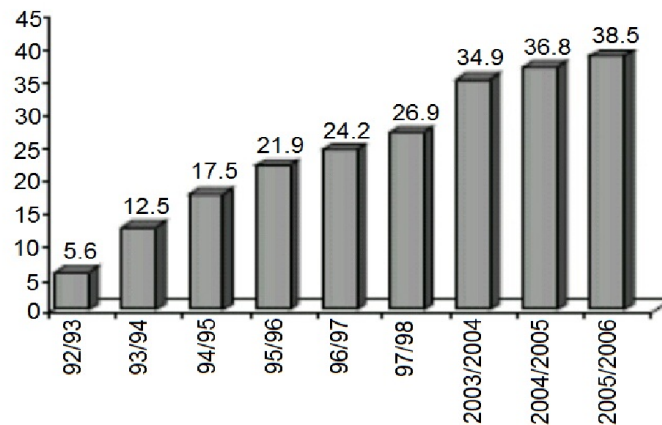


Fig. 3. The growing in the number of off-campus students learning as a ratio of total enrolled students in the universities

Source: Ministry of Higher Education

This system expanded to include most Egyptian universities, including Al-Azhar University by 2005-2006 (MHE 2009). However, students are accepted in spite of having lower grades than regular college students. As a result, students paid the cost of learning, or at least a considerable portion of it. Finally, there is an increasing of proportion of student enrolled in off campus program from 5 % to 38%.

- **Open and Distance Education**

The primary objective of this system, according to the decisions of the Supreme Council of Universities, is to relieve pressure on the public higher education institutions and to reduce requests for establishing new institutions of higher education and universities. It also gives a chance to those deprived of the opportunity for higher education and to holders of technical secondary school certificates (SCU 2001).

The application of this system began in the early nineties at the University of Cairo and then spilled over to include all universities except the University of Al-Azhar, which was at that time studying the application of this system. Under this system, the applicants shall pay a fee equivalent to the cost of his education and there is no commitment from the government to appoint the graduates of this system to any job as the case may be for other universities.

- **Distinctive and Special programs**

Teaching/learning in foreign languages, especially in English and French, has become top programs used by schools and universities to attract students in Egypt. This is in line with changes in the business and market environment, which make foreign languages a prerequisite for joining the most prestigious companies with the most jobs available with attractive salaries.

The era of globalization, market economy, and the resulting sharp disparity in the distribution of income in the Egyptian economy have created a class of students who belong to the families of the wealthy and are willing to pay large sums of money in exchange for a certificate of higher education that teaches programs in a foreign language (Ammer 1999). No wonder, then, that education policies tend to reduce public spending growth by making full use of this situation and establishing programs of study taught in English, and sometimes in French, within public universities (Elsaid 2002).

While this system began reluctantly at first, now it has begun expanding and spreading to include almost all the public universities of the Supreme Council of Universities. Recently, it opened the door for admission to each of these programs and accepted all of the students admitted to the college without considering the maximum number specified before. Besides, the system is no longer limited to the theoretical colleges, but expanded to include practical colleges. Some practical colleges have applied a similar system in 2006/2007 with exorbitant tuition fees (MHE 2011).

• **Increasing the Number of Private Universities**

Universities in Egypt remained Government-owned public institutions until the mid-nineties of the previous century with the exception of the American University in Cairo. Nevertheless, this situation began to change completely in 1992, when the issuance of the law allowed the establishment of private universities in Egypt (Egypt Law no. 101 1992). Four years later, a presidential decree was issued for the establishment of four Egyptian private universities; all started opening their doors in the academic year of 1996/1997 and all of them were profit institutions.

In 2002, foreign universities -pursuant to a presidential decree- have appeared, including the establishment of French and German universities. In addition to the establishment of The British University, Al-Ahram Canadian University, and currently The Russian University, Egypt might have The Chinese University in the next few years. The number of the students enrolled in these foreign universities does not exceed a few hundred students and the number of its majors of study is very limited (see Table 2). However, the academic year of 2006/2007 has witnessed the largest expansion in the number of private and foreign universities in Egypt (see Figure 4).

Table 3.

Universities	11/10	10/09	09/08	08/07	07/06	06/05	05/04	04/03	03/02	02/01
Total gov. Un.										
Total students	1649986	1928112	1918299	1868920	1869848	1880460	1761376	1615267	1552622	1494647
Male	849921	976084	980948	955788	960115	981302	915940	837733	816896	800091
Female	800065	952028	937351	913132	909733	899158	845436	777534	735726	694556
Total Private Un.										
Total students	72982	70309	59852	47404	44001	83108	82790	80060	74750	68798
Male	45069	38175	37336	28836	28374	52127	52579	52509	49557	45920
Female	27913	32134	22516	18568	15627	30981	30211	27551	25193	22878

Source: Egypt in figures 2013

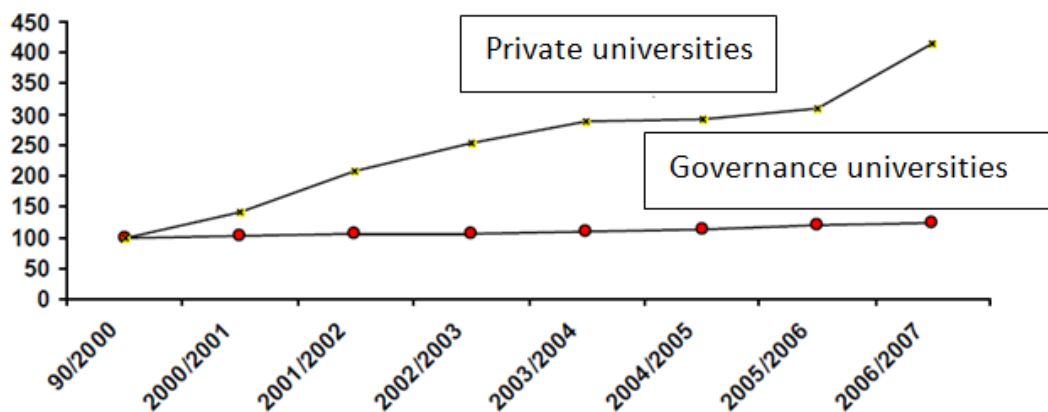


Fig. 4.

Source: Ministry of Higher Education

The number of students enrolled in private universities is increasing at a fast rate more than that of public universities, as indicated in the previous Figure. Despite this rapid increase, the number of students in these universities did not exceed 3.4 percent of the total number of students in public universities until the academic year of 2006/2007 and this ratio did not increase until 2010. This indicates the limited capacity of private universities. In addition, we know that many of its students

are from other countries. These universities enrolled 14 percent of their students from foreign countries whereas only 1 percent of students from foreign countries enrolled in public universities.

- **Expansion of the Non-University Higher Education**

While education policies headed toward raising the growth of enrollment in higher education from the age group, the decision makers worked to encourage the expansion of access to non-university higher education that was low cost. (See Table 4).

Table 4. Enrolled in technical institutes "high institutes & academies" supervised by Ministry of Higher Education by sex (02/03-2010/2011)

	11/10	10/09	09/08	08/07	07/06	06/05	05/04	04/03	03/02
Total High Institutes									
Total students	308554	355318	375752	372046	371000	351330	344824	321021	284159
Male	211311	232861	240379	236435	234339	214994	216408	201439	180809
Female	97243	122457	135373	135611	136661	136336	128416	119582	103347
Total Technical Institutes									
Total students	76483	103281	120068	128153	138087	145074	148920	143168	131888
Male	43744	57960	70851	72610	76859	76859	77004	73301	68655
Female	32739	45321	49217	55543	68215	68215	71916	69867	63233

Source: Ministry of Higher Education 2012

Moreover, the government withdrew completely from this field, and left the private sector controlling the non-universities higher education sector. Despite this fact, the government is still playing a more important role in the field of technical education, due to the low interest of the private sectors to invest in this level of education with a low return (ETCP 2012).

Overall, the importance of technical education has fallen so much to the students themselves. Figure 5 below shows the evolution in the importance of the private sector in the field of non-university education.

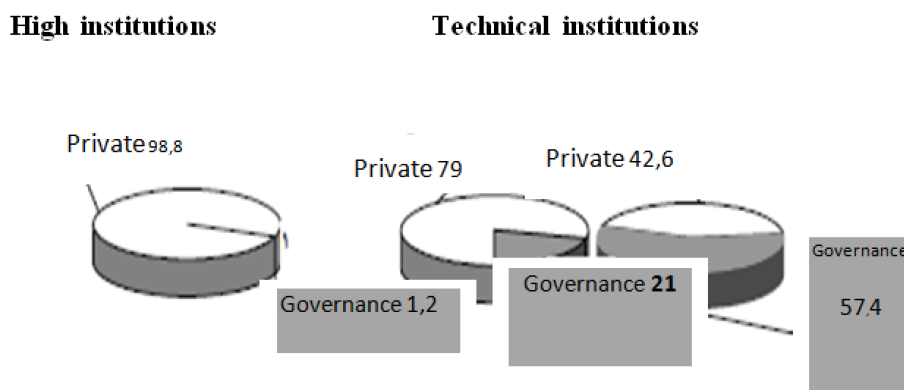


Fig. 5. The ratio of government-owned and private institutions in non-university education in Egypt

Source: Ministry of Higher Education, Periodical Bulletin, 2006-2007

Only 1% of high institutes are governmental owned. In contrast 57% of technical institutions are governmental owned.

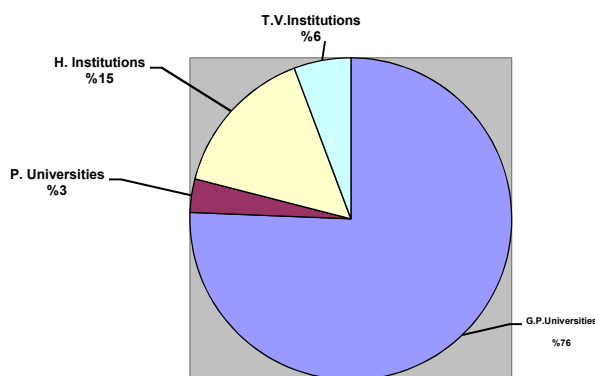


Fig. 6. The ratio of the students enrolled numbers distributed by all institutions of Egyptian higher education

Source: Ministry of Higher Education, Periodical Bulletin, 2006-2007

Then, from the ratios of the students enrolled distributed by all institutions of Egyptian higher education, the majority of students are in governmental universities.

7 THE IMPACT OF THE EXPANSION OF EGYPTIAN HIGHER EDUCATION ON ITS QUALITY

Despite the importance of the quantitative expansion in Egyptian higher education, this expansion would dwindle, if it were not accompanied by appropriate attention to quality education. According to the concept of quality and its multiple elements, which we have presented before, we will review a number of indicators that reveal the level of quality of Egyptian higher education. In addition, we looked into how it affected the policies mentioned above. We will start our discussion with the governmental public universities, and then the private high institutes and universities.

• The Quality of Governmental Public Universities

Actually, there was not a sufficient expansion of appropriate resources to accompany the increasing number of graduates from secondary schools to public universities, even though there was a budget increase for public higher education institutions.

Table 4. State public expenditure on education by state final account (01/02-10/2011)

	11/10	10/09	09/08	08/07	07/06	06/05	05/04	04/03	03/02
Public expenditure on universities	11932	11113	10005	9029	7160	6516	8111	7970	7446
Public expenditure on universities/public expenditure	2.9	3.04	2.85	3.20	3.22	3.14	5.02	4.83	4.99
Percentage of public expenditure on Univ. education/ expenditure on education%	22.25	22.32	22.73	23.22	23.42	24.23	29.03	29.55	29.78

Source: CAPMAS 2011

In fact, the public governmental expenditure directed to higher education, because the statistics of the general budget are contradictory, non-transparent, and flawed by the absences of more important details.

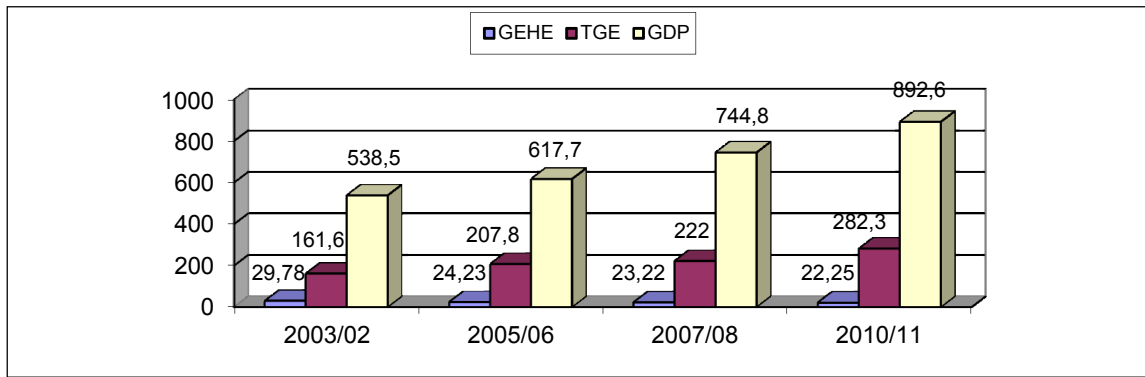


Fig. 7. The growth in general expenditure of higher education and as a ratio of Total General Expenditure and GDP

Source: CAPMAS, 2011

In spite of the proliferation of the cost recovery system and change in actual tuition fees, there has been no information about the ways of expending these revenues. In fact, we can say here that all the public universities suffer from limited budget allocation for expenditure and inadequate budgets to cope with even the most important fundamentals, which are indispensable to the educational process. This is shown clearly in the sharp deterioration of the libraries and laboratories' capabilities, the absence of supplies needed to run the equipment, and poor maintenance. The data indicate the retreatment of expenditure of higher education per student compared with some Arab countries as in Figure 8.

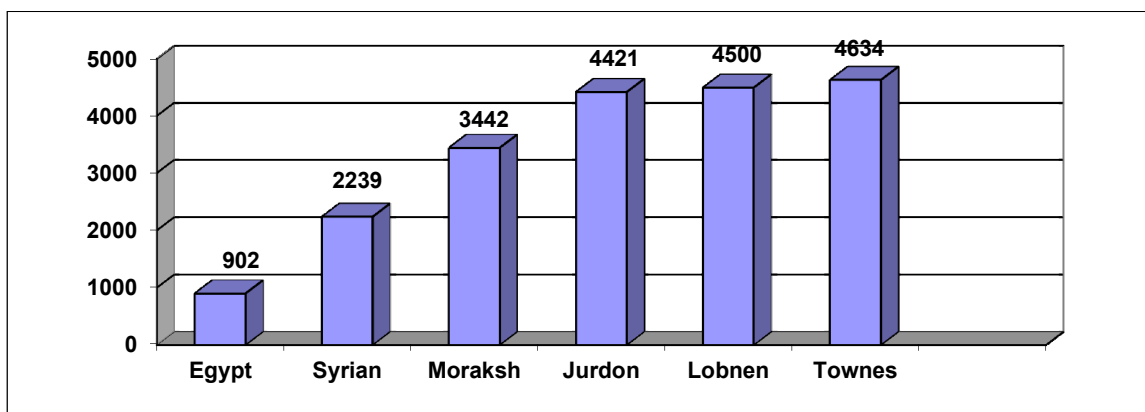


Fig. 8. Expenditure of higher education per student compared with some Arab countries

Source: Elarabi, 2009

Additionally, the steady growth in the number of the students enrolled in public universities did not extend to the establishment of new universities, but rather more students accumulated in the existing universities that created more management problems in these universities (Elsaid 2002). No one can deny that there is a relationship between the size of the university represented by the number of students and the level of competence in managing it. Management of these universities is also centralized and lacks flexibility, which is a characteristic of management in Egyptian universities.

It is useful to note here that, despite the conversion of five branches to independent universities, we have five Egyptian universities in which the average number of students ranges between 100 and 22,000 students and even reaches 365,000 students (Central Agency for Public Mobilization and Statistics 2006).

In addition, the increase in the number of students was not accompanied by a change in the method of teaching and learning to take advantage of the technological advances in the field of information and communication. Traditional teaching methods continued with heavy reliance on the lecturer and textbook only, not on the interaction between the teacher and

the students. "In liberal arts colleges, the student may not know even the name of the lecturers, who teach the subject" (Elsaid 2002, 115; Biltagy 2010, 30). Even the postgraduate students use a list of references in the university curricula and they do not pay any attention to expression skills and written analysis. There is no intention to invite the students to learn how to use the skills of expression and written analysis. There is also a severe deficiency in libraries, making them unattractive to the students and researchers.

Despite the introduction of some new technologies in higher education institutions by the information and communication technology project ICTP, their prevalence varied from one university to another and among the departments within the same college or university (Technical Report of Ministry of Higher Education 2009). This disparity did not depend upon the faculty's need for technology, but it was probably due to the different sources of funding or external relations available to each of the universities.

Moreover, the main target of introducing these technologies was not just training students to use them, but also to deal with them as an integral part of their studying programs. This was not achieved (El-Badawy et al. 2008), at least in most of the colleges. The application of modern technologies did not reach the goal of increasing the capabilities of students or staff. It just helped make a network that linked the various universities and institutions of higher education to scientific research centers, libraries, and laboratories at the local, regional, and international level (Zaytoun 1998). Due to the poor technological facilities of these universities, which could bring advantages in developing academic programs or contacting with the scientific, regional, and international societies, these universities isolated themselves from the scientific and intellectual development of the world (NAQAEE 2012).

• **The Quality of Faculty's Staffs in Governmental Public Universities**

The staff in the Egyptian higher education system were the main actors on the quality of education; they were dominant in the educational process. They selected the academic courses. They authored reference books, delivered lectures, checked examination answer sheets, participated in examinations, and re-certified procedures. In this context, the faculty member is the most important element when seeking to evaluate the quality of education.

In general, there were abundant faculty members in some universities. However, in other universities, the number of faculty members was very limited, as shown in Table 5.

Table 5. Teaching staffs in governmental universities 2010/2011

Teaching staff	بور سعيد Port Said	دمياط Damanhour	سوهاج Souhag	كفر الشيخ Kafri El Sheikh	الأزهر Al Azhar	حلوان Helwan	قناة السويس Suez Canal	المنيا Menoufia	المنيا Menia	الزقازيق Zagazig	المنصورة Mansoura	طنطا Tanta	جنوب الوادي Wadi	بنها Banha	بنى سويف Beni Suef	الفيوم Fayoum	اسيوط Asyout	عين شمس Ain Shams	الإسكندرية Alexandria	القاهرة Cairo
Gov. Universities																				
Professor	65	49	142	137	1330	594	284	414	339	1209	843	603	92	605	146	145	491	1789	1045	2418
Assistant Professor	126	53	178	128	917	816	256	452	320	715	648	527	165	449	176	201	356	1484	604	1622
Teacher	327	183	423	248	2096	1425	567	997	584	1356	1320	1060	450	760	456	469	659	2853	904	2448
Assistant Teacher	240	190	366	200	1590	795	632	803	296	1287	1298	812	315	725	361	428	850	1529	896	2166
Demonstrator	208	315	275	141	1185	721	619	635	554	844	1040	682	478	670	360	361	590	1682	1058	2234
Total	996	790	1384	854	7118	4351	2358	3301	2093	5411	5149	3684	1500	3209	1499	1604	2946	9337	4507	10888

Source: Egypt in figures 2013

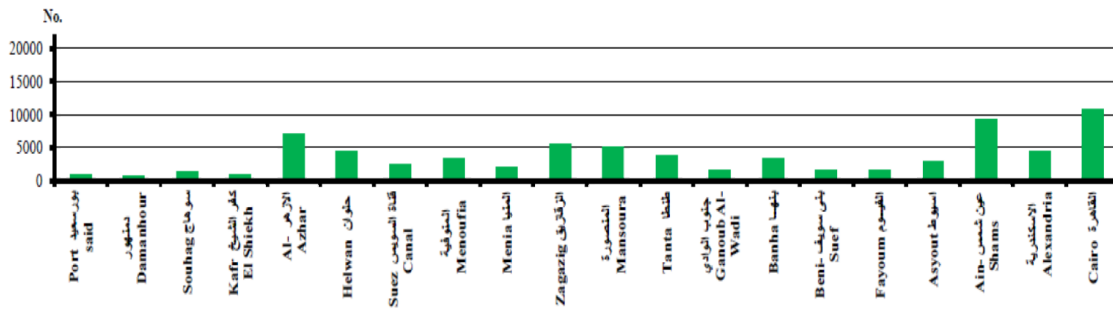


Fig. 9. Total number teaching staffs in governmental universities (2010/2011)

Source: Egypt in figures 2013

In addition, very few universities had faculty staffs who had distinct capabilities and were committed to scientific and academic values. Naturally, this situation reflected the weakness of scientific research in universities and the absence of any research plan for many scientific departments.

Because of decreases in expenditure for higher education, the salary of the staff has been very low, less than US \$ 1,000 per month, which is not enough to provide the basic needs of the faculty member and their family. They need reference books, scientific publications, and tapes and accessories for computers; they need to participate in scientific conferences and to communicate with the local, regional and global scientific community. In addition, there were other obstacles facing them, such as the restriction on sending assistant staff to study at high scientific levels in international universities due to reduced budgets. An additional dilemma was the lack of full-time faculty members for the education process and supervision tasks; all were busy seeking a livelihood. This then led to a heavy loss in the postgraduate stage, which was the source of future faculty members.

• The Quality of Private Higher Education

a. Higher Technical and vocational institutes

As explained earlier, the private sector prevailed largely and owned many of these institutes, especially the higher institutions, while the role of the government declined in this area. (See Table 6).

Table 6. The development of numbers of higher education institutions in Egypt

Item	2000/2001	2005/2006	2010/2011
Governmental institutions	19	5	1
Private institutions	12	50	95

Source: Elsaid 2012, 35

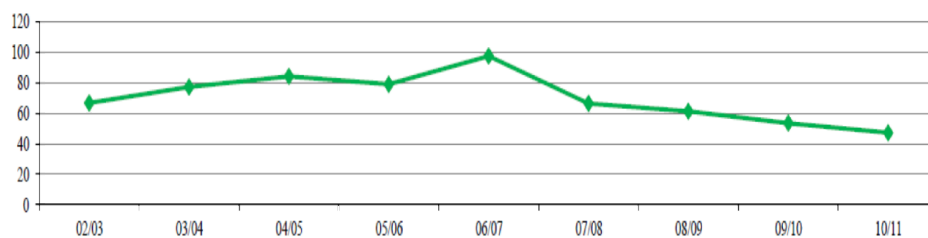


Fig. 10. Total number of technical institute graduates (01/02 – 10/2011)

Source: CAPMAS, 2013

With the rapid expansion in the number of these institutions and consequently in the number of students enrolled, these institutions did not give enough attention to the requirements of quality of education with the exception of institutions charging high tuition fees. The goal of establishment of these institutes was to prepare workers with professional skills to meet the needs of the labor market and production. However, it soon faced many problems. These problems began with accepting students with a low level of scientific achievement; perhaps they were forced to attend these institutions due to their failure to compete in secondary school. In addition, only their financial capacity allowed them to enroll in these institutions. On the other hand, these institutions accepted graduates of technical secondary schools who had a very low level of education achievements (The Egyptian Consultative Council 1998). In addition, these institutes did not have good instructors and staff, who had poor motivation because of their low incomes. These faculty members and staff had more theoretical knowledge than practical experience and limited opportunities for training and practical lessons.

Despite the declarations of World Bank and GATS experts that private higher education is a motivation factor for the efficiency and quality of public higher education, it has become, in fact, a factor undermining public education. When these institutions required high tuition fees, they spent a lot of money for advertisements to attract a larger number of students while reducing the educational expenditure. There are many reports that reflect the low quality of the graduates of technical and vocational institutions (ETCP 2011; Elsaid 2012; National Specialized Councils 1998; NAQAAE 2009; The Egyptian Consultative Council 1998):

- High dropout rate especially in two-year term institutions.
- These institutions did not have accredited certificates from the Supreme Council of Universities in Egypt.
- The high unemployment rate reached to about 84.5 percent among their graduates (CAPMAS 2013).

b. Private Universities

Law No. 101 of 1992 stipulates the way to establish private universities, defining the efficient duties of these universities as follows:

- Private universities are nonprofit organizations.
- Private universities aim to contribute to raising the quality level of education and scientific research.
- Private universities are establishing unique fields of science, which are adding to the existing university education fields.

After private universities began their activities, the government launched the higher education enhancement project to support public universities. Private universities should not be at the expense of public universities or be taking care of them.

Noting that the policy in Law 101 emphasized the quality of education in private universities, the universities began to work after the completion of all their facilities and requirements of work force and material. On the other hand, "the private universities are not one of their goals to make a profit," (Law No. 101 of 1992, 2) but then it turned the wording to become "that these universities not aim essentially to make a profit" (Law No. 101 of 1996, 2) We will not argue the fact that private universities are non-profit. However, the establishment of private universities as partners for investment is based on market principles; they have their Board of Trustees, and the owners direct the policies. They must be making a profit as a key target, or the main objective, whether we like it or not.

Law No. 101 has confirmed the goal of quality in controlling the establishment of private universities. Some studies indicate that private universities, in order to achieve profits, must raise the quality level of education to attract the largest numbers of students (World Bank 2002). However, what is happening? The appropriate density of students per faculty member in the private colleges of pharmacy had been identified by the upper supreme private universities with the number of 25 students per faculty member. However, some private colleges of pharmacy exceeded this requirement far beyond, reaching student density up to 340 per faculty member (Alahram Education 2010).

The private universities opened the way for students with a low level of educational achievements to join its faculties, so long as these students enjoyed financial capabilities that qualified them to bear the high expenses for these universities. All these factors were affecting the equity of education and eliminating the merit condition in these universities.

Table 7. The ratio of the admission requirements of students in the top colleges 2006/2007

	Dentist	Pharmacy	Engineer	Computer science and communication	Economic and policy science
Governmental	99,8%	99,8%	97,4%	94.6%	99%
Private	80%	80%	75%	70%	60%

Source: Ministry of Higher Education 2006/2007

Finally, with respect to the Law No. 101 regulating the establishment of private universities, those private universities should aim to raise the level of scientific research and they should add unique major fields not offered in existing public universities. It is certain that these items are not implemented in reality. We find that the activity of scientific research, which is a key element in evaluating the quality of higher education institutions, has no place in the private universities. Most of these private universities, except foreign universities and Ziweal University, do not offer graduate programs. However, under the current conditions, it is better to prevent these universities from having graduate programs. If these programs have not achieved the desired success in the public universities, which have a long history and expertise in graduate programs, it is unlikely to achieve this success in the newly established private universities with commercial motives. Moreover, these private universities do not meet the needs of faculty members such as sending missions and providing scholarships to get masters and doctoral degrees.

In this context, most of the major scientific fields in the private universities already exist in the governmental public universities. Moreover, these private universities depend on the staff of the public universities who are working part time. Besides, some students of private universities go to the public universities to take training.

FINDING

• The Result of the Evaluation of Justice, Equal Opportunities, and Equity in Egyptian Higher Education

After the previous discussions, we can say that higher education in Egypt had quantitative expansion since the beginning of the nineties. Many problems accompanied this expansion, affecting the quality of the higher education. Moreover, some of this expansion was achieved by enrolling many students in higher education institutions, in which the students bear the cost of their education. Gradually, the importance of free higher education provided by the government has been retracted. This retraction of free higher education appears in the Table 8 below.

Table 8. The estimation of the number of students in higher education who bear the cost of their education 2005/2006

Items	Numbers
The number of students in higher education	2152817
The number of students in private universities	72982
The number of students in private higher institutions	308554
The number of students in private technical institutions	76483
Off campus learning students ** (governmental students)	653292
The number of students in a special** programs (governmental students)	107641
Total students bearing their Educational costs	1218951
The ratio of students bearing their Educational costs	56.5%

The source: the Supreme Council of Universities & CAPMAS

* Table without Al-Azhar University.

** Approximate number of the Supreme Council of Universities.

The table above shows the percentage of the number of students who bear the tuition fees compared to all students enrolled in higher education in the academic year 2010/2011 is 56.6%. **This ratio of the students who bear the tuition fees is a violation of Article 20 of the Egyptian Constitution, which stipulates that the education in public educational institutions is free for all in various stages.** The tuition fees in private universities are ranging from 25,000 to 50,000 Egyptian pounds per year. It represents five to ten fold of the average private income in Egypt. In addition to the special programs at the governmental public universities in the some colleges, tuition fees reach up to about fifteen thousand Egyptian pounds. This means that tuition fees have become an impregnable obstacle for the admission of a wide range of talented and excellent Egyptian students to join certain forms of education.

These violations and advantages extend to new patterns of inequality in higher education particularly in private colleges and universities, as described below:

First: Inequality at the Regional Level

Private universities are mainly located in Cairo, Giza, and Alexandria, while the cities in the other regions of Egypt do not have any private universities. This shows that universities in these cities seek to make profit. They are established only in intensively high-income and high purchasing power areas. The official experts of higher education put restrictions on the expansion of these private universities in Cairo after they found that the existing private universities did not satisfy the needs of the students (Ammar 2000). In addition, the technical and high private institutes, which are supposed to be more flexible, less dependent on investments, and nonprofit, are not evenly distributed through the regions.

Table 9. Distribution of the ratio of higher and technical private institutions compared to the distribution of the population in Egypt

	Cairo	Giza	Alexandria	Other governorates	Total
Institutions%	36	25	11	28	100
population	10.7	5.1	5.7	78.5	100

Source:

- Ministry of Higher Education, Information Unit - Newsletter, 2006/2007.
- Central Agency for Public Mobilization and Statistics, 2006.

Second: Inequality in terms of Gender

When we look at the students enrolled in the private universities, we will see some indicators of inequality between male and female students and their fields of study. See Table 10.

Table 10. Students enrolled in governmental & private universities by sex & university (01/02 – 10/1011)

	11/10	10/09	09/08	08/07	07/06	06/05	05/04	04/03	03/02	02/01
Gov. Universities										
Male	849921	976084	980948	955788	960115	981302	915940	837733	816896	800091
Female	800065	952028	937351	913132	909733	899158	845436	777534	735726	694556
Private Universities										
Male	45069	38175	37336	28836	28374	52127	52579	52509	49557	45920
Female	27913	32134	22516	18568	15627	30981	30211	27551	25193	22878

Source: CAPMAS, 2013.

Inequality and discrimination are rooted in all higher education institutions that are not based on merit, but depend on wealth and ability to pay. There is an inequality between students in general. There is inequality between students who are in university or non-university education, private or public universities, and among the students within the same public universities majoring in foreign language and Arabic programs. This inequality extends to private universities and foreign universities. The higher education system in Egypt introduced inequality between the students and re-created disparities in society.

Third: Inequality and Discrimination in the Egyptian Job Market

The inequality in the Egyptian higher education system is also reflected in the Egyptian job market. Only about 50% percent of higher education students believe that their education prepares them for the labor market (SYPE 2010). This market has different kinds of jobs and work opportunities. On the one hand, there are high-level jobs and work opportunities, which have a very good salary and socioeconomic status, such as work opportunities in foreign companies and the private and investment sector. On the other hand, there are some work opportunities in the governmental sector, which have a low salary. In the past, obtaining good jobs was associated with the level of educational achievement, that is, credentials. All graduates from any program had the same opportunities to get a job with the same salary and without any discrimination based on the higher education institutions that they attended.

Today, the selection rule is different. It depends on the socioeconomic status of graduates, reflected in the higher education institutions that they attended. In this context, the graduates from foreign universities, private universities, and special programs in public universities have the ability to join to prestigious companies and take good work opportunities. However, the graduates from the general public universities do not have same opportunity, although they do have the ability to get the job. The Egyptian human development report indicates that about 45 percent of the unemployment ratio comes from government-owned higher education institutions.* Graduates from those institutions often have low salary jobs that do not require specialized knowledge. We will discuss this phenomenon from two perspectives:

First: The investment sector established recently in Egypt can create about 1 percent of all opportunities to work in the Egyptian job market (Human Development Report in Egypt 2005). This ratio matches with the ratio of graduations of foreign and private universities. Therefore, the graduates from other higher education institutions cannot have any opportunity to take a good job in this sector.

Second: The kind of skills required in the Egyptian job market are taught in academic programs of foreign and private universities more than at public universities. These include technical and practical skills, communication skills, writing skills, applied skills, discipline and commitment, and other general skills.

The Egyptian Human Development Report indicates that students who enter the Egyptian job market do not have these required skills.

Table 11. *The result of a questionnaire about work skills of students who enter the Egyptian work market from government educational institutions*

Worker skills	Poor	Average	Very good
Technical	31.3	50.5	18.2
Practical	47.5	42.4	10.1
Communication	12	49.4	38.6
Writing	40.6	37	39.2
Applied Discipline and commitment	8.2	28.9	62.9
General	20.5	66.1	13.5

Source: Egyptian Human development report, 2010

Moreover, the amount of good jobs in the investment sector in Egyptian work market , matches with the ratio of graduations of foreign and private universities which is (1%). In addition, more skills required in the Egyptian job market are taught in academic programs of foreign and private universities than at public universities.

* The ratio of unemployment between the governmental higher education graduates is 45 percent. **Source :** Ministry of manpower and employers 2013

CONCLUSION

Given these findings, the researcher has argued that the justifications for policies of free higher education introduced in the early 1960s have been entirely undermined and new policies are needed. The basic principle guiding such a new framework is that governmental funds, which support higher education should target the groups that deserve governmental assistance and that richer groups should pay for their own education. A limited number of merit-based scholarships for students with the best performance need not be targeted based on need. The major challenge in implementing this principle is the state's ability to identify the more deserving groups in order to target them with assistance.

Admittedly, the fact that free governmental higher education is enshrined in the Egyptian constitution makes these proposed policy changes considerably more difficult. However, it is unfair to remove originally intended policy outcomes. It should be reasonably easy to educate the people about the need to reform. To succeed, however, the government must make a credible case that it is both willing and able to continue to provide free, high quality higher education to all those who need it.

The policies of establishing the new private universities, foreign universities and higher institutes should push these institutions out from the great cities in Egypt to the new regions in Upper Egypt or El-Dallta.

The government should determine the requirements for private and foreign universities' commitments by regulating, for example, that new private and foreign universities should provide 25 percent of grants and scholarships to the students from the public universities. This percentage will gradually decrease to 5 percent after 25 years of operations.

The government should also encourage public universities to offer new academic courses and bridge the quality gap of academic programs in foreign universities.

Finally, the higher education policies in Egypt should benefit from World Bank and GATS policies for achieving the merit condition, which empowers students to access higher education institutions and erase the inequality.

REFERENCES

- [1] ALECSO. 2003. The Ninth Conference of Ministers of Higher Education. Cairo.
- [2] Ammar, Hammed. 1999. In Human Development and Future Education. Cairo: Arabic House of Book.
- [3] ———. 2000. In the Face of Globalization of Education and Culture. Cairo: Arabic House of Book.
- [4] ———. 2010. "Private Universities in Judging," Al-Ahram Education, September 19.
- [5] Arab Republic of Egypt Law No. 101 of 1992. Cairo: Official Newspaper.
- [6] Assaad, Ragui and Caroline Krafft, 2010. "The Social Background and Attitudes of Higher Education Students and Graduates in Egypt." Report Prepared for The Social Science Research Council Project on University Governance and Autonomy in the Changing Landscape of Higher Education in the Arab World. (mimeo), Cairo, Egypt.
- [7] Bates, R. 2007. "Educational Administration and Social Justice." Education, Citizenship and Social justice 1: 141-156.
- [8] Biltagy, Marwa. 2010. Egyptian Higher Education between the Financing Limitation and Development Strategy, Centre for Research and Political Studies. Cairo: Cairo University.
- [9] Bloom, David, Canning David, and Chan Kevin. 2006. Higher Education and Economic Development in Africa, Human Development Sector, Africa Region. Cambridge: Harvard University.
- [10] Carnoy, Martin. 1992. "Education and the State: from Adam Smith to Perestroika." In Emergent Issues in Education: Comparative Perspective, edited by Robert F. Arnove, Philip Altbach, and Gail P. Kelly. New York: State University of New York press.
- [11] Carnoy, Martin. 1995. "Why are not more African Americans Going to College?" Journal of Blacks in Higher Education 6: 66-69.
- [12] Center for Support and Decision-Making (CSDM). 2010. The Rustles of SYPE 2009. Cairo: CSDM.
- [13] Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMS). 2006. General Statistics, 2006. Cairo: CAPMS.
- [14] Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMS). 2014. Egypt in Figures 2014, Golden Jubilee 1964-2014. March Issue, Ref. No. 71-01112-2014. Cairo: CAPMS.
- [15] Central Agency for public Mobilization and Statistics (CAPMS). 2004. Statistics Yearbook 2004. Cairo: CAPMS.
- [16] CHEPS/UT. 2006. Higher Education and GATS. Available online at www.wecreate.nu.
- [17] Coleman, James S. 1969. "The Concept of Equality of Educational Opportunity." Harvard Educational Review Issue on Equal Educational Opportunity: 9-24.
- [18] Collins, Christopher S. 2007. "A General Agreement on Higher Education GATS, Globalization, and Imperialism." Research in Comparative and International Education 2. <http://dx.doi.org/10.2304/rcie.2007.2.4.283>

- [19] El-Arabi, Ashraf. 2009. Financing Higher Education in Egypt. Cabinet of Ministers, Information and Decision Support Center. Cairo: Arab Republic of Egypt.
- [20] El-Asawye, Ibrahim (2000): Development in a Changing World, a Study in the Development Concept and Indicators. Cairo, Egypt.
- [21] El- Badawy et al. 2008. the impact assessment for HEEP, Ministry of higher education.
- [22] El-Baradei, Mona. 2009. "Access, Equity and Competitiveness: The Case of Higher Education in Egypt." Paper Presented to the Arab Regional Conference on Higher Education (ARCHE + 10), Cairo: ARCHE.
- [23] Kandil Amani, editor. n.d. The Policy of University Education. Cairo: Cairo University.
- [24] Elsaid, Lamya. 2002. Planning Policies of Egyptian Higher Education in Light of Free Market Economy, Doctoral dissertation. Cairo: Faculty of Education, Ain Sham University.
- [25] Elsaid, Lamya. 2012. "SWOT Analysis and Needs Assessment to Establishment the Quality System in One of the Technical College." Zagazic journal of Education 4.
- [26] El- Shikhaby, A. (1983): Socioeconomic Status and Students' Placement in public Secondary Schools in Egypt. Doctoral dissertation. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- [27] ETCP (Egyptian technical colleges project). 2011. Annual Monitoring Report for Egyptian Technical Colleges Project. Cairo: Ministry of Higher education.
- [28] ETCP (Egyptian technical colleges project). 2012. Annual Monitoring Report for Egyptian Technical Colleges Project. Cairo: Ministry of Higher education.
- [29] Faksh. 1976. "An historical Survey of the Educational System in Egypt." International Review of Education 22: 234-244.
- [30] Frankel, Ellen Paul et al. 1987. Equal Opportunity, Social Philosophy and Policy. New York: Basil Blackwell Inc.
- [31] Franklin, John Hope. 1993. The Color Line Legacy for Twenty First Century. Columbia: University of Missouri Press.
- [32] Giroux, A. 1990. "Liberal Arts Education and the Struggle for Public Life: Dreaming About Democracy." The South Atlantic Quarterly 89 (1).
- [33] Giroux, A. 1997. Channel Surfing: Race Talk and the Destruction of Today's Youth. New York: St. Martin's Press.
- [34] Giroux, A. 1983. Theory and Resistance in Education: A Pedagogy for the Opposition. South Hadley, MA: Bergin and Garvey.
- [35] Goldman, Alan H. 1987. "Real People (Natural Differences and the Scope of Justice)." Canadian Journal of Philosophy 2: 377-393.
- [36] ———. forthcoming. "Justices and Hiring by Competence." American Philosophical Quarterly 14: 17-28.
- [37] GUNI. 2007. Higher Education in the World 2007, Accreditation for Quality Assurance: What is at Stake? Available online at: <http://upcommons.upc.edu>.
- [38] Hamid, Raouf Abbas. 1995. History of the Cairo University, Egyptian History. Cairo: General Books Agency.
- [39] HEA. 2008. National Plan for Equity of Access to Higher Education 2008-2013. National Office of Equity of Access to Higher Education, Higher Education Authority.
- [40] Ibrahim, Samia Hassan. 1985. Ahlia University. Evolution and Development, Center of Documentation and Contemporary History of Egypt. Cairo: Egyptian General Agency of Book.
- [41] Kandil, Amany. 1987. Analyzing the General Policies as Introduction to Study Policies Systems, New Trends in Political Sciences. Cairo: Cairo University.
- [42] Kandil, Amany. 1991. "Education and the Challenges of the Nineties, Egypt and the Challenges of the Nineties." Quoted in Ali Eddin Hilal and Other. n.d. : Centre for Research and Political Studies. Cairo: Cairo University.
- [43] Kattz, Irwin. 1969. "Academic Motivation and Equal Educational Opportunity." Harvard Educational Review, Equal Educational Opportunity: 60-68. Cambridge: Harvard University Press.
- [44] Knight, Jane. 2002. Trade in Higher Education Services: The Implications of GATS, The Observatory on Borderless Higher Education. UK: John Foster House.
- [45] Lesser, Gerald and Susan S. Stodolsky. 1969. "Equal Opportunity for Maximum Development." Harvard Educational Review, Equal Educational Opportunity: 126-138.
- [46] Lindsay et al. 1998. "New challenges for educational and social policies in international settings comparative education, 34 (3), 341-347.
- [47] Lipkin. 1994. "Pragmatism, Cultural Criticism and the Idea of the Postmodern University." In An ethical education: Community and Morality in Multicultural University, edited by Mortimer N. S. Sellers, 49-89. Oxford and Providence, RI: Berg Publishers.
- [48] Megahed, Nagwa M. and Mark B. Ginsburg. 2008. "Social Inequalities, Educational Attainment, and Teachers in Egypt." In Inequality in Education. Comparative and International Perspectives, edited by Donald B. Holsinger and W. James Jacob, 369-391. New York: Springer.
- [49] Meyer, John. 1977. "The Effects of Education as an Institution." American Journal of Sociology 83 (1): 55-57.
- [50] Mina, Fayez Murad et al. 1999. Higher Education in Egypt, Development and the Future, Forum of Third World.

- [51] Ministry of Higher Education (MHE). 2001. Faculties and Institutes of Higher Education in Egypt. 2000-2001. Cairo: MHE.
- [52] Ministry of Higher Education (MHE). 2010-2011. Higher Institutes and Academic Graduates Following For Ministry of Higher education 2010/2011. Cairo: MHE.
- [53] Ministry of Higher Education (MHE). 2005-2012. Statistics Data. Cairo: MHE.
- [54] Ministry of Higher Education (MHE). 2006-2007. Information Unit. Newsletter 2006/2007. Cairo: MHE.
- [55] Ministry of Higher Education (MHE). 2009. Technical Report. Cairo: MHE.
- [56] Ministry of Higher Education (MHE). 2010-2011. Private Universities Graduates Students 2010/2011. Cairo: MHE.
- [57] Moor, R. 2004. Education and Society: Issues and Explanations in the Sociology of Education. Cambridge, MA: Polity Press.
- [58] National Authority for Quality Assurance and Accreditation (NAQAEE). 2009. National Guide for Quality Assurance and Accreditation in Higher Education, Second Edition. Cairo: NAQAEE.
- [59] National Authority for Quality Assurance and Accreditation (NAQAEE). 2012. National Guide for Quality Assurance and Accreditation in Higher Education, Fifth Edition. Cairo: NAQAEE.
- [60] National Planning Institution. 2005. Human Development Report in Egypt. ARE.
- [61] National Planning Institution. 2010. Egyptian Human Development report. ARE.
- [62] National Planning Institution. 2012. Egyptian Human Development Report. ARE.
- [63] National Specialized Councils, the National Council for Education, Scientific Research and Technology, Nineteenth Session. 1991-1992. 219.
- [64] National Specialized Councils, the National Council for Education, Scientific Research and Technology, Twenty-First Session. 1993-1994: 70-75.
- [65] National Specialized Councils, the National Council for Education, Scientific Research and Technology, Twenty-Second Sessions. 1994. 44.
- [66] National Specialized Councils, the National Council for Education, Scientific Research and Technology, Report Submitted to the Rule of President of the Republic on the Work of the Council, Twenty-Fourth Session. 1996-1997. 99.
- [67] National Specialized Councils, the National Council for Education, Scientific Research and Technology, Report Submitted to the Rule of President of the Republic on the Work of the Council, Twenty-Sixth Session. 1996-1997: 180-181.
- [68] Nelson, Karen and Tracy Creagh. 2009. Social Justice and Equity Issues in Higher Education Context; Literature Analysis and Synthesis: Development of a Set of Social Justice Principles. <https://safeguardingstudentlearning.net/>
- [69] OECD. 2008. Ten Steps to Equity in Education, Policy Brief.
- [70] Roemer, John. 1998. Equality of Opportunity. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [71] Singh, M. 2011. "The Place of Social Justice in Higher Education and Social Change Discourses Compare." *Journal of Comparative and International Education* 41 (4): 481-494.
- [72] The Upper Supreme council of Egyptian Universities. 2014. The Developmental Center of University Education, the Numbers of Students Enrollment in Undergraduate and Postgraduate of Students in Egyptian Students, Different Issues Until 2014.
- [73] The World Bank. 2002. Poverty Reduction in Egypt: Diagnosis and Strategy. Report No. 24234-EGT. Washington DC: The World Bank.
- [74] The World Bank. 2002. Arab Republic of Egypt Higher Education Enhancement Project (HEEP). Washington D.C.
- [75] The World Bank. 2007. Improving Quality, Equality, and Efficiency in the Education Sector: Fostering a Competent Generation of Youth, Education.
- [76] The World Bank. 2010. Reviews of National Policies for Education, Higher Education in Egypt. Washington DC: the World Bank.
- [77] The World Bank. 2010. Financing Higher Education in Africa, Directions in Development, Human Development. Washington D.C: Library of Congress.
- [78] Theophanous, A. C. 1994. Understanding Social Justice: An Australian Perspective 2nd edition. Carlton: Elikia Books publication.
- [79] UNESCO . 1995. Research in Evaluating the Growing in Higher Education Changes Policies, Cairo, P. 16 (Arabic)
- [80] UNESCO. 1998. World Declaration on Higher Education for Twenty - First Century: Vision and Action, October 9, 1998.
- [81] UNESCO. 2010. Towards an Arab Higher Education Apace: International Challenges and Societal Responsibilities, Proceedings of the Arab Regional Conference on Higher Education, Cairo 31 May, 1-2 June 2009. Ford Foundation.
- [82] UNICEF. 2000. Defining Quality in Education, a Paper Presented by UNICEF at the Meeting of International Working Group on Education Florence, Italy.
- [83] Universal Declaration of Human Rights, Article 26.
- [84] Varghese, N.V. 2007. GATS and Higher Education: the Need for Regulatory Policies. UNESCO and IIEP, Research Papers IIEP.

- [85] Wilson, Alan B. 1969. "Social Class and Equal Educational Opportunity." Harvard Educational Review, Equal Educational Opportunity: 80-88. Cambridge: Harvard University Press.
- [86] Zaiton, Mohia. 1998. "Social Public Expenditure and to What the Extent the Poor Benefit From it, Developments and Effects." Economic Al-Ahram book, No. 130, First of November 1, 20-24. (Arabic)

Mise en évidence des doses de fertilisants minéraux à appliquer aux nouvelles variétés de maïs introduites dans la région de Lubumbashi (RD Congo)

[Highlighting of mineral fertilizer doses to be applied to new maize varieties introduced in the Lubumbashi region (DR Congo)]

Kidinda Kidinda Laurent¹, Kiluba Kazunga Jimmy¹, Tshipama Tamina Dominique², Kilumba Kabemba Maurice², Mpoyo Mutamba Gabriel², Languu Serge¹, Muteba Kolela Michel³, and Nyembo Kimuni Luciens¹

¹Département de Phytotechnie (UNILU), Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, RD Congo

²Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques,
Station de KIPOPO, RD Congo

³Institut Supérieur Pédagogique (ISP/Lubumbashi), RD Congo

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

ABSTRACT: This study was conducted in the Lubumbashi region (DR Congo) during the 2013-2014 cropping season to determine optimal doses of chemical fertilizers to be applied to new varieties of maize. Four doses of mineral fertilizers (D1 = ¼ of the recommended dose; D2 = ½ the recommended dose; D3 = recommended dose; D4 = double the recommended dose) compared to a control without fertilization, were applied on both varieties in a split plot device with three repetitions. The results obtained showed that the two varieties have a similar yield potential. Yield increasing of these two varieties follows fertilizer doses increasing and this has allowed us to classify these doses as follows: D4>D3>D2>D1>D0. Plots with double vulgarized doses helped increase the yield of 546% grain maize compared to unfertilized plots. The combination Nsima * D4 gave higher yield of grain maize. While the most cost-effective treatment is T3 (Nsima * D2). This dose (D2) being more profitable than the recommended dose (300 kg + 200 kg urea NPK ha⁻¹). Given their profitability, the following combinations are recommended for these two varieties: Nsima * D2 (RVC = 3) Bukidibukidi * D2 (RVC = 2.7).

KEYWORDS: chemical fertilizers, efficiency, profitability, maize.

RESUME: Cette étude a été menée dans la région de Lubumbashi (RD Congo) au cours de la saison culturale 2013-2014 afin de déterminer les doses optimales des engrais chimiques à appliquer aux nouvelles variétés de maïs en introduction. Quatre doses d'engrais minéraux (D1= ¼ de la dose recommandée; D2= ½ de la dose recommandée; D3= dose recommandée; D4= double de la dose recommandée), comparées à un témoin sans fertilisation, ont été appliquées sur les deux variétés dans un dispositif split plot en 3 répétitions. Les résultats obtenus ont montré que les deux variétés ont un potentiel de rendement similaire. L'augmentation du rendement de ces deux variétés suit celle des doses d'engrais et ceci a permis de classer ces doses de la manière suivante : D4>D3>D2>D1>D0. Les parcelles ayant reçu le double de la dose vulgarisée a permis d'augmenter le rendement du maïs grains de 546% comparativement aux parcelles non fertilisées. La combinaison Nsima*D4 a donné le rendement en maïs grain le plus élevé tandis que le traitement le plus rentable est le T3 (Nsima*D2). Cette dose (D2) étant plus rentable que la dose recommandée (300 kg NPK+200 kg urée ha⁻¹). Etant donné leur rentabilité, les combinaisons suivantes sont recommandées pour les deux variétés en introduction : Nsima*D2 (RVC=3), Bukidibukidi*D2 (RVC=2,7).

MOTS-CLEFS: engrais chimiques, rendement, rentabilité, maïs.

1 INTRODUCTION

Le maïs occupe actuellement la deuxième place parmi les cultures vivrières après le manioc en République Démocratique du Congo [1]. Cependant le rendement national moyen est très faibles ($0,8$ à 1t.h^{-1}) comparativement à d'autres pays comme l'Italie (9530 kg ha^{-1}), Canada (6630 kg ha^{-1}), Chine (4570 kg ha^{-1}), l'Argentine (5650 kg ha^{-1}) etc. [2]

Ceci est en partie due à la faible utilisation des variétés améliorées et des intrants agricoles, à l'importance des dégâts dus aux diverses pestes, et aux mauvaises pratiques culturales [1]. [3] estime que la gestion inadéquate de la nutrition des plantes et la faible fertilité du sol sont les principaux facteurs responsables de la baisse des rendements. D'une manière générale, l'agriculture en Afrique Subsaharienne, est caractérisée par une faible productivité due essentiellement à la baisse de la fertilité des sols et aux difficultés que rencontrent les paysans pour y répondre [4].

Pour surmonter ce fléau, [5] proposent l'utilisation des variétés améliorées et l'apport des fertilisants. Dans leur étude, [6] ont également trouvé que l'utilisation des engrais est indispensable pour surmonter les contraintes dues à l'absence des nutriments et constitue un élément central dans la pratique de la gestion intégrée de la fertilité des sols pour améliorer la production agricole. En plus les engrais minéraux constituent une importante et rapide voie d'apport des nutriments et jouent un rôle capital dans l'activation de certains enzymes [7]. Les apports des fertilisants minéraux permettent d'accroître significativement les rendements du maïs, tel que démontré au cours de deux études conduites à Lubumbashi (RD Congo) par [8].

Il est rapporté qu'environ $1,38$ million de tonne des engrais sont appliqués par an sur les terres cultivables d'Afrique subsaharienne durant l'année 2002, soit une moyenne de $8,3\text{kg}$ par hectare. Cette utilisation des engrais reflète de larges superficies cultivées sans aucun engrais du tout par rapport aux petites superficies de cultures commerciales avec des doses élevées d'engrais [9]. Pourtant une production rentable du maïs requiert un programme adéquat de fertilisation du sol. Le déficit en nutriments entraîne la baisse des rendements, tandis que l'excès diminue le profit et peut causer des dommages environnementaux à travers le ruissellement et lessivage [10]. [5] ont trouvé qu'une utilisation inadéquate des engrais minéraux sans une connaissance préalable des exigences de la culture et la fertilité du sol entraîne des graves problèmes de détérioration de la structure du sol, de l'environnement et de pollution des eaux souterraines.

La détermination de la dose optimale des fertilisants inorganiques est donc indispensable dans l'optique d'une agriculture rentable et durable. La présente étude vise à explorer la voie de rentabilité des doses engrais minéraux utilisés comme fertilisants aux deux variétés améliorées de maïs (Nsimu et Bukidibukidi).

Les hypothèses du travail sont les suivantes : les nouvelles variétés en introduction répondraient positivement à la fertilisation minérale (1) ; il existe une dose optimale des fertilisants minéraux requise pour chacune de ces variétés en introduction (2).

2 MATERIELS ET METHODES

L'essai a été installé à la ferme Kasapa, une station de recherche de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi (UNILU). La ferme se situe à 18 km du centre ville de Lubumbashi (Altitude : 1258 m , Latitude : $11^{\circ}35'\text{ S}$ et Longitude : $27^{\circ}24'\text{ E}$).

La ville de Lubumbashi et ses environs jouissent essentiellement du climat du type CW6 selon la classification de Köppen. C'est un climat tropical sec caractérisé par des températures moyennes annuelles de 20°C , avec 5 à 7 mois des pluies. Les précipitations annuelles qui varient entre 800 et 1200 mm d'eau [11]. Les sols de la ferme Kasapa, sont des sols acides du type ferrallitique avec un pH à l'eau oscillant autour de $5,2$ [12]. Les principales unités de végétation à Lubumbashi et ses environs sont : les forêts denses sèches, les forêts denses édaphiques, les forêts claires, les savanes et les milieux aquatiques [13], qui actuellement subissent une anthropisation poussée [14].

Les variétés Nsimu et Bukidibukidi, nouvelles variétés de la collection de la faculté des sciences agronomiques Unilu, ont été utilisées comme matériels biologiques en raison de leur adaptation aux conditions écologiques et leur productivité élevée. La dose d'engrais minéraux recommandée dans la région d'étude ($300\text{ Kg NPK} + 200\text{ Kg Urée}$) a été considérée comme traitement de base à partir duquel les autres ont été élaborés.

Ainsi, quatre doses d'engrais minéraux ($D1 = \frac{1}{4}$ de la dose recommandée; $D2 = \frac{1}{2}$ de la dose recommandée; $D3 =$ dose recommandée; $D4 =$ double de la dose recommandée), comparées à un témoin sans fertilisation, ont été appliquées sur les deux variétés dans un dispositif split plot en 3 répétitions. La préparation du terrain a consisté à un labour et un hersage manuels. Le semis a été réalisé aux écartements de $0,75\text{m} \times 0,25\text{m}$, en raison d'un grain par poquet, soit une densité de

semis de 53333 plants/ha. Un sarclo-buttage et deux sarclages manuels ont constitués les principaux travaux d'entretien. L'engrais minéral NPK (10–20–10) a été appliqué au semis alors que l'urée a été appliquée au 30^{ème} jour après semis, suivant les doses requises pour chaque traitement.

L'observation a porté sur les paramètres suivants : les jours à la floraison mâle, les jours à la floraison femelle, la hauteur des plantes, le poids de 1000 graines, le rendement en maïs grain. L'analyse de variance (ANOVA) et la séparation des moyennes (test de TUKEY) ont été utilisées pour déterminer les différences entre les traitements à l'aide du logiciel Minitab 16. L'analyse économique réalisée sur la production a permis de déterminer le taux de rentabilité par le biais du bénéfice net (Bn) et du rapport valeur coût (RVC) suivant les équations suivantes :

$Bn = Bb - Vi$. Où Bn est le bénéfice net (FC/ha/an), Bb est le bénéfice brut (FC/ha/an) et Vi la valeur du montant d'investissement (FC/ha/an). RVC est la valeur de l'augmentation du rendement par rapport au témoin divisé par coût du fertilisant. Ce rapport compare la rentabilité des nouveaux traitements à celui de référence bien connu par les planteurs [15]. Ainsi, une technologie ne peut être facilement adoptée que si le RVC est égale ou supérieure à 2 [16]. L'adoption se fait avec réticence si ce rapport est entre 1,5 et 2 et en dessous de 1,5 il y a rejet [15], [17].

3 RESULTAT

3.1 INFLUENCE DU GENOTYPE SUR LE COMPORTEMENT DU MAÏS

L'examen du tableau 1 montre que les deux variétés de maïs (Nsimba et Bukidibukidi) sont similaires sur tous les paramètres végétatifs excepté le nombre de jour à la floraison femelle plus élevé pour la variété Bukidibukidi (0,007) et la hauteur des plantes ($P=0,03$) (tableau 1). Il en ressort également que le génotype n'a pas significativement influencé le rendement du maïs ($P=0,596$).

Tableau 1. Influence du génotype sur le comportement du maïs. JFM : jour à la floraison mâle, JFF : jour à la floraison femelle, HP : hauteur de la plante, PMG : poids de mille graines, RDT : rendement

Paramètres observés	Variétés		P
	Nsimba	Bukidibukidi	
JFM	56,7±1,6	58,9±5,1	0,136
JFF	59,2±4,3b	63,6±3,8a	0,007
HP	147,8±18,9a	111,8±58,3b	0,031
PMG	257,1±18	169,5±36,9	0,252
RDT	4,3±2,2	3,9±2,1	0,596

Moyennes±écart-type. Les mêmes lettres indiquent de différences non significatives après l'ANOVA

3.2 REPONSE DU MAÏS AUX DOSES CROISSANTES DES ENGRAIS MINERAUX

L'analyse statistique a montré que les différentes doses des fertilisants ont significativement influencé le comportement du maïs (tableau 2). Des différences significatives sur les différents paramètres végétatifs ont été observées, en dehors de la hauteur des plantes qui est similaire pour toutes les doses ($P=0,969$). En ce qui concerne le paramètre de rendement, seul le poids de 1000 graines est similaire pour toutes les doses d'engrais minéraux tandis que le rendement en maïs grain augmente avec les doses d'engrais. La rentabilité du maïs quant à elle, est plus élevée avec la dose D2 et plus faible avec la dose D1 (tableau 2).

Tableau 2. Influence de la dose d'engrais minéraux sur le comportement du maïs. D0 : sans fertilisation minérale ; D1 : 75 kg NPK+50 kg urée ha⁻¹; D2 : 150 kg NPK+100 kg urée ha⁻¹; D3 : 300 kg NPK+200 kg urée ha⁻¹; D4 : 600 kg NPK+400 kg urée ha⁻¹; JFM : Jours à la floraison mâle ; JFF : Jours à la floraison femelle ; (cm) ; HP : hauteur de la plante (cm) ; PMG : poids de 1000 grains (g) ; RDT : rendement en maïs grains (t.ha⁻¹).

Paramètres	Doses					P
	D0	D1	D2	D3	D4	
JFM	63±5a	58,8±2,3b	57±0,6b	55,3±1,3b	54,7±0,5b	0,000
JFF	66,2±2,4a	64±1,8a	62,7±2,1ab	58±4,5bc	56,2±2,4c	0,000
HP	121,1±51,3	140,3±32,8	125,7±57,5	128,6±41,1	133,3±58,7	0,969
PMG	277,2±37,3	241,9±20,9	257,8±18,6	259,7±19,1	279,9±35,4	0,137
RDT	1,3±0,2 ^e	2,5±0,3d	4,2±0,3c	5,5±0,7b	7,1±0,5a	0,000
RVC	-	1,7	2,9	2,6	2	-

Moyennes±écart-type. Les mêmes lettres indiquent de différences non significatives après l'ANOVA

3.3 INFLUENCE DU GENOTYPE ET DE LA DOSE DES ENGRAIS MINÉRAUX SUR LE COMPORTEMENT DU MAÏS

L'effet de la variété combiné à celui des doses d'engrais minéraux ont influencé le comportement du maïs (tableau 3). L'analyse statistique montre des différences significatives entre les différents traitements pour tous les paramètres observés excepté la hauteur des plantes qui est similaire à tous les traitements ($P=0.855$). La combinaison Nsima*(600 kg NPK+400 kg urée ha⁻¹) a donné le rendement en maïs grain le plus élevé tandis que le traitement le plus rentable est le T3 (Nsima*D2).

Tableau 3. Influence de la dose d'engrais minéraux et de la variété sur la croissance du maïs. T1 : Nsima*D0 ; T2 : Nsima*D1 ; T3 : Nsima*D2 ; T4 : Nsima*D3 ; T5 : Nsima*D4 ; T6 : Bukidibukidi*D0 ; T7 : Bukidibukidi *D1 ; T8 : Bukidibukidi *D2 ; T9 : Bukidibukidi *D3 ; T10 : Bukidibukidi *D4 ; JFM : Jours à la floraison mâle ; JFF : Jours à la floraison femelle ; HP : hauteur de la plante (cm).

Traitements	JFM	JFF	HP	PMG	RDT	RVC
T1	58,7±0,6bc	64±0bc	133,1±38,2	245,9±21,9c	1,4±0,3g	-
T2	57,3±0,6bcd	62,7±0,6bc	155,7±18,7	252±20,8abc	2,8±0,2ef	2,1
T3	57,3±0,6bcd	61±1cd	148,9±2,2	266,7±18,1abc	4,3±0,2d	3
T4	56±0cd	54,3±0,6 ^e	146,4±9,7	265,9±14,2abc	5,9±0,6bc	2,8
T5	54,3±0,6d	54±0 ^e	154,8±4,3	254,9±18,2abc	7,3±0,4a	2,1
T6	67,7±1,5a	68,3±0,6a	109,1±68,5	308,5±7,7a	1,3±0,3g	-
T7	60,3±2,5b	65,3±1,5ab	125±40,1	231,7±18,5c	2,3±0,2fg	1,5
T8	56,7±0,6cd	64,3±1,5bc	102,6±81,6	248,9±17,4bc	4±0,3de	2,7
T9	54,6±1,2d	61,7±3,2bcd	110,8±56,5	253,4±24,2abc	5,2±0,8cd	2,3
T10	55±0d	58,3±0,6d	111,8±85	304±30,2ab	6,7±0,5ab	1,9
P	0,000	0,000	0,855	0,002	0,000	-

Moyennes±écart-type. Les mêmes lettres indiquent de différences non significatives après l'ANOVA

3.4 EFFETS DE LA FERTILISATION MINÉRALE SUR LE RENDEMENT ET LA RENTABILITÉ DE NOUVELLES VARIÉTÉS DE MAÏS

La figure 1a montre que les doses d'engrais et le rendement du maïs sont fortement corrélés. Il y est observable que le rendement du maïs augmente avec les doses d'engrais. En ce qui concerne la tendance de la rentabilité du maïs par rapport aux doses d'engrais, la figure 1b montre que les doses les plus élevées ne sont pas nécessairement les plus rentables, bien qu'elles génèrent le rendement en maïs grains le plus élevé (tel qu'observé dans le cas de cette étude). La corrélation positive qui s'établit entre les doses d'engrais et la rentabilité du maïs, montre qu'au delà de 150 kg NPK+100 kg urée ha⁻¹, la rentabilité commence à diminuer (figure 1a).

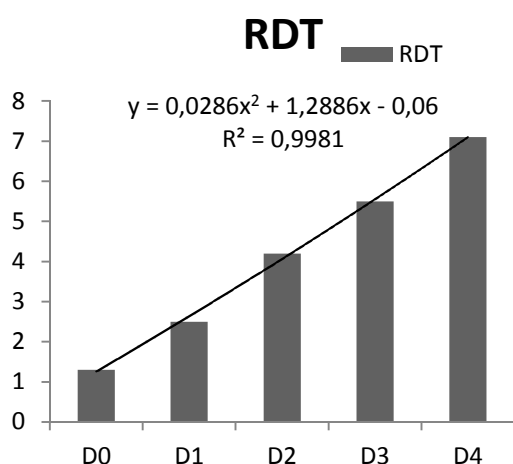


Figure 1a. Corrélation entre les doses d'engrais minéraux et le rendement du maïs

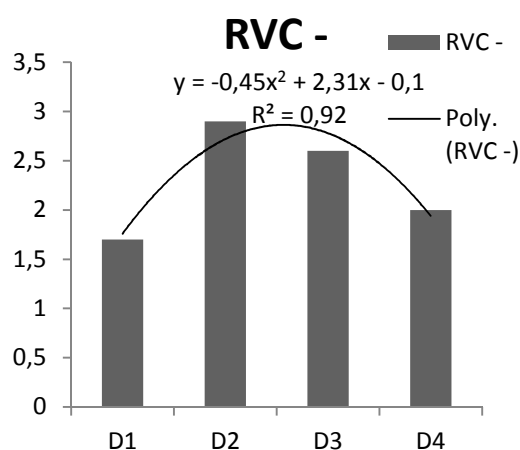


Figure 1b. Corrélation entre les doses d'engrais minéraux et la rentabilité du maïs

4 DISCUSSION

4.1 INFLUENCE DU GENOTYPE SUR LE COMPORTEMENT DU MAÏS

Les principaux paramètres observés sont : le nombre de jours à la floraison mâle et femelle, la hauteur des plantes, le poids de milles graines et le rendement en maïs grains. Les deux variétés (Bukidibukidi et Nsima) ont données des résultats similaires pour tous ces paramètres, excepté le nombre des jours à la floraison femelle qui est élevé pour la variété Bukidibukidi (63 jours). Cette différence serait due à l'effet du génotype, tandis que les résultats similaires pour quatre des paramètres sur cinq observés montrent que ces deux variétés sont à 80 % semblables. L'influence du génotype serait masquée ici par celui de l'environnement tel que trouvé par [17].

4.2 REPONSE DU MAÏS AUX DOSES CROISSANTES DES ENGRAIS MINÉRAUX

L'analyse statistique a montré que les différentes doses des fertilisants ont fortement influencé le comportement du maïs (tableau 2). A l'instar du nombre des jours à la floraison mâle qui augmente pour le traitement témoins. Ce comportement montre que l'apport des engrais minéraux réduit le nombre de jours à la floraison mâle. Ceci étant observé, contredit le résultat obtenu par [17] qui ont conduit une étude similaire dans la même région et ont rapporté que les parcelles fertilisées induisaient une apparition tardive des inflorescences mâles et ont attribué ce phénomène à l'excès d'azote.

Le cas de cette étude montre clairement que les parcelles non fertilisées induisent une apparition tardive des inflorescences (D0= 63 jours) et ce nombre diminue avec l'augmentation des doses d'engrais minéraux. Ceci implique que les engrais minéraux fournissent des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance et surtout à leur développement. La même constatation a été faite pour le nombre de jour à l'inflorescence femelle. Pour tous les paramètres végétatifs observés, seule la hauteur des plantes est similaire pour toutes les doses appliquées ($P=0.969$). Ceci révèle que l'accroissement des doses des fertilisants n'a pas influencé la taille des plantes. Etant donné que la taille de plante est généralement déterminée par le génotype et parfois influencé par l'environnement, le cas de cette étude n'a pas subit l'influence du milieu et précisément les doses d'engrais. Par contre [17] ont observé une grande taille des plantes sur les parcelles fertilisées aux fortes doses des engrais minéraux et ils l'on attribuée à la quantité d'azote apportée.

En ce qui concerne le paramètre de rendement, seul le poids de 1000 graines est similaire pour toutes les doses d'engrais minéraux tandis que le rendement en maïs grain augmente avec les doses d'engrais. Ce rendement varie entre 1,3 (traitement non fertilisé) et 7,1 t.h⁻¹ (traitement ayant reçu 600 kg NPK+400 kg urée ha⁻¹). Il est observable que la plus forte dose d'engrais minéraux a induit une augmentation de rendement de 546% comparativement au traitement témoin (non fertilisé). Ceci montre que ces variétés de maïs en introduction ont besoin d'une grande quantité des fertilisants pour exprimer leur productivité potentielles.

Ces résultats corroborent ceux obtenus par [18] qui ont rapporté que les rendements en maïs grains le plus élevés sont obtenus avec une augmentation de la dose de la fertilisation azotée. Contrairement à ces résultats, [19] ont trouvé que la chute des rendements avec les doses d'engrais minéraux les plus fortes apportées à la culture du riz en Côte d'Ivoire. Pour ce qui concerne l'apport des engrais, [20] ont trouvé que les engrais augmentent 40 à 100% de rendement de culture dans les sols Kalongo et Civu, dans le Sud Kivu, en République Démocratique du Congo. Les effets bénéfiques de la fertilisation chimique au moyen de l'agriculture ont été prouvés par [21], [22]. La faible production des sols témoins serait imputable aux facteurs caractéristiques des sols acides : pH acide, toxicité Alet Mg, déficiences en nutriments (Ca, Mg, P, K, B et Zn) [23]. La dose recommandée dans la région quant à elle n'a pas fourni à ces variétés les nutriments nécessaires à l'expression de leur productivité potentielle.

La rentabilité du maïs obtenue, avec la dose D2 (150 kg NPK+100 kg urée ha⁻¹) est la plus élevée et celle de la dose D1 (75 kg NPK+50 kg urée ha⁻¹) est la plus faible. Le rapport valeur/coût varie entre 1,7 et 2,9. Pourtant ce rapport compare la rentabilité des nouveaux traitements à celui de référence bien connu par les planteurs [15]. Si le RVC est égal ou supérieur à 2, la dose est rentable [16]. L'adoption se fait avec réticence si ce rapport est entre 1,5 et 2 et en dessous de 1,5 il y a rejet [24], [17].

L'indice d'acceptabilité obtenu dans cette étude (2,9) avec la dose de 150 kg NPK+100 kg urée ha⁻¹ est supérieur à celui obtenu par [17] avec la dose de 1,75 tonne de fientes de poules+150 kg NPK et 100 kg urée. Le tableau 2 permet de classer la rentabilité des doses d'engrais de la manière suivante : D2>D3 >D4>D1. Les doses D2 et D3 sont facilement adoptables étant donné que leurs indices d'acceptabilité sont respectivement : 2,9 et 2,6. Avec D3 (300 kg NPK+200 kg urée ha⁻¹) la dose recommandée dans la région de Lubumbashi.

4.3 INFLUENCE DU GENOTYPE ET DE LA DOSE DES ENGRAIS MINÉRAUX SUR LE COMPORTEMENT DU MAÏS

L'effet de la variété combiné à celui des doses d'engrais minéraux ont influencé le comportement du maïs. Le jour à la floraison mâle varie entre 54 et 68, respectivement observé au T5 (Nsima *D4) et T6 (Bukidibukidi*D0). La tendance générale montre qu'à faible dose (T2 et T6) ou sans engrais (T1 et T5), les variétés Nsima et Bukidibukidi deviennent tardive (entre 57 et 67 jours). Le contraire est observé à forte dose (T5 et T10) où les deux variétés deviennent précoces (entre 54 et 55 jours). La même tendance est observée à la floraison femelle des deux variétés. Concernant la hauteur des plantes, ni la dose d'engrais ni le génotype n'ont pas influencé le comportement du maïs ($P=0,855$).

Le rendement en maïs grain le plus élevé est obtenu avec la variété Nsima à a dose la plus élevée (Nsima *D4) et le plus faible est obtenu avec la variété Bukidibukidi (1,3). L'observation du tableau 3 révèle que pour les deux variétés, le rendement en maïs grains augmente avec les doses d'engrais minéraux. Cependant à la même dose (la plus élevée ou la plus faible), la variété Nsima donne des rendements supérieurs à la variété Bukidibukidi et ceci est imputable aux génotypes de deux variétés.

L'analyse économique montre que l'indice d'acceptabilité de ces deux variétés varie entre 1,5 (Bukidibukidi *D1) et 3 (Nsima*D2). Pour la variété Nsima, T3 (Nsima*D2) et T4 (Nsima*D3) sont facilement adoptés (indices d'acceptabilité respectifs de 3 et 2,8) tandis T2 (Nsima*D1) et T5 (Nsima *D4) sont adoptés avec réticence (indice d'acceptabilité 2,1). Bien la dose la plus élevée génère des rendements élevés, elle n'est pas cependant la plus rentable. Quant à la variété Bukidibukidi, T8 (Bukidibukidi*D2) et T9 (Bukidibukidi*D3) sont facilement adoptés (indices d'acceptabilité respectifs de 2,7 et 2,3) tandis T7 (Bukidibukidi*D1) et T10 (Bukidibukidi*D4) sont adoptés avec réticence (avec comme indice d'acceptabilité 1,5 et 1,9). Bien que la dose la plus élevée génère des rendements élevés, elle n'est pas cependant la plus rentable. L'apport des fortes doses des engrais chimiques réduit sensiblement la rentabilité de l'emploi des engrais chimiques [17].

4.4 EFFETS DE LA FERTILISATION MINÉRALE SUR LE RENDEMENT ET LA RENTABILITÉ DE NOUVELLES VARIÉTÉS DE MAÏS

La corrélation entre les doses d'engrais minéraux et le rendement du maïs montre ce dernier augmente avec les doses d'engrais minéraux. Aux doses les plus faibles correspondent les rendements les plus faibles. La comparaison entre les doses d'engrais chimiques et la rentabilité de leur utilisation montre que D2 est la dose la plus rentable (RVC=3). Bien que la doses d'engrais recommandée dans la région (D3 : 300 kg NPK+200 kg urée ha⁻¹) soit rentable (RVC= 2,8) sa rentabilité est inférieure à celle obtenu en apportant 150 kg NPK+100 kg urée ha⁻¹ (D2) soit la moitié de la dose recommandée dans la région de Lubumbashi.

Il est également observable à la figure 1b que les doses qui induisent des rendements élevés ne sont pas les plus rentables étant donné que le coût d'achat des engrais chimiques est proportionnel à la quantité appliquée. Par contre la productivité n'est pas toujours proportionnelle à la quantité d'engrais apportée.

5 CONCLUSION

L'objectif de la présente étude était de déterminer la quantité optimale des engrais chimiques à appliquer aux deux nouvelles variétés de maïs (Nsima et Bukidibukidi). Les résultats obtenus ont montré que les fortes doses d'engrais chimiques réduisent le cycle de deux variétés et permettent d'obtenir des rendements élevés. Cependant l'intention d'envisager l'utilisation des fortes doses soit le double de la dose recommandée dans la région, sera butée à leur faible rentabilité. Afin d'augmenter le rendement de ces deux variétés (Nsima et Bukidibukidi) de 546 %, la dose recommandée dans la région de Lubumbashi (300 kg NPK+200 kg urée ha⁻¹) devrait être doublée afin d'atteindre le rendement de 7,1 t.h⁻¹. Par contre la maximisation du profit ou l'augmentation la rentabilité de ces deux variétés, requiert un apport de la dose d'engrais minéraux recommandée à Lubumbashi réduite à moitié (150 kg NPK+100 kg urée ha⁻¹). Cette dose permet d'atteindre le rendement en maïs grain de 4,3 et 4 t.h⁻¹ respectivement pour la variété Nsima et la variété Bukidibukidi. Dans le contexte actuel de la cherté des engrais chimiques, le résultat de cette étude qui recommande l'utilisation de ½ de la dose habituellement utilisée, permettra d'augmenter le rendement et la rentabilité des variétés Nsima et Bukidibukidi dans les conditions édapho-climatiques de Lubumbashi.

REFERENCES

- [1] SENASEM. *Catalogue nationale des espèces et variétés de cultures vivrières*. SENASEM, MINAGRI, Kinshasa, RDC, 2008.
- [2] M. Tahir, M. R. Javed, A. Tanveer, M. A. Nadeem, A. Wasaya, S.A.H. Bukhari, J. U. Rehman. Effect of different herbicides on weeds, growth and yield of spring planted maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Life Soc. Sci.* 7(2): 168-174, 2009.
- [3] M. Arshad. *Cholistan desert ecosystem monitoring for future management*. Annual Technical Report of a project sponsored by WWF-Pakistan, 2003.
- [4] U.A. Mokwunye, A. Jager, E.M.A. Smaling. *Restoring the Productivity of West African Soils: Key to Sustainable Development*. IFDC Africa, Lomé, 1996.
- [5] P.Y.K Sallah, S. Mukakalisa, A. Nyombayire, P. Mutanyagwa. Response of two maize varieties to density and nitrogen fertilizer in the highland zone of Rwanda. *Journal of Applied Biosciences* 20: 1194–1202, 2009.
- [6] N. Sanginga, P. Woomer. *Integrated soil fertility management in Africa: principles, practices and process development*, TSBF-CIAT and FORMAT, Nairobi Kenya, 2009.
- [7] S. L. Tisdale, W. L. Nelson and J. D. Beaton. *Soil fertility and fertilizer. Elements required in plant nutrition*. 4th Ed. Maxwell McMillan Publishing, Singapore, 52-92, 1990.
- [8] Nyembo K.L., Useni S.Y., Mpundu M.M., Bugeme M.D., Kasongo L.E & Baboy L.L., Effets des apports des doses variées des fertilisants inorganiques sur *Zea mays*, *J Appl. Biosci*, 49 : 4286-4296, 2012.
- [9] R. Dudal. *Forty years of soil fertility work in Sub-Saharan Africa*. In: B. Vanlauwe, J. Diels, N. Sanginga & R. Merckx (Eds.), *Integrated Plant Nutrient Management in Sub-Saharan Africa*. CAB International 2002.
- [10] L.G. Bundy, D.T. Walters, A.E. Olness. *Evaluation of soil nitrate tests for predicting corn nitrogen response in the North Central Region*. North Central Reg. Res. Publ. 342. Wisconsin Agric. Exp. Stn., Univ. of Wisconsin, Madison, 1999.
- [11] Bruneau et Pain, *Atlas de Lubumbashi central d'étude géographique sur l'Afrique*, Paris, France, 1990.
- [12] L.M. Kasongo, M.T. Mwamba, M.P. Tshipoya, M.J. Mukalay, S.Y. Useni, K.M. Mazinga, K.L. Nyembo. Réponse de la culture de soja à des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hensley) A. Gray comme fumure organique sur un ferralsol à Lubumbashi. R.D. Congo. *Journal of Applied bioscience*, 63: 4727-4735, 2013.
- [13] F. Malaisse, R. Brooks, A. Baker. Diversity of vegetation communities in relation to soil heavy metal content at the Shinkolobwe copper/cobalt/uranium mineralization, Upper Shaba, Zaïre. *Belgian journal of botany* 127:3-16, 1994.
- [14] F.K. Munyemba et J. Bogaert. Anthropisation et dynamique spatiotemporelle de l'occupation du sol dans la région de Lubumbashi entre 1956 et 2009. *e-revue UNILU* (1) 13-23, 2014.
- [15] K. Kouame, S. Ake, Y. Wongbé Doumbia, A. Kouassi, B. Kone. Détermination de la dose optimale de Fumure potassique sous culture de Palmier à huile (*Elaeis guineensis* jacq.) Dans les conditions du sud-est de la Côte d'Ivoire : cas du matériel végétal En cours de vulgarisation. *European Scientific Journal*, vol.10, No.18 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, 2014.
- [16] FAO. *Fertilizers and their use – A pocket guide for extension officers*. Fourth edition. FAO, Rome, 2000.

- [17] S.Y.Useni, L.L.Baboy, K.L.Nyembo, M.M.Mpundu,. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 54: 3935– 3943, 2012.
- [18] W.A. Diepenbrock, J. Léon, K. Clasen. Yielding ability and yield stability of linseed in Central Europe. *Agronomy Journal* 87: 84–88, 1995.
- [19] B.J. Gala, M. Camara, Y. Kouame, K. Zagbahi. Rentabilité des engrais minéraux en riziculture pluviale de plateau : Cas de la zone de Gagnoa dans le centre ouest de la Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 46: 3153– 3162, 2011.
- [20] P. Pypers, E. Vandamme, J.M. Sanginga, T. Tshibinda, M.J. Walangululu, R. Merckx, B. Vanlauwe. K and Mg deficiencies corroborate farmer's knowledge of soil fertility in the Highland of South-Kivu, Democratic Republic of Congo. in E.M. Bagura (Ed): *évaluation de l'efficacité d'usage des engrais dans les sols dégradés du Sud-Kivu sur la culture du maïs et du haricot commun: cas du groupement de burhale*". Mémoire de fin d'études, Université Evangelique en Afrique, (2010) 59p.
- [21] A. Bationo, J. Kimetu, S. Ikeru, S. Kimani, D. Mugenda, M. Odendo, M. Silver, M.J. Swift, N. Sanginga. *The Africa Network for soil biology and fertility: New challenge and opportunities*. in Bationo (Ed): *Managing of Nutrient Cycles to sustain soil fertility in Sub-Saharan Africa*. *Academy of science publishers*, Nairobi, Kenya, 1-23p, 2004.
- [22] FAO. *Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols*. Manuel de formation, Projet Promotion de l'Utilisation des Intrants agricoles par les Organisations de Producteurs du Niger, Rome, 2005
- [23] Mulaji. *Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo)*. Thèse de doctorat, université de Liège- Gembloux Agro- Biotech, 220p, 2010.
- [24] F. Kaho, M. Yemefack, P. Feuquio-Tegwefouet, J. Tchanthaouang. Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*, 29 (1): 39-45, 2011.

Influence du semis tardif sur la croissance et le rendement du soja (*Glycine max* Merrill) cultivé sous différents écartements à Lubumbashi, RD Congo

[Influence of late sowing on growth and yield of Soybean (*Glycine max* Merrill) grown under different spaces in Lubumbashi, DR Congo]

Baboy Longanza Louis¹⁻², Kidinda Kidinda Laurent¹, Kilumba Kabemba Maurice³, Langunu serge¹, Mazinga Kwey Michel¹, Tshipama Tamina Dominique³, and Nyembo Kimuni Luciens¹

¹Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo; BP 1825, RD Congo

²Collaborateur scientifique à l'Université Libre de Bruxelles, Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs, Service d'Ecologie du paysage et Systèmes de Production végétale, BP 1050 Bruxelles, Belgique

³Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, Station de KIPOPO, RD Congo

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

ABSTRACT: The present study looked at the effects of planting date and spaces on growth and yield of soybean (*Glycine max* L. Merr) in soil and climatic conditions in Lubumbashi region. The trial was installed following a split plot design with three replicates. The main plots consisted of sowing dates (15th December, 30th December and 15th January) and the second plots included all seeding rates leading to a population of 125,000 plants per hectare (40 Cm x 20 cm was due to seed per hole; 40 cm x 40 cm with 2 seeds per hole and 60 cm x 40 cm with 3 seeds per hole). The results showed that late planting leads to slower growth and reduced yield of soybean. However, different plant densities adopted included similar effects in all the parameters observed. Planting soybean on the 15th December at a space of 40 cm x 20 cm x 3 seeds per hole would effectively increase soybean yield in the Lubumbashi region. The increase in performance would be desirable in order to fight against bad nutrition considering the scarcity of animal protein and the low- income populations.

KEYWORDS: soybean performance, spacing, planting date, Lubumbashi, performance.

RESUME: Le présent travail avait pour objectif d'étudier les effets de la date et des écartements de semis sur la croissance et le rendement du soja (*Glycine max* L. Merr.) dans les conditions édaphoclimatiques de la région de Lubumbashi. L'essai a été installé suivant un dispositif en split splot comprenant 3 répétitions. Les parcelles principales étaient constituées des dates de semis (15 décembre, 30 décembre et 15 janvier) et les parcelles secondaires comprenaient les densités de semis aboutissant toutes à un peuplement de 125000 plantes par hectare (40 cm x 20 cm à raison d'une graine par poquet, 40 cm x 40 cm à raison de 2 graines par poquet et 60 cm x 40 cm à raison de 3 graines par poquet). Les résultats obtenus ont montré que le semis tardif entraîne un ralentissement de croissance et une baisse de rendement. Par contre, les différentes densités adoptées ont induit des effets similaires pour tous les paramètres observés. Le semis du soja le 15 décembre écartements de 40 cm x 20 cm x 3 graines par poquet permettrait d'accroître efficacement le rendement du soja dans la région de Lubumbashi. L'augmentation de rendement serait à souhaiter dans le contexte de cherté de protéine d'origine animale couplée au faible revenu de la population, pour lutter contre la mal nutrition.

MOTS-CLEFS: soja, écartement, semis, date, Lubumbashi, rendement.

1 INTRODUCTION

La culture du soja est appréciée pour la richesse de ses graines en protéine qui améliore la qualité de la nourriture dans les plats des paysans [1]. Par ailleurs la transformation des graines fournies de nouveaux revenus et la fixation de l'azote atmosphérique améliore le système agricole [2]. La pression démographique, la baisse de la fertilité des sols, les érosions et la mauvaise maîtrise des techniques culturales font de plus en plus diminuer le rendement devenant insuffisant pour la population locale. En Afrique tropicale, les rendements atteignent souvent à peine 0,5 t/ha en raison à la fois de mauvaises conditions du sol et d'une mauvaise conduite. L'adaptation de la date de semis est un facteur influent sur le rendement, une séquence de 15 jours de retard diminuerait le rendement de 8 à 10% [3]. Ces baisses de rendements seraient aussi liées à des pertes de la qualité des grains récoltés pour ces espèces [4]. Plusieurs chercheurs américains, [5]; [6]; [7]; [8]; [9] ont vérifié l'effet des dates de semis sur le rendement et sur d'autres caractéristiques agronomiques du soja (indice de verse et qualité des grains) dans des états du nord des États-Unis où malheureusement les conditions climatiques ne peuvent s'apparenter à celles de Lubumbashi. Parallèlement, [10] soutiennent que dans la région de Lubumbashi, la date de semis est fixée de manière que le temps de la récolte corresponde avec la saison sèche. [11] pensent qu'il est préférable de retarder le semis plutôt que de mettre la culture dans de trop mauvaises conditions de démarrage en se référant à la date de semis du maïs. Par ailleurs, les cultivars de soja ne répondent pas de la même manière à des variations de la densité des semis. Cet effet est généralement observé pour des systèmes de production espacement étroit car le soja distribué plus uniformément [12]. Cependant, une bonne partie d'études publiées se sont penchées sur l'adaptation de la densité, ainsi cette étude propose une adaptation des écartements en gardant les mêmes effectifs.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE

Cette expérimentation a été conduite au cours de la saison culturale 2011-2012 à la station des recherches de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi (UNILU) (1243 m d'altitude, 11°39' de latitude Sud et 27°28' de longitude Est) en République Démocratique du Congo. Le sol est du type ferrallitique avec un pH à l'eau flottant autour de 5,2 [10]. La végétation naturelle environnante était dominée par *Imperata cylindrica*, *Bidens oligoflora*, *Bidens pilosa*, *Cynodon dactylon* et *Tithonia diversifolia*. La région de Lubumbashi est caractérisée par un climat du type CW6 de la classification de Köppén [13]. Le climat est du type tropical (figure 2) sec avec alternance d'une saison de pluies (novembre à mars), d'une saison sèche (mai à septembre) et d'une période de transition (avril et octobre) [14].

La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 1270 mm en moyenne (avec une saison de pluie de 118 jours) alors que la température moyenne annuelle est d'environ 20°C avec une grande stabilité interannuelle. Le taux d'humidité moyenne est de 62 % avec un niveau d'humidité minimum moyenne de 52 % en saison sèche (juin – août) et un maximum de 80 % durant la saison pluvieuse (novembre – mai) [15].

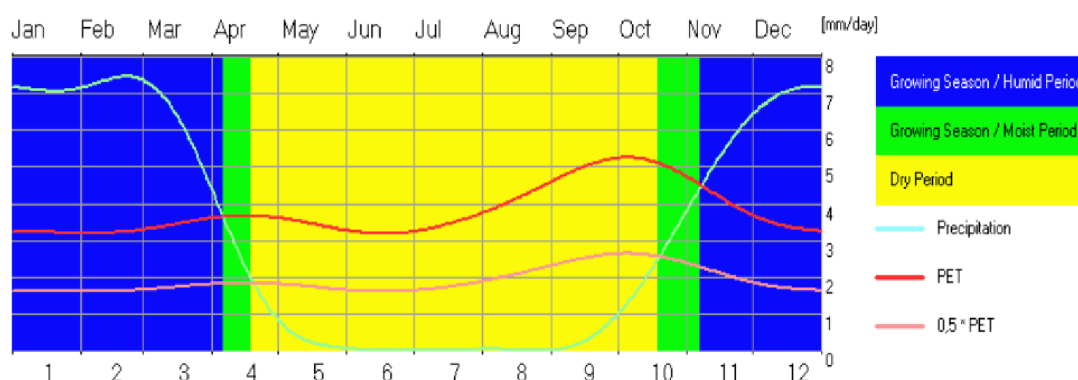


Fig. 1. Période de croissance des cultures à Lubumbashi [13]

2.2 DESCRIPTION DE L'ESSAI

L'essai a été installé sur un terrain ayant porté une monoculture du maïs au cours des années antérieures. Un dispositif en split plot à trois répétitions a été appliqué, dont la date de semis comme facteur principal (D1 = le 15 décembre; D2= le 31 décembre et D3=le 15 janvier) et les écartements comme facteur secondaire (E1= 40cm × 20 cm × 1 graine par poquet ; E2 = 40 cm × 40 cm × 2 graines par poquet ; et E3 = 60 cm × 40 cm × 3 graines par poquet. Les parcelles élémentaires ont été dimensionnées à 3 m X 2,4 m pour E1 et E2 ; et 3,6 m x 2 m en vue d'atteindre une densité maximale de 90 pieds par parcelle soit 125000 plants/ha. La variété TGX1880-3E du germoplasme de l'INERA- Kipopo dont le cycle végétatif varie entre 100 et 110 jours a été utilisée comme matériel végétal. Les soins d'entretien ont consisté au sarclage et au buttage. Au total 3 sarclages ont été effectués à partir du 30^{ième} jour après semis, aux intervalles de 15 jours. A la récolte, les gousses de soja ont été récoltées sur les deux lignes du milieu et les paramètres de rendement ont été ajustés au taux d'humidité de 14%. En début du stade de végétation, le taux de levée a été déterminé par le rapport de nombre de plantes qui ont levé. En cours de végétation, les jours à la floraison, la hauteur des plantes et le nombre de ramifications ont été également prélevés. A la récolte, le poids de graines par pied, le poids de 1000 graines et le rendement ont été calculés. Pour chaque paramètre, les données des dates et des écartements ont été soumises à un test d'analyse de la variance (ANOVA) et le test de TUKEY si valeur $p < 0,05$ après l'ANOVA à l'aide du logiciel Minitab 16.

3 RESULTATS

3.1 INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LE COMPORTEMENT DE *GLYCINE MAX* (L.) MERR

L'analyse de variance a montré que la hauteur des plantes, le nombre des ramifications, le poids de 1000 graines et le rendement sont significativement différents par rapport au temps de semis ($p < 0,05$). Ainsi, les plantes semées plutôt ont présenté une taille supérieure que celles semées plus tard ($D1 > D2 > D3$). Des tendances analogues ont été observées sur le poids de 1000 graines et le rendement en graines. Ainsi, la D1 donne un bon rendement ($3,0 \pm 0,2a$ t/ha) suivi de la D2 ($2,1 \pm 0,2b$ t/ha) et la D3 ($1,1 \pm 0,1c$ t/ha). Par contre, le nombre des ramifications ont été similaire au premier moment de semis ($1,98 \pm 0,6a$) et au deuxième moment ($1,6 \pm 0,9a$) alors que la D3 proposée un nombre relativement faible ($0,11 \pm 0,3b$) (tableau 2). Par ailleurs, l'indice de corrélation montre que le rendement est lié négativement ($-0,9995$) au nombre de jours de retard par rapport aux semis. Un retard de semis d'une quinzaine entraînerait un taux de diminution de 30% du rendement.

Tableau 2. Influence de la date de semis sur la croissance et le rendement de *Glycine max* (L.) Merr. à la ferme Kassapa. D1 = le 15 décembre; D2= le 31 décembre, D3= le 15 janvier

Paramètres	Dates			P	Corrélation
	D1	D2	D3		
Hauteur des plantes (cm)	46,69±6,3a	32,09±4,8b	21,61±1,1c	0,0001	-0,9995
Nombre de ramification	1,98±0,6a	1,6±0,9a	0,11±0,3b	0,0001	
Poids de 1000 graines (g)	109,1±11,1a	96,0±11,0b	67,3±1,4c	0,0001	
Rendement en graines (t/ha)	3,0±0,2a	2,1±0,2b	1,1±0,1c	0,0001	

3.2 INFLUENCE DES ECARTEMENTS DE SEMIS SUR LA CROISSANCE ET LE RENDEMENT DU SOJA

En général, la variation des écartements est restée indifférente sur les hauteurs des plantes, le poids de 1000 graines et le rendement en graine. L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative ($p > 0,05$) entre de nombre de ramification par rapport aux écartements. Par ailleurs, la moyenne arithmétique montre une légère domination de E0 par rapport au rendement ($2,2 \pm 0,8$), le nombre de ramification ($1,52 \pm 1,07$) et la hauteur des plantes ($33,89 \pm 12,03$). Cependant, l'indice de corrélation montre que le rendement est corrélé négativement aux écartements appliqués.

Tableau 3. Influence des écartements de semis sur la croissance et le rendement de *Glycine max* (L.) Merr. A la ferme Kassapa. D1 = le 15 décembre; D2= le 31 décembre, D3= le 15 janvier

Paramètres	Densités			P	Corrélation
	E0	E1	E2		
Hauteur des plantes (cm)	33,89±12,03	34,66±11,98	31,84±11,39	0,873	-0,9995
Nombre de ramification	1,52±1,07	1,31±1,15	0,86±0,93	0,409	
Poids de 1000 graines/parcelle (g)	87,7±18,6	94,7±21,5	90,0±20,1	0,758	
Rendement en graines en (t/ha)	2,2±0,8	2,1±0,8	2,0±0,8	0,860	

3.3 INFLUENCE DE LA DATE ET DE LA DENSITE DE SEMIS SUR LA CROISSANCE ET LE RENDEMENT DE *GLYCINE MAX* (L.)

Les tendances générales montrent que les graines mises en terre au premier moment de semis ont présenté une taille élevée (au maximum 48,8±7,0 cm). Un nombre de ramifications élevé a été constaté sur le moment (D1) malgré la variation des écartements. Selon les analyses statistiques la combinaison de l'effet de la date et des écartements n'a pas influencé significativement ($p > 0,05$) sur la hauteur des plantes et le nombre de ramification. Par contre le poids de 1000 graines et le rendement ont subi une influence de l'interaction date - densité ($p \approx 0,04$). Les écartements E1 a donné des graines présentant une bonne masse et un meilleur rendement quel que soit le moment de semis appliqué. Par ailleurs, le meilleur poids a été trouvé à la D2 soit 110,7±12,7a g. enfin, un rendement appréciable a été obtenu à la première date, aux écartements de 40 cm × 20 cm (E1).

Tableau4. Influence de la date et de la densité de semis sur la croissance et le rendement de *Glycine max* (L.) Merr. à la ferme Kassapa. Moyennes ± écart-type. D1 = le 15 décembre; D2= le 31 décembre, D3= le 15 janvier

Dates de semis	E	Hauteur de la plante (cm)	Nombre de ramification	PMG(g)	Rendement (t/ha)
D1	E1	48,3±3,5a	2,3±0,4a	108,1±7,3a	3,1±0,2a
	E2	48,8±7,0a	2,2±0,8a	88,1±7,9b	2,3±0,1b
	E3	42,8±8,2a	1,4±0,5a	67,0±0,0c	1,2±0,0c
D2	E1	32±3,3a	1,9±0,9a	110,7±12,7a	3,0±0,3a
	E2	32±3,3a	1,7±0,7a	104,5±13,0a	2,1±0,1b
	E3	32,2±8,5a	1,1±1,2a	69,0±1,0c	1,1±0,2c
D3	E1	21,3±0,0a	0,3±0,5a	108,5±11,9a	3,0±0,1a
	E2	23,1±0,1a	0±0a	95,5±7,1b	1,9±0,1b
	E3	20,4±0a	0±0a	66,0±0,0c	1,1±0,0c
P		0,807	0,895	0,043	0,045

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent que le retard du semis s'est traduit par un ralentissement de la croissance (Tableau 2). Une adaptation du moment de semis permet à la plante de pouvoir satisfaire ses besoins en substances élaborées nécessaires au moment de l'initiation florale [16]; ce qui permettrait au soja de correspondre le pic de précipitations au moment de besoin ultime en eau (figure 2). Une croissance rapide chez le soja, consécutive à un semis précoce, est une solution la plus efficace pour limiter les attaques de champignons et de ravageurs souterrains [11]. Egalement, une baisse de rendement a été constatée de D1 à D2 et D2 à D3. La diminution de rendements seraient aussi associées à des pertes de la qualité des grains [17]. Par ailleurs, un taux de réduction du rendement de 30% a été observé sur tous les 15 jours de retard dans cette étude. Cette tendance reste similaire à celle des chercheurs américains [5]; [6]; [8]; [9] qui signalant une baisse de rendement d'ordre de 14 à 20% après une quinzaine de jours de retard en culture de soja. Cependant, la légère différence de ce taux s'expliquerait du fait que l'essai de la présente étude a été installé dans une région climatiquement différente des chercheurs précités. Une moyenne de rendement élevée (3,3 t/ha) a été trouvée sur les graines semées le 15 décembre (D1). Un semis du 24 décembre a donné des résultats similaires soit 2 à 3,5 t/ha sur le même site [10]. L'analyse de la variance montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les écartements appliqués et les paramètres choisis (hauteur de plante, nombre de ramifications, poids de 1000 graines et le rendement t/ha). [17], pense que pour une densité invariable, les rendements du soja augmentent que si une diminution de la largeur des entre-rangs est envisagée. Dans le cas de la variation de la densité, comparativement aux légumineuses, une baisse de rendement de plus de 50% comparativement à la

densité normale (15625 plants ha⁻¹) a été constaté chez le niébé [18]. Le coefficient des corrélations révèle tout de même que le rendement diminue avec l'augmentation des écartements alors que la densité de semis a été maintenue à 125000 plants/ha pour tous les écartements (D1, D2 et D3). Ainsi, les semis de deux graines (D2) et trois graines (D3) dans un poquet provoqueraient un déséquilibre de nutriment autour des racines, en dépit du fait que la surface vitale soit la même pour tous les 3 écartements (800 cm²).

En outre l'effet combiné des dates de semis et des écartements n'a pas influencé la hauteur des plantes et le nombre des ramifications. Par contre, une différence significative a été constatée sur le poids de 1000 graines et le rendement. Les écartements E1 ont donné des graines présentant une bonne masse et un meilleur rendement quel que soit le moment de semis appliqué. Par ailleurs, le poids des graines et le nombre des graines par m² sont des composantes capitales pour le rendement [19]; [20]. Ainsi, en considérant le maximum par rapport aux temps de semis, le meilleur poids a été trouvé à la D2 soit 110,7±12,7a g. Le poids de 1000 graines varie de 120 à 200 g [21]; [22]. Enfin, un rendement appréciable a été trouvé sur les parcelles à semis précoce (D1) sous les espacements de 40 cm × 20 cm (E1). Cette situation se justifierait par la grande quantité d'eau, également bien répartie (figure 2), dont auraient bénéficié les plantes semées précocement. En effet, le soja a besoin d'au moins 500 mm d'eau durant la période de croissance pour une bonne récolte [23]. La consommation d'eau dans des conditions optimales étant de 850 mm [21]; [22].

5 CONCLUSION

Les résultats de cette étude montrent qu'un retard d'une quinzaine de jours a un effet négatif sur la croissance et le développement du soja. Le rendement du soja augmente significativement pour un semis effectué le 15 décembre dans les conditions de Lubumbashi. Par ailleurs, le changement des écartements sans variation des effectifs n'influence guère le comportement de la plante. Pour cet essai un meilleur choix du moment de semis est un atout à l'optimisation du rendement dans la région de Lubumbashi.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les lecteurs anonymes pour leurs remarques. Nos remerciements s'adressent également à Ass. M.Sc. Ir. USENI SIKUZANI Yannick pour son soutien et ses multiples conseils.

REFERENCES

- [1] B. Mackinder, R. Pasquet, R. Polhill, B. Verdcourt. *Leguminosae (Papilionoideae: Phaseoleae)*. In: Pope, G.V. & Polhill, R.M. (Editors). *Flora Zambesiaca*. Volume 3, part 5. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, United Kingdom. 261 pp, 2001.
- [2] G. Lof, A. Tops, J. Netjes. *Le soja*. Agrodok-serie N°10 ; 1^{ère} édition Française traduite par Evelyne Codazzi. p1-7, 1990.
- [3] G.J. Tremblay. Effet du semis Tardif chez le soja. *Périodique grandes cultures*. N° 97.01: 29-30, 1997.
- [4] G. J. Tremblay, J. M. Beausoleil, P. Filion, M. Saulnier. Effet de la date de semis sur trois cultivars de soya. *Can. J. Plant Sci.*, 86:1071–1078, 2006.
- [5] L. R. Anderson, et B. L. Vasilas. Effects of planting date on two soybean cultivars: seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Sci* . 25: 999–1004, 1985.
- [6] J. R. Wilcox, et E. M. Frankenberger. Indeterminate and determinate soybean responses to planting date. *Agron. J.*, 79:1074–1078, 1987.
- [7] R. W. Elmore. Soybean cultivar response to tillage systems and planting date. *Agron. J.*, 82: 69–73, 1990.
- [8] W. E. Lueschen, J. H. Ford, S. D. Evans, B. K. Kanne, T. R. Hoverstad, G. W. Randall, J. H. Orf, D. R. Hicks. Tillage, row spacing, and planting date effects on soybean following corn or wheat. *J. Prod. Agric.*, 5: 254–260, 1992.
- [9] E. S. Oplinger, et B. D. Philbrook. Soybean planting date, row width, and seeding rate response in three tillage systems. *J. Prod. Agric.*, 5: 94–99, 1992.
- [10] L. E. Kasongo, M. T. Mwamba, M. P. Tshipoya, M. J. Mukalay, S. Y. Useni, K. M. Mazinga, K. L. Nyembo,. Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo, *Journal of Applied Biosciences*, 63: 4727 – 4735, 2013.
- [11] R. Sage, et O. Durant. *La culture biologique du soja. Fiche technique*, Techn ITAB, Paris Cedex, 12, 4p, 2000.
- [12] G. Tremblay. *Soya de type natto : espacement idéal*. Bulletin technique, CEROM, Régie des cultures. N°3. 2p, 1998.

- [13] FAO. New_Loc Clim: Local Climate Estimator. FAO Environment and Natural Resources Working Paper, [14]- S. Y. Useni, K. M. Chukiyabo, K. J. Tshomba, M. E. Muyambo, K. P. Kapalanga, N. F. Ntumba, K.P. Kasangij, K.Kyungu, L. L. Baboy, K. L. Nyembo, M. M. Mpundu,. Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo, *Journal of Applied Biosciences*, 66:5070 – 5081, 2013.
- [15] B.B. Mujinya, F. Mees, P. Boeckx, S. Bode, G. Baert, H. Erens, S. Delefortrie, A. Verdoordt, M.L. Ngongo, E. Van Ranst, . The origin of carbonate in the termite mounds of the Lubumbashi area, DR Congo. *Geoderma*, 165:95-105, 2011.
- [16] R. Heller. *Abrégé de Physiologie Végétale*. Développement. Masson, Paris, 315, 1995.
- [18] V.D. Taffouo, J. Etamé, N. Din, M.P. Nguelemani, Y. M. Eyambé, R.F Tayou.A. Akoa. Effets de la densité de semis sur la croissance, le rendement et les teneurs en composés organiques chez cinq variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp), *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 12: 623 – 632, 2008.
- [19] J.E. Board, M.S. Kang, B.G. Harville. Path analyses of the yield formation process for late-planted soybean. *Agron. J.*, 91:128–135, 1999.
- [20] D.B. Egli. *Seed biology and the yield of grain crops*. CAB Int., New York, 1998.
- [21] F. Javaheri, J. P. Baudouin. *Soja (Glycine max (L.) Merrill.) Agriculture en Afrique Tropicale*. 660-883, 2001.
- [22] K.E. Giller, K.E. Dashiell. *Glycine max* (L) Merrill. Record from Protabase. Van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editors). PROTA (Plant Resources of tropical Africa), Wageningen, Netherlands, 2007.
- [23] R. Pirot. *La motorisation des cultures tropicales*, (351) 190-19, 1998.

Production of Cutting Tools from Recycled Steel with Palm Kernel Shell as Carbon Additives

S.A. Afolalu¹, S.B. Adejuyigbe², O.R. Adetunji¹, and O.I. Olusola³

¹Mechanical Engineering Department, Federal University of Agriculture, Abeokuta, Ogun- State, Nigeria

²Mechanical Engineering Department, Federal University of Technology, OyeEkiti, Ekiti- State, Nigeria

³Physics Department, University of Lagos, Akoka, Lagos-State, Nigeria

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

ABSTRACT: Machining is an integral and indispensable part of production technology with cutting tool playing key roles in its operations. This work therefore developed cutting tool from scrapped crank shaft, connecting rod, alloy additives and palm kernel shell. These materials were chosen due to their hardness and availability. The scrapped crankshaft and rod (100 kg) containing 0.560 % carbon were charged into electric induction furnace with maximum temperature 3000°C. The composition of the charged materials was analyzed with the UV-VIS spectrometer before and after melting. In order to raise the carbon content of the melt to 0.65% target (HSS) and upgrade relevant elements, alloy additives were added. Annealing was the first treatment carried out in muffle treatment furnace at temperature at 900°C for 9 hrs then cooled to 300°C. The annealed materials were machined into 20 pieces of long (199 x 12 x 12 mm) and short (20x 12 x12 mm) sizes. Further treatments of hardening, normalizing and tempering were also carried out on the cutting tools. The tools were then carburized with pulverized carbon using 20 % Barium trioxocarbonate (V) as an energizer in a muffle treatment furnace. Each of the samples was soaked at temperature of 800°C, 850°C, 900°C and 950°C for 60, 90 and 120 minutes holding time. Micro-hardness and surface hardness of the tool were 47.9 and 76.8HR, while for control sample were 46.1 and 76.3HR respectively.

KEYWORDS: Machining, production, cutting tool, Recycled steel, palm kernel shell, carburization.

1 BACKGROUND

Metal cutting operations puts extreme demands on the cutting tools and tools material through conditions of high forces, high contact pressure, high temperature, and intense chemical attack on work materials which worn out before the life span. Cutting edges of treated tools have improved properties with the ability to increase the cutting speed, the feed rate, time of cut and the depth of cut. In order to meet the parametric requirements, the tools should be of high hardness and should be considerably resistant to abrasive, adhesive, diffusive and chemical wear [6], [1].

In order to increase life span of a cutting tool, surface engineering treatments will bring extensive rearrangements of atoms in metals and alloys structure with a corresponding marked variation in properties. The major and most valuable one of these methods are heat treatment processes such as immersion hardening, induction hardening and case carburizing. These are generally applied to enhance the hardenability of materials by improving the surface hardness [4]

“Reference [5]” defined carburization as a diffusion-controlled process that involves penetration of carbon into surface and core of the materials. The longer the soaking period stay in carbon –rich environment the more the concentration of carbon penetration into the surface and core of the materials. The most commonly performed steel heat treatments in present age is carburization, with some years ago of about four thousand years it was performed by packing the low carbon wrought iron parts in charcoal, then increase the temperature of the pack to red heat (elevated temperature) for several

hours. The entire pack of charcoal and materials, were then dumped into water to quench it. The surface became very hard, while the interior or “core” of the part retained the toughness of low carbon steel [14].

“Reference [10]” reported that carburization using powdered palm kernel shell at 1000°C and 1100°C and tempered showed higher value in tensile strength than the material not tempered which concluded that palm kernel shell and animal bone carburizers have good potential to be used as carburizer. The used of BaCO₃, CaCO₃ and Na₂CO₃ as the most familiar energizer that are commonly used in carburizing in order to increase the carbon potential penetration into the core of the materials. Bone has been used by considering the organic component to serve the purpose of carbonaceous materials whiles the carbonate in inorganic serve as an energizer [3].

“Reference [15]” shows that using natural occurring carbonates will reduces the cost of chemical energizer and also minimize the environmental pollution. “Reference Paul [11]” investigated that cowbone should be used as an energizer in pack carburizing process and the composition of charcoal and cowbone give better hardness that using charcoal alone.

“Reference [7]” investigated that the physical and thermal properties of pulverized palm kernel shell shown a strong potential for use both as particulate and environmentally friendly, thus provides simulation for sustainable lifestyle change in waste diversification.

Surface hardening of low carbon steel with palm kernel shell as shown in fig. 1 above has significant value impact on surface hardness and wear resistance of materials. The carburizing media usually responded well to all surface hardening with PKS giving the highest hardness value which make it more efficient than graphite [2].

Metal cutting of machining can be regarded as highly non-linear and thermo-mechanical process of which the coupling is introduce through localized heating and temperature increase in the work piece, this is usually caused as a result of rapid plastic flow and friction along the tool-chip interface [3],[9].

Machining operation has the steam pressure as the dominant parameter for surface roughness followed by the feed while cutting speed has a minimal effect on surface hardness compare to other available parameters. And for better result in finishing during machining high steam pressure, high cutting speed and lower feed are preferable. Metal cutting is considered as one of the most important of manufacturing processes. This is particularly true for production processes where the idle and down times arising from various factors prove to be one of the major impediments in achieving the goal [13]. Cutting tools wear is the main challenges of modern machining industries which reduced the focus on achieving high tool performance and in term of work piece dimensional accuracy, surface finish, high production rate, high wear on the cutting tools and high economy of machining in term of cost saving. The demand for more efficient cutting tool increases continuously with technology. Most of the cutting tools in use are imported and the cost of replacement is high, hence there is need to develop them locally. The recycle steels are available locally in adequate quantity. This study therefore, developed cutting tools from recycled steel (crank shaft and connecting rod), alloy additives and palm kernel shell.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIAL

The materials used for the project were recycled carbon steel (crankshaft and rod), silica sands; benzoate and coal dust, water, pure form (alloying elements) of Graphite C, Silicon(Si), Manganese (Mn), Chromium (Cr), Molybdenum (Mo), Nickel (Ni), palm kernel shell, iron rod . Barium trioxocarbonate (v) (BaCO₃), Engine Oil, units of steel boxes of density 700g/cm³, 13units of fabricated iron boxes, 50litres of Engine Oil, and 12 units of steel boxes of density 700g/cm³. Pulverized palm kernel shell used was processed at Federal Institute of Industrial Research Oshodi, Lagos (FIIRO). The equipment used for the casting Engineering foundry Ltd. Lagos were, Electric Induction furnace (Electroterm India) of 30000C and 1000kg capacity, grinding machine, ladle, Steel mould, green sand/Universal tester (150kg capacity), permeability tester and spectrometer. The equipment used for the carburization and test at EMDI, Akure and Federal University of Technology Akure were; Muffle Electric furnace of 15000C capacity, Lathe machines, Grinding machine, 12 heat resisting steel boxes, Digital weigh scale, hacksaw, polishing machine, Rockwell hardness testing machine.

2.2 METHODS

Having selected our scraps 100 kg of recycled carbon steel (crank shaft and rod), these materials were weighed and charged into the furnace. The composition were taken with spectrometer before and after melting, some portion was taken to metallurgical laboratory for analysis test and the results of composition analysis before melting are shown in Table 1 There was reduction in chemistry of the materials selected for melting from the original due to oxidation reaction during melting.

Alloying was carried out by increasing the percentage of carbon and silicon element of the materials to obtain treated mild steel of HSS (High Speed Steel) of comparative standard composition as shown in Table 2 below.

Casting was carried out at Engineering Foundry Ltd-Lagos with an Induction furnace of temperature capacity of 1 Ton with about 3000°C was used to melt the materials of recycled carbon steel (Crankshaft and rod) at melting temperature of about 1500°C. It gives clean melt thereby kept about 0.05 max of phosphorus and sulphur at barest minimum because they are dangerous to steel and cast iron. After hardening treatment of the sample the treated carbon steel was machined into 20 pieces each of 199 mm x 12 mm x 12 mm and 20 mm x 12 mm x 12 mm. The sizes were designed base on the capacity of the muffle furnaces

Heat treatment by carburization was carried out at Engineering Materials and Development Institute, Akure (EMDI). The prepared 20 samples each for long and short sizes were inserted in the pulverized palm kernel shell shown in Plate 20 with 20% proportion of Barium trioxocarbonate (v) salt (BaCO_3) as an energizer. The carburizer was weighed as shown in Plate 19 and packed inside steel boxes of density 700 g/cm³ and tightly filled up with powdered palm kernel shell cover to prevent the CO from escaping and prevent unwanted furnace gas from entering the steel box during heating.

The muffle furnace was loaded per one prepared box, temperature of the furnace was adjusted to the required temperature (800, 850, 900 and 950 °C) for each stages respectively and the loaded steel box was charged into the muffle furnace one after the other. When the furnace temperature reaches the required carburizing temperature, it was then held/soaked at the temperature for the required time (60, 90 and 120 minutes). After the material was held at the specified time, the steel pot was removed from the furnace and the material was quenched in engine oil (which was initially at the ambient atmospheric temperature). Each sample was carburized base on proportion to specific holding time and temperature as scheduled.

The micro hardness and surface hardness test were carried out on the treated cutting tools produced using Rockwell hardness tester. The result shown in Figures 1 to 13 indicated the effects of carburization on both surface and core layers of the tool.

The Microstructural Studies were carried out on each carburized sample cutting tools after metallographic preparations. These involved the grinding and polishing of each sample on emery papers of 60, 180, 240, 600, 800 and 1200 grits. The mirror-like surface of each polished carburized sample was etched and viewed using the Olympus microscope.

3 RESULTS

3.1 COMPOSITION OF THE RECYCLED TOOL STEEL

The composition of the material was analyzed after selection before casting to actualize what the recycled carbon steel contain and the result is shown in Table 1. Melt correction with alloying was done to compensate the elements that loss out during melting as a result of oxidation reaction that took place during melting and the results is shown in Table 2.

3.2 MICRO HARDNESS AND SURFACE HARDNESS OF THE CUTTING TOOLS PRODUCED

The results for micro and surface hardness test carried out on carburized cutting tool using micro hardness tester and are shown in Tables 3 to 5. These shown the degree of hardness in both the surface and core of the cutting tools.

3.3 MICRO STRUCTURAL ANALYSIS

The results of the microstructural analysis are shown in figures 6 to 21. The interface in each micrograph depicts the boundary across which the carbon diffusion travels from the case to the core. The hardness and strength of martensite structure increased sharply with increase in carbon content. Contribution to the strength arises from the carbon in solid solution, carbides precipitated during the quench, dislocations introduced during the transformation, and the grain size. Each micrograph shows the case, interface between the case and the core.

Table 1. Composition of materials selected before charging to furnace

Elements	Composition (%)
C	0.560
Si	0.852
Mn	0.516
P	0.040
S	0.049
Cr	0.382
Ni	0.210
Mo	0.206
Al	0.022

Table 2. Composition obtained after melt correction with alloying.

Element(s)	Composition (%)
C	0.65
Si	1.22
Mn	0.334
P	0.026
S	0.036
Cr	4.34
Ni	0.16
Mo	0.890
W	1.67
V	0.393
Co	0.012
Al	0.010

Table 3. Summary of Micro hardness test at different temperature and holding time

SAMPLE(S)	TEMPERATURE °C	HOLDING TIME (MINS)	MICRO HARDINESS (HR)
A	800	60	38.0
B	800	90	35.5
C	800	120	29.1
D	850	60	25.1
E	850	90	42.5
F	850	120	40.7
G	900	60	31.0
H	900	90	38.1
I	900	120	39.1
J	950	60	35.3
K	950	90	45.2
L	950	120	47.9
Control			46.1

Table 4. Surface hardness test at different temperature and holding time

SAMPLE (S)	TEMPERATURE °C	HOLDING TIME (MINS)	SURFACE HARDNESS (HR)
A	800	60	36.9
B	800	90	49.9
C	800	120	52.3
D	850	60	55.7
E	850	90	56.4
F	850	120	57.7
G	900	60	59.0
H	900	90	59.7
I	900	120	61.1
J	950	60	63.5
K	950	90	65.7
L	950	120	76.8
Control			76.3

Table 5. Summary of micro hardness and surface hardness test.

SAMPLE (S)	TEMPERATURE °C	HOLDING TIME (MINS)	MICRO HARDINESS(HR)	SURFACE HARDNESS (HR)
A	800	60	38.0	36.9
B	800	90	35.5	49.9
C	800	120	29.1	52.3
D	850	60	25.1	55.7
E	850	90	42.5	56.4
F	850	120	40.7	57.7
G	900	60	31.0	59.0
H	900	90	38.1	59.7
I	900	120	39.1	61.1
J	950	60	35.3	63.5
K	950	90	45.2	65.7
L	950	120	47.9	76.8
Control			46.1	76.3

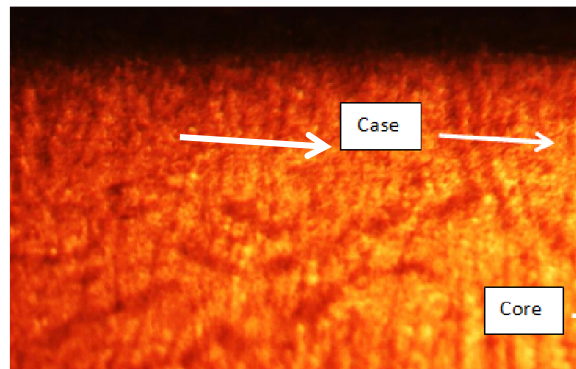


Figure 1: Control, micro hardness 46.1 HR and surface hardness 76.3 HR

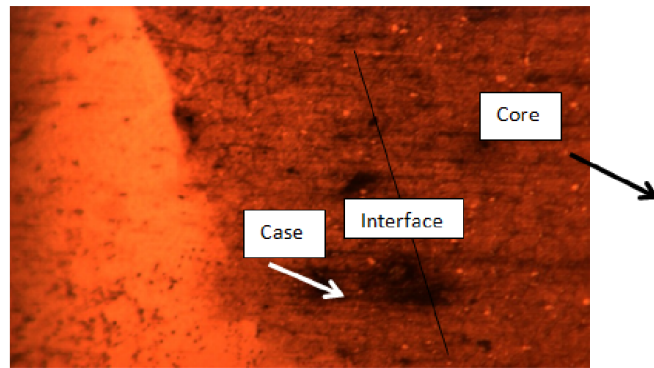


Figure 2: Sample A: Carburized at 800°C held for 60 minutes, micro hardness 38.0 HR surface hardness 36.9 HR

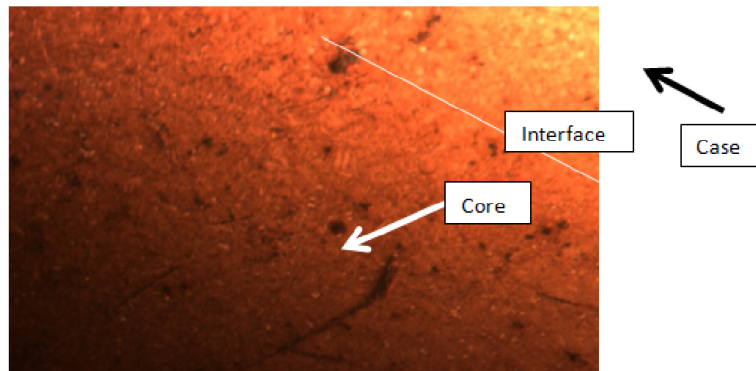


Figure 3: Sample B Carburized at 800°C held for 60 minutes of micro hardness 35.5 HR surface hardness 49.9 HR

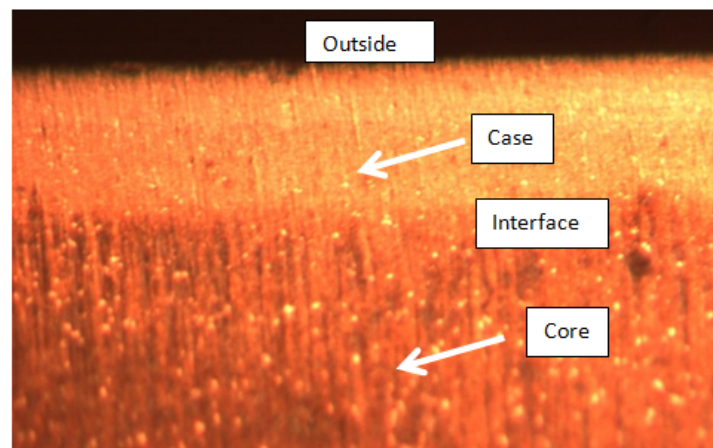


Figure 4: Sample C Carburized at 800°C held for 120 minutes, micro hardness 29.1 HR surface hardness 52.3 HR

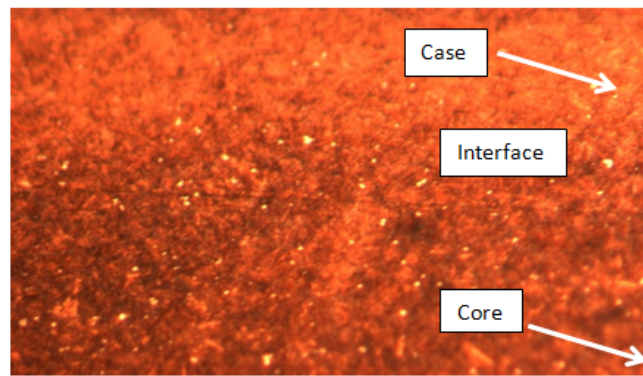


Figure 5: Sample D Carburized at 850°C held for 60 minutes, micro hardness 25.1 HR surface hardness 55.7 HR

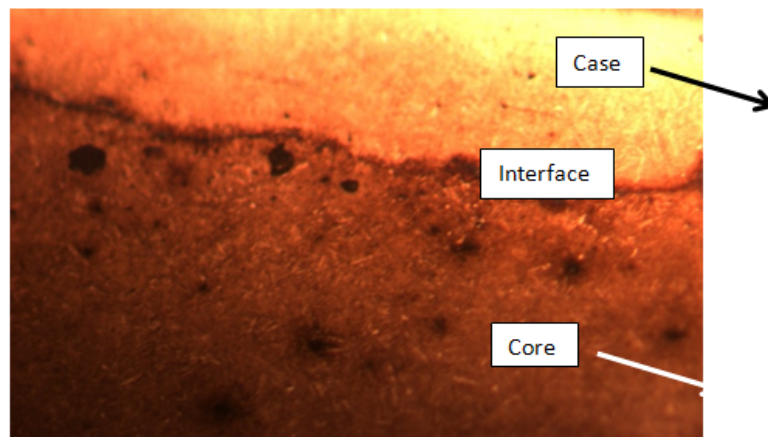


Figure 6: Sample E Carburized at 850°C held for 90 minutes, micro hardness 42.5 HR and surface hardness 56.4 HR

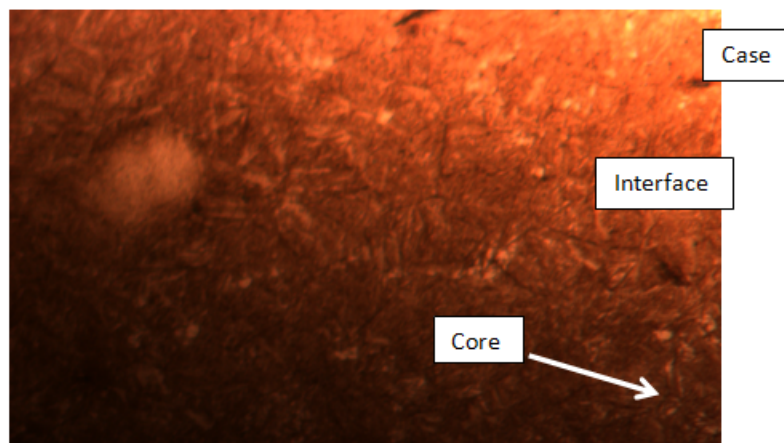


Figure 7: Sample F Carburized at 850°C held for 120 minutes, micro hardness 40.7 HR and surface hardness 57.7 HR

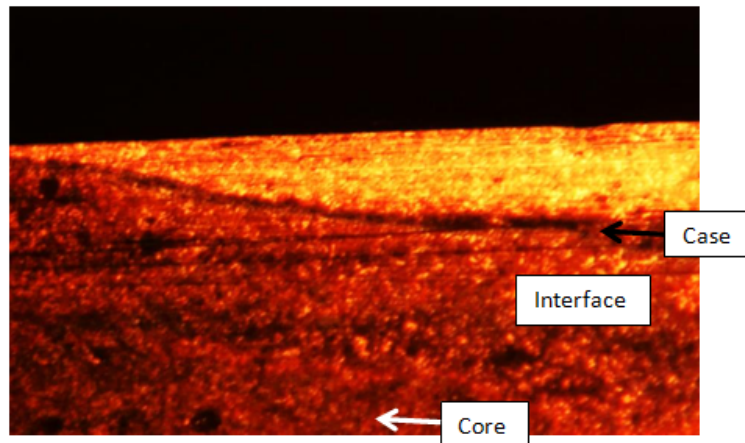


Figure 8: Sample G: Carburized at 900°C held for 60 minutes, micro hardness 31.0 HR surface hardness 59.0 HR

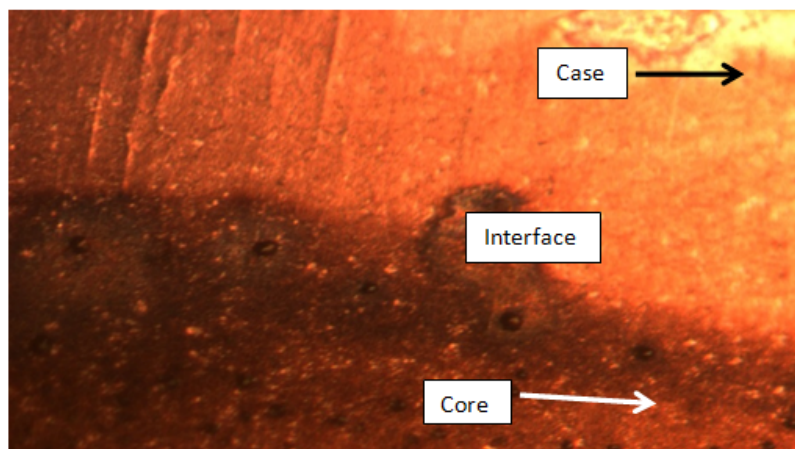


Figure 9: Sample H Carburized at 900°C held for 90 minutes, micro hardness 38.1 HR surface hardness 59.7 HR

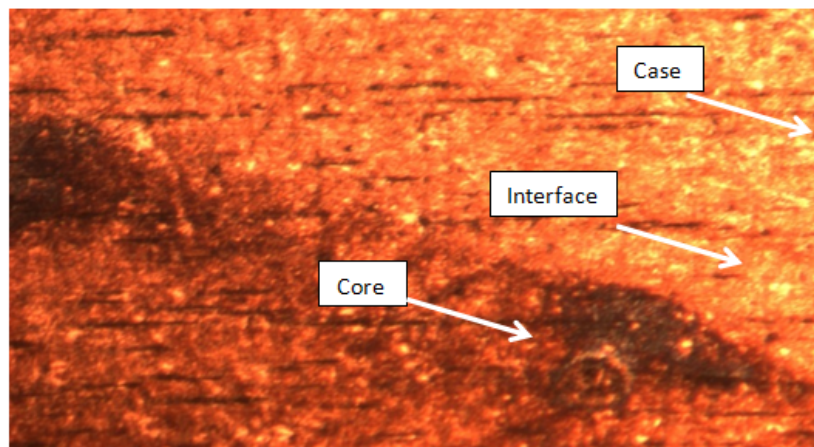


Figure 10: Sample I Carburized at 900°C held for 120 minutes, micro hardness 39.1 HR surface hardness 61.1 HR

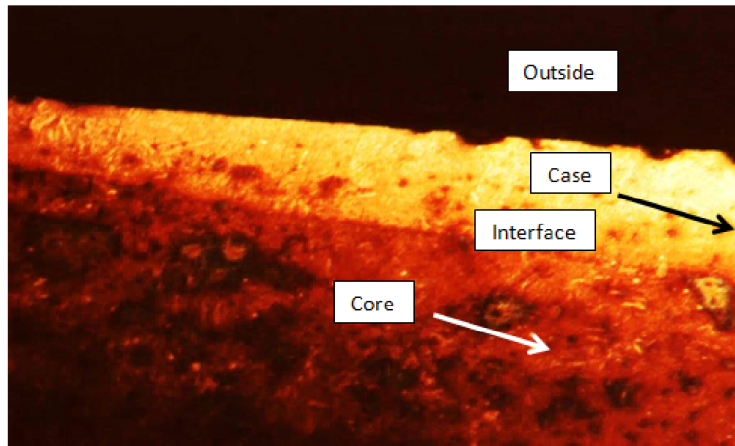


Figure 11 Sample J Carburized at 950°C held for 60 minutes, micro hardness 35.3 HR surface hardness 63.5 HR

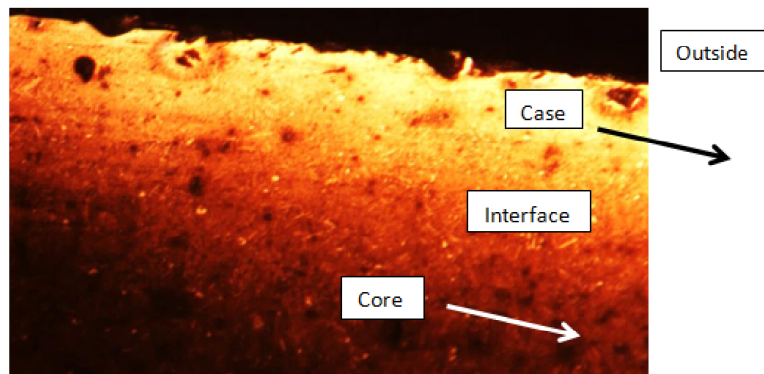


Figure 12: Sample K Carburized at 950°C held for 90 minutes, micro hardness 45.2 HR surface hardness 65.7 HR

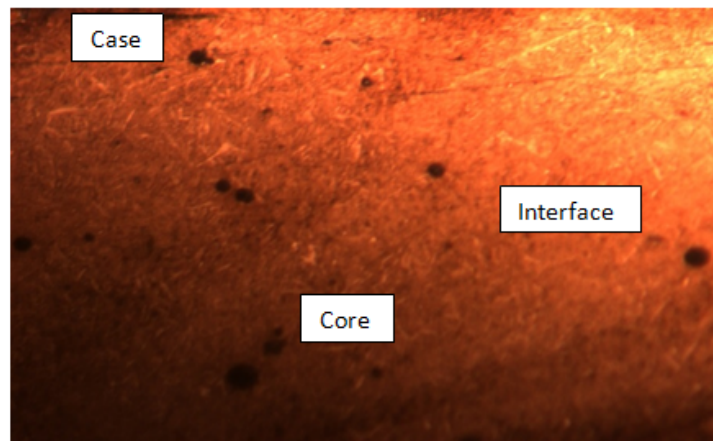


Figure 13: Sample L Carburized at 950°C held for 120 minutes, micro hardness 47.9 HR surface hardness 76.8 HR

3.4 DISCUSSION OF RESULT

The project utilized recycled steel (crankshaft and connecting rod) for casting using palm kernel shell as carbon additive to develop cutting tools of best optimum performance. During the selection of materials the composition analysis for carbon was 0.560 but after the melting of the materials their percentage drop to 0.450 as a result of oxidation reaction that took place during melting. Melt correction was done by adding alloying elements in its pure form to increase the percentage of carbon to 0.65 of HSS range. This result was in agreement with earlier reports as found in

Carburizing the samples enhance the modification of the microstructure and increase in its hardness, wear resistance of both surface and core layers of the cutting tool. The used of energizer Barium trioxocarbonate (v) (BaCO_3) in 20% proportion increased the rate of carbon penetration into the layers of the tools. It was observed in Table 5 that the sample carburized at 950°C held for 120 minutes has the highest surface hardness of 76.8HR and micro hardness of 47.9HR, this show that the higher the carburizing temperature with longer holding time the higher the hardness of both core and layer in agreement as in [10].

The micro- hardness (core) of the carburized samples are L>Control>>K>E>F>I>H>A>B>J>C> G>D while Surface hardness (case) are L>control>k>J>Cl>H>G>F>E>D>C>B>A .The cutting tools developed has highest micro hardness and surface hardness that shown the significant of the tools produced in cutting operation. Increase in hardness value is effective as a result of palm kernel shell has enough proportion of carbon to penetrate into the layers of the tools. This agreed with research carried out as in[10].

It was observed that the sample carburized at 800°C held for 60minutes as shown in figures 6, 19 and 20 having higher micro hardness than sample carburized at 800°C held for 120 minutes, in this case low carburizing temperature with less holding time will some cases have higher hardness than with more time if the amount of carbon in the carburizer and energizer has been exhausted, in such case prolonging the holding time at higher temperature may not much significant effects on the cutting tool.

Metallographic studies of the samples of cutting tools shown in Figures 1 to 13 represent the micro structural analysis of the twelve samples with one control it can be observed from the result that the interface in each micrograph depicts the boundary across which the carbon diffusion travels from the case to the core.

The hardness and strength of martensite structure increased sharply with increase in carbon content. Contribution to the strength arises from the carbon in solid solution, carbides precipitated during the quench, dislocations introduced during the transformation, and the grain size. Fig 18 gave clear traits of diffusion of carbon into the center of the sample which led to increased volume fraction of carbides that formed in the material. This is also responsible for the highest micro-hardness and surface hardness of 47.9 HR and 76.8 HR respectively as established in [4].

The volume of carbide here is highest in sample L. Hence sample L is the choice sample because it has the best combination of treatment parameters and can be recommended for use in tools steel applications. More diffusion of carbon into the center of the sample C which led to increase in volume fraction of carbides which were formed in the material. This is also responsible for a higher surface hardness of 52.3 HR. The volume of carbide here is more than in sample B [2].

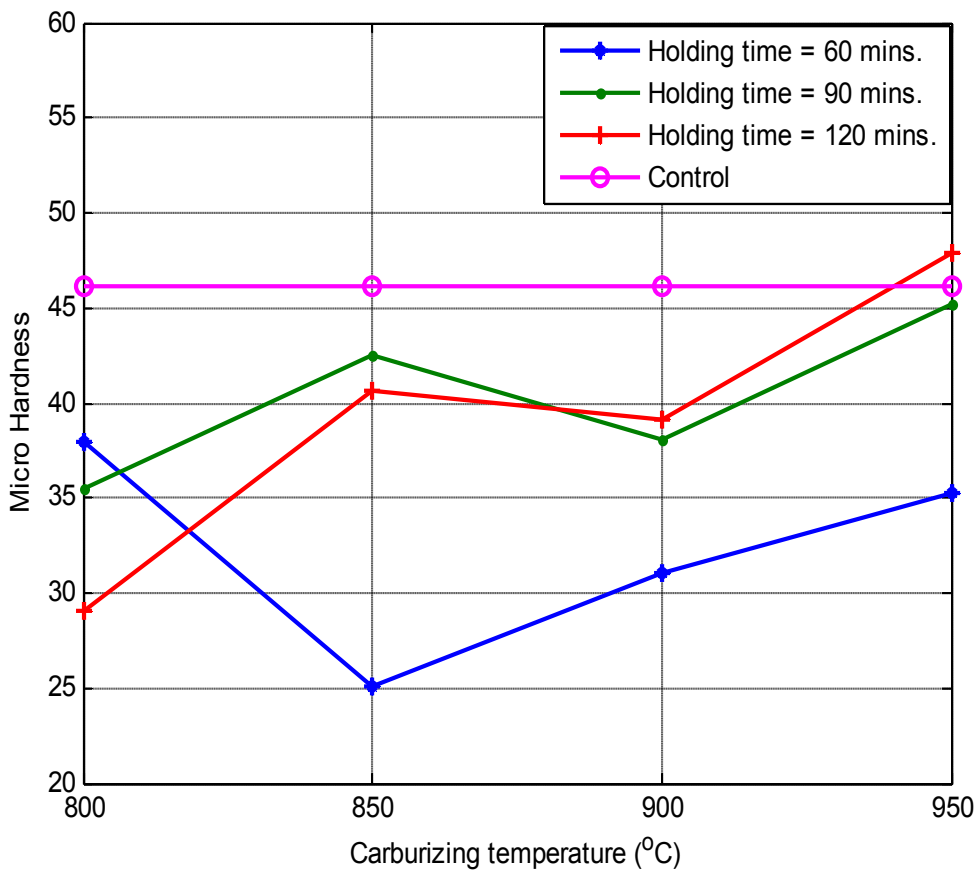


Figure14: Effects of holding time and carburization temperature on the material micro hardness at 10 minutes machining time

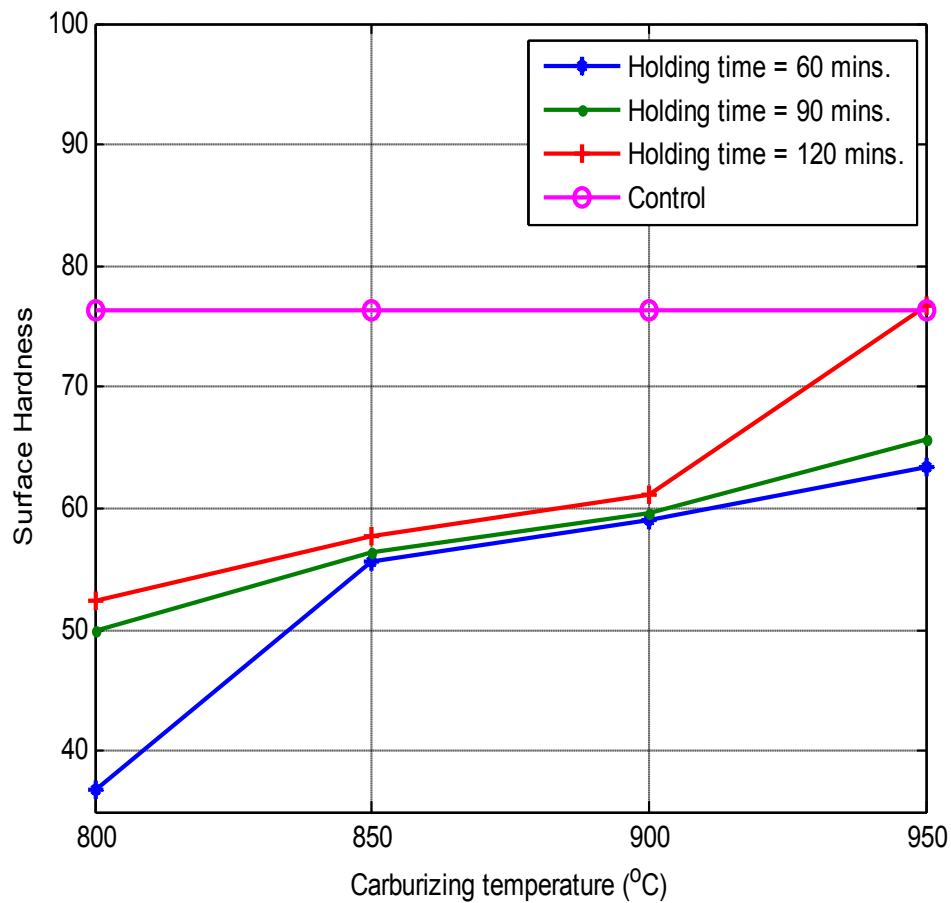


Figure 15: Effects of holding time and carburization temperature on the material energy absorbed at 10 minutes machining time

4 CONCLUSION

Production of cutting tools from recycled steel using palm kernel shell as shown a significant improvement in hardness and wear resistance with highest micro-hardness and surface hardness of 47.9 HR and 76.8 HR over the imported type (HSS).

The simulation of the model gave the best optimal cutting tools parameters which were applicable in the production of the cutting tools especially in the area of selection of materials, melt correction, casting, carburization and experimental analysis. The carburized mild steel showed higher value in hardness, wear resistance and tensile strength with better performance in cutting operation as cutting a tool. The ability of the developed cutting tool to cut low and medium carbon steel materials indicates the value of high speed in the steel metal. The hardness and strength of martensile structure increased sharply with increase in carbon content as a result of carbides precipitated during the quenching with oil that introduced dislocation during the transformation.

ACKNOWLEDGEMENT

I appreciate the assistance offered by the Management Federal University of Technology Akure, Ondo- State, Federal Institute of Industrial Research Oshodi, Lagos (FIRO), Engineering Materials and Development Institute, Akure. (EMDI) and Engineering foundry Ltd-Lagos for an opportunity to use their facilities.

REFERENCES

- [1] Adejuyigbe Sam. B. (2000) Tools design for metal cutting. ISBN 978-34859-2-X
- [2] Alagbe M. 'Effects of some Carburizing Media on Surface Hardening of Low Carbon steel' Volume 3, December 2011.
- [3] Aramide F.O, Simeon Al, Isiaka O.O, Joseph O.B, 2010. Pack carburization of mild steel using pulverized bone as carburize optimizing process parameters. Leonardo Elect J Pract Techno 16:1-12
- [4] Child HC. Surface hardening of steels. London: Oxford University Press 1980.
- [5] Craig F. Case hardening In a Home Garage. 2006.
- [6] Dolinsek S., Kopac J., Acoustic emission signals for tools wear identification, wear 225- 229 (1999).
- [7] Fono-Tamo R.S. and Koya O.A Characterization of Pulverized Palm Kernel Shell for Sustainable Waste Diversification. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 4, April-2013.
- [8] Klocke F, Beck T, Hoppe S, Krieg T, Muller N, Nothe T, et al. Examples of FEM applications in manufacturing technology. J matter process Tech 2002; 120(1-3). 2006; pp. 223-228.
- [9] Li K, Gao XL, Sutherland JW, Finite Element simulation of the orthogonal metal cutting Processes for qualitative understanding of the effects of crater wear on the chip formation process. J Matter process Tech 2002; 127 (3); 309-324
- [10] Oyetunji A., Adeosun S.O 'Effects of Carburizing Process Variables on Mechanical and Chemical Properties of Carburized Mild Steel' Journal of basic & Applied Sciences, 2012, 8,319-
- [11] Paul Aondona Ihom. Case hardening of mild steel using cow bone as energizer. Vol 14 pp. 97-101, October 2013. Prime MB, Prantil VC, Rangaswamy P, Garcia FP. In: Bottger AJ
- [12] Delhez R, Mittemeijer E. J, Eds. Residual Stress Measurement and Prediction in a Hardened Steel Ring Materials Science Forum; Residual Stress ECRS 5. Stamford: Thomson Scientific; 2006; pp. 223-228.
- [13] Raviraj Shetty, R. Pai, V. Kamath and S.S. Rao 'Study on surface Roughness minimization in turning of DRACs using surface roughness methodology under pressured steam jet approach' ARPN journal of Engineering and applied sciences. Vol. 3 No. 1. Feb. 2008.
- [14] Prime MB, Prantil VC, Rangaswamy P, Garcia FP. In: Bottger AJ, Delhez R, Mittemeijer E. J, Eds. Residual Stress Measurement and Prediction in a Hardened Steel Ring. Materials Science Forum; Residual Stress
- [15] Okongwu D.D, 1989. Assessment of the efficacy of some carbonates minerals as energizers in pack carburization of mild steel J NSE, 30-35

Sylviculture du *Millettia laurentii* De Wild. (Wenge) par macroboutures dans les savanes herbeuses du plateau des Batéké à Ibi/RD Congo

[Sylviculture *Millettia laurentii* De Wild. (Wenge) by macroboutures in grassland plateau Bateke Ibi / DR Congo]

Ruffin NSIELOLO KITOKO¹⁻², Jean LEJOLY³, and Jules ALONI KOMANDA⁴

¹Université de Kinshasa, Ecole régionale postuniversitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et territoires Tropicaux (ERAIFT), Po Box: 15373, Kinshasa, RD Congo

²Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme (RDC),
Direction de Développement Durable,
2895, Boulevard du Palais de la Nation, Kinshasa/Gombe, RD Congo

³Université Libre de Bruxelles, Herbarium de l'Université Libre de Bruxelles,
Herbarium de l'ULB-CP 169, RD Congo

⁴Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Sciences de la terre,
B.P 190 Kinshasa XI, RD Congo

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

ABSTRACT: *Millettia laurentii* De Wild. is the high value species most exploited for timber in the Democratic Republic of Congo. For this, the species suffers from natural regeneration deficit to overcome this drawback, this study aims to develop relatively simple and efficient methods of vegetative multiplication of this species: the macrocutting. Four silvicultural techniques have been tested on a plot of a quarter of hectare (n=196). Gathering respectively macrocutting up to 1.50, 1.30, 0.75 and 1 meter above ground. After 12 months of observation, the treatments 1 and 0.75 meter height showed the highest percentage by number of the granulations is 75.5% with a mean of 9.8 ± 5.1 in macrocutting 1m followed by 69.3% with an average of 6.7 ± 4.1 in macrocutting 0.75 meter. In the treatments with the macrocutting 1.50 and 1.30 meters high, the rate of granulation was 63.2% respectively with an average of 5.7 ± 4.6 and 63.2% with a mean of 5.7 ± 4.6 . The mortality rate was as high: 12% among macrocutting of 1 meter, 14% for those of 0.75 meters, 18% and 16% for macrocutting 1.5 and 1.3 meters.

KEYWORDS: Sylviculture, *Millettia laurentii*, macrocutting, Ibi-Bateke.

RÉSUMÉ: *Millettia laurentii* De Wild. est l'espèce à haute valeur commerciale la plus exploitée pour le bois d'œuvre en République Démocratique du Congo. Cependant, l'espèce souffre d'un déficit de régénération naturelle dont quelques essais de multiplication par graines sur le plateau des Batéké ont donné de bons résultats, mais les recherches n'ont pas avancé par manque de moyens. Pour pallier cet inconvénient, la présente étude vise à mettre au point de méthodes relativement simples et efficaces de multiplication végétative de cette espèce: les macroboutures.

Quatre techniques sylvicoles ont été testées sur une parcelle d'un quart d'hectare (n=196) regroupant respectivement les macroboutures à hauteur de 1,50, 1,30, 1 et 0,75 mètre au-dessus de sol. Après 12 mois d'observation, les traitements 1 et 0,75 mètre de hauteur ont montré le pourcentage le plus élevé en nombre des bourgeonnements soit 75,5% avec une moyenne de $9,8 \pm 5,1$ chez les macroboutures de 1 mètre suivi de 69,3% avec une moyenne de $6,7 \pm 4,1$ chez les macroboutures de 0,75 mètre. Dans les traitements avec les macroboutures de 1,50 et 1,30 mètre de haut, le taux de

bourgeoisement a été respectivement de 63,2% avec une moyenne de $5,7\pm 4,6$ et 63,2% avec une moyenne de $5,7\pm 4,6$. Le taux de mortalité a été aussi élevé: 12% parmi les macroboutures de 1mètre, 14% pour celles de 0,75 mètre, 18% et 16% pour les macroboutures de 1,5 et 1,3 mètre.

MOTS-CLEFS: Sylviculture, *Millettia laurentii*, macrobouture, Ibi-Batéké

INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, les bonnes qualités technologiques des bois de plantations se confirment, notamment en dehors de leurs aires d'origine (Dupuy et N'guessan, 1999). Les espèces à usages multiples les plus utiles localement pourraient être aussi multipliées, à peu de frais et à petite échelle, par des populations rurales défavorisées et éloignées des pépinières urbaines (Bellefontaine, 2005). Tel est le cas de *Millettia laurentii* De Wild., une des principales essences de la filière bois en RD Congo du fait des propriétés technologiques et esthétiques de son bois (Menga et al., 2012) et occupe actuellement une place importante parmi les essences les plus exploitées et exportée en RD Congo avec un volume total de 28.243 m³/an qui a rapporté 18.83 millions d'Euro en 2010 (MECNT et al., 2012). Ces habitats sont ainsi très sollicités par les opérateurs forestiers, en plus des populations riveraines qui utilisent ses jeunes pieds comme perches de construction, d'exhaussement de carrosseries de camions, de bois d'œuvre et pour la carbonisation etc. comme sa densité est de trois tiges seulement par hectare (Menga, 2012). Elle devient donc vulnérable (Malele, 2003). Son aire de distribution, est aujourd'hui en régression, parce que l'espèce souffre d'un déficit de régénération naturelle comme dans d'autres cas d'essences exigeantes en lumière (Bourland et al, 2012). De ce fait, elle est très prisée et largement utilisée pour la production de bois d'œuvre et de service (Dupuy et N'guessan, 1999).

Il apparaît qu'aucune solution crédible n'est jusqu'ici envisagée pour pallier cet inconvénient du moins en RD Congo. Aussi est-t-il particulièrement souhaitable que la recherche teste des techniques de multiplications innovantes pour de récoltes durables de *M. laurentii*, qui est menacé par la surexploitation destinée au marché international (Lemmens, 2010).

La présente étude a pour objectif de proposer un modèle de sylviculture par macro boutures susceptible de préserver, d'améliorer et de renforcer la densité de cette espèce en la faisant passer de 3 à 98 pieds à l'hectare.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

SITE D'ÉTUDE

Le plateau des Batéké a déjà été décrit par plusieurs auteurs (Basaula, 1989, Biloso, 2008, Bisiaux et al., 2009, Kasongo et al., 2009 Kasongo, 2010). Pour rappel, Ibi village est situé sur ce plateau entre les latitudes 4° 15'et 4° 25' Sud, et les longitudes 16°4'et 16°12'Est. Le site appartient, administrativement, à la Commune urbano-rurale de Maluku, ville de Kinshasa. La station Ibi, de forme plus au moins triangulaire s'étend sur 20.000 ha . Elle est délimitée au Sud par la route reliant Kinshasa à Kikwit (nationale n°1), à l'Ouest et à l'Est par les rivières Lufimi et Duale. Son climat est tropical humide du type Aw4 selon les critères de Köppen et connaît des précipitations moyennes annuelles de l'ordre de 1500 mm (Habari et al. 2010). Les diagrammes ombrothermiques des stations de Mbankana et Mampu situées à plus au moins 10 km du site Ibi présentés à la figure 1(a) et (b) en illustrent les paramètres climatiques des dix dernières années.

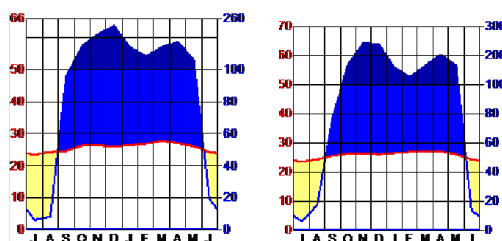


Fig.1: Diagrammes ombrothermiques des stations Mampu (a) et Mbankana (b) à 10km à l'Est d'Ibi

La population est composée d'ouvriers agroforestiers habitant sur le site avec leurs familles, à laquelle viennent s'ajouter les populations des villages, hameaux et fermes situés dans un rayon d'environ 20 kilomètres autour de la station Ibi. La végétation est essentiellement constituée de savanes herbeuses parsemées de restes de lambeaux forestiers et de galeries forestières dégradées.

METHODES D'ETUDE

Les macroboutures de *M. laurentii* constituent essentiellement notre matériel biologique. La méthode d'étude est basée sur l'observation et le comptage des bourgeons sur les macro boutures. Le comptage de bourgeons sur les macro boutures a été fait à trois niveaux: la base de 0 à 50 cm, au milieu de 50 à 100 cm et au sommet supérieur à 100 cm du sol.

Le dispositif expérimental a été constitué d'un quart d'hectare soit 50m de côté, divisé en quatre quadras ou sous placettes. Chaque quadra a 25m de côté séparé des quadras voisins par un layon d'un mètre. Ces petites unités de surface ont été choisies en fonction de la disponibilité des macroboutures de *M. laurentii*.

Les jeunes macroboutures utilisées, ont été sélectionnées et coupées à la machette sur des touffes sauvages qui correspondent au recru après coupe de gros individus (taillis), il y a plusieurs dizaines d'années. La mise en place des macroboutures s'est faite directement en savane arbustive non modifiée mais mise en défens contre le feu. Le dispositif a été mesuré à l'aide de décamètre ruban et les poteaux en bois ont servi de repères. En octobre, début des pluies, le sol est humide de manière quasi permanente et l'important couvert graminéen empêche un remuement rapide du sol entre deux pluies. La plantation des macroboutures à 30 cm de profondeur permet de les mettre en contact avec la partie du sol profond non ressuyé.

La plantation de macroboutures a tenu compte de quatre traitements à des hauteurs différentes, réparties de la manière suivante:

le Premier traitement (T_1) est constitué de macro boutures de *M. laurentii* de 1,5m de hauteur au dessus du sol, le second traitement (T_2) a été composé de macroboutures de 1,3m au-dessus du sol. Le troisième traitement (T_3) d'un mètre de hauteur au dessus du sol et le quatrième traitement (T_4) a été constitué des macroboutures de 0,75m. Les macroboutures ont été disposées en 7 lignes et 7 colonnes, avec un écartement de 3x3m, ce qui représente 49 macro boutures dans chaque sous placette, soit un total de 196 macroboutures. Chaque macrobouture a été enfouie à 30cm dans le sol. Durant le transport, nous avons pris soin de réduire au maximum les stress hydriques comme le recommandent Bellefontaine et al., (2011).

Les observations qui ont été menées sont de deux types comme dans l'étude réalisée par Ouedraogo (1988):

- appréciation de l'adaptabilité et de la vigueur des plants par des comptages de plants vivants et des mesures de diamètres au collet de la macrobouture ont été prélevées à l'aide d'un pied à coulisse;
- suivi morphologique et comptage de nombre de pousses (rejets) pour chaque macrobouture.

Le système racinaire de trois pieds de *M. laurentii* issu de semis direct (1), de plante en sachet (2) et de macro bouture (3), a été étudié dans le but de mettre au point le comportement morphologique des parties souterraines et aériennes et d'observer la vigueur et la croissance des plants issus des différentes techniques (Ouedraogo, 1988)

TECHNIQUES D'ANALYSE DES DONNÉES

Les données ont été récoltées pendant 12 mois puis saisies à l'Excel pour le prétraitement et le rapport détaillé en ce qui concerne l'évolution en hauteur et en diamètre des arbres. L'analyse de la variance à un facteur (*one-way analysis of variance*) a été faite à l'aide du logiciel Past version 2.0 et en utilisant la statistique de Neter et al. (1996) et Ramousse et al., (1996), (in <http://www.cons-dev.org/elearning/stat/parametrique/5-3/5-3.html>.) pour chercher le rapport de la variance entre les groupes et à l'intérieur des groupes.

Le jour de la plantation, les macroboutures ont zéro mois, temps initial (T_0); le diamètre au collet pour chaque pied a été prélevé et la moyenne de diamètre a été calculée pour chaque traitement.

Deux hypothèses ont été vérifiées, (H_0) signifiant que tous les traitements ont la même moyenne; l'hypothèse alternative (H_1) indiquant qu'au moins l'un d'eux a une moyenne différente des autres.

RESULTATS

EVOLUTION DE DIAMETRES (CM) DES MACROBOUTURES DE *M. LAURENTII* A IBI-BATEKE

Au temps zéro la moyenne de diamètre au collet (tableau I) était de 3,6cm±0,6 pour T1; 3,6 cm±0,8 pour T2; 3,5cm±0,7 pour T3 et 3,7cm±0,6 pour T4; les moyennes sont homogènes et aucune différence significative (P=0,87) au seuil de 5% n'a été observée entre les quatre.

Tableau I: Evolution des diamètres moyens (cm) au collet des macroboutures de *M. laurentii* de 0 à 12 mois à Ibi- Batéké (n=49)

Années	2012		2013				
	octobre	décembre	février	avril	juin	août	octobre
Mois							
Age (mois)	0	2	4	6	8	10	12
Temps	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆
T1	3,6±0,6	3,4±0,6	3,5±0,6	3,6±0,6	3,9±0,6	4,0±0,6	4,1±0,7
T2	3,6±0,8	3,3±0,6	3,3±0,7	3,6±0,8	3,7±0,8	3,9±0,8	3,9±0,8
T3	3,5±0,7	3,5±0,7	3,8±0,8	4,2±0,7	4,5±0,7	4,3±0,8	4,4±0,8
T4	3,7±0,6	3,6±0,6	3,7±0,6	4,0±0,5	4,2±0,5	4,2±0,4	4,3±0,4

avec T1=1,5m; T2= 1,3m; T3= 1m; T4 = 0,75m

En décembre 2012, les macroboutures ont deux mois de vie et ne montrent pas de différence significative (P=0,12) entre les traitements; leurs diamètres qui devraient augmenter, baissent de 0,1cm±0,02 dans l'ensemble pour deux raisons: la première est que les plantes devaient vivre des réserves de leur sève pour compenser l'absence de racines, la seconde est l'apparition de bourgeons latéraux sur le tronc des macroboutures (tableau III et Fig.2).

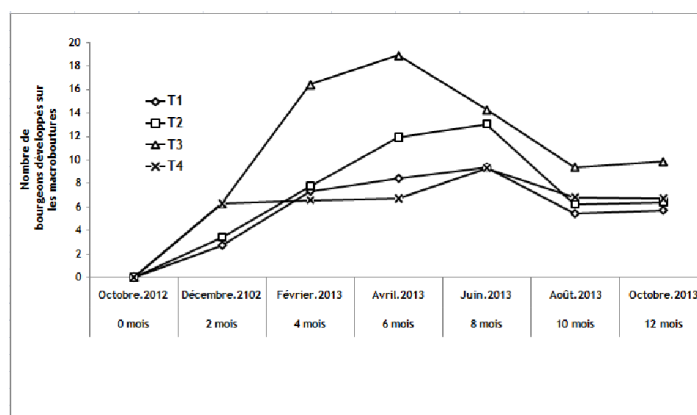


Fig.2: Evolution moyenne des bourgeons sur les macroboutures de *Millettia laurentii* de 0 à 12 mois à Ibi-Batéké

En octobre 2013, les plantes sont âgées de 12 mois, les moyennes de diamètre enregistrées sont 4,1cm±0,7 pour T1; 3,9cm±0,8 pour T2; 4,4cm±0,8 pour T3 et 4,3cm±0,4 pour T4. L'analyse de la variance a révélé que l'accroissement en diamètre entre les quatre traitements n'a connu aucune différence significative (P=0,05).

TAUX DE SURVIE

Tableau II: Taux de survie de macroboutures de *M. laurentii* par traitement en octobre 2013 (n=49)

Traitements	Nombre de pieds vivants	Nombre de pieds morts
1,5 m	31	18
1,3m	33	16
1m	37	12
0,75m	35	14

Au départ, chaque placette contenait 49 pieds des macroboutures, le taux de mortalité est plus élevé dans T1 avec 18 pieds et 16 dans T2 (tableau II). Les T3 et T4 ont été les moins affectés respectivement avec 12 et 14 pieds.

EVOLUTION DU NOMBRE DE BOURGEONNEMENTS SUR LES MACROBOUTURES DE *M. LAURENTII* DE 0 A 12 MOIS PAR TRAITEMENT

Il ressort du tableau III qu'en décembre 2012, (deux mois après la plantation), les premiers bourgeonnements sont déjà apparus. Cependant, chaque traitement présente une évolution spécifique: T1 a une allure en dent de scie; par contre T2 et T3 montrent un accroissement des bourgeons de décembre 2012 à juin 2013 avant de décliner en août 2013 à cause de la grande saison sèche et l'enracinement superficiel; dans le même temps T4 reste en état quasi stationnaire sur toute la période. Il est donc normal que le nombre de bourgeonnement entre les quatre traitements présente une différence significative ($P=0,001$) et que la moyenne entre les groupes soit cinq fois plus grande (69,5) qu'à l'intérieur de groupe (12,3).

Tableau III: Evolution du nombre moyen de bourgeons vivants sur les macroboutures de *M. laurentii* de 0 à 12 mois après mesure en terre

Années	2012		2013				
	octobre	décembre	février	avril	juin	août	octobre
Age (mois)	0	2	4	6	8	10	12
Temps	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
T1	0	2,7±2,1	7,3±5,7	4,4±6,9	9,3±7,0	5,4±4,7	5,7±4,6
T2	0	3,3±2,8	7,7±4,8	11,8±5,3	13,0±4,4	6,2±3,9	6,3±3,9
T3	0	6,2±4,9	16,4±8,3	18,8±8,0	14,2±5,5	9,3±4,9	9,8±5,1
T4	0	6,2±3,6	6,5±4,9	6,6±6,4	9,2±4,9	6,8±4,2	6,7±4,1

DISPOSITION DES BOURGEONS VIVANTS SUR LES MACROBOUTURES DE *M. LAURENTII* DE 12 MOIS

Le comptage de bourgeons vivants sur les macroboutures a été fait à trois niveaux: à la base de 0 à 50 cm, au milieu de 50 à 100 cm pour tous les traitements et au sommet (au-delà de 100 cm) pour T1 et T2 seulement (Tableau IV). Il ressort de ces résultats que 51% de bourgeons ont été observés à la base, 38% au milieu pour tous les traitements et 20% au sommet pour T1 et T2. Ce taux élevé des bourgeons à la base est imputable à notre vu au fait que la base la macrobouture est la partie qui bénéficie le plus de l'humidité du sol par ce que l'on remarque que les macroboutures séchant déjà du haut vers le bas les deux premiers mois sans doute avant l'apparition des racines.

Tableau IV: Disposition des bourgeons vivants sur les macroboutures de *M. laurentii* de 12 mois (%)

Hauteur de bourgeonnement	Traitements				Moyenne
	T1	T2	T3	T4	
Sommet > 100cm	18,0	22,0	-	-	20,0
Milieu 50 à 100 cm	37,8	34,3	35,7	46,0	38,4
Base ≥ 50 cm	44,0	43,6	64,2	53,9	51,4

ETUDE COMPARATIVE DES SYSTEMES RACINAIRES DE *M. LAURENTII* ISSU DE TROIS TYPES DE PLANTATION

L'étude comparative de système racinaire de *M. laurentii* issu de trois types de plantation a été faite dans le but de comparer le développement de parties souterraines de cette espèce dans des conditions de plantation différente (Tableau V).

Tableau V: Système racinaire de *M. laurentii* issus de trois types de plantation à Ibi-Batéké

Paramètres	Semis direct	Pépinière	Macrobouture
Hauteur de la plante (cm)	125	132	130
Diamètre au collet (cm)	1,4	1,6	3,7
Nombre de racines pivotantes	1	0	0
Nombre de racines secondaires	8	2	5
Nombre de radicelles	40	65	64
Profondeur au sol (cm)	68	45	42
Nodules	1	0	0

Chez la plante obtenue par semis direct, il y a développement de la racine pivotante jusqu'à 68 cm de profondeur sur laquelle prennent naissance 8 racines secondaires et 40 radicelles; l'ensemble des racines fixe bien la plante au sol (Fig.4.a); chez la plante ayant passé un temps en pépinière dans un sachet plastique (Fig.4.b), il y a eu développement de deux racines de même dimension au même endroit avec 65 racines secondaires; chez la plante issue de la macrobouture, on observe la naissance de 5 racines adventives formant un enracinement fasciculé partant de la base avec 64 radicelles (Fig.4.c). La profondeur atteinte dans les deux derniers est de 45 cm chez la plante semée en sachet et de 42 cm pour la macrobouture.



Fig.3(a): Bourgeonnement de la macrobouture de 1m après 4 mois de plantation



Fig.3(b): Bourgeonnement de la macro macrobouture de 1,3m après 8 mois de plantation



Fig.4.a: Système racinaire de la plante de semi directe



Fig.4.b: Système racinaire de la plante issue de pépinière



Fig.4.c: Système racinaire de la plante de macro bouture

DISCUSSION

La survie des macroboutures ainsi que le succès de nombre des bourgeons (tableaux II et III et Fig.3) dépendent de la hauteur de la macrobouture; les macroboutures les plus courtes de T3 et T4 ont rejeté plus facilement et donné un bon nombre de bourgeonnements et de survie.

Les observations montrent également que plus de 80% de bourgeons se sont développés à la base et au milieu pour toutes les macroboutures, mais beaucoup de bourgeons se sont desséchés et sont tombés pendant la saison sèche et il ne subsistera plus après deux mois qu'environ 6 bourgeons vivants au maximum tous localisés de 0 à 50/60 cm de hauteur. Ces résultats corroborent ceux de Yossi et al., (2002) cités par Yossi et al., (2006) en zone irriguée de l'Office du Niger qui indiquent que les boutures de 1m de longueur assurent le plus fort taux de survie aux plants; elles sont suivies par les boutures de 0,50 à 0,75 m de longueur.

Le bourgeonnement précoce (ici deux mois seulement après plantation) c'est-à-dire avant le développement de la rhizogénèse a été également observé par certains auteurs qui l'attribuent aux réserves contenues dans la tige (Kambou, 1992, Bationo, 1994) in Mamadou (2000).

Dans ce sens Mamadou (2000) qui a étudié la phénologie, la régénération naturelle et des usages de *Piliostigma reticulatum* en zone nord soudanienne du Burkina Faso pense que le facteur diamètre jouerait un rôle déterminant dans le succès des essais; les boutures des rameaux juvéniles et celles des parties apicales n'ayant rien donné parce que les jeunes rameaux viables ne contiendraient pas de réserves nutritives suffisantes pour permettre un éventuel bourgeonnement; ces résultats rejoignent ceux de Yossi et al., (2006) selon les quels en général les boutures prises à la base du tronc ont plus de chance de réussir que celles prises à l'extrémité des branches; ceci expliquerait sans doute la mortalité élevée dans les traitements utilisant les macroboutures les plus longues.

Le traitement T4 (0,75cm) suggère une nouvelle hypothèse de recherche intéressante; le fait que ces macro boutures aient gardé quasiment le même nombre de bourgeonnement tout au long de l'expérience pourrait signifier qu'il y avait là le nombre seuil critique de bourgeons à ne pas dépasser sous peine d'une compétition alimentaire qui se traduirait tôt au tard par l'alimentation de certains d'entre eux.

Il est en effet curieux de constater au 12^{ème} mois, que le nombre de rejets résiduels survivants est comparable (~ 6) à peu de chose près quel que soit le traitement. Ce qui doit être avantageux pour espérer avoir des rejets vigoureux, surtout s'ils se développent dans la partie inférieure de la macrobouture, pour la conduite de la plantation en monocaulie; le bouturage permet aussi d'obtenir rapidement des individus vigoureux (Ouedraogo, 1988).

Pour lutter contre les animaux herbivores, l'expérience a confirmé l'avantage de la morphologie de systèmes racinaires pivotants mono axiaux dont selon Fuscidere, (1987); Leroux et al., (1994), Mguis et al., (2005) in Laamouri et al., (2008) la longueur de la racine principale signifie un enracinement profond, qui se développe verticalement (orthogéotrope); il est privilégié par les plantes de semis direct; elle permet de mieux fixer la plante et d'empêcher les animaux de la déterrer (Yossi et al., 2006). Pour la plante issue de sachet, Ouedraogo 1988 (1988) indique que ces plantes ont généralement un pivot qui se ramifie, comme cela s'est produit dans notre expérience souvent aux environs de 20 cm; cette dimension correspond à la hauteur de sectionnement du fond du sachet de semis à la transplantation; elle provoque des ramifications du pivot des individus alors que les boutures ont des systèmes racinaires denses; ces racines se résorbent pour ne laisser que deux à huit racines à développement inégal.

CONCLUSION

Les résultats obtenus permettent de tirer les renseignements suivants:

M. laurentii est une espèce largement utilisée compte tenu de l'excellente qualité technologique de son bois. L'espèce se reproduit facilement par bouture, technique sylvicole permettant la multiplication à peu de frais. Le macrobouturage présente l'avantage d'être facilement utilisé dans des reboisements à petite ou à grande échelle voire des haies vives localement par des populations rurales. La technique permet d'opérer directement sur le terrain, d'économiser l'argent parce que ne nécessitant pas d'arrosage ni une main d'oeuvre importante ni de technicité et encore moins des moyens sophistiqués mais aussi minimise le temps de travail.

Les macroboutures permettent de produire une plantation qui peut à court terme créer une forêt dont les arbres occupent le dessus sur les graminées de la savane dans laquelle elles sont introduites, cela est dû aux rejets vigoureux qu'elles émettent et devrait permettre d'atteindre la fructification plus rapidement que les semis.

La multiplication par macrobouture peut ainsi concourir au maintien de la biodiversité ligneuse en favorisant le développement dans le sous-bois la germination de ses graines par l'effet de litière et de lisière.

Dans les conditions du plateau sableux des Batéké, l'étude a montré que les macroboutures de 1,3 à 0,75 m ont donné les meilleurs bourgeonnements et une bonne économie de la ressource surtout à la base. Cette technique peut être utilisée dans le cas de reboisement à petite ou à grande échelle et de haie vive localement par des populations rurales dans les conditions du plateau de Batéké.

REFERENCES

- [1] Basaula Ndomdedi: Etude Agrostologique et analyse financière d'un projet bovin sur le plateau des Bateke (Zaïre). Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles, 181p, 1989
- [2] Bellefontaine R: Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie: analyse de 875 cas - Texte introductif, tableau et bibliographie, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), Département forêts, TA 10/D, 34398 Montpellier, France, 26p, 2005
- [3] Bellefontaine R., Ferradous A., Alifriqui M., Fikari O., El mercht S.: Mobilisation de vieux arganiers par bouturage sous nébulisation artificielle. Actes du Premier Congrès International de l'Arganier, Agadir 15 - 17 Décembre 2011, 145-154, 2011
- [4] Biloso A: Valorisation des produits forestiers non ligneux des plateaux des Bateke en périphérie de Kinshasa (RD Congo), Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles, 252p, 2008
- [5] Dupuy B. et N'Guessan A. K, "Première partie la sylviculture du teck", Bois et Forêts des Tropiques, vol.261 n°3, pp 5-16, 1999
- [6] Habari, M., Lejoly, J. & Lubini, A.,. "Flore des forêts communautaires à *Pentaclethra eetveldeana* de la région de Kisantu (R.D. Congo). In: X. van der Burgt, J. van der Maesen & J.-M. Onana (eds), Systématique et Conservation des Plantes Africaines", pp. 643–651. Royal Botanic Gardens, Kew, 2010
- [7] Kasongo Koy R : Amélioration de la qualité des sols sableux du plateau des Bateke (RD Congo) par application des matériels géologiques et des déchets organiques industriels locaux, Thèse de doctorat en Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Gent, 400p, 2010
- [8] Kasongo, R.K., E. Van Ranst, A. Verdoodt, P. Kanyankogote, & G. Baert: Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Batéké plateau (D. R. Congo). Soil Use and Management, 25, 21-27, 2009.
- [9] Laamouri A, Ammari Y, Albouchi A, Sghaier T, Mguis K et Akrimi N.. Etude comparative de la croissance et du développement du système racinaire de trois espèces de jujubier en Tunisie, Geo-Eco-Trop, 32, pp 37 - 46, 2008
- [10] Lemmens R.H.M.J., Omino E.A. & Bosch C.H: Bois d'œuvre de l'Afrique tropicale. Conclusions et recommandations basées sur PROTA 7(1), Fondation PROTA, Nairobi, Kenya, 92 pp, 2010
- [11] Malele M.S: Situation des ressources génétiques forestières de la République démocratique du Congo, Division des ressources forestières, document de travail FGR/56F, FAO, Rome, Italie, 48p, 2003.
- [12] Mamadou T: Etude de la phénologie, de la régénération naturelle, et des usages de *Piliostigma reticulatum* (De.) Hochst. en zone nord soudanienne du Burkina Faso, Université polytechnique de BOBO DIOLASSO, Mémoire de fin d'étude, 95p, 2000.
- [13] Menga P., Bayol N., Nasi R., Fayolle A., " Phénologie et diamètre de fructification du wengé, *Millettia laurentii* De Wild. :Implications pour la gestion". Bois et Forêts des Tropiques, vol.312 n°2, pp31-41, 2012

- [14] Menga P.: Ecologie des peuplements naturels de *Millettia laurentii* De Wild. dans la région du lac Maï-Ndombe, en RD Congo. Implications pour la gestion durable d'une espèce exploitée. Thèse de Doctorat, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences. 209p.
- [15] Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme [MECNT], Coopération Technique Allemande [Giz] et Institut Congolais pour la Conservation de la Nature [ICCN], 2010, Premier Vade-Mecum, édition 2012, 2012
- [16] Neter J., Kutner H., Nachtsheim J., Wasserman w.. Applied linear statistical models, 1408p, 1996.
- [17] Ramousse R., Le Berre M. & Le Guelte L. [Online] <http://www.cons-dev.org/elearning/stat/parametrique/5-3/5-3.html> (02.07.2013): Introduction aux statistiques,1996.
- [18] Ouedraogo J.S. "La multiplication Végétative de *Faidherbia albida*, évolution comparée des parties souterraines et aériennes de plants issus de semis et de bouturage". Bois et Forêts des Tropiques, vol. 237,n°3, pp 31-44, 1988
- [19] Yossi H., Kaya B., Traoré C.O., Niang A., Butare I., Levasseur V., Sanogo D: Les haies vives au Sahel, état des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. Publié par le World Agroforestry Centre, Programme Régional Sahel, Bamako, 60p, 2006

Proposition de claviers téléphoniques pour l'entrée de données dans les langues camerounaises

[The proposal of mobile keypads for data entry in Cameroonian languages]

TÉGUIA BOGNI¹⁻²

¹Centre National d'Éducation, Yaoundé, Cameroun

²Laboratoire Ladyrus (Langues, Dynamiques & Usages), Université de Ngaoundéré, Cameroun

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

ABSTRACT: The learning of Cameroonian languages is timely. Technologies facilitate somehow this learning, yet they have a force that permits a bringing together of people and the wide dissemination of information. The production of documents in Cameroonian languages and their propagation remain shy to a certain extent because of difficult access to electric power, computer equipment and a reliable internet connection for the many. Learning is listed in the same category as the production and dissemination of documents. Such learning can be done, we suggest, from mobile phones, which numbers are growing dramatically. However, one obstacle is present: phones are not suitable for the simple reason that they do not have certain letters and diacritics in Cameroonian languages. Conviction that such contribution may participate in a burst of development, this paper proposes Cameroon phone keypads for entering data such as SMS in all languages of Cameroon. It exposes three multi-taps and a mono-tap telephone keypad. For instance, the article explains how these keyboards were designed, but also how the characters have been disposed on each keypad.

KEYWORDS: text input, SMS, localisation, Mobile-Learning, mobile phone.

RESUME: L'apprentissage des langues camerounaises est d'actualité. Les technologies facilitent tant bien que mal cet apprentissage, pourtant elles sont dotées d'une force qui permet un certain rapprochement entre les personnes et la large diffusion d'une information. La production des documents dans les langues camerounaises ainsi que leur vulgarisation restent timides dans une certaine mesure à cause d'un accès difficile à l'énergie électrique, au matériel informatique, à une connexion Internet fiable pour le plus grand nombre. L'apprentissage s'inscrit sur le même diapason que la production et la vulgarisation des documents. Un tel apprentissage peut être effectué, estimons-nous, à partir des téléphones portables dont le nombre croît considérablement. Mais un obstacle se présente : les téléphones ne sont pas adaptés pour la simple raison qu'ils ne possèdent pas les diacritiques et certaines lettres des langues camerounaises. Par conviction qu'un tel apport peut participer à un sursaut de développement, cet article propose des claviers téléphoniques camerounais pour la saisie des données telles que les SMS dans toutes les langues du Cameroun. Il expose trois claviers téléphoniques multi-tapes et un clavier téléphonique mono-tape. Pour la circonstance, l'article explique comment ces claviers ont été modélisés, mais également comment les caractères ont été disposés sur chacun des claviers.

MOTS-CLEFS: saisie de texte, SMS, localisation, Mobile-Learning, téléphone mobile.

4 DIACRITIQUES

Un diacritique est un signe accompagnant une lettre soit pour modifier sa valeur phonétique, soit pour préciser sa quantité phonétique, soit encore pour désambigüiser des homographes. Ils sont au nombre de 13 tels que présentés ci-dessous et peuvent être placés soit au-dessus soit en dessous des lettres [1], [4].

Accent aigu	´	Point en chef	ˆ
Accent grave	`	Point souscrit	˙
Accent circonflexe	ˆ	Cédille	¸
Caron	ˇ	Tréma	¨
Macron	¯	Tilde	˜
Macron souscrit	̄	Tilde souscrit	̃
		Ligne verticale en chef	ˆ

Tableau 1. Diacritiques dans les langues camerounaises

5 LANGUES D'UTILISATION

Le plus souvent, les téléphones sont multilingues ; ils offrent à leurs utilisateurs la possibilité de changer de langue d'utilisation selon leur goût ou appartenance linguistique. Aussi est-il possible de modifier de langue, l'anglais étant la langue par défaut, soit en français, espagnol, arabe, italien [5]. Un tel constat amène inéluctablement à se demander en quelle (s) langue (s) seront configurés les téléphones camerounais. Eu égard au nombre de langues présentes au Cameroun, soit 268 [6], le choix d'une langue ou de plusieurs langues nationales pour la configuration au détriment des autres peut être perçu comme discriminatoire. Vu la complexité ethnolinguistique du Cameroun, nous proposons que l'anglais et le français restent, bien que ce choix soit paradoxal, les langues de configuration. À ces langues, s'ajoutera le fulfulde pour au moins trois raisons : la portée spatiale du fulfulde qui est parlé dans principalement trois régions et même au-delà des frontières ; le statut de langue véhiculaire avec des locuteurs représentant un tiers de la population camerounaise [7] ; et enfin faudrait-il mentionner la simplicité qu'a cette langue à l'écrit parce que n'étant pas une langue à tons. Ceci revient à dire que l'utilisateur n'aura qu'à modifier la langue selon qu'il est anglophone, francophone ou foudaphone, et lui sera facile de saisir ses données.

6 CLAVIERS TÉLÉPHONIQUES

Un clavier téléphonique est un organe de commande de téléphone muni de touches qui permet la saisie de données ou d'informations. Il permet entre autres de composer le numéro du correspondant et de rédiger des messages. Le clavier téléphonique est dit réduit, par rapport à un clavier d'ordinateur, parce qu'il occupe un minimum de surface. Ce travail s'effectuera essentiellement sur deux sortes de claviers téléphoniques : le clavier multi-tapes et le clavier mono-tape. En effet, « *Le clavier multi-tapes est un clavier où on accède à un caractère par plusieurs appuis successifs sur au moins une touche. Un caractère est défini par une séquence ordonnée de touches* [8] ». Ce clavier est présent sur un téléphone standard à douze touches ou T12 ; les touches 2 à 9 correspondent à une série de trois ou quatre lettres (fig.1. à gauche). À l'opposé, « *Un clavier mono-tape est un clavier réduit qui permet d'accéder à un caractère en sélectionnant une seule touche et en utilisant un système de désambiguïsation physique ou logiciel implicite ou explicite* [8] ». Le modèle ci-dessous (fig.1. à droite), est un mini-QWERTY dit biscriptural c'est-à-dire un clavier sur lequel sont juxtaposés deux systèmes d'écriture parfaitement distincts ; il s'agit le plus souvent de la juxtaposition de l'alphabet latin et d'autres alphabets tels que l'arabe, l'hébreu, l'hindi, etc. Le modèle ci-dessous est composé de trente-cinq touches sur lesquelles sont disposés les lettres, les chiffres, les signes de ponctuation, les touches modificatrices. Ce clavier est à cet effet adapté pour la saisie de texte avec les deux pouces, toute chose qui accélère et facilite ladite saisie.



Fig. 1. Claviers téléphoniques : (clavier standard monoscriptural Nokia à douze touches à gauche, clavier mini-QWERTY biscriptural (latin et arabe) BlackBerry à droite).

6.1 CLAVIERS TÉLÉPHONIQUES CAMEROUNAIS

Il est proposé ici deux claviers standards à douze touches ou multi-tapes et un clavier de téléphone intelligent ou mono-tape. Les lettres choisies, séparées par un point pour marquer les intervalles, pour figurer sur ces claviers sont les suivantes dans l'ordre alphabétique : AÇÆB'BC.D'EEËF.GHII.JKL.MNNŊOÇØË.PQRS.TUŨV.WXYYZ.

Pour des raisons ergonomiques, les claviers ne comporteront pas de digraphes ou lettres composées, car ceux-ci sont l'association de deux monographes ou lettres simples : DZ et SH sont respectivement D + Z et S + H. Pour la même raison, les lettres diacritées, comme le Ũ qui est composé de W et du tréma, seront omises. Le scripteur entrera les lettres diacritées durant la saisie à partir de la saisie prédictive ou composera les digraphes. L'apostrophe jouera le rôle du coup de glotte compte tenu de leur ressemblance, c'est dire qu'elle ne figurera plus dans les lettres classées. Cependant, la lettre « Q » sera maintenue, bien qu'inexistante dans l'AGLC. Ce maintien peut être perçu comme un moyen de conforter les utilisateurs, puisque l'absence de cette lettre rendra impossible la saisie des mots qui ont ladite lettre dans les langues romanes ou autres.

6.2 CLAVIERS D'UN TÉLÉPHONE STANDARD À DOUZE TOUCHES

Trois claviers standards à douze touches sont proposés : le clavier standard +1, le clavier contraint et le clavier virtuel. Le premier clavier est dit + 1 (tableau 2. à gauche) parce qu'il a été ajoutée une lettre de l'AGLC aux lettres déjà présentes sur chaque touche quand cela a été possible. Ces ajouts ont été faits en tenant compte de l'intervalle standard des lettres par touche : 2-[A→D], 3-[D→G], 4-[G→J], 5-[J→M], 6-[M→P], 7-[P→T], 8-[T→W], 9-[W→Z]. Les lettres ajoutées sont graphiquement proches de celles à côté desquelles elles sont placées : BB, D'D, Ii, Oç, UŨ, YY. C'est cette notion d'intervalle qui justifie qu'il n'y ait pas eu de lettre ajoutée sur les touches 5 et 7.

Le deuxième clavier est dit contraint² (tableau 2. à droite) parce que toutes les lettres de l'AGLC figurent sur les touches ; la disposition conventionnelle des lettres du clavier standard s'en trouve alors complètement bouleversée. Désormais, toutes les touches comptent cinq lettres.

²"The constrained version requires letters to remain in alphabetical order across all keys." [9].

1 ' ` * `	2 ABBC	3 DDEF
4 GHI#	5 JKL	6 MNOC
7 PQRS	8 TU#V	9 WXYZ
' ` * `	0_ +	#

1 ' ` * `	2 AÇÆBB	3 BCDDE
4 ÈËFGH	5 IJKL	6 MNŊOC
7 ØÆPQR	8 STU#V	9 WXYZ
' ` * `	0_ +	#

Tableau 2. Proposition de disposition de claviers physiques camerounais standard +1, à gauche et contraint, à droite

L'apostrophe qui joue en même temps le rôle du coup de glotte est placée sur la touche 1, réservée aux signes. Les accents aigu et grave sont placés sur la touche étoile pour signifier qu'on accède aux diacritiques³ par l'appui de cette touche-là. La touche zéro sert à créer un espace tandis que la touche dièse permet de changer le mode d'entrée de données au moment de la saisie. Le choix de trois lettres totalement différentes, mais distinctives a été fait pour matérialiser la méthode d'entrée de données dans les langues camerounaises. Il y a au niveau de la méthode d'entrée simple « bδǎ » pour les minuscules et « BÐĎ » pour les majuscules. Au niveau de la saisie intuitive, c'est « win™ bδǎ » pour les minuscules et « WIN™ BÐĎ » pour les majuscules.

Le tableau ci-dessous montre de façon détaillée les caractères disponibles sur le clavier virtuel d'un téléphone standard +1 : l'alternance minuscule/majuscule avec le chiffre correspondant à la touche toujours en dernière position comme dans les téléphones conventionnels. La disposition de ce clavier virtuel est optimisée pour accélérer la vitesse de frappe. Nous avons gardé l'ordre des lettres du clavier virtuel d'un téléphone standard puis nous y avons ajouté le reste des lettres en fonction de leur fréquence. Ainsi, en termes de performance, on pourrait avoir un nombre limité d'appuis de touches par caractère. La présente disposition prend en compte la fréquence des lettres simples sur un échantillon de 37 langues camerounaises⁴ [10] : b=37 ; a=37 ; c=33 ; b=16 ; a=1 ; æ=1 ; d=37 ; e=36 ; f=34 ; ə=19 ; ε=19 ; d=14 ; i=37 ; g=35 ; h=26 ; i=9 ; k=37 ; l=35 ; j=30 ; m=37 ; n=37 ; η=35 ; o=26 ; ɔ=25 ; ø= 1 ; œ=1 ; s=37 ; p=30 ; r=20 ; q=Ø ; t=37 ; u=37 ; v=27 ; ʉ=7 ; y=37 ; w=36 ; z=23 ; γ=2 ; x=Ø ; '=23. Pour ce qui est du clavier d'un téléphone contraint, l'ordre des lettres du clavier virtuel⁵ est identique à celui des lettres présentes sur le clavier physique.

³ Pour une utilisation manuelle. Les lettres diacritées seront générées grâce à un système de saisie adaptée.

⁴ Statistiques présentes sur : <http://sumale.vjf.cnrs.fr/phono/PhonologieN.php>

⁵ En mode de saisie française, la touche 2 du clavier physique compte 4 caractères : 2ABC ; tandis que la même touche, cette fois, du clavier virtuel compte 8 caractères : abc2àâçæ. Ce dernier est donc détaillé.

1	. , ' ? ! - @ : # \$ / _ 1	
2	a b c b̄ a æ 2	A B C B̄ Cl Æ 2
3	d e f ə ε d̄ 3	D E F Ǝ ε D̄ 3
4	g h i ī 4	G H I Ī 4
5	j k l 5	J K L 5
6	m n o ŋ ɔ ø œ 6	M N O N̄ ɔ̄ ø̄ œ̄ 6
7	p q r s 7	P Q R S 7
8	t u v v̄ 8	T U V V̄ 8
9	w x y z y 9	W X Y Z Y 9

Tableau 3. Proposition de disposition du clavier virtuel camerounais à douze touches.

6.3 CLAVIER D'UN TÉLÉPHONE INTELLIGENT

Le clavier mono-tape proposé ci-dessous a été conçu sur le modèle d'un téléphone intelligent BlackBerry mini-Azerty. Il a trente-cinq touches. Aux lettres ordinaires (fig.1. à droite), il a été ajouté toutes les lettres simples de l'AGLC ainsi qu'une touche modificatrice, laquelle donne accès à ces lettres spéciales. Tout ce qui appartient à l'AGLC est en bleu, excepté le « E ». Il s'est agi, dans un premier temps, de mettre sur la même touche les lettres graphiquement voisines : AÆ, EƎ, YY, II, UŮ, Oɔ, D̄D̄, B̄B̄, N̄N̄. Dans un second temps, le reste des lettres, notamment les voyelles, a été disposé symétriquement. Une telle disposition tient compte de la saisie avec les deux pouces qui caractérise l'utilisation de ce genre de téléphone. La troisième et dernière étape a été celle de prévoir une touche modificatrice « Win™ » pour Windugo™, c'est-à-dire écrire en fulfulde, pour accéder aux lettres spéciales.

#	1	2	3	+	-	()	_	%
AÆ	Z	EË	R	T	YY	UÛ	It	OÏ	P
*	4	5	6	/	”	:	;	'	Suppr
QÇ	S	D'D	F	G	H	J	K	LØ	⊗
Alt⤴	7	8	9	!	?	,	.	@	↵
	W	X	C	V	BB	NNj	M	εÇE	
		a⇒A	0	Espace		Sym	Win		

Tableau 4. Proposition de disposition du clavier physique du téléphone intelligent mini-AZERTY camerounais

Pendant la saisie des données, les premières lettres s'obtiennent par l'appui des touches des lettres voulues et les majuscules correspondantes par l'appui de a⇒A suivi des touches des lettres voulues. Les chiffres et les signes divers, qui sont les mêmes utilisés dans les langues locales, s'obtiennent par l'appui de Alt suivi de la touche correspondante au caractère voulu. Les lettres de l'AGLC s'obtiennent par l'appui de Win™ suivi de la touche correspondante à la lettre voulue et les majuscules correspondantes par appui de Win™ suivi de a⇒A suivi de la touche de la lettre voulue. Sur le modèle suivant, on devrait concevoir, par exemple, une application Windugo™ configurable pour les téléphones intelligents.

7 PERSPECTIVES

Les voyelles, les consonnes nasales et, dans une certaine mesure, les consonnes liquides sont susceptibles de porter les diacritiques dans les langues camerounaises. De plus, il peut arriver qu'une consonne autre que celles sus-évoquées porte un diacritique dans une langue donnée. Face à ces différents agencements lettres/diacritiques, il est important de développer un algorithme de lettres diacritées à encoder. Ceci est d'autant plus important que les langues au cœur de cette problématique possèdent un grand nombre de lettres diacritées. Par ailleurs, pour l'apprentissage desdites langues, il serait préférable de les écrire avec toutes les lettres et tous les diacritiques tels que le recommandent les différents précis d'orthographe. Il faut se rappeler qu'aucune lettre diacritée ne figure aussi bien sur le clavier physique que sur le clavier virtuel. Des lettres diacritées, principalement les voyelles, et les diacritiques seront encodés dans la limite du nombre prévu par le tableau de jeu de caractères. Les lettres alors encodées seront générées par un mécanisme au cours de la saisie des données. Ce mécanisme relève du système de saisie qui est à conceptualiser.

8 CONCLUSION

La nécessité de la mise sur pied de téléphones avec des claviers camerounais est justifiée pour l'apprentissage, la vivification et la valorisation des langues camerounaises. Une telle initiative est un moyen d'affirmation linguistique et un pas vers les techniques d'éducation qui riment de plus en plus avec les technologies les plus usuelles. Au regard de ces motivations, nous avons proposé trois claviers téléphoniques : deux claviers standards à douze touches et un clavier de téléphone intelligent. Ces claviers ont été conçus sur des modèles de téléphones existants. Pour ce faire, nous avons procédé par une présentation de l'AGLC et de ses signes diacritiques ; il s'en est suivi par le choix des lettres devant figurer sur les différents claviers. Ensuite des propositions de claviers ont été faites. Et pour finir, nous avons tenté de dire comment les caractères diacrités devront être encodés. Ce travail étant le premier d'une série de travaux à venir, nous envisageons très prochainement de travailler sur l'encodage des caractères diacrités couplé à un système de saisie de texte appropriée. Une entreprise pareille semble importante et capitale pour compléter le présent travail.

RÉFÉRENCES

- [1] M. Tadadjeu et E. Sadembouo, *Alphabet Général des Langues Camerounaises*, Collection PROPELCA n ° 1 Université de Yaoundé, 1984.
- [2] H. Leth Andersen, "Langue et culture : jamais l'une sans l'autre..." , *Synergies Pays Scandinaves* n° 4, pp. 79-88, 2009.
- [3] D. Osborn, *Les langues africaines à l'ère du numérique, défis et opportunités des langues autochtones*, Presse de l'Université Laval, 2011.
- [4] P. Andries, *Unicode 5.0 en pratique, codage des caractères et internationalisation des logiciels et des documents*, Dunod, 399 p, 2008.
- [5] ETSI ES 202 130 V2.1.2, Human Factors (HF); User Interfaces; Character repertoires, orderings and assignments to the 12-key telephone keypad (for European languages and other languages used in Europe), 295 p., 2007-2009.
- [6] J. Ndibnu Messina Ethé, "Le français et les langues nationales LN au Cameroun : quelques considérations pédagogiques", *Synergies des grands lacs* n° 2, pp. 167-179, 2013.
- [7] Conférence régionale sur : "Politiques nationales : Le Rôle des langues transfrontalières et la place des Langues de moindre diffusion en Afrique centrale". Tenue à Yaoundé, Cameroun, 9-11 octobre 2007. [en ligne] Disponible à : http://www.acalan.org/fr/confeven/colloques_regionaux/rapport_afrique_centrale.pdf, (15 avril, 2015)
- [8] M. Benoit et I. Pecci, " État de l'art des claviers physiques et logiciels pour la saisie de texte", *Revue d'Interaction Homme-Machine*, Vol. 8, n °2, pp. 147-205, 2007.
- [9] J. Gong, *Improved text entry for mobile devices: alternate keypad designs and novel predictive disambiguation methods*. A dissertation in partial fulfillment for the requirements for the degree of doctor of philosophy. 113 p., 2007.
- [10] Rhonda L. Hartell, ed. *Alphabets de Langues Africaines*. Dakar : UNESCO et Société Internationale de Linguistique, 1993.

La combinaison des herbicides, une option onéreuse dans la lutte contre les mauvaises herbes en maïsiculture à Lubumbashi (RD Congo)

[The combination of herbicides, an expensive option in the fight against weeds in maize crop in Lubumbashi (DR Congo)]

Assani Bin Lukangila Mick¹, Tito Kahazi Félix¹, Kidinda Kidinda Laurent¹, Mayuke Katshongo Jean Paul², Tshipama Tamina Dominique³, Nyembo Kimuni Luciens¹, and Baboy Longanza Louis¹

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

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

³Antenne maïs et autres céréales, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques,
BP 224, Station de Kipopo, RD Congo

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

ABSTRACT: Sustainability and economic efficiency in corn production could increase by the integrated weed management to a tolerable level. A study was conducted at the Kasapa farm during the 2013-2014 crop year to assess growth, grain yield of two improved varieties of maize (UNILU and Bukidi-Bukidi) and production economics Starting from two modes of weeding (manual weeding hoe and chemical weeding) and 4 weed management alternatives: {Weeding Manual (T0), 3l / ha atrazine (T1), 3l / ha acetochlor (T2), 6l / ha atrazine and acetochlor mixture (T3)}. The results revealed that the two varieties were similar height perspective of seedlings and yield. Six species have been recorded, but only two species (*Setaria pumila* and *Cyperus rotundus*) were resistant to their presence in all plots. Compared to weed management practices, performance culture has evolved as follows: T2> T3> T1> T0. Cependant an acceptable economic return was obtained with 3l / ha acetochlor. To intensify maize production in the study area, the mixture of acetochlor and atrazine is Discourage while adoption of acetochlor requires an extension on these modes.

KEYWORDS: Methods weeding, economic profitability, improved maize varieties, Lubumbashi, weeds

RESUME: La durabilité et rentabilité économique dans la production du maïs pourrait s'accroître par la gestion intégrée des mauvaises herbes à un seuil tolérable. Une étude a été menée à la ferme Kasapa au cours de la campagne agricole 2013-2014 en vue d'évaluer la croissance, le rendement en grain de deux variétés améliorées de maïs (Unilu et Bukidi-Bukidi) et l'économie de la production partant de deux modes de désherbages (sarclage manuel à la houe et sarclage chimique) et 4 variantes de gestion des mauvaises herbes : { Sarclage manuel (T0) ,3l/ha atrazine(T1), 3l/ha acetochlore(T2), 6l/ha mélange atrazine et acetochlore(T3)}. Les résultats ont révélé que les deux variétés étaient similaires du point de vue hauteur des plants et rendement. Six espèces ont été inventoriées, mais seules 2 espèces (*Cyperus rotundus* et *Setaria pumila*) se sont révélées résistantes vue leur présence dans toutes les parcelles. Par rapport aux modes de gestion des mauvaises herbes, le rendement de la culture a évolué de la manière suivante : T2>T3>T1>T0. Cependant une rentabilité économique acceptable n'a été obtenue avec 3l/ha d'acetochlore. Pour intensifier la maïsiculture dans la zone d'étude, le mélange d'acetochlore et d'atrazine est à déconseiller alors que l'adoption de l'acetochlore nécessite une vulgarisation sur ces modes d'utilisation.

MOTS-CLEFS: Modes de désherbages, rentabilité économique, variétés améliorées de maïs, Lubumbashi, mauvaises herbes.

1 INTRODUCTION

Au Katanga le maïs constitue l'aliment de base de la population, mais les rendements sont variables d'une région à une autre. Cependant au niveau national la moyenne nationale reste faible et varie entre 0,8 et 1 t/ha. , ces faibles rendements sont dus à la faible disponibilité des intrants agricoles et à l'importance des dégâts dus aux diverses pestes [1]. En effet, depuis que l'homme cultive les plantes, il lui a fallu en même temps combattre les mauvaises herbes. Pendant des siècles, il n'a disposé que de ses mains, de sa houe ou de divers instruments aratoires pour les contrôler [2]. Selon [3], l'abondance et la diversité des adventices constituent des contraintes dans les systèmes de culture des savanes d'Afrique Centrale aux mauvaises herbes constituent le premier facteur limitant la production agricole. Par conséquent, les pertes de récoltes sont globalement évaluées à environ 40% de l'ensemble de la production potentielle des cultures, alors que la demande quantitative reste croissante. Les adventices des cultures sont responsables de 5% des pertes de récolte en Zone tempérée et généralement de plus de 25% en zone tropicale [4]. L'intervention paysanne dans la gestion des mauvaises herbes au Katanga ne se limite qu'aux sarclages manuels pour les petits producteurs et mécanisés chez les grands producteurs [5]. Cependant, la recherche de solutions efficaces pour gérer des mauvaises herbes afin de réduire leurs effets vis-à-vis de cultures devient une nécessité car le maïs est une plante extrêmement sensible à la concurrence des adventices.

En agriculture conventionnelle, les désherbages chimiques sont une solution efficace et rapide surtout s'il s'agit des herbicides sélectifs [6]. De ce fait, un bon usage d'une molécule chimique et au moment opportun permettrait de réduire les interventions de sarclage selon car [7] ont montré qu'au cours d'une saison culturale les sarclages prennent à seuls 50% des travaux. Cependant cette situation contraint les agriculteurs à parfois abandonner les champs en cas d'une forte infestation. Sur ce la présente étude vise l'accroissement du rendement en graine du maïs par la gestion des adventices à un seuil de nuisibilité tolérable. Ainsi le rendement de la culture serait-il influencé par les modes de désherbages ? Que serait la réponse des mauvaises herbes aux contraintes ?

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODE

2.1 MILIEU

L'essai a été installé à la ferme Kasapa, située au nord-ouest de Lubumbashi (11°35'05,6''S ; 27°24'44,11'' et 1253 m d'altitude). Le climat est du type CW6 de la classification de Koppen, caractérisé par une saison des pluies (novembre à mars), une saison sèche (mai à septembre) et deux mois de transition (avril et octobre). Les précipitations annuelles, de l'ordre de 1270 mm, influencent largement l'humidité de l'air qui est minimale en octobre et maximale en février. La température moyenne est de l'ordre de 20°C, des températures basses étant enregistrées entre mi-mai et mi-juillet et des températures élevées (avoisinant 31-33°C) entre octobre et novembre. En saison de pluies de la campagne agricole 2013-2014, février a enregistré 22 jours de pluies et une humidité relative maximale contrairement au mois d'avril où l'on a enregistré des faibles quantités de pluies étalées sur 8 jours et une humidité relative faible. Par ailleurs, le mois de Janvier s'est démarqué par une température élevée.

Tableau 1. Données climatiques de la période expérimentale Décembre 2013-Avril 2014

(Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (Mettelsat)/station de la Luano)

Périodes et paramètres climatiques		2013	2014	2014	2014	2014
		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Précipitations	Quantité (mm)	247,5	277,5	331,6	157,8	113,5
	Nombre de jours de pluies	16	18	22	13	8
Température (°C)	Maximum	31,5	32	29,8	30,5	29,1
	Moyenne	21,2	21,3	21,9	21,4	20,8
	Minimum	16	15,6	14,8	16	14,8
Humidité relative (%)		84	87	88	85	81

A Lubumbashi, [8] signalent l'existence de 8 groupements végétaux d'après la notion de formation végétale et de série de végétation : 4 groupements sous influence d'eau (Forêt dense rupicole, végétation marécageuse, savanes alluviales et dembos), 3 s'insèrent dans la série régressive sur terre ferme (forêt dense sèche, forêt claire et savane boisée) et 1 groupement des végétaux sur sols présentant une teneur anormale en Cu. Actuellement, les formations végétales naturelles

sont en constant remplacement par la savane et les sols suite aux activités anthropiques développées dans la région [8 ;9]. La couverture pédologique est du type ferralsol avec un pH moyen de 5,2 [10].

2.2 MATERIEL ET METHODES

2.2.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET CONDUITE DE L'ESSAI

L'essai a été conduit selon un dispositif factoriel à 3 répétitions. Deux variétés de maïs (Unilu et Bukidibukidi) ont constitué le facteur principal et les modes de désherbages (sarclage manuel et chimique) comme facteur secondaire. La préparation du terrain a consisté à la délimitation, l'ouverture, le labour et le hersage à la houe. Les deux variétés de maïs ont été semées aux écartements de 75 cm x 25 cm à raison d'un grain au poquet, ce qui correspond à la densité de 53333 plants/ha. Trois cents kilogrammes de NPK et deux cents kilogrammes d'urée ont été appliquées au semis et à 30 jours respectivement. Les travaux d'entretien se sont limités au buttage des plants dans toutes les parcelles et 2 sarclages manuels étaient faits uniquement dans les parcelles témoins au 30 et 60^{ème} jour. Les différents traitements herbicides ont été appliqués au 21^{ème} jours après semis, à raison de 3 l/ha sans mélange et 6 l/ha pour la combinaison de ces deux herbicides.

Les observations ont porté sur les paramètres agronomiques (Hauteur et rendement des plants), phytosociologiques (diversité et abondance des mauvaises herbes) et économiques (l'indice d'acceptabilité). Pour mettre en évidence la richesse spécifique et l'abondance des mauvaises herbes trois quadrats de 1m² chacun ont été placés aléatoirement dans chaque parcelle. Sur chaque parcelles, les mauvaises herbes ont été identifiées et les individus comptés. L'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison des moyennes par le test de Tukey HSD ont été utilisées pour mettre en évidence les effets des modes de sarclage sur la hauteur et le rendement du maïs. Pour les paramètres phytosociologiques, les indices de Shannon, de dominance et la richesse spécifique ont été calculés avec le logiciel Past et interprétés selon [11] Enfin, l'indice d'acceptabilité (IA) défini comme le rapport de revenu net du nouveau traitement par celui du témoin, a été calculé pour identifier le meilleur traitement facilement adoptable par les paysans en comparant la rentabilité des nouveaux traitements au traitement de référence bien connu (par les paysans). Ainsi, un traitement ne peut être facilement adopté que si la valeur de l'IA est égale ou supérieure à 2. L'adoption se fait avec réticence si cette valeur est entre 1,5 et 2 ; et en dessous de 1,5 il y a rejet [12]. Pour l'évaluation des revenus, les charges suivantes ont été prises en considération : le coût des herbicides (16US\$ pour un litre d'atrazine et 17US\$ pour un litre d'acetochlore), le coût de la main-d'œuvre pour l'épandage (30 US\$ /ha), le sarclage manuel (72,5 US\$ pour un sarclage par hectare) et prix de vente de maïs grains sur le marché local (400 US\$ par tonne).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 PARAMETRES AGRONOMIQUES

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que les deux variétés sont similaires du point de vue hauteur des plants et rendement ($P>0,05$). Pour les traitements, la hauteur la plus élevée (196,72cm) associée au rendement élevé (6,4t/ha) ont caractérisé l'acetochlore et des valeurs faibles ont été obtenues sur les parcelles sarclées manuellement. Enfin, la comparaison des interactions traitements X variétés a révélé que T3 a donné un rendement élevé (6,50t/ha) parallèlement à T 7 qui a présenté une hauteur des plants élevée (203,13cm).

Tableau 2 : Effets des apports combinés de deux herbicides sélectifs sur le comportement de deux variétés de maïs (*Zea mays* L. Var Unilu et Bukidibukidi). Moyennes±écart-type. Les mêmes lettres à côté des moyennes indiquent des différences non significatives après le test de Tukey ($P=0,05$). T1 : sarclage avec Unilu ; T2 : Atrazine avec Unilu ; T3 : acetochlore avec Unilu ; T4 : combinaison d'atrazine et d'acetochlore avec Unilu ; T5 : sarclage avec Bukidibukidi; T6 :Atrazine avec Bukidibukidi ; T7 : acetochlore avec Bukidibukidi ; T8 : combinaison d'atrazine et d'acetochlore avec Bukidibukidi

Facteurs		Paramètres	
Variétés	Hauteur (cm)	Rendement (t/ha)	
Unilu	194,3±5,99	5,5 ± 1,01	
Bukidibukidi	193,7±9,25	5,37 ± 1,21	
Traitements			
Sarclage manuel	191,8 ±8,16	4,6 ± 0,74 b	
Atrazine	189,32 ± 5,64	4,95 ±1,26b	
Acetochlore	196,72 ± 8,08	6,4±0,39 a	
Atrazine x Acetochlore	198,17 ± 6,49	5,8 ± 0,78ab	
Traitements et variétés			
T1	198,13 ± 5,30 ab	5,07 ± 0,48 ab	
T2	189,40 ± 5,05 ab	4,5 ± 0,71 ab	
T3	190,30 ± 3,98ab	6,50±0,56 a	
T4	199,27 ±2,95 ab	5,94 ± 1,03ab	
T5	185,47 ±4,23 b	4,05 ± 0,58 b	
T6	189,2 ± 7,35ab	5,4 ± 1,70 ab	
T7	203,13 ±4,88 a	6,38 ±0,26 ab	
T8	197,1 ± 9,64 ab	5,68 ± 0,65ab	
Valeurs de p			
EffetTraitementsxVariétés	0,019	0,03	
Effet Variétés	0,864	0,768	
Effets Traitements	0,146	0,005	

3.2 PARAMETRES PHYTOSOCIOLOGIQUES DES ADVENTICES

Au 30 et 60^{ième}, les parcelles sarclées ont présenté une forte richesse spécifique et une forte diversité associée à une faible dominance. Par contre, une faible richesse spécifique et diversité parallèlement à une forte dominance ont été enregistré sur les parcelles traitées chimiquement. Au 30^{ième}, jour six espèces ont été recensées (données non présentées) dont *Cyperus rotundus* (sur toutes les parcelles), *Setaria pumila* (sur toutes les parcelles), *Cynodon dactylon*, *Spilanthes oleracea*, *Ageratum conizoides* et *Amaranthus spinosus*. Au 60^{ième} jour, seules *Spilanthes oleracea* et *Ageratum conizoides* ont colonisé toutes les parcelles, *Amaranthus spinosus* et *Setaria pumila* n'étant présentes que sur quelques parcelles.

Tableau 3 : Effets des apports combinés de deux herbicides sélectifs sur la diversité des mauvaises herbes. T1 : sarclage avec Unilu ; T2 : Atrazine avec Unilu ; T3 : acetochlore avec Unilu ; T4 : combinaison d'atrazine et d'acetochlore avec Unilu ; T5 : sarclage avec Bukidibukidi ; T6 : Atrazine avec Bukidibukidi ; T7 : acetochlore avec Bukidibukidi ; T8 : combinaison d'atrazine et d'acetochlore avec Bukidibukidi ; R : Répétition.

Traitements Parcelles	Richesse spécifique		Dominance		Indice de Shannon(H)	
	30Jours	60Jours	30Jours	60Jours	30Jours	60Jours
T1R1	6	3	0,2327	0,54	1,594	0,8018
T1R2	5	4	0,3008	0,28	1,306	1,314
T1R3	5	4	0,2622	0,3296	1,45	1,234
T2R1	2	2	0,7222	0,625	0,4506	0,5623
T2R2	2	2	0,625	0,5139	0,5623	0,6792
T2R3	2	2	0,7551	0,645	0,4101	0,5402
T3R1	2	2	0,52	0,625	0,673	0,5623
T3R2	2	2	0,5102	0,68	0,6829	0,5004
T3R3	2	1	0,625	1	0,5623	0
T4R1	2	2	0,7551	0,5087	0,4101	0,8083
T4R2	2	2	0,7924	0,5556	0,3622	0,6365
T4R3	2	2	0,5156	0,625	0,6775	0,5623
T5R1	4	3	0,3123	0,5702	1,275	0,7595
T5R2	6	3	0,3439	0,3388	1,309	1,09
T5R3	5	4	0,2964	0,3125	1,339	1,255
T6R1	2	2	0,7551	0,52	0,4101	0,673
T6R2	2	2	0,858	0,52	0,2712	0,673
T6R3	2	2	0,858	0,52	0,2712	0,673
T7R1	2	2	0,5556	0,5918	0,6365	0,5983
T7R2	2	2	0,68	0,6543	0,5004	0,5297
T7R3	2	2	0,6543	0,5	0,5297	0,6931
T8R1	2	2	0,68	0,8025	0,5004	0,3488
T8R2	2	2	0,645	0,52	0,5402	0,673
T8R3	2	2	0,6033	0,5062	0,586	0,687

3.3 EVALUATION DE LA RENTABILITE ECONOMIQUE DES TRAITEMENTS

L'atrazine et la combinaison des herbicides sont des traitements à déconseiller vu que leurs indices d'acceptabilité sont inférieurs à 1,5. L'emploi de l'acetochlore est à adoptable avec réticence par les agriculteurs du fait que son indice d'acceptabilité est compris entre 1,5 et 2 (Tableau 4).

Tableau 4. Effets de l'atrazine, de l'acetochlore et de leur combinaison sur la rentabilité économique de deux variétés de maïs cultivées à Lubumbashi.

Variétés	Traitements	Coût achat herbicides (US)	Coût épandage (US)	Coût sarclage (US)	Coût total (US)	Rendement t /ha	Revenu brut (US)	Revenu net (US)	I.A
UNILU	Sarclage	-	-	145	145	5,1	2040	1895	-
	Atrazine	48	30	-	78	4,5	1800	1722	0,9
	Acetochlore	51	30	-	81	6,5	2600	2519	1,3
	Atrazine+Acetochlore	99	30	-	129	5,9	2360	2231	1,18
BUKIDIBUKIDI	Sarclage	-	-	145	145	4,1	1640	1495	-
	Atrazine	48	30	-	78	5,4	2160	2082	1,4
	Acetochlore	51	30	-	81	6,4	2560	2479	1,7
	Atrazine+Acetochlore	99	30	-	129	5,7	2280	2151	1,4
MOYENNE	Sarclage	-	-	145	145	4,6	1840	1695	-
	Atrazine	48	30	-	78	4,9	1980	1902	1,1
	Acetochlore	51	30	-	81	6,5	2600	2519	1,5
	Atrazine+acetochlore	99	30	-	129	5,8	2320	2191	1,3

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats de la présente étude montrent que les deux variétés utilisées sont similaires, confirmant les résultats antérieurs obtenus dans la région d'étude avec les mêmes matériels. Ces résultats montrent l'intérêt de l'amélioration des plantes dans l'obtention des matériels performants, ayant permis dans le cadre de la présente étude d'obtenir des rendements supérieurs à la moyenne nationale et régionale. Par contre, les mêmes résultats indiquent que l'utilisation des herbicides est plus efficace en maïsiculture que le sarclage. En effet, des faibles valeurs des paramètres agronomiques étudiés ont été obtenues sur les parcelles sarclées manuellement. Cette situation se justifie par la compétition qu'exerce les mauvaises herbes sur les plantes de maïs d'une part et de l'autre la perturbation engendrée par le sarclage manuel qui impose aux plantes une allocation des ressources à ces conditions de stress. En effet, il a été largement démontré par [13] que les mauvaises herbes entrent en compétitions avec les plantes cultivées, pour la lumière, les nutriments, l'espace etc. Il a été reconnu même à d'autres espèces des mauvaises herbes des effets parasites, incluant l'allélopathie. Cependant toutes ces compétitions se traduisent par un ralentissement de croissance et une production, tel que confirmé par les résultats obtenus dans cet essai. En outre, la référence [14] a démontré que la tolérance des céréales au sarclage dépend à la fois de leur adaptabilité au sarclage et de leur résilience suite à d'éventuels dommages. Il se produit donc après sarclages manuels, un besoin accru des plantes en ressources pour l'adaptation aux stress, justifiant le faible rendement obtenu même après réalisation des sarclages manuels. Par ailleurs, la référence [15] indique que le sarclage manuel est semblable au travail superficiel du sol dans la mesure où il remonte en surface des semences enfouies par des travaux antérieurs étant donné que pour une espèce donnée, la germination des semences est échelonnée dans le temps. Antérieurement, [16] a indiqué que dans les champs cultivés, les adventices annuelles s'adaptent aux perturbations par le raccourcissement de la durée de vie, une croissance rapide, une forte allocation vers la reproduction et une forte aptitude à la colonisation. Cela se traduit par l'adoption de la stratégie de type rudéral « r » traduite par une grenaison massive de l'ordre d'un million de graines/plante, responsable de la forte abondance et compétition des mauvaises herbes dans le temps, même après sarclage [17]. Quant aux herbicides, les résultats obtenus montrent qu'ils sont efficaces lorsqu'ils sont appliqués non combinés. La faible efficacité de la combinaison des herbicides, traduite par un rendement légèrement faible par rapport à celui obtenu avec l'acetochlore (**tableau 3**), se justifierait par l'incompatibilité entre ces 2 herbicides. En effet, [18] indique que pour les pesticides, certaines combinaisons ne donnent pas des résultats escomptés. Les résultats obtenus par [19] corroborent ceux obtenus dans cette étude. En effet, Pendant trois ans (2004-2006), [19] ont noté une faible efficacité de l'acetochlore combiné au trifluralin parallèlement à une forte efficacité de l'acetochlore appliqué seul, en culture de haricot commun.

Sur les parcelles traitées aux herbicides, la faible diversité et richesse spécifique des mauvaises herbes, parallèlement à leur forte dominance, s'est traduite par des rendements élevés en maïs grains. Ceci se justifie par l'action biocide qui a permis de réduire la compétition entre plants de maïs et mauvaises herbes. Par ailleurs, la forte dominance des mauvaises herbes confirme le spectre réduit des herbicides utilisés dans le cadre du présent essai. En effet, face à l'herbicide l'adventice peut soit disparaître ou se maintenir en développant le mécanisme de stress tolérance. Les résultats obtenus par [20] ont montré que la sélectivité d'un herbicide sur les adventices se fait avec des niveaux d'efficacité différents surtout s'il s'agit d'une flore adventice plurispécifique. Cet aspect a été soutenu par [21] étant donné qu'il est impossible de contrôler l'ensemble des espèces d'une communauté avec une seule matière active, d'où la nécessité de combiner des matières actives compatibles. Dans cette étude, *Cyperus rotundus*, *Setaria pumila*, *Spilanthes oleracea* et *Ageratum conizoides* seraient moins affectés par l'apport des herbicides. Ailleurs les résultats [22] ont noté une résistance de *Cyperus rotundus* et *Ficus exasperata* après application de l'herbicide glyphosate en culture d'ananas. Comme dans les études antérieures, les résultats obtenus montrent que la forte diversité des mauvaises herbes réduit sensiblement le rendement en maïs grain (**figure 1**).

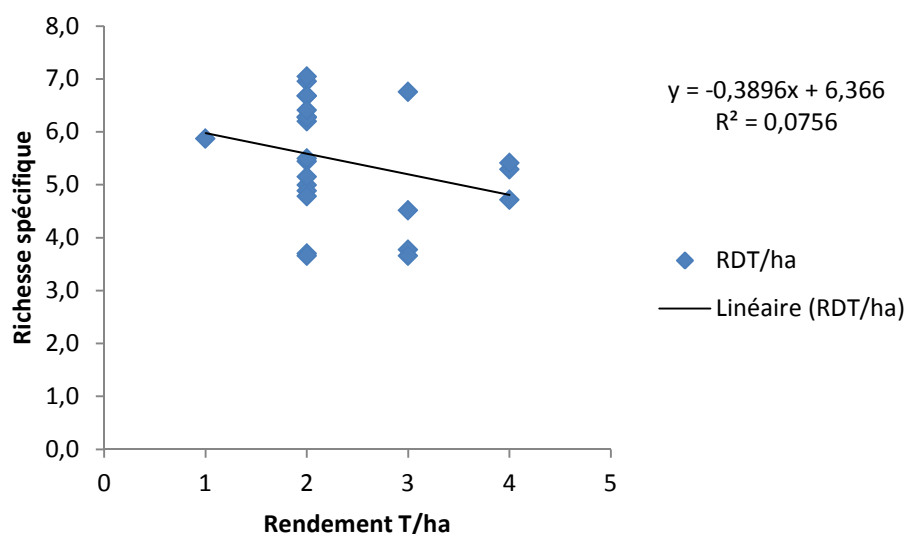


Figure 1. Effets de la richesse spécifique des mauvaises herbes sur le rendement de la culture de maïs

L'apport de l'acétochlore a permis d'accroître la rentabilité des nouvelles variétés de maïs, étant donné la valeur de l'IA. En effet, cela traduit les effets bénéfiques des herbicides et des inconvénients du sarclage manuel (perte de temps et d'argent). Il a été démontré que la part du sarclage dans les opérations agricoles en milieu paysan représente près de 50% de temps [7].

5 CONCLUSION

La présente étude visait l'amélioration de la production en grain de deux variétés de maïs par l'emploi des molécules chimiques seules ou en combinaison, en comparaison au sarclage manuel. Il ressort des résultats obtenus que les variétés de maïs soient similaires. Par contre, pour les traitements, la hauteur la plus élevée associée au rendement élevé (6,4t/ha) ont caractérisé l'acétochlore et des valeurs faibles ont été obtenues sur les parcelles sarclées manuellement.

Cette situation a été justifiée par le fait que les parcelles sarclées ont présenté une forte richesse spécifique et une forte diversité associée à une faible dominance contrairement aux parcelles traitées aux herbicides, particulièrement à l'acétochlore. Ainsi, seul l'emploi de l'acétochlore est à adoptable avec réticence par les agriculteurs du fait que son indice d'acceptabilité est compris entre 1,5 et 2. En dépit de la performance de l'acétochlore, une formation des paysans sur son utilisation et ses dangers demeure la clé de la réussite.

REFERENCES

- [1] Nyembo Kimuni Luciens, Mpundu Mubemba Michel, and Baboy Longanza Louis. Evaluation et sélection de nouvelles variétés de maïs (*Zea mays* L.) à haut potentiel de rendement dans les conditions climatiques de la région de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 6, n°1, 2014.
- [2] Deuse. J, Lavabre M. *Le désherbage des cultures sous les tropiques*, éd, G.P. Maisonneuve et la rose, France Montpellier, 11, pp 33-100,1979.
- [3] Eric Vall, Magalie Cathala, Pascal Marnotte, Roland Pirot, Jean Paul Olina Bassala, Bertrand Mathieu, Hervé Guilbert, Krishna Naudin, Aboubakarry and Ismaël Pabame Tchinsahbe. Pourquoi inciter les agriculteurs à innover dans les techniques du désherbage ? Etat de la pratique et propositions de la recherche. Acte du colloque, 27-31 Mai, Garoua, Cameroun Prasac, Ndjamena, Tchad, Cirad, Montpellier, France, 2002.
- [4] Boudjedjou Lamia. Etude de la flore adventice des cultures de la région de la région de Jijel, Mémoire de MAGISTER, Faculté des sciences, Département de Biologie, Université Ferhat Abbas-Setif, pp 155,2010.
- [5] Emery Kasongo. Système d'évaluation des terres a multiples échelles pour la détermination de l'impact de la gestion agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga ,R.D. Congo, thèse de doctorat , Faculté des Sciences , Université de Gent, Belgique, pp 48-336,2009.

- [6] C. Compagnone, F. Hellec, K. Macé, P. Morlon, N. Munier-Jolain and L. Quéré. Raisonement des pratiques et des changements de pratiques en matière de désherbage : regards agronomique et sociologique à partir d'enquêtes chez des agriculteurs, *Innovations Agronomiques*, 3, pp89-105, 2008.
- [7] Ellis-Jones J., Twomlow, S., Willcocks, T., Riches, C., Dhliwayo, H. and Mudhara, M. Conservation labourage/weed control systems for communal farming areas in semi-arid Zimbabwe. *Brighton Crop Protection Conference-Weeds*, Vol. 3, pp 1161-1166, 1993.
- [8] Francois Malaisse, Kayembe Batubenga, Kadnalanda Binzangi, Tshimbwida Ipanga and Mwoka Kakisingi. Essai cartographique de l'environnement et de sa dynamique en milieu tropical humide : Les moyennes plateaux du Shaba Méridional, au Sud-Est du Zaïre. Colloque International sur la cartographie de l'environnement dans les régions tropicales, Lubumbashi, Zaïre, 11 au 23 Septembre, 1983
- [9] Vranken Isabelle, Adam Marielle, Mujinya Bazirake Basile, Munyemba Kankumbi François, Baert Geert, Van Ranst Eric, Visser Marjolein and Bogaert Jan. Termite mound identification through aerial photographic interpretation in Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo: methodology evaluation, *Tropical Conservation Science*, Vol.7, n°4, pp733-746, 2014
- [10] Kasongo Lenge Mukonzo Emery, Mwamba Mulembo Théodore, Tshipoya Masumbuko Patient, Mukalay Muamba Joseph, Useni Sikuzani Yannick, Mazinga Kwey Michel, Nyembo Kimuni Luciens, Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. Merrill) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo, *Journal of Applied Biosciences*, vol 63, pp 4727- 4735, 2013.
- [11] Al Bassatneh M.C. Facteurs du milieu, gestion sylvicole et organisation de la biodiversité : Les systèmes forestiers de la montagne de Lure (Alpes de Haute-Provence, France), thèse de doctorat, Université Paul Cézanne-Aix-Marseille III, 216p, 2006.
- [12] Useni S.Y., Baboy L.L., Nyembo K.L. and Mpundu M.M., 2012. Effets des apports combinés de bios déchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 54, pp3935-3943
- [13] M. Valantin-Morison, L. Guichard, M.H. Jeuffroy. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? *Innovations Agronomiques*, 3, pp27-41, 2008.
- [14] Rasmussen J, Testing harrows for mechanical control of annual weeds in agricultural crops, *Weed Research*, 32, pp267-274, 1992.
- [15] Philippe Jauzein. Échelonnement et périodicité des levées de mauvaises herbes, Bulletin de la Société Botanique de France, Lettres Botaniques, 133 :2, pp155-166, 1986.
- [16] Grime J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist*, 112, pp1169-1194, 1977.
- [17] Tahar TLIG, Mustapha GORAI, Mohamed NEFFATI, Étude expérimentale de la compétition entre l'adventice *Diploaxis harra* (Forssk.) Boiss et l'orge (*Hordeum vulgare* var. *Ardhaoui*), *Ecologia mediterranea*, Vol. 38 (1), pp89-95, 2012.
- [18] C. Careme, T. Sghaier. Conséquences de la nuisibilité des mauvaises herbes sur la production du blé d'hiver en Tunisie : Les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage. *Tropicultura*, vol 9, n° 2, pp53-57, 1991
- [19] Peter H. Sikkema, Richard J. Vyn, Christy Shropshire, and Nader Soltani, Integrated weed management in white bean production, *Canadian Journal of Plant science*, vol 88, pp555-561, 2008.
- [20] Sattin, M, Zanin, G. and Berti, A. Case history for weed competition/population ecology: velvetleaf (*Abitilon theophrasti*) in corn (*Zea mays*). *Weed Tech*, 6, pp 213-219, 1992.
- [21] Gasquez J., Fried G., Délos M., Gauvrit C. and Reboud X, 2008. Vers un usage raisonné des herbicides : analyse des pratiques en blé d'hiver de 2004 à 2006. *Innovations Agronomiques* 3, I.N.R.A. Université de Bourgogne, ENESAD, Biologie et Gestion des Adventices, Dijon, France. LNPV, Station d'entomologie, Montpellier, France. SRPV-DRAF "Midi-Pyrénées", Toulouse, France, pp 146-156.
- [22] Mangara Ali, Kouame N'dri, Marie-Thérèse, SORO Kafana, N'da Adopo Achille Aimé, Gnahoua Guy Modeste, Soro Dodiomon, Test d'efficacité d'un herbicide en culture d'ananas, à la station d'expérimentation et de production d'Anguédédou en Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, vol 80, pp 7161-7172, 2014.

Vascular cerebral accidents - Toxic habits

Najat Oulachguer¹, Haj Omar Elmalki², Ali Benomar³, and Imane Es-said⁴

¹Municipal Office Hygiène -Sebbah- Skhirat. cfc. Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Maroc

²Laboratory of Bio statistics and clinical research, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Maroc

³Department of Neurology, Hospital specialties, Mohammed V University, Rabat, Maroc

⁴Department of Microbiology, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Maroc

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

ABSTRACT: Objective: Identify the report of toxic habits with the evolution to vascular cerebral accidents among residents of the prefecture of Skhirat-Temara. Method: Retrospective of lifestyle analysis identified patients and two family members or relatives. Keeping a questionnaire to the personal character interesting items, social and toxic habits. Inclusion criteria: residents of the prefecture of Skhirat-Temara with vascular cerebral accidents and two witnesses relatives of the same age, socio-economic and health life-like. Results: Our series included 136 individuals: 46 patients and other witnesses that meet the inclusion criteria. The incidence of vascular cerebral accidents is 11.7 per 100,000 inhabitants. Despite the reduced number of our series, we find that the results are concordant with those described in the literature, in particular gender, age, IMC, toxic habits especially active smoking and passive imposed on the entourage of smokers in the absence of the implementation of smoke-free laws in public areas. Conclusion: This study evaluates the impact of toxic habits in the pathogenesis of vascular cerebral accidents in the population studied. It provides food for thought regarding the measures to adequate prevention.

KEYWORDS: vascular, cerebral, accident, Skhirat, Temara, toxic, habit.

INTRODUCTION

The Cerebral Vascular Accident (CVA) is a sudden stoppage of brain function caused by stopping blood flow, which generates effects that depend on the damaged area and the extent of damage.

In Western countries CVA is the third cause of death after heart disease and cancer [1], the leading cause of acquired functional disability in adults, and the second cause of dementia. It has a major impact on public health in terms of mortality and morbidity as a result of generated effects: physical, psychological and social. In some countries such as France, each year there are more than 130,000 Cerebral Vascular Accident, one every four minutes.

The increase in the incidence of this disease is related to the aging population, the nature of the risk factors of this disease, the improvement of the living conditions of the population and increased expectancy life, which have favored the increase of cases of CVA in the elderly with fragile vascular system [2].

The determination of the modifiable risk factors justifies the implementation of a comprehensive policy to prevent and structured support in order to reduce the incidence and severity.

Toxic habits (smoking and alcohol) implicated in several diseases by their Impacts on vascular walls. They are also among the causes of CVA [3].

Our study concerned the population of the city of Skhirat- Temara, to determine among victims of CVA patients the existence of relationship between substance abuse and the onset of CVA.

MATERIAL AND METHODS

1 MATERIALS

The move towards a CVA may be secondary to a set of lived element in the patient's previous life.

1.1 WORKING METHODOLOGY

This is a case-control study of the population of the prefecture of Skhirat-Temara; from January 2011 to July 2014. The case is the patient who had a CVA, witnesses in number 2 are selected from members of the patient's family, if possible with the same gender, an age close to that of the patient, or the partner if a neighbor with similar living conditions.

We used a questionnaire to several items that we made complete by the investigating physician: a questionnaire for the patient with CVA and living in the prefecture of Skhirat-Temara, and two witnesses.

1.2 PRESENTATION OF THE PREFECTURE OF SKHIRAT-TEMARA (PST):

Prefecture Skhirat -Temara is located 20 km south of the capital Rabat. Covering an area of 1071.94 km².

The clinical study concerned the population of the PST, divided into ten cities including five urban and five rural shown in Table (Table 1)

Table 1. Distribution of Population by rural communities and urban:

Communes	Number of Inhabitants [4]
Urban commune of Temara	225084
Urban commune of Harhoura	9241
Urban commune of Skhirate	42580
Urban commune of Ain Aouda	25105
Urban commune of Ain Attig	17154
Rural commune of Mers El Kheir	14 488
Rural commune of de Sebbah	12 912
Rural commune of El Menzeh	5 999
Rural commune of Oum Azza	10 530
Rural commune of Sidi Yahya Zaers	28 773
Total	391 866

1.3 THE DIFFERENT PHASES OF THE STUDY:

The conduct of the study were divided into several phases (Table 2)

- Phase 1: This phase aims to focus on the health problem and its impact on the health profile and interactions with the system of life, the consultation of literature data and contact stakeholders.
- Phase 2: the choice of the working methodology based on a case-control study of the target population. The selected population is living in the prefecture of Skhirat-Temara constitutes a representative sample of the Moroccan population, as it integrates all the social strata of similar character to that of the general population.
- Phase 3: the completion of the study requires prior identification of the recruitment procedures of patients and diagnostic confirmation. To standardize the recruitment method, and also the diagnosis, a questionnaire that interests: sex, age, toxic habits, is completed by the same doctor who moves to the scene to identify all cases.
- Phase 4: the technical preparation of the project and patient recruitment.

Table 2. Different steps of the study

	January 2011	May 11	Jun 11	July 20 11- July20 14
Beginning	Phase 1			
Analysis		Phase 2		
Design			Phase 3	
Achievement				Phase 4

2 METHOD

The natural history of CVA that passed the critical step and the stabilization of the condition, the patient is put at the disposal of his family. So he lost sight of and identification is very difficult.

The approaches:

- Regular passes at health facilities (SS): health center, provincial hospital for the information of the medical and paramedical personnel in search of diagnosed or followed in these structures. Also explain the contact arrangements
- A passage at the pharmacies in search of cases that can be known or followed outside of health facilities.

Following case identification, the doctor moves the scene to:

- Make sure of the diagnosis by clinical examination of the patient and his medical file if it exists, the type of treatment, the state of evolution and adaptation to the environment.
- To complete the questionnaires: one for the patient and two for family members or relatives.

The results are interpreted by:

- Statistical analyzes performed using SPSS software version 9.1.
- Statistical tests used in the analysis were varied bi Chi 2 tests.

RESULTS

Our study concerned 136 people, including 46 patients with CVA and other family members or relatives, with 97 men and 39 women. Participants in the study are all inhabitants of the PST. They belong to socioeconomic status variables.

The results obtained are reported in Table 3.

Table 3. Distribution of population by the variables studied

	Variable	With CVA	Without CVA	P value
Sex	male	69 (71.1%)	28 (28.9)	0.043
	female	21 (53.8)	18 (46.2)	
Age	<40	0	0	0.279
	40-50 years	8 (80.0%)	2 (20.0%)	
	> 50	82 (65.1%)	44 (34.9%)	
smoking	Non-smoking	33 (63.5%)	19 (36.5%)	0.036
	smoking	57 (67.9%)	27 (32.1%)	
Smoking inside the house	Yes	30 (56.6%)	23 (43.3%)	0.051
	No	59 (72.0%)	23 (28.0%)	

Our series includes 97 men and 39 women the percentage of women who presented a CVA is 46.2% vs. 28.9% of men and $p = 0.043$

The study population was divided into age group:

- In the age group of under 40 no detected cases
- For those between 40-50 years, 20% of population of this group (2 of 8 patients) had a CVA.
- As for the more than 50 years; was 35% (44 patients) of the population of this age who have a CVA.

Toxic habits especially active smoking is found in 32% of patients at 27 vs 19; $p = 0.0365$. Whereas passive smoking and that endangers the health of the exposed population, especially families and the entourage of the patients was 43% at 23 vs 23; $p = 0.051$

Alcoholism "does not fit into the toxic habits" of our population is that for religious obligations.

DISCUSSIONS

Our population includes all social strata, with a high proportion of disadvantaged and middle layer. However, the limitations of our study were the small number of patients, due to the lack of records of stroke or functional monitoring networks, basic data such as incidence, prevalence and mortality are not known with precision.

This study is one of the studies concerned with identifying the effects of toxic habits as risk factors for CVA among the Moroccan population. And it is based on a case investigation - witness, for the identification of CVA victim or not followed patients in health facilities. The study population consisted of 136 (46 patients and 90 controls) instead of 138 because, for two patients it was found that only one family member who meets the criteria for inclusion. The incidence of CVA in our population is 11.7 per 100,000. This is lower than that obtained in studies done in sub-Saharan Africa [5], this result is probably related to the non-identification by the survey of all CVA patients carrying. In our study we have 18 women with a CVA to 28 men. The difference is statistically significant, as shown in some studies also show a male predominance [6]. The male can be explained in this context that the men consult more, and are followed at the SS more than women, as men, especially those enrolled in a safety system can benefit of supported allowing them to monitor their health. The generalization of the whole population health insurance system can improve the management and visualization of CVA patients. In particular, women who after passing through the critical phase, they are delivered to their families.

This difference is not significant, even though the number of men is higher than women. [7] ; Which means sex is not a risk factor for the onset of a CVA. The classification by age of our series of study is required since the identification of the actual age is difficult at the lack of administrative document justifying age, especially among people in rural commune, sometimes even those urban municipalities, as the majority of them are new immigrants and date on their ID is estimated (lower by at least 5 years actual age); and preference was given to proceed with a classification by age; in the age group 40-50 was identified 2 patients; and 44 for the portion over 50 years and no case for the portion under 40 years. The difference is highly significant. This means that age is a primary risk factor for CVA, and the risk of CVA increases dramatically with advancing age. Several reasons can be incriminated: physiological; socioeconomic, vascular fragility, changes in underlying conditions, the increase in life expectancy secondary to improving the living conditions of the Moroccan citizen are that the number of subjects is growth inducing the emergence of a number of disease related to the aging population, among other cardiovascular diseases generating CVA such as high blood pressure (hypertension) and secondary metabolic syndrome to change eating habits that have left the Mediterranean diet to a diet based on fast food rich in salt, fat, sugar...

To this is added the toxic habits: In the population studied one type of addiction is adopted: it is smoking. (32.1%) of the smoking population has presented a CVA, for over 30 years, as it has been shown by biological data [8] that low exposures to tobacco, are capable of activating platelet aggregation and cause acute hemodynamic changes that may lead to problems with blood circulation. It probably short-term pro thrombotic effects and in the longer term by encouraging the development of atherosclerosis. These effects were observed among both consumers active than passive consumers. [9] Thus, smoking increases the risk of cerebral ischemia and as it was shown by a meta-analysis [10], the risk is doubled. And as it was found in the population studied 43.3% of patients consume their cigarettes in public places especially at home which increases the risk for their families. The implementation of the law prohibiting the consumption of the public areas cigarette [11] proves mandatory if you want to protect the population and reduce the incidence of CVA.

RECOMMENDATIONS

In a country like Morocco, good management CVA; to the shortage of specialists; the lack of specialized structures, non generalization of the safety system; appropriate steps are to be taken: primary prevention should focus on optimal control of the risk factors for CVA. It requires first recognition of CVA as a major public health problem. This forecast requires improving the means by adopting a political strategy based on two pillars:

- Access to care facilitated by the widespread social coverage, allowing medical and hospital care for the greatest number, a low cost or even free essential medicines, and improved accessibility...

- Behavior change includes the following: the ban on cigarette advertising; the bands against smoking and application of laws. In particular awareness among adolescents in schools and youth centers. Promote programs "health for all".

CONCLUSION

CVA is a public health problem, in addition to its high mortality and disabling side effects in particular in patients weakened by age, poor socio-economic conditions and lack of support structures specialized, great job and the focal point for relevant support should centralize at prevention.

REFERENCES

- [1] Mackay J, Mensah G. L'atlas des maladies cardiovasculaires et des accidents vasculaires cérébraux 2004. Disponible sur http://www.who.int/cardiovascular_diseases/ressources/Atlas/en/.
- [2] Bejot Y, et coll. Les accidents vasculaires cérébraux du sujet âgé: ce que nous a appris L'épidémiologie du sujet jeune. *Revue Neurologique*. 164 (2008) 809–814
- [3] Pavla Kadlecová P, Andel R, Mikulík R et coll. Alcohol Consumption at Midlife and Risk of Stroke During 43 Years of Follow-Up. Cohort and Twin Analyses. *Stroke* 2015 ; doi:10.1161/STROKEAHA.114.006724.
- [4] Recensement général de la population et de l'habitat 2004 – Population légale du Maroc, Haut-Commissariat au plan (consulté le mois Janvier 2011)
- [5] Sagui E. Les accidents vasculaires cérébraux en Afrique subsaharienne. *Med Trop* 2007 ; 67 : 596-600
- [6] L.M.P.H. Rabarijaona et al. Prévalence et sévérité de l'hypertension artérielle de l'adulte en milieu urbain à Antananarivo. *Revue d'Anesthésie-Réanimation et de Médecine d'Urgence* 2009(Septembre- Octobre); 1(4): 24-27.
- [7] Keita Ad, Toure M, Diawara A. et Coll - Aspects épidémiologiques des accidents vasculaires cérébraux dans le service de tomodensitométrie à l'hôpital du point G à Bamako, Mali. *Med Trop* 2005; 65 : 453-7.
- [8] Yannick Béjot et col. Épidémiologie des accidents vasculaires cérébraux. *Medicine et sciences (Paris)* 2009 ; 25 : 727–732.
- [9] Bonita R, Duncan J, Truelsen T, et al. Passive smoking as well as active smoking increases the risk of acute stroke. *Tob Control* 1999; 8 : 156– 60.
- [10] Shinton R, Beevers G. Meta-analysis of relation between cigarette smoking and stroke. *Br Med J* 1989; 298 : 789–94.
- [11] Loi marocaine n°15-91 relative à l'interdiction de la consommation du tabac et de la Publicité de ce produit dans les lieux publics ainsi que sa vente aux mineurs.

Modern technology used in the production of porcelain and tableware

Mona Mahmoud Shams El Din Ismael

Ceramic department, Faculty of Applied Arts, Helwan University, Egypt

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

ABSTRACT: The production of porcelain face many obstacles in the Egyptian market, locally and in the international market as well. Some of these challenges include improving production and quality so that it abides by international standard that the Egyptian product greatly lacks. One of the most prominent challenges too is the increasingly huge gap between technology in industrial countries and third world countries. Without this modern technology it is nearly impossible for any country that lacks this technology to be part of this market, not even compete., since modern technology is intrinsic to all the elements of production, and export, which has complicated the market even more since the borders between local and international markets are nearly nonexistent .In a study about the role of manufacturing technology in the provision of Industrial exports to international markets, that the increase in technology leads to the decrease in production cost. Decrease in the quality of elements used and the increase in the elements used in technical production which leads to a reduction in the final product price the production that is high quality and can compete in international markets. The research will portray some of the new machines used in the production of tableware.

KEYWORDS: economy, Isotactic pressing, the press system, porcelain, tableware.

THE RESEARCH PROBLEM

- 1- There is a real evident gap between the technology used in Egyptian factories and in the global factories.
- 2- Some factories are in a threat of shutting down since they are unable to compete with international markets, in terms of quality and international standards for exporting, elements that the Egyptian market lacks.
- 3- The inability of the Egyptian market to keep up with the innovations in the technical and production market of porcelain production.

THE RESEARCH IMPORTANCE

- 1- From an educational aspect: the development of the academic curriculum of tableware production, in correlation with the international progress in porcelain production, in accordance with the needs of students in the field. .
- 2- From an economic aspect: the ability to compete internationally in terms of quality, and abiding by international standards.

THE RESEARCH HYPOTHESIS

- 1- The complete understanding of the state of modern technology in the production of porcelain, leads to an improvement in the curriculum, which enables the students who will be working in the field to be better.
- 2- The technical and technological progression raises the capability of production which eventually leads to an increase in production capabilities, and supports the Egyptian economy.

OBJECTIVES OF THE RESEARCH

- 1- To find academic material to explain the progress of technology made in the field of porcelain and tableware.
- 2- An attempt to minimize the gap between educational institutions and industrial firms , in order for the academic aspect, not only to be aligned with the state of the art technology, but rather be ahead of it.
- 3- An attempt to improve Egyptian products in order for it to compete internationally.

1 INTRODUCTION

1.1 THE CONCEPT OF TECHNOLOGY

Technology is the application of different scientific discoveries and inventions that are reached through scientific research. From an economic point of view, technology is the improvement of the production process and ways used, that lead to a reduction in production cost and improve process.

It is basically a collection of ideas that are related to scientific applications in the field of industry that leads to an evident progress in the level of production. This is basically a collection of understandings, accumulated experiences, and the financial and managerial means, used by man at work in a specific field, practiced regularly in order to fulfill his material needs.

It is important for developing countries to invest in technology in order for national progress, considering the results of scientific studies on the scientific and technological effect of technological progress in the increase of production in a country. An example of this is found in the United States, where technological strides and progresses contribute from 80% to 90% of the increase in work production. We conclude from this that technological progress leads to an increase in production. Thus developed countries pay a considerable amount of attention to this, where they invest from 2 to 3.5% from national income on scientific and technological research.

1.1.1 TECHNOLOGY TRANSFER

This refers to the exchange of technology easily in order to facilitate its use scientifically. In general this transference of technology is not merely, its exchange but rather an overall exchange of cultures, social aspects and politics. Technology is the outcome of social and economic realities, and thus in industrial countries technology has coincided with the financial and social changes of a country, thus technology was a result of and existed parallel to a balanced environment that supported it with the suitable elements for its development.

Therefore the transference of technology, in reality, is not the ultimate solution for developing countries, unless it is supported by clear developmental policies, through which the proper elements can be provided that will help the process of adaptation and development. This ultimately means that certain changes have to be made to imported technologies that will make them more adaptable and suitable to the condition of the country that they're used in. This change can be successfully achieved by marrying the imported technologies and local elements.

However this governmental support was only one of other ways that were being provided in addition to the motivations and support of technological innovations. One of the most prominent of these ways was tax exemption that were awarded to sectors of technological development, financial aid in the export sector, prepare and educating engineers and scientists, in addition to the other skilled workers who help this technological process more smoothly.

Here "MOVEMENT" used in its generic meaning of transference, through the different economic and industrial channels, that has become the main incentive in international relations as a result of the current issues, political, economic and security strives.

1.2 THE IMPORTANCE OF CERAMIC PRODUCTION AND ITS EFFECTS ON EGYPTIAN ECONOMY:

The following is an illustration of production results in industrial sectors:

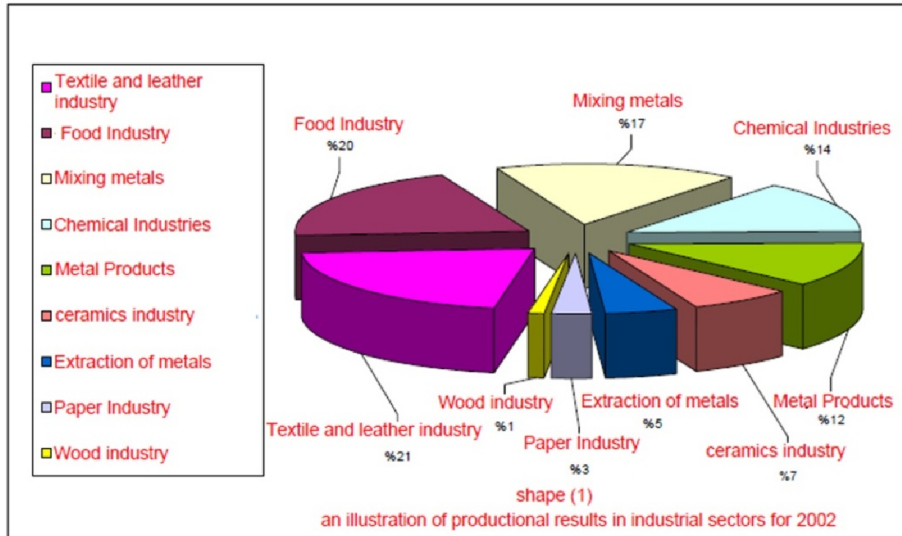


Fig. 1. industrial sector in Egypt

Figure (1) shows the importance of ceramic industry which present 7% form industrial sector in Egypt Porcelain and tableware production is deemed one of the most important industries.

It is clear that both the porcelain and ceramic industries are equally unattended to; perhaps this goes back to different aspects, one of which is the competition from products produced in China and the policies of drowning that are being followed.

This is illustrated by the number of factories and the rates of production of ceramic tableware.

1.2.1 ELECTRICAL PORCELAIN PRODUCTION LINE

The following is a presentation of the porcelain production line that is used in the production of tableware, starting from assembly to design, as follows:

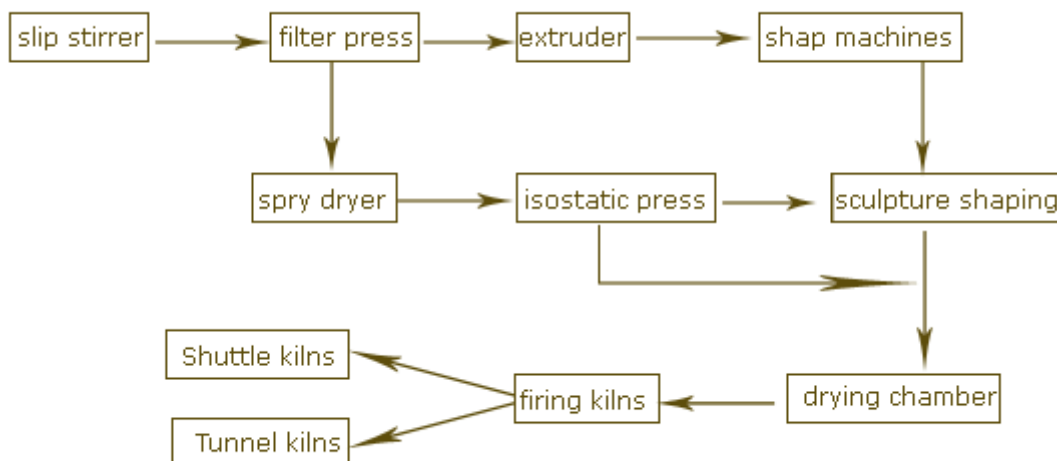


Fig. 2. Electrical porcelain production line

In this paper will concentrate in explaining modern technology in porcelain production in the modulation, glazing and decoration stages.

2 MODULATION

2.1 ISOTACTIC PRESSING OF TABLEWARE

Without plaster moulds without leather hard dryer without back drying of plaster moulds without white dryer .Evenly compacted dry pressed articles without deformation without loss of shape stability without alterations in article size without wearing relief work

With compressed –air fast granulate filing system With approved fully isostatic operating pressing dies

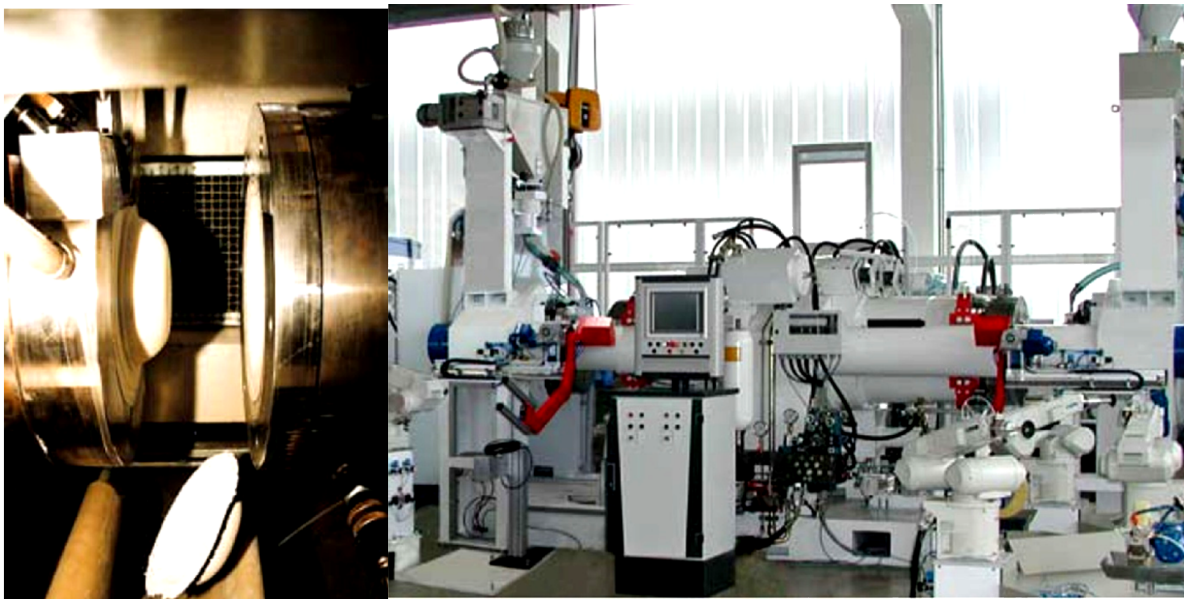


Fig. 3. Isotactic pressing of tableware

With article rim treatment machines for porcelain, stoneware, earthenware, vitreous china, bone china, round and festooned articles ,square and multi corner articles, relief and non-round articles, small and long articles from sources with a 10 cm diameter up to oval plates ca. 50 cm in diameter), flat and deep articles, including 9-15 cm deep salad bowels.

2.1.1 THE PRESS SYSTEM

Presses for green dimensions up to 225 mm, up to 375mm and 457 mm horizontally arranged, high-strength, rigid press stricker with pre- tensioned rods of special top- quality heavy duty steel.

One or two hydraulic die devices, mounted on the press traverse Completely independent control via two separate hydraulic control units (where there are two hydraulic die closing devices)

Pressure setup. differential maximum use of press capacity (where there are two hydraulic die closing devices)

Upper die and filing slide arranged on opposite cross-beams.

2.1.2 THE DIE SYSTEM

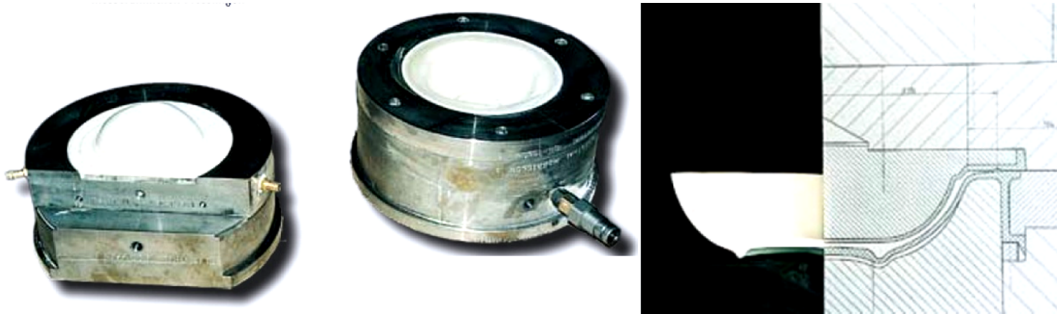


Fig. 4. The die system

CAD design precision – quality from the start

Few die construction parts –clear tool design – also highly suitable for own production

Maximum flexibility through simple and fast die change – over, longer membrane life thanks to fully isostatic compaction, eliminating the membrane wear caused by static pressure peaks. Pressing procedure causes little wear as there are no moving metal parts All die parts in contact with the body are made of polyurethane ,Ceramic granulate in the die only comes into contact with the polyurethane membranes and coatings

For bone china : optional upper steel punch to be used with special fettling devices fast movements give precise demoulding of very deep articles and controlled, careful “free fall” of pressed articles into the discharge chute , Economic die combinations through selection of die exchange sets for similar diameter and size of articles

2.1.3 THE GRANULATE FILING SYSTEM

Fluidization of the spray granulate with compressed air , Fast, constant and complete granulate feeding to the die filing space ,Reproducible volumetric filing for articles of constant weight and size Effective de-airing of the fluidized granulate

One filing slide can be used for many dies

2.1.4 SIEMENS SIMATIC PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL UNITS

Process control and monitoring via terminal on screen adjustment of all operating parameters: timers, pressures and distance visual control of isostatic pressing process with pressing display .

Storing of all article –specific adjustment via a programmer management function

Production control through data processing: Listing of shift protocols ,Listings of down-times with causes ,Production statistics and measurement of cycle times, In the event of malfunction, diagnosis and listing of faults ,Complete on-screen operating instruction

Operator guidance with on-screen texts, And its Optional to printout of article/production check-list and remote diagnosis

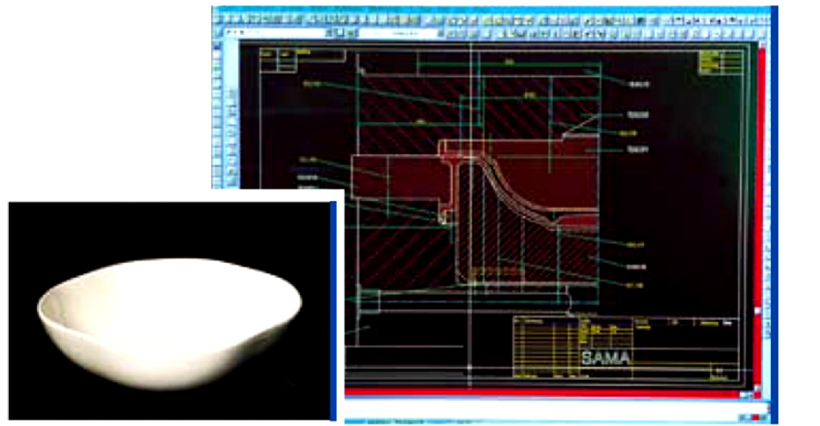


Fig. 5. programmable logic control units

2.1.5 ARTICLE RIM AND FOOT FINISHING SYSTEM

Round table systems for round, on round and oval articles with 8 spindles

Robotic for non-round special shaped articles, Combination possibilities to increase productivity e.g.: use of two independent article rim and foot finishing system for the manufacturer's requirements



Fig. 6. foot finishing system

2.2 HIGH PRESSURE CASTING MACHINES

From slip to the cast piece, without plaster moulds, The highly flexible High Pressure Casting Process is especially suitable for the production of non-axially symmetric articles in two-part moulds, even when dealing with smaller quantities.

2.2.1 GENERAL HIGH PRESSURE CASTING PROCESS

- 1- Firstly the slip is fed into the cavity of the tightly closed porous resin mould.
- 2- During filling of the cavity there is a slight increase in slip pressure; a so called “first layer” is built up, which acts as a self-filtration barrier (see next figure) for further de-watering. This layer prevents small body particles penetrating the pore structure.
- 3- Pressure then increases (this can be done in several steps) up to the set value and is kept there until the article is fully cast

Subsequently, the slip pressure decreases and the cast piece is removed by means of a manual suction device and the simultaneous application of compressed air to the (Usually female) mould part, Typical hpc cycles, with different curves, are illustrated in The next figure

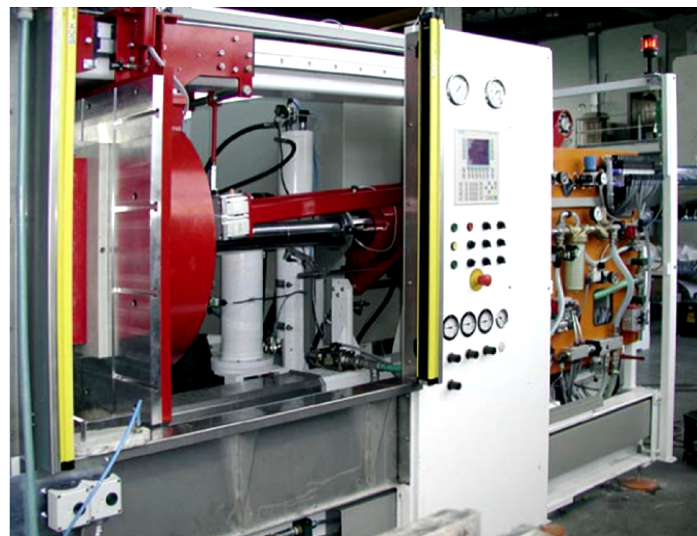
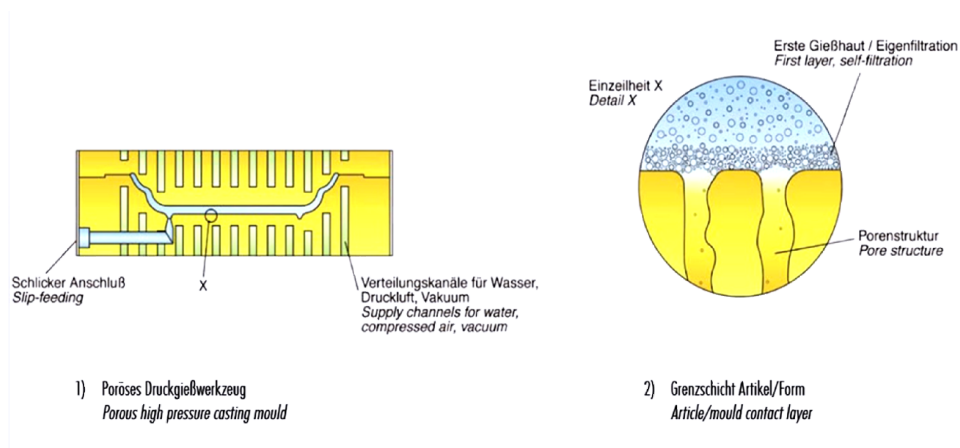


Fig. 7. High Pressure Casting Process

2.2.2 MOULD TECHNOLOGY

In addition to efficient and economic machines, mould technology and porous mould resins are additional key elements for successful high pressure casting.

When you purchase a high pressure casting machine transfers the simple and practical KNOW HOW needed for mould-making to the customer’s plant.

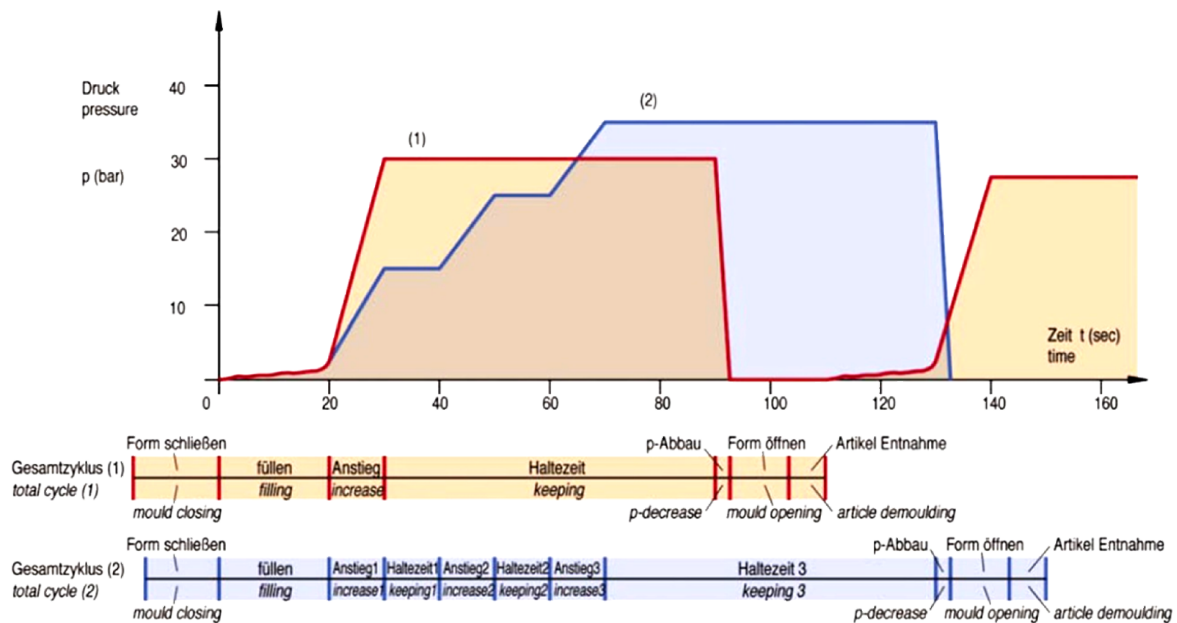


Fig. 8. Typical hpc cycle

2.2.3 ADVANTAGES OF HIGH PRESSURE CASTING PROCESS

1. Improvement in Quality
2. high class article surface
3. porous moulds resistant to wear
4. precision of contour and relief work
5. High grade dimension accuracy even after several casting.
6. constant article weight
7. less effort in fettling and sponging
8. improved handling stability, decreased risk of deformation.
9. decreased dependence on operator's skill

2.2.4 INCREASE IN PRODUCTIVITY

- 1- Highly flexible production thanks to quick mould change-over
- 2- Elimination of space-consuming plaster mould stocks
- 3- No mould drying
- 4- Comfortable working environment
- 5- Less heavy work
- 6- Increased output per operator
- 7- Decreased space requirements a mean compact production arfa
- 8- Simple, highly reliable machine operation
- 9- Easy mould Know-How and safe reproducibility
- 10- fully porous moulds with long working life
- 11- Possible integration in automated production cycles

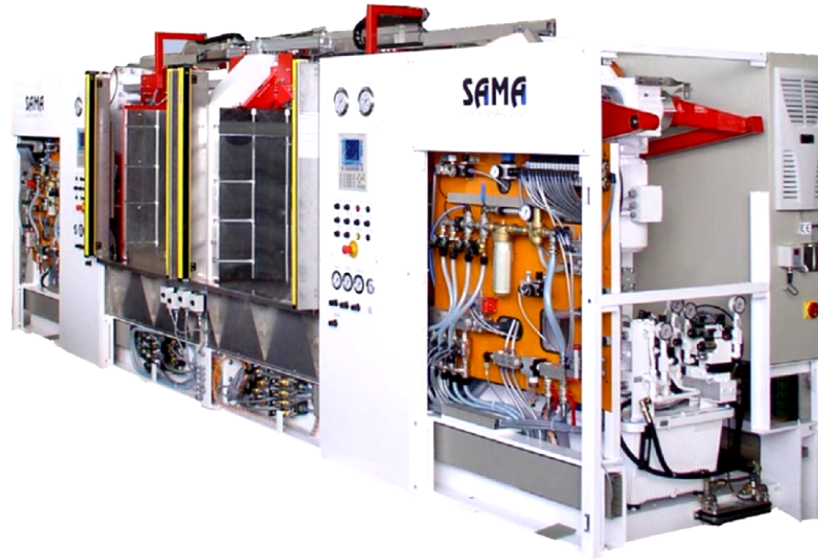


Fig. 9. high pressure casting process

3.1 SPRAY GLAZING MACHINE FOR FLATEWARE AND HOLLOWWARE

- For articles with densely-fitted red or green body, if the once-fired ring process is applied. Ideal for glazing bone-china tableware and porcelain.
- The machine is provided with pre-heating, and drying booths for applying lead-free fritted glaze, The glaze which may have different additives is applied by compressed-air through binary nozzles, If once-fired red articles are glazed, their feet can be automatically provided with a wax layer to avoid cracking of the feet on the supports and wiping-off of the foot during glaze fettling, Options- Automatic loading and unloading devices for plates and saucers- additional equipment to glaze the inside of undercut hollowware- glaze recycling systems.

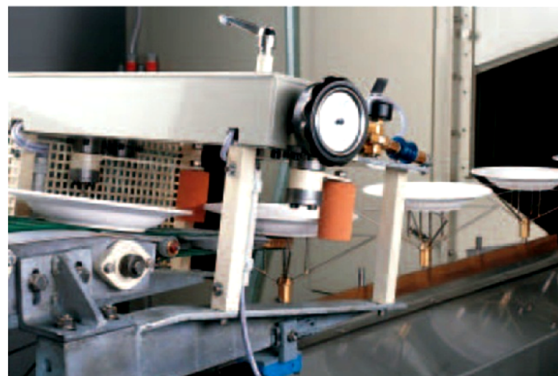


Fig. 10. Linear spray glazing machine

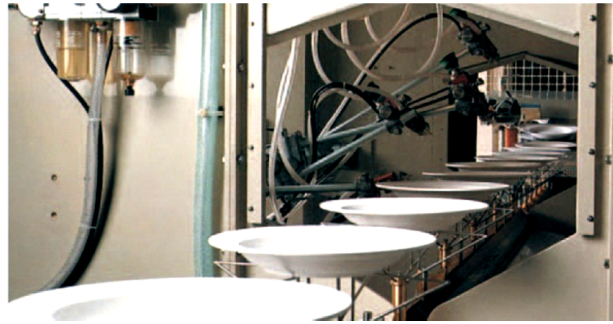


Fig. 11. automatic centering and loading of plates to the spindles of a spray Glazing line

TECHNICAL DATA

design of glazing	Bone China	Porcelain
Capacity max. (pcs/h)	2000	1500
article diameter (mm)	max. 340	360
Article height max. (mm)	150	80
article foot diameter min. (mm)	80	80
compressed-air consumption (m ³ /h) - air pressure (bar/kPa)	320 - 4/4000	80 - 6/600
water consumption approx. (l/h)	1000	250
no. of spindles	148	60
installed heating capacity (gas) (kW)	250	-
waste air quantity for dust extraction (m ³ /h) ---- 600	-	600
pressure loss at suction hood (mm - wg/Pa)	-	180/1800

4

4.1 DECORATION TECHNOLOGY

4.1.1 DIRECT PRINTING MACHINE

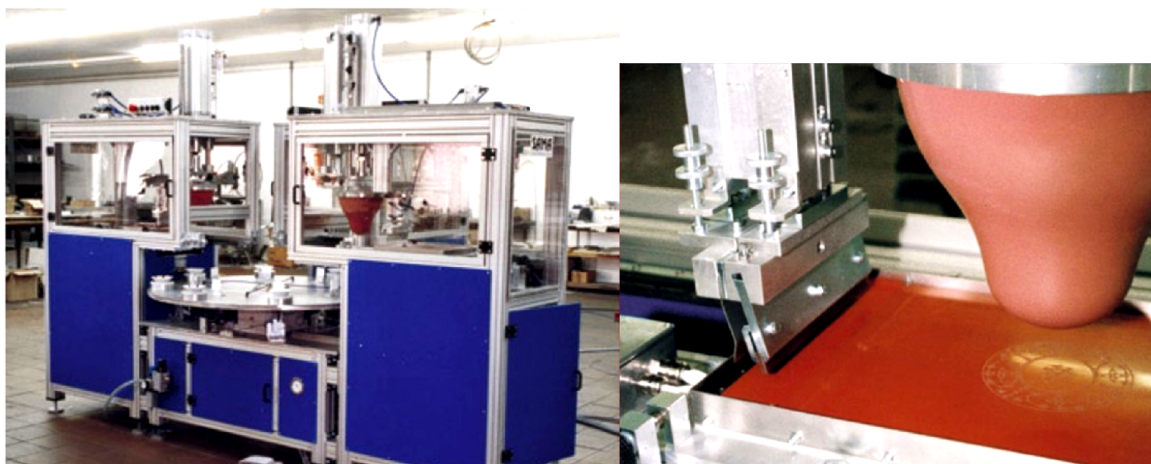


Fig. 12. DIRECT PRINTING MACHINE

- The machine is suitable for partial or full decoration of flatware items in automatic operation. It is possible to decorate porcelain in inglaze and underglaze, earthenware, vitreous china, bone china, as well as glass, enamelware and plastic articles. Printing is done with thermoplastic colours on engraved plates either of metal or plastic coated.

FUNCTIONING

The plate is placed on a centering unit, held by vacuum, and indexed exactly under the printing station. The heated engraved plate has been coated with colour by squeegee system. By lowering the printing squeegee, excess colour is squeegeed off during the movement towards the printing pad. The printing pad moves downwards, taking the colour from the engraved plate and printing it onto the article once the engraved plate has returned to its initial position.

The printing pad returns to its initial position, the article moves to the next printing station. This procedure is repeated until all colours from the respective printing station are applied onto the article. The completely printed article is taken away.

Best accuracy, very high capacity and articles of special quality are the final result.

output of the plant depending on decoration	200 - 300 Stück/h
diameter of the article	50 - 350 mm
height of the article	max. 120 mm
diameter of the decoration	max. 320 mm
air pressure	6 bar
air consumption	25 m ³ /h
power supply	ca. 30 kW
voltage	400 V - 50 Hz - 3 Ph
space requirement	ca. 3890 x 2540 x 2234 mm
weight	2500 kg

TECHNICAL

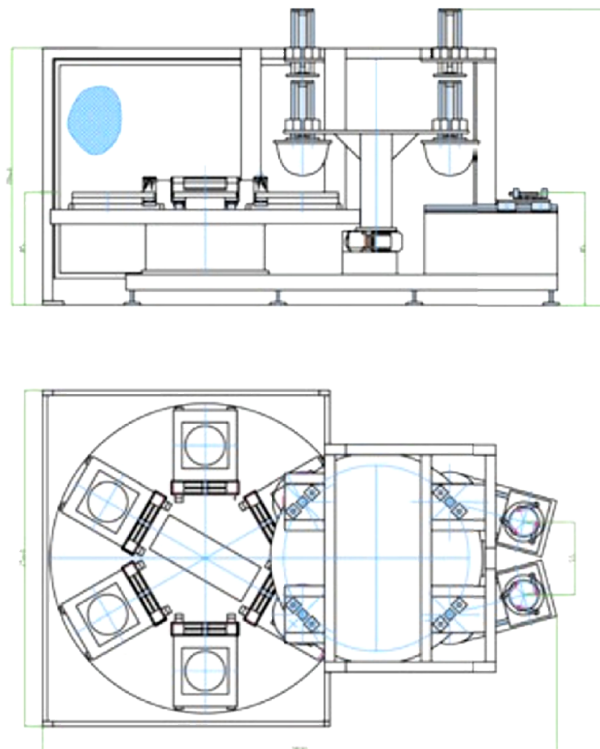


Fig. 13. DIRECT PRINTING MACHINE

4.1.2 DECAL APPLICATION MACHINE

- The machine allows the automatic transfer of thermoplastic decals onto flatware.

The decals, which are stored in a magazine, are placed onto a heated vacuum table by means of a transfer device and sucked over its entire surface.

By means of the integrated camera system, the decal is photo-optically identified in its position and moved resp., turned accordingly on the xyz coordinate table until the centre of the decal corresponds with the center of the plate.

While the vacuum table moves to the heated printing pad, the already decorated article is moved in the direction of the unloading position.

Preheated articles ensure a better and faster transfer.

- The decal application machine can, of course, also be designed as a completely automatic plant. Feeding belt for plate stacks, preheating tunnel, and tandem transfer loads resp. unloads the machine with preheated plates. After decoration, the plates can either be stacked or unloaded individually by means of the conveyor belt.

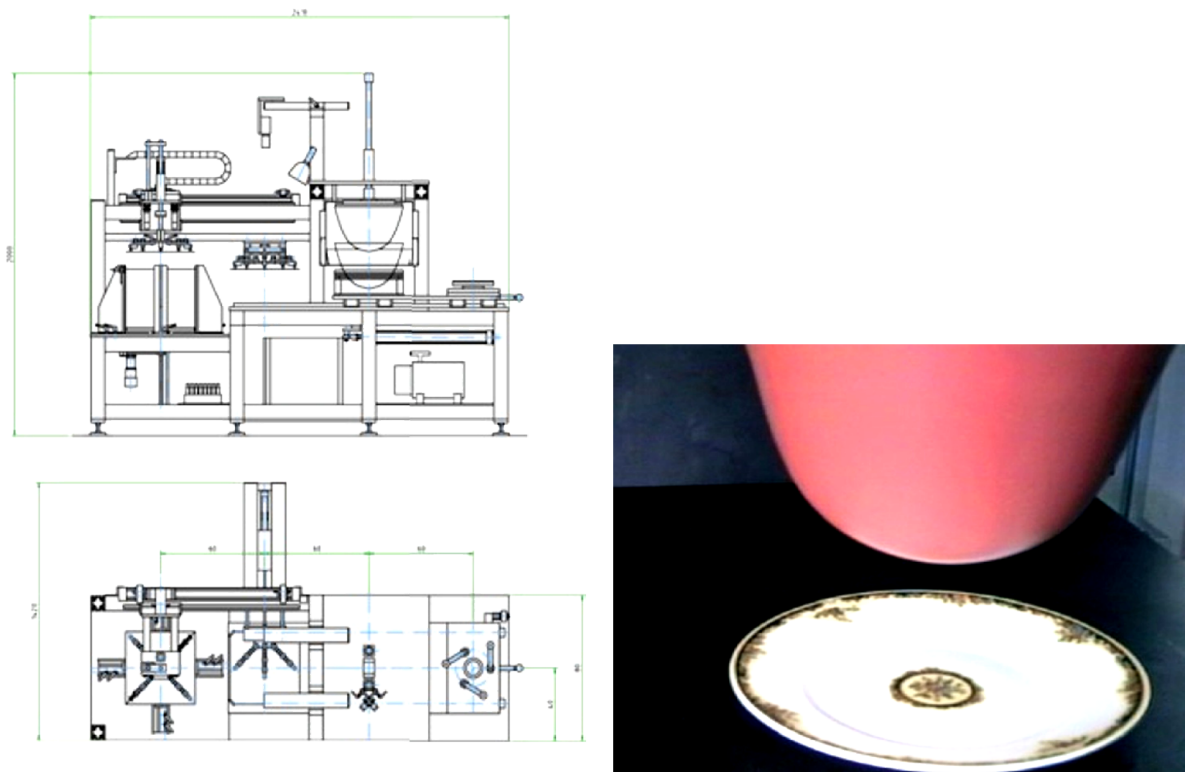


Fig. 14. DECAL APPLICATION MACHINE

LEGEND

- Pos.1 conveyor belt for plate loading
- Pos. 2 transfer unit
- Pos. 3 conveyor belt with heating tunnel
- Pos. 4 tandem-type transfer unit
- Pos. 5 conveyor belt for plate unloading
- Pos. 6 decal application machine
- Pos. 7 switchboard

TECHNICAL DATA

output of the plant 200 - 400 Stck./h
 diameter of decoration max. 320 mm
 diameter of article max. 320 mm
 height of article max. 120 mm
 accession of air G 1/2"
 air pressure 6 bar
 expenditure of air ca. 6 m³/h
 accession of electricity ca. 12 kW
 voltage 400 V - 50 Hz - 3 Ph
 weight of the plant (net) 1000 kg
 decal Positioning System with
 - x-y angel adjusting unit
 - decal handling system
 - 2 high-defi nition CCD-cameras
 positioning table 400 x 400 mm
 accuracy +/- 0,2 mm
 measuring marks 2 Stck.(pcs.)/ø 5 mm
 strokes (out of zero position) +/- 10 mm +/- 3°

4.1.3 THE BACK STAMPING:

- The back stamping machines are suitable in the porcelain and ceramic industry for the application of underglaze back stamps. Depending on the type of application, various machines are available, such as
- back stamping machine for plates
- back stamping machine for cups

FUNCTIONING

The articles are placed onto the conveying system integrated in the machine, dedusted and moved in cycles through the plant.

In the stamping position the article is centred and, thereafter, the back stamp is applied by means of pad. The pad collects the colour from the underside of the group of screens. The squeegee system, arranged over the screen, presses the colour through the screen mesh. As soon as the pad has transferred the colour to the article, it is cleaned before it collects the next layer of colour.



Fig. 15. the back stamping

TECHNICAL DATA:

ca 150 kg weight (net)
400 V - 50 Hz - 3 Ph voltages
max. 40 mm diameter of the decoration
max. 200 mm height of the article
max. 320 mm diameter of the article
6 bar air pressure
5 Nm³/h air consumption
G 3/8" air connection
ca. 1 kW power supply
max. 1300 k/h output of the plant

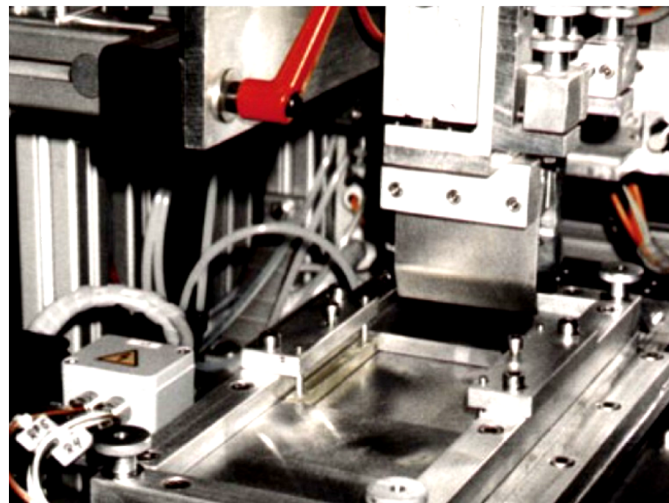


Fig. 16. the back stamping

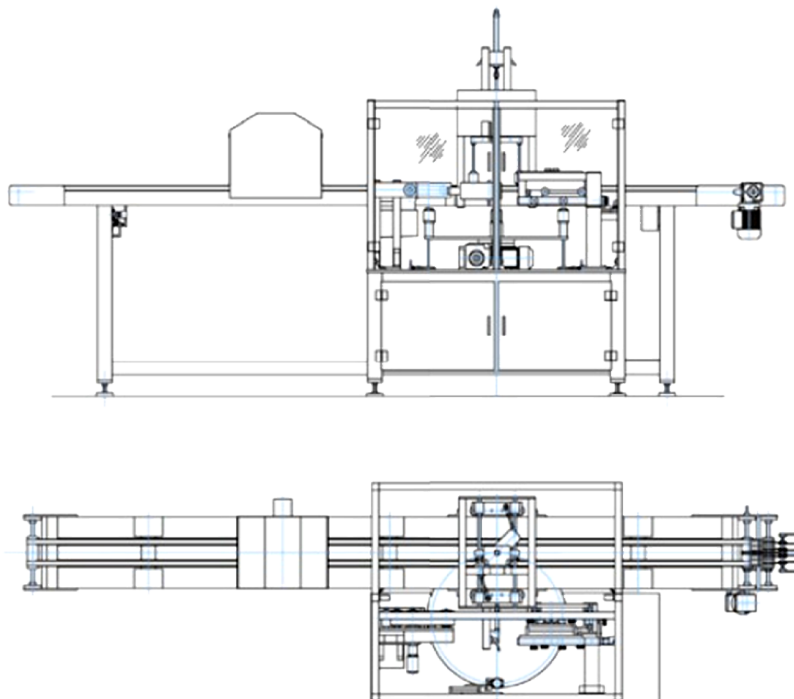


Fig. 17. the back stamping

4.1.4 BANDING AND LINING MACHINES FOR FLAT, HOLLOW AND OVAL ARTICLES

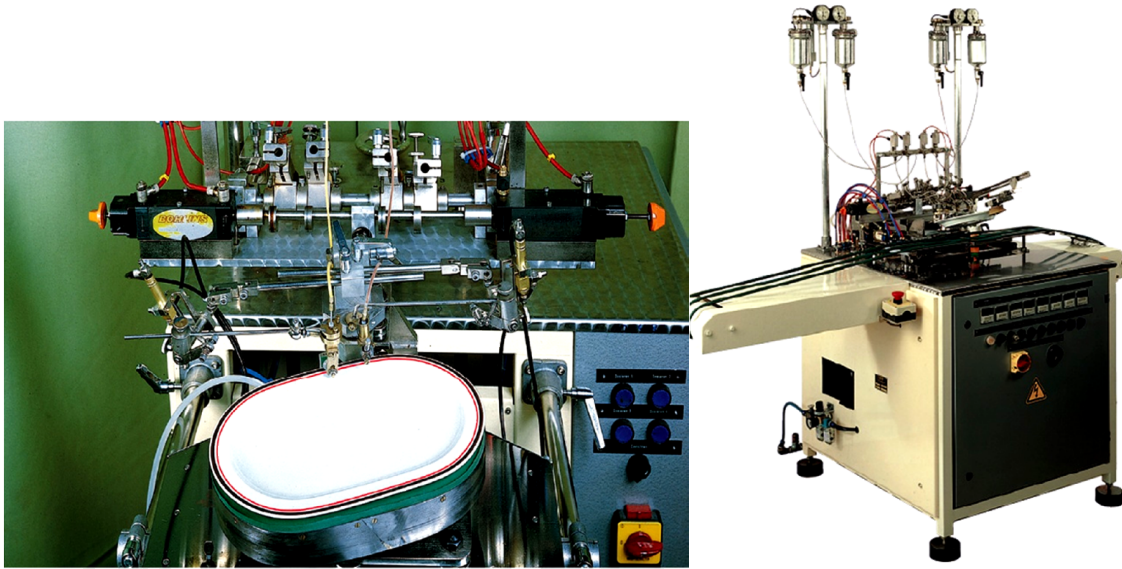


Fig. 18. Automatic banding and lining machine for flat, hollow and oval articles

- The machines are designed for automatically applying colour and gold lines or bands, rasp. Onto flat, hollow and oval articles.
- With the machines it is possible to apply four lines or bands of different colours or of the same colour in one working process onto a multitude of suitable articles. The lines and bands are applied by means of lining wheels and special brushes similar to hand painting, and can be made in smooth, rustic and hand fashion. Dependent on the decoration, the width of band can be from 0.5 to 40 mm. Onglaze and underglaze decorations are possible for earthenware- vitreous china- porcelain-glass- enamelware.

OPERATION

The articles are transported on parallel running conveyer belts or manually to the lining station. The article is lifted by means of three inclined grooved rollers and put into rotation whereby it is automatically lined. Conveying speed and rotating speed are infinitely variable. If especially steep-walled articles are to be lined, it is possible to lift them up to 60 degrees (90 degrees), with the machine additionally to lower them to 20 degrees maximum. This lowering process is important above all for lining the lids in the enamelware industry.

RESULTS

- 1- The available modern technology of porcelain production is capable of creating a leap in quality and quantity of the industry, and eventually affects the Egyptian economy.
- 2- Academic material has been provided for some prototypes in stages of design. Glazing and decoration.

RECOMMENDATIONS

- 1- improve academic curriculums of ceramic production and design using academic material; order for the curriculum that students are taking to be aligned with technological advances.
- 2- To raise more awareness for the importance of the design and production of porcelain, in order to develop its study academically and industrially. Moreover it needs to not be marginalized since it has a huge impact on national economy.

REFERENCES

- [1] H. V. Atkinson, S. Davies, Fundamental aspects of hot isostatic pressing: An overview December 2000, Volume 31, Issue 12
- [2] <http://annabaa.org/nba44/taknolngi.htm>
- [3] <http://www.sacmi.com/en-US/Products-and-Services/Ceramics/Business-Units/Tableware.aspx?idC=61161&LN=en-US>
- [4] <http://www.sacmi.com/en-US/Products-and-Services/Ceramics/Business-Units/Tableware/Isostatic-pressing.aspx?idC=62005&LN=en-US>
- [5] <http://www.sacmi.com/en-US/Products-and-Services/Ceramics/Business-Units/Tableware/Decoration.aspx?idC=62011&LN=en-US>
- [6] <http://www.sacmi.com/en-US/Products-and-Services/Ceramics/Business-Units/Tableware/Casting/Pressure-casting-machines.aspx?idC=62521&LN=en-US>
- [7] <http://www.sama-online.com/en-US/Products/Complete-plants-for-Tableware/Decoration.aspx?idC=64117&LN=en-US>
- [8] <http://www.youtube.com/watch?v=6Be7fCVITtU>
- [9] <http://www.youtube.com/watch?v=ZPVxyNjXKPo>
- [10] <http://www.sacmi.com/en-US/Products-and-Services/Ceramics/Business-Units/Tableware/Glazing.aspx?idC=62008&LN=en-US>
- [11] Martha Sullivan. Industrial Design: Tableware. School of Architecture + Design College of Architecture and Urban Studies Blacksburg, Virginia .November 14, 2006

Chauffage d'eau d'étangs à base de charbons de bois et son impact sur la variation de température: un cas d'étude en période froide à Lubumbashi (R.D. Congo)

[Heating water of ponds based on charcoal and its impact on temperature change: A case study in cold periods in Lubumbashi (DR Congo)]

Lwamba Balimwacha Jules¹, Katim Mwin A Mpa¹, Kiwaya Alunga Trésor¹, Ipungu Lushimba Raymond², and Nyongombe Utshudienyema Nathan³

¹Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Zootechnie, Unité de Recherche en Aquaculture «U.R.A. », Lubumbashi, BP 1825, RD Congo

²Université de Lubumbashi, Faculté de Médecine vétérinaire, Département de Zootechnie, Unité de Recherche en Aquaculture «U.R.A. », Lubumbashi, BP 1825, RD Congo

³Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

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

ABSTRACT: The purpose of this study is to raise the temperature of the pond water during cold in Lubumbashi, using different amounts of charcoal. Three ponds of 1.5 ares were used, and twenty barrels placed in two ponds due to ten per pond. The distance between the barrels was 2 m. The first pond was not heated, the second and the third was heated using respectively 15 and 30 kg of charcoal per day. Temperatures were taken at different times and the data obtained were subjected to analysis of variance using SPSS 16.0 software. The results obtained showed that the addition of 15 kg of charcoal increases the temperature of a unit, respectively 19.2 ° C, 20.1 ° C and 21.4 ° C in ponds that have not received charcoals, with 15 kg and 30 kg of charcoals ($p < 0.001$). Taking into account the heating hours, the results of the analysis of variance showed that the heating period does not affect the water temperature of ponds, regardless of the amount of charcoals given ($p = 0.743$). The addition of 30 kg of charcoal maintains the temperature of water above baseline threshold, whatever the time of input. This study shows the importance of bringing charcoals to increase the water temperature of ponds in cold periods in Lubumbashi. Subsequent studies, however, will assess the effects of this increase in temperature on the production of fry grow *Oreochromis niloticus* growth in cold period.

KEYWORDS: Charcoals, temperature, fish farming, *Oreochromis niloticus*, cold period, Lubumbashi.

RESUME: L'objet de cette étude est d'élever la température de l'eau d'étang en période froide à Lubumbashi, en utilisant différentes quantités de braises. Trois étangs de 1,5 ares chacun ont été utilisés et vingt futs placés dans deux étangs en raison de dix par étang. La distance entre les fûts était de 2 m. le premier étang était non chauffé, le second et le troisième était chauffés en utilisant respectivement 15 et 30 kg de braise de bois par jour. Les températures ont été prélevées à différentes heures et les données obtenues ont été soumises à une analyse de la variance, à l'aide du logiciel SPSS 16.0. Les résultats obtenus ont montré que l'ajout de 15 kg de braise accroît la température d'une unité, respectivement 19,2 ° C, 20,1°C et 21,4°C dans les étangs n'ayant pas reçu la braise, avec 15 kg de braise et avec 30 kg de braise ($p < 0,001$). En tenant compte des heures de chauffage, les résultats de l'analyse de variance montrent que la période de chauffage n'influence pas la température d'eau d'étangs, quelle que soit la quantité de braise apportée ($p = 0,743$). L'apport de 30 kg de braise maintient la température de l'eau au-dessus de seuil de référence, quelle que soit l'heure d'apport. Cette étude montre l'intérêt d'apporter la braise pour accroître la température d'eau d'étangs en période froide à Lubumbashi. Des études

ultérieures devront cependant évaluer les effets de cette augmentation de température sur la production des alevins et le grossissement des juvéniles de *Oreochromis niloticus* en période froide à Lubumbashi.

MOTS-CLEFS: Braise, température, pisciculture, *Oreochromis niloticus*, Période froide, Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

Le chauffage d'eau de rivière à des fins piscicoles a été l'une des principales applications des eaux chaudes rejetées par les centrales électriques thermiques (classique ou nucléaire) [1]. En effet, le fonctionnement de toute centrale électrique thermique (classique ou nucléaire) entraîne le rejet dans l'atmosphère de grandes quantités de chaleur à faible niveau de température faisant passer ainsi la température de l'eau de 15 à 30/40°C pour les centrales en circuit ouvert (rivière ou mer) et de 25 à 40°C pour les centrales en circuit fermé (équipées d'une tour de refroidissement). Les activités de pisciculture en eaux tièdes ont été ainsi rendues possibles dans plusieurs pays d'Europe grâce aux grandes quantités de chaleur « gratuite » rejetée par les centrales [2].

Ainsi, les espèces des poissons telles que l'*Oreochromis niloticus* et la carpe Koï sont élevées en Belgique d'une manière ininterrompue dans les eaux tièdes issue des centrales nucléaires en régions tempérées, même en plein hiver, dans les pays tels que l'Allemagne, la France, l'Italie et la Belgique [2]. Dans les régions subtropicales africaines (cours inférieur du Nil et l'Afrique du Sud) où l'utilisation des eaux chaudes industrielles pour des fins piscicoles n'est pas signalée, un arrêt de croissance est en général observé pendant la période froide (3). La reprise de croissance intervient lorsque la température augmente [3]. Les références [3, 4, 5] relèvent jusqu'à six mois d'arrêt de croissance en saison sèche dans le Delta Central du Niger entre décembre et juillet. Un arrêt de croissance de cinq mois chez l'*Alestes baremoze* entre octobre et mars dans le lac Tchad [6, 7]. Dans le Sud-est africain, la plupart des travaux font état d'une reprise de croissance pendant le printemps austral [8]. Cette dépendance au climat freine le développement de la pisciculture dans ces pays.

Le potentiel d'aquaculture en RDC est considérable notamment autour des grandes villes, où l'on peut pratiquer plus aisément des techniques aquacoles intensives, orientées vers le marché. L'aquaculture a commencé en RDC dès les années 1940 [9]. Lors de l'indépendance, il y avait déjà 45 centres d'alevinage d'une capacité de production totale de 10 000 tonnes par an. On n'a pas d'informations récentes de l'état de l'aquaculture en RDC [9]. Dans les régions subtropicales africaines l'utilisation des rejets des eaux tièdes en pisciculture n'est pas signalée. Le coût trop élevé de celles-ci (3 milliards d'euros pour une centrale de 1000 Méga watt) serait une des raisons de la non prolifération de ces centrales en Afrique. De plus, les centrales thermiques seraient à l'origine des graves perturbations des écosystèmes aquatiques suite à la pollution thermique des rivières [10 ; 11]. En fonctionnement normal, les installations nucléaires procèdent à des rejets réguliers dans l'environnement de nature chimique et radioactive [12]. Avec les graves accidents arrivés à la centrale nucléaire de Tchernobyl en Russie, et tout récemment à Fukushima au Japon, les centrales nucléaires ne rassurent pas [13].

Cependant, à Lubumbashi, en République Démocratique du Congo, une interruption de production des *O. niloticus* est observée pendant la saison froide, constituant en même temps un facteur limitant à l'intensification de la pisciculture [14]. L'objet de cette étude est de faire monter la température de l'eau en étang pendant la saison froide à Lubumbashi. Dans le présent travail, nous testons l'hypothèse selon laquelle l'apport exogène de la chaleur avec la braise de bois dans les étangs permettrait une augmentation de la température de l'eau.

2 MATERIEL ET METHODES

Le site d'étude est l'Unité de Recherche en Aquaculture « U.R.A. » de l'Université de Lubumbashi, à Lubumbashi en RD Congo (S11°40'08" et E27°28'31"). Pour cette expérimentation, 3 étangs de 1,5 are chacun ont été utilisés (Photo 1). Le premier étang n'a pas été chauffé, mais le second et le troisième l'ont été en utilisant 10 futs par étang. Ces futs, de 200 litres de capacité (Photo 1), contenaient un total de 15 kg de braises par jour pour le deuxième étang et 30 kg de braises par jour pour le troisième. Les données de températures ont été prélevées à l'aide d'un thermomètre digital et Trois thermomètres maxi minima.



Photo 1: Etang avec fûts pour le chauffage de l'eau (à gauche) et étang sans système de chauffage (à droite).

Dans chaque étang, les dix fûts étaient placés le long de digues à raison de cinq de chaque côté (à 50 cm du bord). La distance entre les fûts étaient de 2 m. Dans deux des trois étangs, nous avons placé respectivement : 15 et 30 kg de braise de bois par jour, en raison de 1,5 kg par fut pour le premier étang et 3 kg par fut pour le deuxième étang. Le troisième étang étant le témoin, n'était pas chauffé.

L'allumage de la braise dans tous les fûts s'est fait à la même heure, soit à 18 heures. La température était prélevée toutes les heures à 15 cm de profondeur et toujours au même endroit dans chaque étang à l'aide d'un thermomètre digital. Quant aux thermomètres maximinima, ils ont été placés en permanence dans chacun de trois étangs en étant accrochés à un bâton à 15 cm de profondeur. Cette expérience a été menée pendant 10 jours, soit du 06 au 16 juillet 2011. Le paramètre observé dans cette étude est la Température moyenne, obtenue à partir de la formule suivante (Equation 1) :

$$\bar{T}^{\circ} = \frac{\sum \text{Températures journalières}}{\text{Nombre d'observations}}$$

\bar{T}° = Température moyenne

Les données collectées étaient compilées, ensuite traitées à l'aide du logiciel SPSS 16.0. La comparaison des moyennes s'est faite par le test T de student (deux catégories).

3 RÉSULTATS

L'utilisation de 15 kg de braise augmente la température d'environ 1°C. En effet, la température est de 19,2°C dans l'étang non chauffé contre 20,1°C dans l'étang chauffé avec 15 kg de braise. En outre, le passage de 15 kg à 30 kg par jour augmentait la température d'un degré, soit de 20,1 à 21,4 °C. Il ressort des analyses de la variance qu'il existe de différence significative entre les températures moyennes des étangs ($p < 0,001$) (Figure 1).

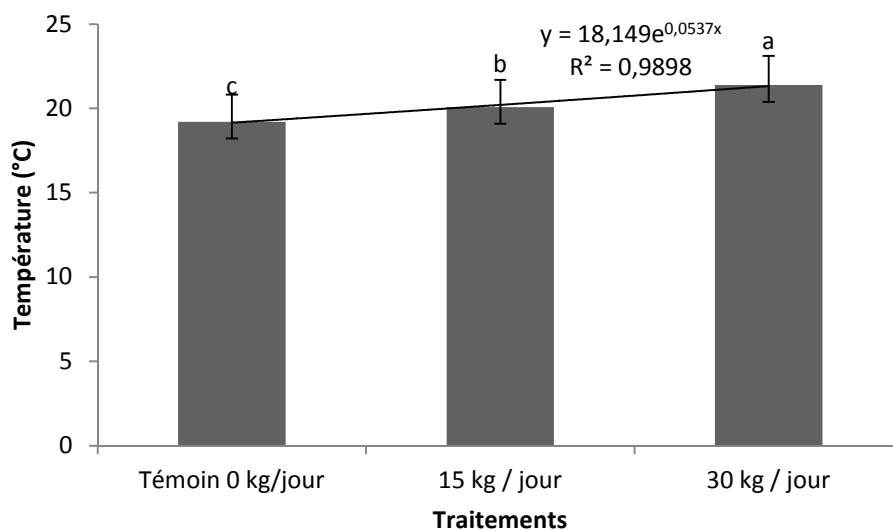


Figure 1. Effets de quantités croissantes de braises sur la température des étangs.

Par ailleurs, il n'existait pas d'effet d'interaction entre les heures et la quantité de braises utilisées ($p=0,743$). L'utilisation de 30kg de braise maintient la température de l'eau au dessus de seuil de référence quelque soit l'heure. Les courbes de variations de température pour les trois traitements sont reprises sur la Figure 2.

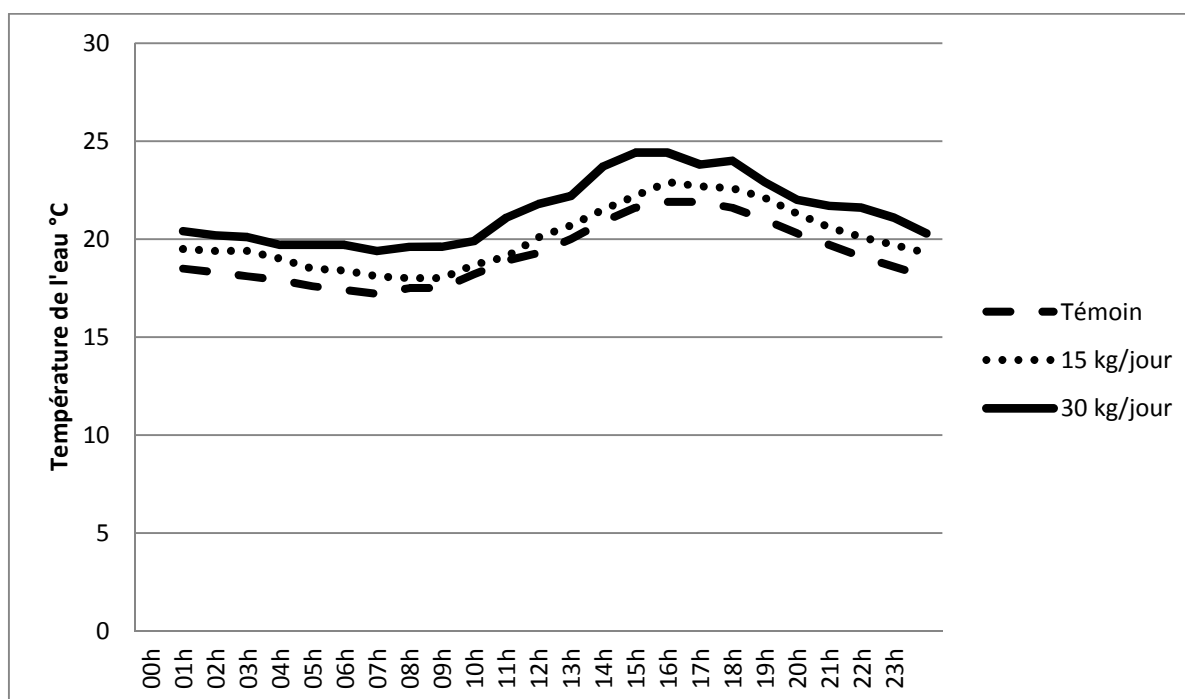


Figure 3. Variation moyenne de température de l'eau dans les étangs en fonction des heures et des quantités de braises.

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus à l'issue de nos travaux tels que présentés les figures 1-2, il a été constaté que l'utilisation de la braise augmente significativement la température de l'eau dans les étangs considérés ($p<0,001$). Il se dégage une fluctuation de la température. La température moyenne journalière des étangs pendant la période d'étude était de $19,4 \pm 2^\circ\text{C}$. Cette

valeur est en dessous de la fourchette de température proposée par les références [1, 15-16] pour une production optimale d'*Oreochromis niloticus*.

Les études des références [17-23] ont montré que de nombreux facteurs peuvent intervenir de façon significative sur la production des *Tilapia nilotica*, mais de tous, la température est le facteur le plus important. La référence [24] affirme qu'aux températures inférieures à 17°C, les *Oreochromis niloticus* diminuent leurs activités et cessent de se nourrir ; alors qu'à 15°C ou en dessous, ces poissons sont affaiblis ou même stressés et deviennent sensibles aux maladies. La référence [25], dans une étude de l'effet de la température sur l'*Oreochromis niloticus*, n'a pas obtenus des résultats satisfaisants à basse température. En effet, les géniteurs d'*Oreochromis niloticus* n'ont pas donné des œufs quand la température de l'eau descend en dessous de 19°C, et ce en dépit du niveau de degré de protéine contenu dans l'aliment distribué et même de la photopériode [26]. Lorsque la température de l'eau est passée de 19 à 21°C, le taux de ponte est aussi passé à 10 % pour les essais effectués en obscurité tandis que sous la photopériode naturelle le taux de ponte est arrivé à 34.9% [26]. En outre, les écarts de températures observés dans nos travaux sont de $\pm 3^\circ\text{C}$ en dessous de 22°C qui est le seuil minimum de référence, il a été constaté une grande différence significative ($p < 0,001$). A cet effet, la référence [26] affirme que la période la plus productive coïncide avec l'augmentation de la température de 22 à 27°C où le taux de ponte va de 40 et 73% pour toutes les femelles soumises respectivement à des conditions d'obscurité et de photopériode naturelle. Ainsi, la moyenne obtenue au cours de nos travaux est largement en dessous des recommandations émises par les auteurs pour une production optimale des espèces telles que l'*Oreochromis niloticus* [1, 15-16, 27].

L'augmentation d'environ 1°C suite à l'ajout de 15 kg de braises est attribuable au pouvoir calorifique des braises. En effet, les études montrent que le pouvoir calorifique de braises (ou charbons de bois) est environ le double de celui du bois [28]. Il n'est donc pas étonnant que l'apport de 15 kg de braise soit à mesure d'augmenter un volume de 150 m³ d'eau de 1°C. La capacité de fûts à contenir et diffuser la chaleur n'est pas à négliger à ce niveau. En effet, l'utilisation des charbons de bois non couverts ou sur les braseros est accompagnée d'un gaspillage que l'utilisation de fûts a permis de réduire dans notre contexte. En plus, des tous les combustibles tirés de la biomasse, les charbons de bois fournissent 28 MJ/kg, juste derrière le combustible issu des huiles végétales (39 MJ/kg) [28].

5 CONCLUSION

Ce travail a permis de constater une augmentation significative de la température de l'eau par rapport à celle enregistrée dans le témoin. En effet, l'utilisation de 15kg par jour de braise augmentait significativement la température de l'eau dans l'étang soit de 19,2°C à 20,1 °C et le passage de 15kg à 30kg par jour, augmentait la température d'un degré, soit de 20,1°C à 21,4°C ($p < 0,001$).

Il ressort de cette étude que l'utilisation de 30kg de braise maintient la température de l'eau au dessus de seuil de référence quelque soit l'heure, il n'existait pas d'effet d'interaction entre les heures et la quantité de braises utilisées ($p = 0,743$).

Ces résultats confirment notre hypothèse et démontrent clairement qu'il y a une différence significative de température de l'eau entre le système chauffé et non chauffé d'une part et d'autre part qu'il y a l'influence des quantités croissantes des combustibles dans l'augmentation de la température de l'eau dans les étangs. Il ressort qu'il est possible de valoriser ce système de chauffage en vue d'une production d'alevins et le grossissement des juvéniles de *O niloticus* en période froide à Lubumbashi.

Néanmoins, nous estimons qu'une étude intégrant les paramètres physico économiques devrait être entreprise pour appréhender la distribution de la température de l'eau dans les régions à saisons froides rigoureuses ainsi que la rentabilité du système.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Professeur Gustave Beya Siku et son Excellence Moïse Katumbi Chapwe pour leur contribution significative à cette étude.

REFERENCES

- [1] P., Kestemont, J-C., Micha, U. Falter, Les méthodes de production d'alevins de *Tilapia nilotica*. Project reports. ADCP/REP/89/46, 189. <http://www.fao.org> – Archives de documents de la FAO, (mars 2013)
- [2] Communautés européennes, Valorisation des rejets thermiques des centrales électriques dans la Communauté européenne Tome I : Synthèse - Tome II : Études de cas Projet de démonstration Potentiel-Énergie. -Commission EUR 1166 0- Série: Énergie ISBN 92-825-9058- 5 N° de catalogue : CD-NA-1 1 660-FR-C. Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes. 148p, 1998
- [3] M.N. Bruton, B.R. Allanson, Growth of *Tilapia mossambica* (Pisces : Cichlidae) in Lake Sibaya, *South Africa. J. Fish. Biol.*, vol 6, pp 701-715., 1974
- [4] J. Daget, Mémoire sur la biologie des poissons du Niger moyen. 1. Biologie et croissance des espèces du genre *Alestes*. *Bull. Inst. fr. Afr. noire (A)*, vol 14, n°1, pp 191-225, 1952.
- [5] J.,Daget, Mémoire sur la biologie des poissons du Niger moyen : recherches sur *Tilapia zillii* (Gerv.). *Bull. Inst. fr. Afr. noire (A)*, vol 18, n°1, pp 165-233, 1956.
- [6] J.R. Durand, Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (pisces, characidae) du bassin Tchadien. Trav. Doc. Orstom, Paris 98, 322p, 1978.
- [7] A.J. Hopson, A study of the Nile Perch *Lates niloticus* L. (Pisces, *Centropomidae*) in Lake Tchad. *Overseas Res. Publ.*, no 19, 1972.
- [8] E.K. Balon, A.G. Coche, Lake Kariba: A man-made tropical ecosystem in Central Africa, *Monographiae Biologicae* 24, Dr. W. Junk Publ., The Hague, 766 p, 1974.
- [9] J-P.,Chausse, T. Kembola, R. Ngonde, L'agriculture : pierre angulaire de l'économie de la RDC", dans Johannes Herderschee, Daniel Mukoko Samba et Moïse Tshimenga Tshibangu (éditeurs), Résilience d'un Géant Africain : Accélérer la Croissance et Promouvoir l'Emploi en République Démocratique du Congo, Volume II : Etudes sectorielles, MÉDIASPAUL, Kinshasa, 97p, 2012.
- [10] R.C. Ewing, W.J. Weber & F.W. Clinard Jr, Radiations effects in nuclear waste forms for high level radioactive waste. *Progress in nuclear energy*, vol 29, n°1, pp 63-127, 1995.
- [11] J.C. Helton, Uncertainty and sensitivity analysis techniques for use in performance assessment for radioactive waste disposal. *Reliability Engineering & System Safety*, vol 42, n°2-3, pp 327-367, 1993.
- [12] P. Barbey, Impact des installations nucléaires sur l'environnement, 1999. *l'ACROnique du nucléaire n°44, mars 1999.* <http://www.acro.eu.org/controle.html>, (juillet 2014).
- [13] Ph. Jamet, La sûreté nucléaire devra être mondiale. *La Recherche* n° 396, avril 2006.
- [14] Lwamba B.J., Katim M.A-M., Kiwaya A.T., Ipungu L.R., Nyongombe U.N., Température de l'eau des étangs pendant la période froide à Lubumbashi (R.D. Congo) : variations et implications sur la croissance et la reproduction des poissons. Soumis dans la revue *Journal of Animal and Plant and Science*.
- [15] M. Leblanc, F. Malaisse, Lubumbashi, un écosystème urbain tropical. Centre international de sémiologie, Université nationale du Zaïre, 160 p, 1978.
- [16] D. Mires, A Study of the Problems of the Mass Production of Hybrid *Tilapia Fry*. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (Eds) *The biology and culture of tilapias*, ICLARM Conference Proceedings 7, 432p. Int. Center for Living Aquatic Res. Management, Manila, Philippines: 317-329, 1982.
- [17] J.M. Kapetsky, Evaluation stratégique des possibilités de pisciculture en étang à température élevée sur le continent africain. Document technique du CPCA. No. 27. Rome, FAO. 77p, 1996.
- [18] P.A.W. Silvera, Factors affecting fry production in *Sarotherodon niloticus* (L.), M.Sc. thesis, Auburn University, Auburn, Alabama, 1, 1978.
- [19] A.G. Coche, Cage culture of tilapias. In: *Biology and culture of tilapias*. Pullin R.S.V. and Lowe- McConnell R.H. (éds.). ICLARM, Philippines, 205-246, 1982.
- [20] R.D. Guerrero, A.M. Garcia, Studies on the fry production of *Sarotherodon niloticus* in a lake-based hatchery, 388-393. In: Fishelson, L. et Yaron, S. Eds, *The First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, Nazareth, Israel May 8-13, 1983, Tel Aviv University, 624p, 1983.
- [21] D.G. Hughes, L.L. Behrends, Mass production of *Tilapia nilotica* seed in suspended net enclosure, 394-401. In: Fishelson, L. et Yaron, S. Eds, *The First International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, Nazareth, Israel May 8-13, 1983, Tel Aviv University, 624p, 1983.
- [22] P. Parrel, I. Ali, J. Lazard, Le développement de l'aquaculture au Niger: Un exemple d'élevage de *Tilapia* en zone sahélienne. *Bois et Forêts des Tropiques*, vol 212, pp 71-94, 1986.

- [23] L.L. Lovshin, H.H. Ibrahim, Effects of broodstock exchange on *Tilapia nilotica* egg and fry production in net enclosures, 231-236. In: R.S.V. Pullin et al: The Second International Symposium on tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 15, 623p, 1987.
- [24] M.S. Azaza, M. Legendre, M.M. Kraiem, E. Bara, Size-dependent effects of daily thermal fluctuations on the growth and size heterogeneity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, *Journal of Fish Biology*, vol 76, pp 669-683, 2010.
- [25] I. Paperna, Parasites, infections et maladies du poisson en Afrique. CPCA, Doc. Tech., (7) : 202 p, 1982.
- [26] G.O. El-Naggar, M.A. El Nady, M.G. Kamar, A.I. Al-Kobabay, Effect of photoperiod, dietary protein and temperature on reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fitzsimmons, K. and Filho, Jomar Carvalho: American Tilapia Association and ICLARM*, 352-358, 2000.
- [27] M. Huet, J.A. Timmermans, Textbook of fish culture: breeding and cultivation of fish. Farnham, Surrey, Fishing News Book Ltd., England, UK. 436 p, 1972.
- [28] G. Rossier J.A. & W. Micuta, le charbon de bois est-il un combustible satisfaisant? Institut pour le développement des énergies renouvelables, France, 2011.

Les faibles doses d'engrais azotés ne permettront pas d'optimiser le rendement des nouvelles variétés de maïs dans la région de Lubumbashi (RD Congo)

[Low doses of nitrogen fertilizers will not allow to optimize the performance of new maize varieties in the region of Lubumbashi (DR Congo)]

Nyembo Kimuni Luciens¹, Banza Mukalay John¹, Salima Binti Selemani Nelly¹, Tshipama Tamina Dominique², Kilumba Kabemba Maurice², Mpoyo Mutamba Gabriel², Langunu Serge¹, and Muteba Kolela Michel³

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

²Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, Station de KIPOPO, RD Congo

³Institut Supérieur Pédagogique (ISP/Lubumbashi), RD Congo

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

ABSTRACT: Congolese agriculture is still largely extensive, characterized by low yields. For maize, the yields obtained in rural areas are about 10 times less than the potential of the culture; low soil fertility levels coupled with the use of non-performance equipment are the major causes. This test was installed following a split plot design to evaluate the effects of increasing doses of nitrogen fertilization on the behavior of two varieties of maize (UNILU and Katanga). The main plots included two varieties of maize and secondary plots, the different levels of mineral fertilizers (N0 = 0kg, N1 = 30kg, 60kg = N2, N3 = 90kg, 120kg = N4, N5 = 150kg, N6 = 180kg, N7 = 210 kg urea per hectare). The results show similarities between the two varieties and significant differences were obtained with N rates on flowering insertion height, to flowering days and maize yield. However, the analysis of variance indicates that the different nitrogen inputs did not influence maize emergence and its lodging resistance. However, the high rates of nitrogen have led early onset of inflorescences and allowed obtaining large plants. The dose N4 has a higher acceptability index compared to other doses it would be most advisable.

KEYWORDS: maize, nitrogen fertilization, yield, varieties.

RESUME: L'agriculture congolaise est encore largement extensive, se caractérisant par de faibles rendements. S'agissant du maïs, les rendements obtenus en milieux paysans sont d'environ 10 fois moins au potentiel de la culture; le faible niveau de fertilité de sols couplé à l'utilisation du matériel non performant sont les causes majeures. Cet essai a été installé suivant un dispositif split plot pour évaluer les effets des doses croissantes de la fertilisation azotée sur le comportement de deux variétés de maïs (Unilu et Katanga). Les parcelles principales comprenaient deux variétés de maïs et les parcelles secondaires les différents niveaux d'apport d'engrais minéraux (N0= 0kg, N1= 30kg, N2= 60kg, N3= 90kg, N4= 120kg, N5=150kg, N6=180kg, N7=210kg d'urée à l'hectare). Les résultats obtenus montrent des similarités entre les deux variétés et des différences significatives ont été obtenues avec les doses de N sur la hauteur à l'insertion des inflorescences, jours à la floraison et le rendement. Toutefois l'analyse de la variance indique que les différents apports d'azote n'ont pas influencé la levée et la résistance à la verse chez le maïs. En revanche, les fortes doses d'azote ont entraîné une apparition précoce des inflorescences et ont permis l'obtention des plantes de grande taille. La dose N4 qui présente un indice acceptabilité élevé comparativement aux autres doses serait la plus recommandable.

MOTS-CLEFS: maïs, azote, fertilisation, rendement, variétés.

1 INTRODUCTION

L'économie des pays de l'Afrique sub-saharienne en général et celle de la République Démocratique du Congo en particulier repose sur l'agriculture, du fait que ce secteur emploie plus de 80% de la population, bien que contribuant faiblement au produit intérieur brut. Les aires de culture et la production sont majoritairement dominées par les céréales par ordre d'importance le maïs et le riz. Le maïs est cependant, constitue l'aliment la plus importante et sa consommation ne fait que croître sous les efforts conjugués de la croissance démographique, de l'urbanisation et des changements d'habitude alimentaire. La production nationale a sensiblement augmenté ces dernières décennies grâce aux mesures prises par les autorités mais, reste inférieure au besoin de la population. Malgré ces efforts, En République Démocratique du Congo (RDC), les rendements du maïs restent faibles et la moyenne nationale est de 0,8 à 1 t/ha⁻¹ [1]. En outre, au Katanga où le rendement moyen du maïs est passé de 1,2 t/ha⁻¹ en 1994 (Nyembo, 2010) à 0,77 t/ha⁻¹ en 2010 [2; 3], la demande globale en 2008 était de 988.156 tonnes et l'offre de 500.854 tonnes, soit un rapport offre/demande de plus ou moins 0,5. Cette situation avait créé une insécurité alimentaire à environ 9 million d'habitants [4]. Pour combler ce déficit alimentaire la population fait recourt à des importations provenant d'Afrique australe. Toutefois, cette stratégie est de plus en plus controversée dans la mesure où ces importations absorbent une part importante des devises de pays alors que leurs recettes d'exportations sont souvent très fragiles [5; 6].

Pour pallier aux baisses des rendements de maïs, plusieurs pistes peuvent être envisagées : la fertilisation minérale par les engrais chimiques [2; 3; 7; 8], la fertilisation organique [9; 10; 11; 12], l'utilisation des techniques culturales par la pratique des associations culturales, et des rotations et des assolements [8; 13]. L'infertilité du sol associée à la forte pression des maladies et ravageurs contribuent largement à la baisse de rendement en maïs grains. S'agissant des problèmes liés à l'infertilité des sols, la déficience en azote est cruciale. En effet, l'azote joue un rôle important dans l'augmentation du rendement du maïs, en optimisant l'utilisation du phosphore, du potassium et des autres éléments par la plante [14]. Parallèlement, la carence et l'excès d'azote entraînent une baisse de rendement en culture de maïs. Le recours aux engrais azotés est donc un facteur clé de la modernisation de l'agriculture des pays en développement.

Les références [15] et [16] ont démontré que les rendements du maïs et ses composantes augmentent en fonction de la quantité d'azote apportée. Cette étude a pour objectif d'évaluer les effets de doses croissantes de la fertilisation azotée sur le comportement de deux variétés de maïs. L'objectif spécifique est la détermination de la dose optimale d'engrais azoté à appliquer pour chaque variété en vue d'accroître le rendement.

Les hypothèses du travail sont : les doses croissantes de la fertilisation azotée augmenteraient le rendement en maïs grain de ces deux variétés de maïs, Il existerait une dose optimale pour la fertilisation azotée de ces deux nouvelles variétés de maïs, les deux nouvelles variétés de maïs présenteraient des comportements différentes dans les conditions édaphoclimatiques de la région de Lubumbashi.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU SITE

L'essai a été conduit au cours de la saison culturale 2012-2013 à la ferme Kasapa, au Nord-ouest de la ville de Lubumbashi (RDC), à 18 km du centre-ville. Le site se situe à 1243 m d'altitude, 11°39' de latitude Sud et 27°28' de longitude Est. La ville de Lubumbashi est caractérisée par un climat du type Cw6 de la classification de Koppën et elle est caractérisée par une période de croissance normale d'une durée moyenne de 182 jours, constituée par une période humide d'environ 150 jours [17]. Du point de vue du climat régional, Lubumbashi et ses environs sont caractérisés par une température moyenne annuelle de 20°C [18]. Octobre et novembre sont les mois les plus chauds avec une moyenne des maxima journaliers de 32°C et une température moyenne mensuelle de 23°C. Par contre, le mois de juillet est le mois le plus froid avec la moyenne des minima journaliers de 8°C, la température moyenne mensuelle étant de 17°C [19].

2.2 MATÉRIEL

Les semences de deux variétés de maïs, Katanga et Unilu ont été utilisées. Ces deux variété sont été mises au point par la Faculté des Sciences Agronomiques de l'université de Lubumbashi. Les deux variétés sont plus préférées par les paysans de la région de Lubumbashi pour leur adaptation au conditions de l'environnement, leur résistance à certaines maladies et insectes et leur rendement élevé (6 à 8 tonnes/ha-1) à une densité de 53333 plants ha⁻¹ et la faible taille des plantes qui les rend moins sensibles à la verse. L'engrais NPK (10-20-10) a été appliqué au semis comme engrais de fond à la dose de 6 g par

poquet, soient 300 kg par hectare et un équivalent en éléments fertilisant de 30 kg de N, 60 kg de P₂O₅ et 30 kg de K₂O par hectare et l'urée (46% d'azote) a été appliquée à différentes doses allant de 30 à 210 Kg d'azote par hectare.

2.3 MÉTHODES

L'essai a été installé suivant un dispositif split plot. Les parcelles principales comprenaient les variétés de maïs (var Unilu et Katanga) et les parcelles secondaires les doses des engrais minéraux (N0= 0kg, N1= 30kg, N2= 60kg, N3= 90kg, N4= 120kg, N5=150kg, N6=180kg, N7=210kg d'urée à l'hectare.

Au début de la campagne d'octobre 2012, la parcelle a été labourée à la charrue et les résidus brûlés ont été enfouis. L'engrais minéral NPK (10-20-10-6) a été appliqué au semis alors que l'urée a été appliquée au 30^{ème} jour après semis. Le maïs a été semé à une densité de 53333 plantes par hectare. Deux sarclages manuels ont été effectués à 4 et à 7 semaines après les semis. En cours de la végétation, les nombres de jours à la floraison (mâle et femelle) ont été déterminés par la différence de nombre des jours entre la date de l'apparition des inflorescences (au moins 50% sur une parcelle) et la date de semis; la hauteur à l'insertion des épis a été mesurée.

A la maturité, les quatre lignes de chaque traitement ont été récoltées et le rendement grain ajusté à 14% d'humidité. En revanche, le poids de 1000 grains, et le rendement ont été déterminés. L'analyse de variance (ANOVA) et la séparation des moyennes ont été utilisées pour déterminer les différences entre les traitements à l'aide du logiciel Minitab 16 et les moyennes qui n'étaient pas normalement distribuées, le test de Tukey a été appliqué. Une corrélation a été établie entre les doses d'azote et le rendement. Et un indice d'acceptabilité (IA) a été calculé pour identifier le meilleur traitement facilement adoptable par les cultivateurs. Cet indice compare la rentabilité des nouveaux traitements au traitement de référence bien connu par les paysans. C'est donc le rapport des bénéfices des deux traitements: IA= Bénéfice du traitement/Bénéfice du témoin [11].

3 RESULTATS

3.1 COMPORTEMENT DES VARIETES DE MAÏS

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que les deux variétés de maïs sont similaires (tableau1).

Tableau 1. Synthèse des résultats (moyenne ±Ecart-Type) obtenus sur le comportement des variétés de maïs. Les différentes lettres indiquent des différences significatives et les mêmes lettres, les différences non significatives après comparaison des moyennes par le test de Tukey (P = 0, 05).

Paramètres	Variétés		P
	Unilu	Katanga	
Hauteur à l'inflorescence mâle (cm)	159,5±43,1	153,8±46,9	0,661
Jours à la floraison mâle (50%)	66,5±2,4	66,9±2,3	0,542
Jours à la floraison femelle (50%)	74,4±2,7	74,7±2,6	0,710
Résistance à la verse (50%)	69,7±23,6	70,8±28,1	0,734
Poids moyen de 1000 grains (g)	267,3±18,0	259,0±26,8	0,215
Rendement moyen en maïs grains (t/ha ⁻¹)	3,1±2,1	3,8±2,1	0,220

3.2 INFLUENCE DES NIVEAUX DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR LES PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE RENDEMENT

Les résultats obtenus (tableau 2) montrent des différences significatives entre les doses de N, pour ce qui est des paramètres hauteur à l'insertion des inflorescences, jours à la floraison et le rendement. Toutefois les faibles doses d'azote ont entraîné une application tardive inflorescences males et femelles que celles qui ont reçu les fortes doses d'N. En revanche, le rendement le plus élevé n'a été obtenu que sur les parcelles ayant reçu 120 et 150 kg N contre 0,8 tonne/ha sur les témoins non fertilisés. En ce qui concerne l'indice d'acceptabilité les résultats montrent que la dose N4 qui présente un IA élevé comparativement aux autres doses avec le faible pouvoir d'achat de la plupart des paysans de la zone d'étude est la plus recommandable.

Tableau 2. Influence des niveaux de la fertilisation azotée sur les paramètres végétatifs du maïs. Moyenne \pm Ecart-Type. Le lettres indiquent des différences significatives après comparaison des moyennes par le test de Tukey ($P = 0,05$) N0= 0kg d'urée à l'hectare, N1= 30kg d'urée à l'hectare, N2= 60kg d'urée à l'hectare, N3= 90kg d'urée à l'hectare, N4= 120kg d'urée à l'hectare, N5=150kg d'urée à l'hectare, N6=180kg d'urée à l'hectare, N7=210kg d'urée à l'hectare. HIM=hauteur à l'inflorescence mâle, JFM= jours à la floraison mâle, JFF= jours à la floraison femelle, RV= résistance à la verse, PMG= poids de mille graines, RDT= rendement en maïs grain, IA= Indice d'Acceptabilité.

	Niveau d'azote							P	
	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6		N7
HIM	89,9 \pm 20,9c	103,1 \pm 28,2bc	148,7 \pm 10,3ab	174,3 \pm 35,8a	183,5 \pm 27,2a	184,2 \pm 23,6a	194,7 \pm 27,8a	174,8 \pm 30,6a	0,000
JFM	68,0 \pm 1,1ab	68,3 \pm 1,0a	68,7 \pm 0,8a	67,3 \pm 2,6abc	67,0 \pm 1,8abc	65,3 \pm 1,5abc	64,6 \pm 2,3bc	64,3 \pm 2,4c	0,000
JFF	76,0 \pm 1,1ab	76,0 \pm 1,5ab	77,0 \pm 0,0a	77,2 \pm 2,9abc	75,0 \pm 1,8abc	73,2 \pm 1,8abc	72,2 \pm 2,8bc	71,7 \pm 2,8c	0,000
RV	66,3 \pm 27,6	59,8 \pm 32,3	79,4 \pm 10,5	72,8 \pm 16,3	84,1 \pm 24,5	60,5 \pm 34,7	82,2 \pm 20,4	57,0 \pm 28,1	0,516
PMG	242,9 \pm 26,7	265,7 \pm 12,0	258,8 \pm 16,9	263,3 \pm 11,6	276,9 \pm 25,1	263,5 \pm 35,5	278,9 \pm 17,5	255,1 \pm 19,0	0,141
RDT	0,8 \pm 0,3b	3,1 \pm 1,7ab	3,3 \pm 1,3ab	3,3 \pm 1,3ab	4,5 \pm 1,5a	4,4 \pm 3,5a	3,8 \pm 2,3ab	4,2 \pm 1,8ab	0,049
IA	-	2,6	2,4	2,2	3,4	3,0	2,2	2,5	-

3.3 INFLUENCE DE LA VARIETE ET DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR LE COMPORTEMENT DU MAÏS.

Les résultats obtenus (tableau 3) révèlent que les deux variétés de maïs et les différents niveaux d'apport de N n'induisent pas d'effets significatifs sur les différents paramètres observés chez le maïs. Toutefois, les fortes doses d'azote ont entraîné une apparition précoce des inflorescences et ont permis l'obtention des plantes de grande taille. Les rendements et le poids de 1000 grains ont été similaires. Les résultats d'Indice d'acceptabilité montrent que la dose N1 est la plus rentable avec la variété Unilu et la dose N5 pour la variété Katanga.

Tableau 3. Effets de la variété et de la dose de N sur la croissance de Zea mays L. Moyenne \pm Ecart-Type. Les différentes lettres indiquent des différences significatives et les mêmes lettres, les différences non significatives après comparaison des moyennes par le test de Tukey ($P = 0,05$); HIM= hauteur de plantes à l'inflorescence mâle ; HIE= hauteur à l'insertion de l'épi ; JFM= jour à la l'inflorescence mâle et JFF= jour à l'inflorescence femelle, RV= résistance à la verse; PMG= poids moyen de 1000 graines, RDT= rendement en maïs grain ; IA= Indice d'Acceptabilité ; N0= 0kg, N1= 30kg, N2= 60kg, N3= 90kg, N 120kg, 5=150kg, N6=180kg, N7=210kg d'urée/ha.

variétés	Niveau	HIM	HIE	JFM	JFF	RV	PMG	RDT	IA
Unilu	N0	84,0 \pm 22,5c	30,9 \pm 6,5d	68,3 \pm 1,2ab	76,3 \pm 1,2ab	88,9 \pm 19,3	241,5 \pm 30,6	0,8 \pm 0,2	-
	N1	91,4 \pm 38,4c	32,9 \pm 11,1cd	67,7 \pm 1,2abc	75,0 \pm 1,7abc	72,1 \pm 38,5	269,0 \pm 15,0	3,4 \pm 1,7	3,1
	N2	152,2 \pm 8,7abc	69,5 \pm 14,8abcd	69,0 \pm 0,0a	77,0 \pm 0,0a	76,6 \pm 15,3	253,5 \pm 14,9	4,3 \pm 0,7	3,8
	N3	185,5 \pm 41,4ab	86,6 \pm 28,0ab	67,0 \pm 3,5abc	74,7 \pm 4,0abc	82,0 \pm 15,9	255,1 \pm 8,9	4,3 \pm 1,1	3,6
	N4	187,9 \pm 27,5ab	83,6 \pm 6,4ab	67,0 \pm 2,0abc	75,0 \pm 2,0abc	78,4 \pm 37,4	283,7 \pm 33,2	4,2 \pm 2,1	3,2
	N5	186,7 \pm 22,4ab	81,2 \pm 16,5ab	65,7 \pm 1,2bcd	73,7 \pm 1,2abcd	56,1 \pm 40,2	253,9 \pm 51,1	3,8 \pm 3,4	2,5
	N6	179,4 \pm 24,4ab	82,2 \pm 19,4ab	65,7 \pm 3,1bcd	73,3 \pm 3,5bcd	73,3 \pm 23,8	268,8 \pm 20,5	4,6 \pm 2,9	3,3
Katanga	N7	163,1 \pm 24,6abc	71,1 \pm 10,1abcd	65,0 \pm 3,5cd	72,3 \pm 4,0cd	39,6 \pm 22,8	246,7 \pm 25,8	5,2 \pm 1,3	3,8
	N0	95,9 \pm 21,8c	44,5 \pm 14,3bcd	67,7 \pm 1,2abc	75,7 \pm 1,2abc	43,7 \pm 1,7	244,3 \pm 29,1	0,9 \pm 0,5	-
	N1	114,7 \pm 9,8bc	50,1 \pm 4,9abcd	69,0 \pm 0,0a	77,0 \pm 0,0a	47,5 \pm 26,9	262,5 \pm 10,1	2,8 \pm 2,1	2,1
	N2	145,2 \pm 12,3abc	66,2 \pm 6,4abcd	68,3 \pm 1,2ab	77,0 \pm 0,0a	82,3 \pm 3,9	264,3 \pm 20,1	2,3 \pm 0,9	1,1
	N3	162,9 \pm 33,3abc	67,3 \pm 14,4abcd	67,7 \pm 2,3abc	75,7 \pm 2,3abc	63,7 \pm 12,7	271,6 \pm 7,2	2,3 \pm 0,0	1,0
	N4	179,0 \pm 32,2ab	95,2 \pm 16,7a	67,0 \pm 2,0abc	77,0 \pm 2,0abc	89,8 \pm 1,9	270,2 \pm 18,2	4,8 \pm 0,8	3,5
	N5	181,6 \pm 29,5abc	84,3 \pm 14,8ab	65,0 \pm 2,0cd	72,7 \pm 2,5cd	64,9 \pm 36,5	273,0 \pm 16,3	5,1 \pm 4,2	3,7
N6	210,2 \pm 25,2a	82,3 \pm 26,2ab	63,7 \pm 1,2d	71,0 \pm 1,7d	91,2 \pm 15,3	289,2 \pm 5,9	3,1 \pm 1,6	1,3	
N7	186,6 \pm 36,4ab	79,8 \pm 16,3abc	63,7 \pm 1,2d	71,0 \pm 1,7d	74,4 \pm 23,3	263,5 \pm 4,9	3,3 \pm 2,1	1,3	
P		0,000	0,000	0,018	0,015	0,269	0,438	0,199	-

3.4 CORRELATION ENTRE LES NIVEAUX D'AZOTE ET LE RENDEMENT EN MAÏS GRAIN.

Il ressort de la figure 1 qu'il existe une corrélation positive entre les doses d'engrais et le rendement. Ceci implique que l'ajout de l'azote entraîne l'augmentation des rendements.

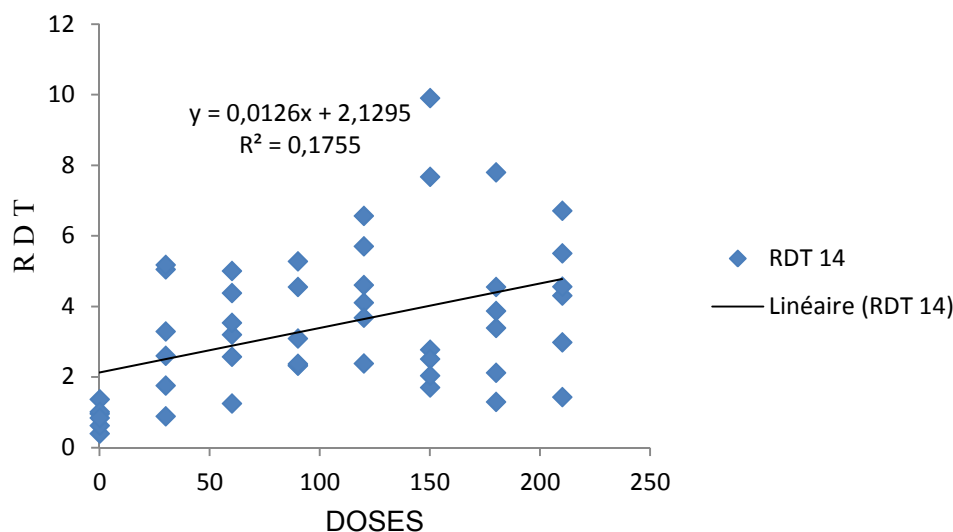


Fig. 1. Corrélation entre les niveaux de l'azote et le rendement en maïs grain

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus dans le présent essai indiquent que les deux variétés de maïs ont des comportements similaires, au regard des résultats de l'analyse de la variance. Ceci se justifierait par leur génotype. Plusieurs études conduites à Lubumbashi ont souligné la performance de ces variétés [20; 21], ont démontré que 20 variétés améliorées en provenance de Pannar ont donné des rendements similaires aux deux variétés améliorées produites par la Faculté des Sciences Agronomiques, Unilu et Katanga. Il existe de différences significatives entre les doses de N, pour ce qui est des paramètres hauteur à l'insertion des inflorescences, jours à la floraison et rendement. En effet, le rendement le plus élevé n'a été obtenu que sur les parcelles ayant reçu 120 et 150 kg N contre 0,8 tonne/ha sur les témoins non fertilisés. De même, les deux variétés (Var Unilu et Katanga) et l'apport des différentes doses de N n'ont pas influencé la résistance à la verse chez le maïs. En revanche, les fortes doses d'azote ont entraîné une apparition précoce des inflorescences et ont permis d'obtenir les plants de grande taille.

En effet, en milieu paysan, avec l'utilisation des variétés locales dégénérées, les rendements du maïs n'excèdent pas une tonne par hectare contre respectivement 6 à 8 tonnes par hectare et 3 à 6 tonnes par hectare en station et dans les grandes exploitations agricoles [4]. En outre, le rendement moyen obtenu (environ 6 tonnes par hectare) se trouve dans la gamme des rendements de 6 à 8 tonnes par hectare obtenus par [1] et [4] dans les conditions de station. Les résultats obtenus dans cette étude sont en parfait accord avec ceux de nombreux chercheurs; la référence [22] a démontré que la dose de 180 kg N est optimale en culture de maïs.

La référence [23] a rapporté que l'application de 200 kg augmente le rendement du maïs. Les références [24] et [16] ont montré que les rendements du maïs et ses composantes augmentent en fonction de la quantité d'azote apportée. La référence [15] signale qu'une application de 160 kg N accroît sensiblement les caractères liés aux épis et les rendements du maïs. La référence [25] a prouvé qu'une fertilisation azotée réduite (entre 80 kg Net 120 kg N) était requise pour accroître le rendement du maïs semé à Lubumbashi. La référence [26] à son tour, a démontré que les effets de la fertilisation azotée et de la densité de semis sont indépendants en culture de maïs et que chaque variété requière une dose spécifique. Cependant l'azote joue un rôle important dans la productivité des cultures et sa déficience est l'un des facteurs limitant la production des céréales [27]. Ce qui justifie la corrélation positive entre les doses d'azote et les rendements en maïs grains. Le déficit de l'azote entraîne donc une baisse des rendements de maïs; ce qui justifie les résultats obtenus sur les parcelles témoins. En effet, l'azote est l'élément le plus important pour la vie des plantes. Extrait de l'air par quelques plantes cas des légumineuses ou du sol, il en est le moteur et sert à construire toutes les parties vertes qui assurent la croissance et la vie des plantes [28].

5 CONCLUSION

Des doses croissantes de N ont été testées sur deux variétés de maïs (Unilu et Katanga) en vue de déterminer, pour chaque variété, la dose optimale qui induirait l'augmentation de rendement. L'essai a été installé suivant un dispositif split

plot. Les parcelles principales comprenaient les variétés de maïs (variétés Unilu et Katanga) et les parcelles secondaires les doses des engrais minéraux (N0= 0kg, N1= 30kg, N2= 60kg, N3= 90kg, N4= 120kg, N5=150kg, N6=180kg, N7=210kg d'urée à l'hectare). Les résultats de l'analyse de la variance montrent que les deux variétés de maïs sont similaires et des différences significatives ont été obtenues avec les doses croissantes de N, pour ce qui est des paramètres hauteur à l'insertion des inflorescences, jours à la floraison et le rendement dont le plus élevé n'a été obtenu que sur les parcelles ayant reçu 120 et 150 kg N contre 0,8 tonne/ha sur les témoins non fertilisés. Une corrélation positive entre les doses d'engrais et le rendement a été obtenue. La dose N4 qui présente un indice d'acceptabilité élevé comparativement aux autres doses serait la plus recommandable pour l'intensification de la maïsiculture dans la région de Lubumbashi.

REFERENCES

- [1] Senasem, "2009. *Politique nationale de développement du sous-secteur de semences*". Appui du projet ASS/MINAGRI, Kinshasa RDC, p 56.
- [2] K.L. Nyembo, S.Y. Useni, M.M. Mpundu, M.D. Bugeme, L.M.E. Kasongo, L.L. Baboy, "Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de Zea mays L. à Lubumbashi, Sud- Est de la RD Congo". *Journal of Applied Biosciences* vol 59, pp 4286– 4296, 2012.
- [3] K.L. Nyembo, S.Y. Useni, K.M. Chukiyabo, K.J. Tshomba, N.F. Ntumba, M.E. Muyambo, K.P. Kapalanga, M.M. Mpundu, M.D. Bugeme, L.L. Baboy, "Rentabilité économique du fractionnement des engrais azotés en culture de maïs (Zea mays L.): cas de la ville de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo". *Journal of Applied Biosciences* vol 65, pp 4945 – 4956, 2013.
- [4] K.L. Nyembo, "Augmentation du rendement du maïs par l'exploitation de l'effet hétérosis des hybrides produits au Katanga, République Démocratique du Congo". Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, p 157, 2010.
- [5] L. Temple, M. Moustier, "Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé, Cotonou, Dakar) ", *In, Cah. Agric. Fr.*, Vol 13, n°1, pp 15-22, 2004.
- [6] M. Padilla, "Approvisionnement alimentaire des villes Méditerranéennes et Agriculture Urbaine. *In, Interfaces: agricultures et villes à l'Est et au Sud de la Méditerranée*". Ed. Nasr J et Padilla M, Delta/Ifpo, 2004:79-94 Paris. Projet Intrants, Niger, 24p, 2004.
- [7] J.J. Gigou, "L'azote dans les systèmes de culture du nord et du centre de la Côte d'Ivoire". *In: Munlongoy K., Gueye M., Spencer DSC (Eds). Biological nitrogen fixation and Sustainability of tropical agriculture*. John Wiley and Sons, Chichester, pp 337-394, 1992.
- [8] E. Roose, J. Albergel, G. De Noni, M. Sabir, A. Laouina, "Efficacité de la GCES en milieu semiaride", AUF, EAC et IRD éditeurs, Paris, p 425, 2008.
- [9] F. Ganry, Z.J.L Sanogo, J. Gigou, R. Olivier, "Intensification du système cotonnier-sorgho au Mali-sud fondée sur le fumier et la gestion optimale de la fertilisation. *In : La jachère en Afrique tropicale : Rôles, aménagements, alternatives*", Actes du séminaire International Dakar, 13-16 avr. 1999, vol 1, p 804, 2000.
- [10] B. Jama, C.A. Palm, R.J. Buresh, A.I. Niang, C. Gachengo, G. Nziguheba, "Tithonia as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya", *Agroforestry Systems* vol 49, pp 201-221, 2000.
- [11] F. Kaho, M. Yemefack, T.P. Feujio, J.C. Tchanthaouang, "Effet combiné de feuilles de Tithonia diversifolia et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun", *Tropicultura* vol 29, pp39-45, 2011.
- [12] S.Y. Useni, L.L. Baboy, K.L. Nyembo, M.M. Mpundu, "Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de Zea mays L. cultivées dans la région de Lubumbashi", *Journal of Applied Biosciences* vol 54, pp 3935– 3943, 2012.
- [13] F. Lompo, "Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina-Faso", Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université de Cocody, Côte d'Ivoire, pp 214, 2008.
- [14] N.C. Brady, "The nature and properties of soils". 10th edition. *Macmillan Publishing Co., New York*, 621 pp., 1990.
- [15] M. Samira, A. Hussein, M.A. Haikeland, A. El-Masry, "Effect of some preceding crops, hill spacing and nitrogen fertilization on yield attributes and grain yield of maize under reclaimed sandy soil conditions in East Delta". *proc. 8th Conf. Agron., Suez Canal Univ, Ismailia, Egypt*, 28-29 Nov. pp: 174-181. *Biosciences* vol 20, pp 1194–1202, 1998.
- [16] H.A. Torbert, K.N. Potter, J.E. Morrison, "Tillage system, fertilizer nitrogen rate and timing effect on corn yields in the Texas Blackland prairie", *Agronomy Journal* vol 93, pp 1119-1124, 2001.
- [17] FAO, "2005. New_LocClim: Local Climate Estimator". FAO Environment and Natural Resources Working Paper, N° 20.
- [18] B.B. Mujinya, F. Mees, P. Boeckx, S. Bode, G. Baert, H. Erens, S. Delefortrie, A. Verdoodt, M.L. Ngongo, E. V. Ranst, "The origin of carbonate in the termite mounds of the Lubumbashi area, D.R Congo". *Geoderma* vol 165, 95-105, 2011.

- [19] N. Moulart, "Emission de l'industrie métallurgique à Lubumbashi (Shaba-Zaïre) et conséquences sur l'environnement". Mémoire Faculté Agronomique de Gembloux-Belgique, p 50, 1992.
- [20] S.Y. Useni, K.M. Chukiyabo, K.J. Tshomba, M.E. Muyambo, K.P. Kapalanga, N.F. Ntumba, K.P. Kasangij, K. Kyungu, L.L. Baboy, K.L. Nyembo, M.M. Mpundu, "Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo", *Journal of Applied Bioscience* vol 66, pp 5070 – 5081, 2013.
- [21] K.L. Nyembo, T.H. Ilunga, M.E. Muyambo, O.A. Ekondo, B. L. M. Assani, L.A. Kanyenga, M. M. Mpundu, L.L. Baboy, "Influence de la fertilisation à base des déchets humains recyclés, des engrais minéraux et de leur combinaison sur le comportement de 3 variétés de maïs (*Zea mays* L.)". *Journal of Applied Biosciences* vol 77, pp 6500– 6508, 2014.
- [22] G. Hardas, H.M.K. Aragiaanne, "Long term fertilizer trail in the Kopais area with a two-year rotation of maize and wheat. In: The effect of N.P. and K. application on yield". *Georgike Ereuna* vol 9, pp 81-90., 1985.
- [23] D.P. Singh, N.S. Rana, R.P. Singh, "Growth and yield of winter maize (*Zea mays* L) as influenced by intercrops and nitrogen application", *Indian. Agronomy Journal* vol 45, pp 515-519, 2000.
- [24] F.T. El-Sheikh, "Effect of soil application of nitrogen and foliar application with manganese on grain yield and quality of maize (*Zea mays*, L) proc", 8th Conf. Agron., SuezCanal Univ., *Ismailia, Egypt* vol 28, pp 174-181, 1998.
- [25] S.Y. Useni, L.A. Mwema, L. Musambi, M.M.D. Chinawzej, K.L. Nyembo, "L'apport des faibles doses d'engrais minéraux permet-il d'accroître le rendement du maïs cultivé à forte densité ? Un exemple avec deux variétés de maïs à Lubumbashi", *Journal of Applied Biosciences* vol 74, pp 6131– 61, 2014.
- [26] M.R. Carlone, W.A. Russell, "Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding", *Crop Science* vol 27, pp 370-465, 1987.
- [27] FAO, "Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols. Manuel de formation, ferralsol du sud-est de la RD Congo", *Journal of Applied Biosciences* vol 66, pp 5070 – 5081, 2005.
- [28] P.Y.K Sallah, S. Mukakalisa, A. Nyombayire, P. Mutanyagwa, "Response of two maize varieties to density and nitrogen fertilizer in the highland zone of Rwanda", *Journal of Applied Biosciences* vol 20, pp 1194–1202, 2009.
- [29] FAO, "Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols. Manuel de formation, ferralsol du sud-est de la RD Congo", *Journal of Applied Biosciences* vol 66, pp 5070 – 5081, 2005.

دراسة وبائية مصلية لمرضى السكري المصابين بداء المقوسات في محافظة بابل

[Seroepidemiological study for patients with diabetes that infected with *Toxoplasma gondii* in the Babylon province]

Najma Ali sharad and Ahmed Khudhair AL-Hamairy

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

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

ABSTRACT: Identification and seroepidemiological and molecular study were conducted for diabetic mellitus patients to investigate the infected person with Toxoplasmosis in the Babylon province for two sexes during the period from October 2013 till July 2014. Latex agglutination (LA) tests were used for 550 serum samples and ELISA technique for 350 serum samples (where positive with LA test) and polymerase chain reaction (PCR) technique for 100 blood samples (where positive with ELISA technique), according to epidemiological criterions (Sex, area region, age group, educational level, presence or absence of animals and presence or absence of other companion diseases). The results showed that the total toxoplasmosis samples positive using the test latex (63.6%) and ELISA antibody IgG (51.4%) and antibody IgM (% 11.4). polymerase chain reaction technique was (45%) and the results showed that there were significant differences between males and females for tests the above three, the housing area for testing latex the city were more prone to infection (65.1%) The ELISA test was the city more susceptible to infection (53.4%) for antibody IgG were districts and suburban more vulnerable to infection (9.7%) for the antibody IgM.

KEYWORDS: Toxoplasmosis, diabetic mellitus, Latex agglutination, ELISA technique, PCR technique.

ملخص: أجريت دراسة وبائية مصلية وجزيئية للتحري عن داء المقوسات لدى مرضى السكري بالسكري ولكلا الجنسين في محافظة بابل للمدة من تشرين الأول 2013 ولغاية تموز 2014، أستعملت بالدراسة اختبار التلازن المباشر (اللاتكس) لما مجموعة 550 عينة مصلى، واختبار الاليزا 350 عينة مصلى (موجبة باختبار اللاتكس) وتقنية تفاعل سلسلة متعدد البلمرة 100 عينة دم (موجبة باختبار الاليزا) وأعدمت المعايير الوبائية (الجنس، منطقة السكن، الفئة العمرية، المستوى التعليمي، وجود الحيوانات من عدم وجودها ووجود أمراض أخرى مرافقة). أظهرت النتائج أن الإصابة الكلية بداء المقوسات للعينات الموجبة بأستعمال اختبار اللاتكس (63.6%) واختبار الاليزا للضد (51.4%) و للضد (11.4%) تقني تفاعل سلسلة متعدد البلمرة بمقدار (45%) وأظهرت النتائج وجود فروقات معنوية بين الذكور والإناث بالنسبة للاختبارات الثلاثة انفة الذكر. أما منطقة السكن بالنسبة للاختبار اللاتكس فكانت المدينة أكثر عرضة للإصابة (65.1%) أما اختبار الاليزا فكانت المدينة أكثر عرضة للإصابة (53.4%) بالنسبة للضد IgG وكانت الأفضية والنواحي أكثر عرضة للإصابة (9.7%) IgM.

كلمات دلالية: داء المقوسات، داء السكري، فحص اللاتكس، فحص الاليزا، تقنية تفاعل سلسلة متعدد البلمرة.

المقدمة:

تعد داء المقوسات Toxoplasmosis من الأمراض المهمة والشائعة الحدوث في العالم الذي يسببه طفيلي المقوسات الكونيدية (Hill & Dubye, 2002) ويعد من الأمراض الخطيرة المشتركة بين الإنسان والحيوان Anthrozoönotic diseases وأن الطفيلي من الطفيليات الداخل خلوية (Kim & Weiss, 2004). وان داء المقوسات من الأمراض الشائعة في العالم وخصوصا في المناطق الحارة الرطبة، وقد أكدت جميع البحوث والدراسات على أن للمرض آثاراً سلبية على الأجنة في حالة إصابة النساء به في مدة الحمل، إذ تؤدي الإصابة بهذه المدة إلى عبوره إلى الجنين عن طريق المشيمة مسببا خطورة للجنين تكمن بحدوث إسقاطه أو موته داخل الرحم بالنسبة للحامل.

يحتاج الطفيلي إلى مضيفين لإكمال دورة حياته على الرغم من أن الدورتين الجنسية واللاجسية تحدثان حصرا في القطط وان الاخيره تمثل المضيف النهائي بينما يعد الإنسان وبقية اللبانن مضائف وسطية تحدث فيها الدورة اللاجسية (Remington et al., 2000).

ان مرضى السكري اكثر عرضة للاصابة بداء المقوسات وحصول الاجهاضات وذلك لانخفاض مستويات المناعة لديهم مما يؤدي الى سوء حالتهم مقارنة بغير المصابين اذ تكون الاصابة من دون اعراض Asymptomatic في المضيف ذو الكفاءة المناعية واحيانا تكون مصحوبة باعراض تشبه الانفلونزا & Bessieres (Berrebbi, 2001) .

الاستجابة المناعية لمرضى السكري ضعيفة ولايتمكن هذا الجهاز من ايقاف تضاعف الطفيلي وتكوين الاكياس النسيجية في معظم انسجة الجسم والتي تتركز بشكل عال في الجهاز العصبي المركزي وكذلك العضلات القلبية والهيكلية من دون اعراض سريرية في معظم الحالات (Miller et al., 1999) .

ان الدراسات السابقة والحديثة لم تتطرق بشكل كبير ومكثف لشريحة مرضى السكري المصابين بداء المقوسات اذ ان الدراسات قليلة جدا اذا ما قورنت بالدراسات الاخرى في العراق عموما وفي محافظة بابل خصوصا وهناك عدد قليل منها في محافظة بابل توضح فيها نسبة الاصابة بداء المقوسات وعلاقتها بمرضى السكري ومنها دراسة الموسوي (2012) .

تتوفر العديد من الطرق لتشخيص الاصابة بداء المقوسات ومنها الاختبارات المصلية مثل اختبار التلازن المباشر (AT) Agglutination test واختبار ارتباط الانزيم للادمصاص المناعي (ELISA) وتستعمل هذه الطريقة بصورة كبيرة في الاختبارات المناعية والهرمونات وكذلك البكتريا والفيروسات فضلا عن طرق اخرى تتم بعزل الطفيلي من السوائل الجسمية والدم والسائل الامنيوني وسائل النخاع الشوكي واخذ الخزعة النسيجية Biopsy لنسيج المشيمة والدماغ للفوران المصابة بالطفيلي وتنمية بالمزارع النسيجية وكذلك الاختبارات الجزيئية (الوراثية) وذلك وباستعمال تقنية سلسلة تفاعل متعدد البلمرة (PCR) طبقا لما افاد ب Weiss & Kim (2007) .

المواد وطرائق العمل

طرائق العمل لأختبار اللاتكس Procedures

مزجت نسبة 0.05 مليلتر من مصل المريض المصاب بداء السكري على الشريحة الخاصة لعدة الفحص وضع بجانبها حجم مماثل من كاشف اللاتكس Latex reagent بواسطة الماصة الدقيقة ومزجت القطرتان معا بعود بلاستيكي معقم لكي يتجانس المصل مع الكاشف وفرشت الكمية الناتجة على الشريحة وتم تحريك الشريحة بعدها بحركة دائرية لمدة خمس دقائق ثم ملاحظة النتائج وقراءة التجلط او التخثر Agglutination بقرب من منبع ضوئي وتسجل النتائج على شكل الاتي :

1 - لا يوجد تخثر : يعني غياب اعداد المقوسات الكونيدية .

2 - يوجد تخثر : ربما يعني وجود اعداد المقوسات الكونيدية.

- اختبار ارتباط الانزيم للادمصاص المناعي (الاليزا ELISA) للنوع IgG –ELISA

مبدأ الفحص : Principle of Test

يعتمد الفحص على التفاعل ما بين مستضد المقوسات الكونيدية ذي النفاذة العالية والملصق على السطح الداخلي بحفر صفيحة المقايسة المعيارية وبين الكلوبولين المناعي IgG الخاص والموجود في مصل المريض المصاب مكونا بذلك معقدا مناعيا وباضافة ضد الكلوبولين المناعي IgG والمعلم بانزيم البيروكسيداز Peroxidase الذي يرتبط مع المعقد المناعي (الضد + المستضد) المثبت في الحفر فأنه يكشف عن الكلوبولين المناعي IgG باضافة المادة الأساس للانزيم اي منشأ الصبغة الذي يعطي لونا تتناسب شدته مع تركيز الكلوبولين المناعي IgG في المصل ثم يقرأ على جهاز المطياف الضوئي الدقيق Microspectrophoto meter عند طول موجي 450 نانوميتر (Lin et al., 1980)

- تتألف عدة الفحص من المكونات الاتية :

1 - صفيحة قياس المعيارية الدقيقة Microtiter Plate : عبارة عن صفيحة بلاستيكية تحتوي على 96 حفرة صغيرة (ثمانية حفر / صف) والسطح الداخلي للحفر مغطى بمستضد المقوسات الكونيدية الذائب النوعي والمخصص للارتباط بالكلوبولين المناعي نوع IgG في حالة وجوده في المصل المطلوب فحصه .

2- انزيم الاقتران Toxoplasma IgG conjugate : تحتوي على انزيم البيروكسيداز والمقترن مع ضد الكلوبولين المناعي البشري نوع (IgG) .

3 - المحلول الدارئي المخفف للعينات Diluted Specium : محلول دارئي Tris buffer .

4 - المحلول الموقف للتفاعل Stop Solution : حامض الكبريتيك Sulphuric acid .

5 - محلول الغسل Washing solution : عبارة عن محلول دارئي Tris-HCL يحتوي على مادة توين 20 (0.1 %) Tween 20 .

6 - المادة Substrate A : محلول فوسفات دارئي Citrate –phosphate buffer يحتوي بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide .

7 - المادة Substrate B : محلول دارئي يحتوي Tetramethylbenzidine .

8 - محلول معايرة رقم 1 Toxoplasma IgG Calibrators : مصل انسان مخفف لايتفاعل من اعداد Toxoplasma .

9 - محلول معايرة رقم 2 Toxoplasma IgG Calibrators : مصل انسان مخفف يتفاعل على تركيز 50 وحدة دولية / مل من اعداد Toxoplasma .

10 - محلول معايرة رقم 3 Toxoplasma IgG Calibrators : مصل انسان مخفف يحتوي على تركيز 50 وحدة دولية / مل من الاضداد Toxoplasma .

11 - محلول معايرة رقم 2 Toxoplasma IgG Calibrators : مصل انسان مخفف يحتوي على تركيز 200 وحدة دولية / مل من الاضداد Toxoplasma .

12 - غطاء الصفيحة Adhesive seals : هي صفيحة ملحقة بالعدة تستعمل لتغطية صفيحة قياس المعيارية في اثناء التحضين .

طرائق العمل Procedures

- بعد وصول مكونات العدة الى درجة حرارة الغرفة اتبعت الخطوات الاتية لاجراء الاختبار بحسب التعليمات في النشرة المرافقة لعدة الفحص :
- 1- تم تحضير محلول الغسيل حسب التعليمات في النشرة المرافقة لعدة الفحص .
 - 2- تم اضافة 100 مايكروليتر من محاليل المعايرة (Calibrators 4,3,2,1) في الحفر المخصصة لها حسب التعليمات .
 - 3 - تم اضافة 100 مايكروليتر من المحلول الدائري المخفف للعينات الى كل الحفر عدا التي تحتوي على محاليل المعايرة صفيحة قياس المعايرة وتركت الحفرة الاولى فارغة .
 - 4 - تم اضافة 5 مايكروليتر من المصل المطلوب فحصه في الحفر الحاوية على المحلول الدائري المخفف للعينات وتحول اللون من الاخضر الى الازرق بعد الخلط .
 - 5 - تم الخلط بتحريك الصفيحة بهدوء لمدة 30 ثانية وتغطية صفيحة القياس المعايرة بالغطاء الخاص بها , وتحضن مدة 30 دقيقة في درجة الحرارة 37 م .
 - 6 - رفع بعدها غطاء الصفيحة , واجريت عملية الغسل بجهاز غسيل الصفيحة الدقيقة
 - Micro plate ثم ملئها بصورة كاملة باضافة 350 مايكروليتر من محلول الغسل وكررت العملية خمس مرات و قلبت بعدها الصفيحة على ورق النشاف بعدها تركت الحفر لتجف .
 - 7 - تم اضافة محلول الاقتران بمقدار 100 مايكروليتر لكل حفرة عدا الاولى الفارغة .
 - 8 - غطيت الصفيحة وحضنت مدة 30 دقيقة في درجة حرارة 37 م .
 - 9 - رفع بعدها غطاء الصفيحة , واجريت عملية الغسل بجهاز غسيل الصفيحة الدقيقة
 - Microplate ثم ملئها بصورة كاملة باضافة 350 مايكروليتر من محلول الغسل وكررت العملية خمس مرات و قلبت بعدها الصفيحة على ورق النشاف بعدها تركت الحفر لتجف .
 - 10 - بعد اكمال عملية الغسل اضيف الى كل حفرة 50 مايكروليتر من محلول المادة A واضيف الى كل حفرة 50 مايكروليتر من محلول المادة B وبعدها يجب ان يتغير اللون الى الازرق للحالات الموجبة .
 - 11 - تم خلط الصفيحة بهدوء وتغطي وتحضن في درجة حرارة 37 م مدة 10 دقائق.
 - 12- ازيل الغطاء وتم ايقاف التفاعل في جميع الحفر باضافة 50 مايكروليتر من المحلول الموقف للتفاعل يجب ان يتغير اللون للحالات الموجبة.
 - 13- تم وضع الصفيحة في جهاز المطياف الضوئي الدقيق Microspectrophotometer
- وتم قياس الكثافة الضوئية optical density لكل حفرة عند طول موجي 450 نانوميتر خلال 30 دقيقة . وتم حساب النتيجة النوعية بقسمة قيمة معامل الامتصاصية لكل عينة على قيمة الحد الفاصل Cutt off وتعد النتيجة سالبة اذا كان ناتج القسمة اقل من 0.9 والنتيجة الموجبة اكبر من 0.9 .
- 3-4-3: اختبار ارتباط الانزيم للادمصاص المناعي الاليزا للنوع IgM –EIIISA تتالف عدة الفحص من المكونات الاتية :
- 1- صفيحة قياس المعايرة الدقيقة Microtiter Plate : عبارة عن صفيحة بلاستيكية تحتوي على 96 حفرة صغيرة (8 حفر / صف) والسطح الداخلي للحفر مغطى بمستضد المقوسات الكونيدية الذائب النوعي والمخصص للارتباط بالكلوبين المناعي نوع Anti human IgM antibodies
 - 2- مادة الاقتران Toxoplasma IgG conjugate : تحتوي على انزيم البيروكسيداز والمقترن مع مستضد الطفيلي داء المقوسات Toxoplasma gondii antigen .
 - 3- المحلول الدائري المخفف للعينات Diluted Specium : محلول دارئ Tris buffer .
 - 4- المحلول الموقف للتفاعل Stop Solution : حامض الكبريتيك Sulphuric acid .
 - 5- محلول الغسل Washing solution : عبارة عن محلول دارئ Tris-HCL يحتوي على مادة توين 20 (0.1%) Tween 20 .
 - 6- المادة Substrate A : محلول فوسفات دارئ Citrate –phosphate buffer يحتوي بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide .
 - 7- المادة Substrate B : محلول دارئ يحتوي Tetramethylbenzidine
 - 8- محلول السيطرة السالبة Toxoplasma IgM Positive control : مصل انسان مخفف قوي التفاعل من اعداد Toxoplasma IgM .
 - 9- محلول معايرة رقم 2 Toxoplasma IgG Calibrators : مصل انسان مخفف ضعيف التفاعل من اعداد Toxoplasma IgG .
 - 10- محلول السيطرة الموجبة Toxoplasma IgM Positive control : مصل انسان مخفف قوي التفاعل من اعداد Toxoplasma IgM .
 - 11 . غطاء الصفيحة Adhesive seals : هي صفيحة ملحقة بالعدة تستعمل لتغطية صفيحة قياس المعايرة في اثناء التحضين .

طرائق العمل : Procedures

- 1- تم تحضير محلول الغسيل حسب التعليمات في النشرة المرافقة لعدة الفحص .
 - 2- تم اضافة 100 مايكروليتر من محاليل المعايرة (1,2,3,4 Calibrators) في الحفر المخصصة لها حسب التعليمات .
 - 3- تم اضافة 100 مايكروليتر من المحلول الدائري المخفف للعينات الى كل الحفر عدا التي تحتوي على محاليل المعايرة صفيحة قياس المعايرة وتركت الحفرة الاولى فارغة .
 - 4- تم اضافة 5 مايكروليتر من المصل المطلوب فحصه في الحفر الحاوية على المحلول الدائري المخفف للعينات وتحول اللون من الاخضر الى الازرق بعد الخلط .
 - 5- تم الخلط بتحريك الصفيحة بهدوء لمدة 30 ثانية وتغطية صفيحة القياس المعايرة بالغطاء الخاص بها , وتحضن مدة 30 دقيقة في درجة الحرارة 37 م .
 - 6- رفع بعدها غطاء الصفيحة , واجريت عملية الغسل بجهاز غسيل الصفيحة الدقيقة
 - Micro plate ثم ملئها بصورة كاملة باضافة 350 مايكروليتر من محلول الغسل وكررت العملية خمس مرات و قلبت بعدها الصفيحة على ورق النشاف بعدها تركت الحفر لتجف .
 - 7- تم اضافة محلول الاقتران بمقدار 100 مايكروليتر لكل حفرة عدا الاولى الفارغة .
 - 8- غطيت الصفيحة وحضنت مدة 30 دقيقة في درجة حرارة 37 م .
 - 9- رفع بعدها غطاء الصفيحة , واجريت عملية الغسل بجهاز غسيل الصفيحة الدقيقة Micro plate ثم ملئها بصورة كاملة باضافة 350 مايكروليتر من محلول الغسل وكررت العملية خمس مرات و قلبت بعدها الصفيحة على ورق النشاف بعدها تركت الحفر لتجف .
 - 10- بعد اكمال عملية الغسل اضيف الى كل حفرة 50 مايكروليتر من محلول المادة A واضيف الى كل حفرة 50 مايكروليتر من محلول المادة B وبعدها يجب ان يتغير اللون الى الازرق للحالات الموجبة .
 - 11- تم خلط الصفيحة بهدوء وتغطي وتحضن في درجة حرارة 37 م مدة 10 دقائق.
 - 12- ازيل الغطاء وتم إيقاف التفاعل في جميع الحفر باضافة 50 مايكروليتر من المحلول الموقف للتفاعل يجب ان يتغير اللون للحالات الموجبة.
 - 13- تم وضع الصفيحة في جهاز المطياف الضوئي الدقيق Microspectrophotometer
- وتم قياس الكثافة الضوئية OD لكل حفرة عند طول موجي 450 نانوميتر خلال 30 دقيقة وتم حساب النتيجة النوعية بقسمة قيمة الكثافة الضوئية لكل عينة على قيمة الحد الفاصل Cutt off وتعد النتيجة سالبة اذا كان ناتج القسمة اقل من 0,9 والنتيجة الموجبة اكبر من 0,9 .

التحليل الاحصائي

حللت نتائج الدراسة الحالية احصائياً وفق نموذج التجارب العاملية وتصميم تام العشوائية (C.R.D) Completely Randomized Design وتم استعمال اقل فرق معنوي (L.S.D) Least Significant Differences عند مستوى احتمالية (P<0.05) وكذلك استعمال اختباري مربع كاي Chi-square واختبار Z و Z- T (Test) and (T-Test) لبيان معنوية النتائج (الراوي وخلف الله , 2000) .

النتائج

تم خلال المدة المحصورة بين شهر ايلول 2013 ولغاية تموز 2014 فحص مامجموعة 550 عينة من الاشخاص المصابين بداء السكري الذي راجعوا مستشفى الحلة التعليمي ومختبر الصحة العامة والذين تراوحت اعمارهم ما بين 24-55 سنة فاكثر و الموزعين في مدن وريف محافظة بابل للتقصي عن نسبة انتشار داء المقوسات في مرضى السكري باستعمال اختبار تالازن اللاتكس LAT ويتضح من الجدول (1) ان النسبة المئوية للاصابة الكلية هي 63.6 % وكانت نسبة الاصابة في مركز مدينة الحلة 65.1% وفي الاقضية والنواحي للمحافظة كانت 58.3 % مذكورة اعلاه .

منطقة السكن	العدد المفحوص	الحالات الموجبة	الحالات السالبة	(%)
مركز المدينة	430	280	150	*65.1
الاقضية والنواحي	120	70	50	58.3
المجموع الكلي	550	350	200	63.6
الاختبار الاحصائي (Z)	3.3			

يبين جدول (2) ان اعلى نسبة للاصابة بداء المقوسات في مرضى السكري كانت لدى الذكور بمعدل 77.3% مقارنة مع الاناث بمعدل 63.6%.

الجنس	العدد المفحوص	الحالات الموجبة	(%)
ذكور	252	195	* 77.3
اناث	298	155	52
المجموع الكلي	550	350	63.6
الاختبار الاحصائي (Z)		5.5	

لوحظ من جدول (3) ان اعلى نسبة للحالات الموجبة كانت ضمن الفئة العمرية 30-34 سنة بمقدار 83.5% اما اوطأ الحالات الموجبة فكانت بالفئة العمرية 49-45 سنة بمقدار 51.5%

الفئات العمرية (سنة)	العدد المفحوص	الحالات الموجبة	(%)
28 - 24	65	35	53.8
33 - 29	79	66	*83.5
38 - 34	71	59	*83.1
43 - 39	91	61	67
48 - 44	130	67	51.5
49 فاكتر	114	62	54.4
المجموع الكلي	550	350	63.6
الاختبار الاحصائي LSD		5.3	

يبين جدول (4) وملحق ان اعلى نسبة اصابة موجبة كانت للضد IgG بنسبة 53.4% في مركز المدينة وبنسبة 46.6% في الاقضية والنواحي التابعة لمحافظة بابل اما الحالات الموجبة للضد IgM فكانت نسبة الاصابة بمقدار 6.5% في مركز المدينة وبمقدار 23.3% في الاقضية والنواحي التابعة لمحافظة بابل في حين كانت نسبة الاصابة الكلية للضد IgG وال ضد IgM هي 51.4% , 11.4% , على التوالي.

منطقة السكن	العدد المفحوص	الحالات الموجبة للضد IgG	الحالات الموجبة للضد IgM	(%) للضد IgG	(%) للضد IgM
مركز المدينة	247	132	16	*53.4	6.5
الاقضية والنواحي	103	48	24	46.6	*9.7
المجموع الكلي	350	180	40	51.4	11.4
الاختبار الاحصائي (Z)				3.8	2.3

يبين جدول (5) ان نسبة الاصابة لداء المقوسات في مرضى السكري تسجل اعلى نسبة في الذكور 52.3% في الضد IgG مقارنة مع الاناث بنسبة 50.3% في حين سجلت اعلى نسبة للاصابة في الاناث في الضد IgM بمقدار 18.7% مقارنة مع الذكور بنسبة 5.6%.

الجنس	العدد المفحوص	الحالات الموجبة للضد IgG	(%) للضد IgG	الحالات الموجبة للضد IgM	(%) للضد IgM
ذكور	195	102	* 52.3	11	5.6
اناث	155	78	50.3	29	*18.7
المجموع الكلي	350	180		40	11.4
الاختبار الاحصائي (Z)			0.76		4.3

اظهرت النتائج ان اعلى نسبة للحالات الموجبة للضد IgG ضمن الفئة العمرية 49 سنة فاكثر وبمقدار 69.8 % واقل نسبة كانت 16.1 % للفئة العمرية 29-24 سنة في حين كانت اعلى نسبة للاصابة 15.5% للضد IgM للفئة العمرية 45-40 سنة في حين اقل نسبة كانت 6.4 % للفئة العمرية 29-24 سنة جدول (6).

الفئات العمرية (سنة)	العدد المفحوص	الحالات الموجبة للضد IgG	الحالات الموجبة للضد IgM	(%) للضد IgG	(%) للضد IgM
28 - 24	31	5	2	16.1	6.4
33 - 29	61	29	9	47.5	14.7
38 - 34	53	31	7	58.5	13.2
43 - 39	71	43	11	60.5	15.5
48 - 44	61	21	5	34.4	8.2
49 فاكثر	73	51	6	* 69.8	* 8.2
المجموع الكلي	350	180	40	51.4	11.4
الاختبار الاحصائي (LSD)				4.5	2.6

المنافشة

تبين من خلال الدراسة الحالية نسب انتشار داء المقوسات لمرضى السكري في محافظة بابل باستعمال اختبار تالزن اللاتكس اذ كانت نسبة الحالات الموجبة في الاقضية والنواحي 58.3 % وهي اقل من مركز المدينة 65.1 % والنسبة الكلية للحالات الموجبة 63.6 % أما بالنسبة لاختبار ال فكان أكثر الحالات الموجبة في الاقضية والنواحي (29%) والسبب ربما يعود في كمية العينات المؤخوذة من مركز مدينة الحلة بمقارنة مع الاقضية والنواحي عند مراجعة مرضى السكري للمستشفى الحلة التعليمي وهذه النتيجة تتفق مع ماتوصلت اليه العديد من الدراسات في العراق التي تم استعمال اختبار تالزن اللاتكس فيها ومنها دراسة (Hasson 2004) النجف 40.9% ودراسة (AL-Najjar 2005) في نينوى 42.5% . وسجل كريم (2007) في مدينة السليمانية نسبة الاصابة % 47.4 ودراسة الدليمي (2002) اذ بلغت نسبة الاصابة الكلية (الحادة والمزمنة) باستعمال اختبار اللاتكس في النساء بسن الانجاب بلغت (48.7%) ، كما يبين النسب المئوية للاصابة بداء المقوسات بحسب اختلاف المناطق السكنية (القرية والمدينة) وكانت اعلى نسبة للاصابة في مدينة الموصل في منطقة كوكجلي اذ بلغت (59.67%) في حين بلغت نسبة الاصابة في الاحياء السكنية في مدينة الموصل (49.61%) اما اقل نسبة للاصابة كانت في البياج اذ بلغت (19.46%) ، بينما اعلى نسبة للاصابة في القرى كانت في قرية شيخ محمد اذ بلغت (67.86%) تلتها نسبة الاصابة في قرية ابو ماري اذ بلغت (62.96%) واقل نسبة في قرية القبة اذ بلغت (52.17%) ودراسة (2004) Othman في كركوك اذ بلغت نسبة الحالات الموجبة الكلية 36 % ودراسة جميل (2009) في ديالى 32 % .

اما الفحص باستعمال اختبار اليزا اذ تم فحص 350 عينة مصل موجبة باختبار التالزن المباشر منها 247 عينة من مركز مدينة الحلة و 103 عينة من الاقضية والنواحي بمحافظة بابل كانت نسبة الحالات الموجبة الكلية للضد IgG 51.4 % وللضد IgM 11.4 % حيث اتفقت هذه النتيجة نوعا ما مع ماتوصلت اليه (2004) Othman في كركوك فكانت نسبة الحالات الموجبة للضد IgM هي 16.9 % وسجل كريم (2007) في السليمانية نسبة 65 % للحالات الموجبة للضد IgG ، IgM لمرضى السرطان هي 49.23 % ، 49.7 % على التوالي وهي اعلى من الارقام التي تم الحصول عليها بالدراسة الحالية بالنسبة للضد IgM

واقل مما تم الحصول عليه للضد IgG ، تعد الحالات الموجبة للضد IgM المتخصص بطفيلي داء المقوسات مشيرا الى الاصابة الحادة Acute infection وبعدها يلاحظ تكون الضد IgG الحالات الموجبة للضد IgG والمتخصص بطفيلي داء المقوسات تعني ان الاصابة قد دخلت في طور الكامن او ان هنالك اصابة سابقة وتبقى بهذا الداء لهذه لفترات طويلة تصل الى سنة او اكثر اما الحالات الموجبة للضد IgM ، IgG معا تعني الاصابة المزمنة Chronic infection ويتم انتاج هذه الاضداد كاستجابة مناعية ضد الطفيلي (Weiss & Kim ,2007)

ان انخفاض مستوى الضد IGM ربما يعود الى الاستجابة المناعية لدى بعض المرضى واستطاعتهم كبح المرض منذ بدايته والقضاء عليه ، كذلك ان انخفاض مستوى الضد IGM يكون أسرع من انخفاض مستوى الضد IGG والذي يوجد في الأشخاص الكفونين مناعيا بعد الاصابة بمدة طويلة قد تكون لسنوات كثيرة ، اذ ان عمر النصف للضد IGG يكون اكبر من عمر النصف للضد IGM كذلك ان لقابلية الضد IGG على ان يحل محل الجزيئات الكبيرة عند غياب مولدات الضد . كما ان التباين في الصفات التي تتميز بها الاضداد IGG ، IGM من حيث عدد الوحدات وأوزانها الجزيئية كذلك الى أنواع السلاسل الببتيدية وتقسيماتها ، وهذه الصفات هي التي قد تمكن الضد IGG من البقاء لفترة طويلة في الجسم بعد الاصابة (الحديثي و عواد , 2000).

شكر وتويه :

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

المراجع العربية

- الحديثي ، إسماعيل عبد الوهاب و عواد ، عبد الحسين حبش . (2000) . علم الطفيليات . مطابع دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل.
- الدليمي لقاء حسين علي محمد (2002) . دراسة وبائية مناعية ومرضية للطفيلي المسبب لداء المقوسات في اناث محافظة نينوى مع متابعة كفاءة تأثير بعض العقاقير في المصابات.رسالة ماجستير , كلية العلوم , جامعة موصل.
- الراوي، محمود خاشع و عبد العزيز محمد خلف الله. (2000). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. كلية الزراعة. جامعة الموصل. العراق.
- الموسوي , أحمد محمد عباس (2012) . دراسة وبائية -مناعية للنساء الحوامل وغير الحوامل وعلاقته ببعض المتغيرات المصلية في نساء محافظة بابل المصابات بالمقوسة الكونيدية *Toxoplasma gondii* في محافظة بابل .اطروحة دكتوراه ,كلية العلوم جامعة بابل . 121 صفحة .
- جميل ,غسان حمدان (2009).دراسة مصلية وبائية لداء المقوسات *Toxoplasmosis* في مدينة الخالص وقراها , محافظة ديالى . مجلة ديالى للعلوم الزراعية , 1(6-12 : 2) .
- كريم, لطيف عمر محمد (2007) . دراسة مناعية و وبائية *Toxoplasma gondii* لمصول النساء المجهضات في مدينة السليمانية .رسالة الماجستير , كلية العلوم ,جامعة الموصل .

REFERENCES

- [1] Al-Najjar, S. (2005). Detection of anti-*Toxoplasma* antibodies among patients with acute leukemia or lymphoma using Latex Agglutination test and ELISA. M. Sc. Thesis. College of medicine. Mosul university:78pp.
- [2] Bessieres ,M.H; Berrebi , A.; Roll and ,M.; Bloom ,M; Rognes , C.;casing,S.; Courjault ,C.and seguela ,J.(2001) .Neonatal secreening for congenital toxoplasmosis in cohort of 165 women on others results of neonatal test.EUr .obst.Gynecol.,Repord .Biol.,94;37-45.
- [3] Hasson ,K.F.(2004) .Sero-epidemiology study of toxoplasmosis among pregnant women with gynecologic and obstetrical problems in Najaf city.M.Sc.Thesis ,Coll.Med .Kufa University (Abst.).
- [4] Hill , D.P. and Dubey , J.P .(2002).*Toxoplasma gondii* Transmission , diagnonosis and prevention .clin .Microbiol.infect .,8:684-690.
- [5] Kim , K.and Weiss,L.M.(2004).*Toxoplasma gondii* the modle Apicomplaxan.Inter.J.Parasitol.,34:423-432.
- [6] Miller, C.; Smith, N. and Johnson, A. (1999). Cytokines, nitric oxide, heat shock protenines and virulence in *Toxoplasma* : Parasitol. Today, 15(10):418-422.
- [7] Othman, N. (2004). Seroprevalence study of *Toxoplasma gondii* among pregnant women in Kirkuk City. M. Sc. Thesis. College of medicine. Tikrit university.:94 pp.
- [8] Remington, J.; McLeod, R.; Thulliez, P. and Desmants, G. (2000). Toxplasmosis. In : Infectious Diseases of the fetus and Newborn Infant. 5th ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia :206-346.
- [9] Weiss, L. and Kim, k. (2007). *Toxoplasma gondii* The Model Apicomplexan: Perspectives and Methods.1st edn.:119 , 251-260.

La Discrimination auditive comme indicateur de diagnostic de dyslexie chez les sujets arabophones

[Auditory discrimination as dyslexia diagnostic indicator among Arabic-speaking subjects]

Jamal El Azmy¹, Ahmed O.T. Ahami¹, and Benissa Badda²

¹Equipe de Neurosciences Cliniques, Cognitives et Santé,
Laboratoire de Biologie et Santé, Département de Biologie, Faculté des Sciences,
Université IBN TOFAÏL, BP. 133, Kenitra, Maroc

²Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de Khémisset, Maroc

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

ABSTRACT: Reading, auditory discrimination and matching abilities of 34 Arabic-speaking students into two groups (good readers and poor readers) were examined using the Labbel to check the validity of auditory discrimination as dyslexia diagnostic indicator. The subjects' results at the four spots of labbel (reading words / no words with diacritical, reading words / no words without diacritical, auditory discrimination of words and letter matching heard / letter) showed a significant difference between the results of the good readers and those of poor readers. All the results confirm the validity of auditory discrimination as reading disorder screening tool.

KEYWORDS: Reading, Auditory, Discrimination, Matching, Labbel.

RESUME: Les capacités de lecture, de discrimination auditive et d'appariement de 34 élèves arabophones divisés en deux groupes (bons lecteurs et faibles lecteurs) ont été examinées à l'aide du Labbel pour vérifier la validité de la discrimination auditive comme indicateur de diagnostic de dyslexie. Les résultats des sujets aux quatre tâches du labbel (lecture de mots/non mots avec diacritique, lecture de mots/non mots sans diacritique, discrimination auditive de mots et appariement lettre entendue/ lettre écrite) ont montré une différence significatives entre les résultats des bons lecteurs et ceux des faibles lecteurs. L'ensemble des résultats peuvent confirmer la validité de la discrimination auditive comme outil de dépistage des troubles de lecture.

MOTS-CLEFS: Lecture, Discrimination, Auditive, Appariement, Labbel,

1 INTRODUCTION

Les difficultés et les troubles d'acquisition de la lecture ont fait l'objet de recherches aussi nombreuses que variées [1], [2], menées dans un grand nombre de pays et touchant différentes langues. Une préoccupation tout à fait légitime quand on sait que les habiletés en lecture sont au cœur de tous les apprentissages scolaires et que les enfants qui présentent des difficultés à acquérir de telles habiletés éprouvent des difficultés majeures dans la poursuite de leurs études. De récentes études font état de liens entre dyslexie développementale et illettrisme. Delahaie et autres, ont examiné les capacités de lecture d'un groupe de jeunes en difficulté d'insertion sociale et professionnelle [3]. Les chercheurs ont relevé que 64 % de

ces jeunes avaient des difficultés de lecture. Mais ce qui est encore plus troublant, c'est que, selon les tests de langage effectués, 56 % avaient un diagnostic de dyslexie qu'on n'avait jamais dépisté ni traité. D'autres chercheurs ont relevé que les troubles de lecture pouvaient constituer des facteurs potentiels de troubles comportementaux et émotionnels chez les adolescents [4]. D'autres encore [5], [6], ont rapporté une association étroite entre les troubles de lecture, le décrochage scolaire et les tentatives de suicide chez un groupe d'adolescents de 15 ans.

Une évaluation cognitive du langage oral et écrit implique que l'examineur procède à l'évaluation de chacune des composantes de traitement du langage de façon indépendante.

Parmi les outils de diagnostic des troubles de lecture, il a le Labbel (Langage assessment battery : batterie d'évaluation de langage [7] qui est une batterie de tests pour l'évaluation cognitive du langage.

Dans cette étude on se base sur la théorie phonologique de la dyslexie qui suppose que le déficit cognitif soit spécifiquement phonologique. Les dyslexiques auraient un trouble spécifique de la représentation, du stockage et de la récupération des sons de parole [8], [9]. Les arguments en faveur de cette théorie reposent essentiellement sur le fait que les individus dyslexiques échouent particulièrement dans des tâches de conscience phonologique (segmentation et manipulation de sons de parole).

Dans ce travail on a testé la validité de la discrimination auditive comme indicateur de diagnostic de dyslexie. Pour cela On a utilisé 4 activités du labbel : Discrimination auditive de mots, appariement lettre entendue/ lettre écrite, lecture de mots/non mots sans diacritique et lecture de mots/non mots avec diacritique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE DE L'ÉTUDE

Cette recherche est réalisée au sein du collège El Moukawama de la ville de M'irt situé au moyen atlas, il se trouve au nord à 29 Km de la ville de Khénifra.

2.2 SUJETS DE L'ÉTUDE

L'étude est réalisée auprès de 34 élèves âgés de 12 à 16 ans appartenant à la deuxième année du collège dont 17 sont des bons lecteurs et 17 sont des faibles lecteurs.

2.3 METHODES

Le LABBEL est un logiciel d'évaluation et de rééducation du langage oral et écrit de sujets arabophones comportant au total 42 activités réparties dans 9 modules : Appariement, Copie, Décision lexicale, Dénomination, Dictée, Discrimination, Jugement morpho-sémantique, Lecture et Répétition.

Au total, 34 élèves qui ne présentant aucun problème sensoriel sont divisés en deux groupes (bons lecteur set faibles lecteurs) ont passé les 4 activités suivant du Labbel :

A= discrimination auditive de mots

B= appariement lettre entendue/ lettre écrite

C= lecture de mots/non mots sans diacritique

D= lecture de mots/non mots avec diacritique

L'analyse des données est faite par le logiciel SPSS et le logiciel Excel

3 RÉSULTATS

3.1 DESCRIPTION DE LA POPULATION

3.1.1 REPARTITION SELON LE SEXE

La figure 1 montre que La population étudiée est représenté par :

- les bons lecteurs : 52,9 % de garçons et 47,1% de filles
- les bons lecteurs : 82,4 % de garçons et 17,6% de filles

Sa vaut dire que Les garçons sont sur-représentés par rapport aux filles.

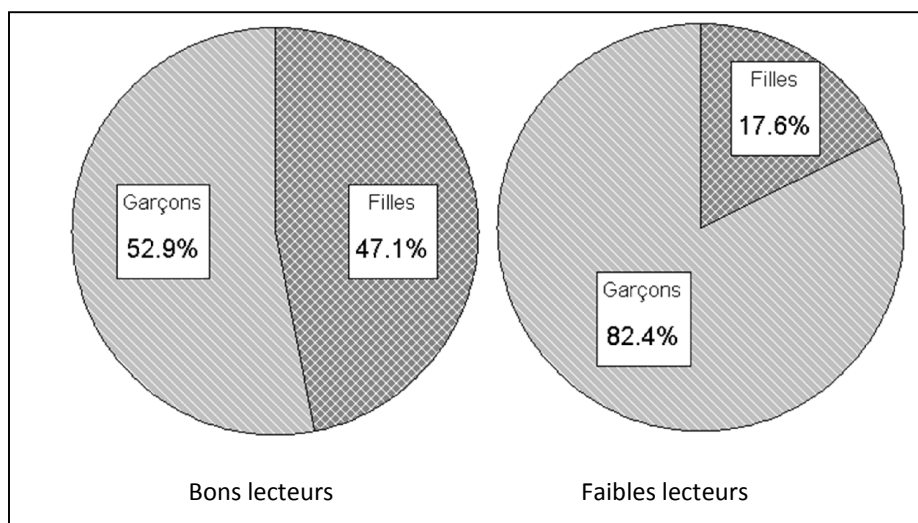


Fig. 1. : Répartition de la population étudiée par sexe.

3.1.2 RÉPARTITION SELON L'ÂGE

Les tableaux 1a et 1b montrent que :

- l'âge des bons lecteurs est compris entre 13,33 ans (160 mois) et 15,50 ans (186 mois), leur moyenne d'âge est de 14,23 an (170,76 mois) avec un écart type de 0,71 an (8,54 mois).
- l'âge des faibles lecteurs est compris entre 13,08 ans(157 mois) et 18,25 ans (219 mois), leur moyenne d'âge est de 15,63 an (187,65 mois) avec un écart type de 1,26 an (15,13 mois).

Tableau 1a &1b: Statistiques Descriptives de l'âge en Années et en Mois pour les Faibles lecteurs (a) et les Bons (b) Lecteurs

	Age en Année	Age en mois
N	17	17
Moyenne	15.63	187.65
Ecart-type	1.26	15.13
Minimum	13.08	157
Maximum	18.25	219

a- Faibles lecteurs

	Age en Année	Age en mois
N	17	17
Moyenne	14.23	170.76
Ecart-type	0.71	8.54
Minimum	13.33	160
Maximum	15.50	186

a- Bons lecteurs

3.1.3 REPARTITION SELON LE NIVEAU SCOLAIRE

Les sujets appartiennent à la classe 2^{ème} année collégial.

3.2 ANALYSE DES RÉSULTATS

3.2.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES BONS LECTEURS AUX DIFFERENTS TACHES DU LABELL

Le tableau 2 montre que :

- Le score moyen de discrimination auditive de mots est de 9.35 avec un écart-type de 0.93.
- Le score moyen d'appariement lettre entendue/ lettre écrite est de 9.88 avec un écart-type de 0.33.
- Le score moyen de lecture de mots/non mots sans diacritique est de 9.53 avec un écart-type de 0.72.
- Le score moyen de lecture de mots/non mots avec diacritique est de 9.88 avec un écart-type de 0.33.

Tableau 2: Statistiques descriptives des tâches du label pour les bons lecteurs

	A	B	C	D
Moyenne	9.35	9.88	9.53	9.88
Ecart-type	0,93	0,33	0,72	0,33
Minimum	7	9	8	9
Maximm	10	10	10	10

A= discrimination auditive de mots

B= appariement lettre entendue/ lettre écrite

C= lecture de mots/non mots sans diacritique

D= lecture de mots/non mots avec diacritique

3.2.2 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES FAIBLES LECTEURS AUX DIFFERENTS TACHES DU LABELL

Le tableau 3 montre que :

- Le score moyen de discrimination auditive de mots est de 8.12 avec un écart-type de 1.93.
- Le score moyen d'appariement lettre entendue/ lettre écrite est de 8.82 avec un écart-type de 1.29.
- Le score moyen de lecture de mots/non mots sans diacritique est de 6.12 avec un écart-type de 2.
- Le score moyen de lecture de mots/non mots avec diacritique est de 6.94 avec un écart-type de 2.46.

Tableau 3: Statistiques descriptives des tâches du label pour les faibles lecteurs

	A	B	C	D
Moyenne	8.12	8.82	6.12	6.94
Ecart-type	1.93	1.29	2	2.46
Minimum	2	6	1	1
Maximum	10	10	9	10

A= discrimination auditive de mots

B= appariement lettre entendue/ lettre écrite

C= lecture de mots/non mots sans diacritique

D= lecture de mots/non mots avec diacritique

3.2.3 COMPARAISON DES MOYENS :

La comparaison des moyennes par test de student (t) montre qu'il y a une différence significative entre :

- La discrimination des bons lecteurs vs discrimination des faibles lecteurs: $t(16) = 2.23, p < 0.05$.
- L'appariement des bons lecteurs vs appariement des faibles lecteurs: $t(69) = 3.04, p < 0.05$.
- La lecture sans diacritique des bons lecteurs vs lecture sans diacritique des faibles lecteurs: $t(16) = 6.06, p < 0.05$.
- La lecture avec diacritique des bons lecteurs vs lecture avec diacritique des faibles lecteurs: $t(16) = 4.87, p < 0.05$.

3.2.4 CORRÉLATION ENTRE LES TÂCHES DU LABEL CHEZ LES BONS LECTEURS

Les résultats du test de corrélations pour les bons lecteurs apparaissent dans le tableau 4 :

Tableau 4: Corrélations (R de Bravais-Pearson) entre les tâches des bons lecteurs

	discrimination auditive de mots	appariement lettre entendue lettre écrite	lecture de mots/non-mots sans diacritique	lecture de mots/non-mots avec diacritique
discrimination auditive de mots	1.000	.143	-.017	-.059
	.	.585	.950	.821
	17	17	17	17
appariement lettre entendue lettre écrite	.143	1.000	.278	.433
	.585	.	.280	.082
	1.000	17	17	17
lecture de mots/non-mots sans diacritique	-.017	.278	1.000	.802**
	.950	.280	.	.000
	-.059	17	17	17
lecture de mots/non-mots avec diacritique	-.059	.433	.802**	1.000
	.821	.082	.000	.
	17	17	17	17

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Les données traitées au moyen du coefficient de corrélation de Bravais-pearson montrent que chez les bons lecteurs, il y a une corrélation fortement significative seulement entre la tâche lecture de mots/non-mots avec diacritique et la tâche de lecture de mots/non-mots sans diacritique.

3.2.5 CORRELATION ENTRE LES TACHES DU LABEL CHEZ LES FAIBLE LECTEURS

Les résultats du test de corrélations pour les bons lecteurs apparaissent dans le tableau 5.

Tableau 5: Corrélations (R de Bravais-Pearson) entre les tâches des faibles lectures

	discrimination auditive de mots pour les faibles lecteurs	appariement lettre entendue lettre écrite pour les faibles lecteurs	lecture de mots/non-mots sans diacritique pour les faibles lecteur	lecture de mots/non-mots avec diacritique pour les faibles lecteur
discrimination auditive de mots pour les faibles lecteurs	1.000 .17	.361 .155 .17	.450 .070 .17	.409 .103 .17
appariement lettre entendue lettre écrite pour les faibles lecteurs	.361 .155 .17	1.000 .012 .17	.593* .012 .17	.727** .001 .17
lecture de mots/non-mots sans diacritique pour les faibles lecteur	.450 .070 .17	.593* .012 .17	1.000 .004 .17	.663** .004 .17
lecture de mots/non-mots avec diacritique pour les faibles lecteur	.409 .103 .17	.727** .001 .17	.663** .004 .17	1.000 .001 .17

*. La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Les données traitées au moyen du coefficient de corrélation de Bravais-pearson montrent que chez les faibles lecteurs, les tâches de lecture sont fortement corrélées les unes aux autres. Comme il y a une corrélation entre les deux tâches de lecture et la tâche d'appariement.

4 DISCUSSION

Dans cette étude on avait le but d'évaluer la validité du diagnostic de la dyslexie par la discrimination auditive chez les élèves arabophones du collège.

Les résultats ont montrés que les scores moyens des tâches de discrimination, d'appariement, de lecture sans diacritique et de lecture avec diacritique chez les bons lecteurs sont successivement : 9,35, 9.88, 9.53et 9.88et chez les faibles lecteurs sont successivement : 8.12, 8.82, 6.12,et 6.94. Ces résultats montrent que les bons lecteurs scorent mieux que les faibles lecteurs. Cette différence entre les moyennes des bons lecteurs et des faibles lecteurs est apparue significative.

Les résultats observés dans notre expérimentation peuvent être rapprochés de ceux référant à de mauvais résultats, chez les dyslexiques, dans les tâches de discrimination [10], [11]. D'autres soulignent l'importance de disposer très tôt de bonnes capacités de discrimination acoustique pour le développement langagier ultérieur [12]. De nombreuses observations ont révélé qu'une mauvaise performance sur le plan de la discrimination fréquentielle était liée à diverses dysfonctions, telles que des troubles de langage ou de la lecture, autant chez l'enfant que chez l'adulte [13], [14], [15], [16], [17]. Les auteurs de ces études concluent que la discrimination fréquentielle fait partie des processus sensoriels de base, essentiels à un développement langagier normal.

Badda, montre que les notes obtenues par les faibles lecteurs aux épreuves de lecture à voix haute en arabe sont significativement inférieures à celles des bons lecteurs [18].

Ce qui implique que les tests de discrimination auditive ont pu différencier les bons lecteurs des faibles lecteurs.

L'analyse statistique a montré la présence d'une corrélation significative entre la tâche lecture de mots/non-mots avec diacritique et la tâche de lecture de mots/non-mots sans diacritique chez les bons lecteurs. Comme il a montré une corrélation significative d'une part entre les tâches de lecture et d'autre part entre les deux tâches de lecture et la tâche d'appariement chez les faibles lecteurs. Ces corrélations semblent raisonnables vu le lien entre la lecture, le traitement et l'audition comme le montre plusieurs études [19], [20].

L'ensemble des résultats peuvent confirmer la validité de la discrimination auditive comme outil de dépistage des troubles de lecture chez les sujets arabophones.

5 CONCLUSIONS

Au terme de cette recherche qui a porté sur 34 élèves du collège EL Moukaouama à M'irt Maroc, nous avons pu évaluer la validité de La discrimination auditive comme indicateur de diagnostic de dyslexie chez les sujets arabophones.

Ainsi, L'étude réalisée a pu mettre en évidence une différence significative entre les scores moyens des quatre tâches du Labbel des bons lecteurs et des faibles lecteurs, ce qui favorise l'utilisation de la discrimination auditive pour le diagnostic de la dyslexie chez les sujets arabophones.

RÉFÉRENCES

- [1] STANOVITCH, E.K., G.R. NATHAN et M. VALA-ROSSI. « Developmental changes in the cognitive correlates of reading ability and the developmental lag hypothesis », *Reading research quarterly*, vol. 21, no3, 1986, p. 267-283.
- [2] ALEGRIA, J., J. LEYBAERT et P. MOUSTY. « Acquisition de la lecture et troubles associés », dans *Évaluer les troubles de la lecture*, De Boeck Université, 1994, p. 105-126.
- [3] DELAHAIE, M., C. BILLARD, C. CALVERT, P. GILLET, J. TICHET et S. VOL. « Un exemple de mesure du lien entre dyslexie développementale et illettrisme », *Santé publique*, vol. 10, no 4, 1998, p. 369-383.
- [4] ARNOLD, E.M., D.B. GOLDSTON, A.K. WALSH, B.A. REBOUSSIN, S.S. DANIEL, E. HICKMAN. « Severity of emotional and behavioural problems among poor and typical readers.», *Journal of abnormal Child Psychology*, no 33, 2005, p. 205-217.
- [5] DANIEL, Stephanie S., Adam K. WALSH, David B. GOLDSTONE, Elizabeth M. ARNOLD, Beth A. REBOUSSIN et Frank B. WOOD. *Suicidality, school dropout, and reading problems among adolescents*, 2006, p. 507-514.
- [6] BENDER, W.N., C.B. ROSENKRANS, et M. CRANE. « Stress, depression, and suicide among students with learning disabilities: Assessing the risk », *Learning Disability Quarterly*, no22, 1999, p. 143-156.
- [7] <https://www.gerip.com/evaluation-positionnement/57-labbel.html>
- [8] Ramus,F.(2003a). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, n 13, 212-218.
- [9] Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia* (2nd Ed.). Oxford: Blackwell.
- [10] Ahissar, M. & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Cognitive Sciences*, (10), 457-464.
- [11] Goswami, U., Thomson, J., Richardson, U., Stainthorp, R., Hughes, D, Rosen, S. & Scott, S.K. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia : A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(16), 10911-10916.
- [12] Benasich, A. A., & Tallal, P. (2002). Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behavioural Brain Research*, 136, 31-49.
- [13] Amitay, S., Ahissar, M. & Nelken, I. (2002). Auditory processing deficits in reading disabled adults. *The Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 3, 302-320.
- [14] Bishop, D.V. & McArthur, G.M. (2005). Individual differences in auditory processing in specific language impairment: a follow-up study using event-related potentials and behavioural thresholds. *Cortex*, 41, 327-341.
- [15] Hill, P.R., Hogben, J.H. & Bishop, D.M. (2005). Auditory frequency discrimination in children with specific language impairment: a longitudinal study. *The Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48, 1136-1146.
- [16] McArthur, G.M. & Bishop, D.V. (2004). Frequency discrimination deficits in people with specific language impairment: reliability, validity, and linguistic correlates. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47, 527-541.
- [17] Mengler, E.D., Hogben, J.H., Michie, P. & Bishop, D. (2005). Poor frequency discrimination is related to oral language disorder in children: A psychoacoustic study. *Dyslexia*, 11, 155-173.
- [18] Badda, B. (2008). *Apprentissage de la lecture, dyslexie phonologique et remédiation par le logiciel « Itinéraire Combinatoire » chez l'enfant marocain*. Thèse de Doctorat cotutelle. Université Ibn Tofail Maroc – Université de Rennes 2 France.
- [19] Gombert, J.E. (2004). Dissociation entre apprentissages linguistiques et développement cognitif : le cas de l'apprentissage de la lecture chez des trisomiques. *Handicap-revue de sciences humaines et sociales – n° 101-102*.
- [20] Goswami, U., & Bryant, P.E. (1990). *Phonological skills and learning to read*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.j

اللسانيات النظرية و التطبيقية و تنمية مهارات المتعلم بالسلك الثانوي التأهيلي

[The linguistics theory, practice and improving student's skills]

ABDOUNI ABDELOUAHAD

Department: Arabic literature,
University Hassan2 / Benmsik,
Casablanca, Morocco

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

ABSTRACT: In this paper we present the relation between theoretical and practical linguistics with the education. We discuss several theories which aim to define the process followed by the teacher to improve learner's skills. We will focus particularly on two notions: skill and competence, we present also a strategic model of second year baccalaureate, taking into consideration the mental and emotion level of the learner.

KEYWORDS: linguistics theory, practice, student's skills.

مقدمة

تمثل اللسانيات العلم الذي يسعى لدراسة اللغة في ذاتها و لأجل ذاتها، وقد أفرز عبر تطوره عدة نظريات منها البنيوية والوظيفية والتوليدية والتداولية...، كما مثل هذا العلم نقطة التقاء جميع العلوم الإنسانية، واتصل ميدانه بعلوم متعددة، فارتبط بعلم الاجتماع وعلم النفس، ولازال يرسم وشائج وروابط بكل جديد في العلوم. ومن أهم مساهمات اللسانيات، التنظير والتطبيق للعملية التعليمية التعلمية، وإكساب المتعلم لمهارات تؤهله كفرد منتج ومبدع واثق من نفسه ومفيد لمجتمعه، ومتواصل مع الآخرين، وهو ما سنحاول أن نتصدى له خلال هذا المقال: اللسانيات وتنمية مهارات التلميذ بالتعليم الثانوي التأهيلي، جهة الدار البيضاء الكبرى نموذجاً.

سننطلق من توضيح المقصود باللسانيات النظرية والتطبيقية، ثم تحليل أهم جوانب العملية التعليمية التعلمية بالتعليم الثانوي التأهيلي، وتوضيح العلاقة بين اللسانيات والعملية التعليمية التعلمية من خلال أجوبة المتعلمين والأساتذة على الاستبيانات، وأخيراً تطبيق النتائج على جذاذات قسم الثانية باكالوريا، من خلال مجموعة من الحصص التطبيقية، محاولين النهوض بتعليم وتعلم اللغة العربية بالتعليم الثانوي التأهيلي، وتجاوز الضعف الذي ينخر جسد هذه اللغة تعبيراً وقراءة وكتابة.

إن ميدان العملية التعليمية التعلمية كما يستشرفها هذا المقال، عالم عظيم يجعلنا أمام متعلمين يكتسبون المهارات، فتتحول هذه الأخيرة عبر الزمن إلى كفايات، يستثمرها المتعلم ذهنياً، ويستحضرها إجرائياً في سلوكاته داخل المجتمع.

1- إشكالية المقال

لقد جاء هذا المقال في سياق الإجابة عن إشكاليات تهم اللسانيين، وعلماء التربية، والمدرسين والمتعلمين، ومفاد هذا الإشكال :

كيف يمكن توظيف اللسانيات النظرية والتطبيقية، في العملية التعليمية التعلمية، لتنمية مهارات المتعلم وبالتالي تحقيق الكفايات المطلوبة ؟ وتتفرع عن هذه الإشكالية إشكاليات أخرى أهمها :

- ماهي النظريات اللسانية التي يمكن الاستفادة منها في العملية التعليمية التعلمية ؟
- كيف يمكن الاستفادة من علم اللغة الاجتماعي، وعلم اللغة النفسي، لتسهيل عمل الأستاذ داخل القسم ؟
- ما هي علاقة اللسانيات بالمهارات المستهدفة ضمن السلك الثانوي التأهيلي ؟
- هل يمكن أن تكون اللسانيات، مكوناً دائماً ضمن جذاذة الأستاذ بالسلك الثانوي التأهيلي ؟

1 اللسانيات النظرية و تعليم و تعلم اللغة العربية

1.1 تعريف اللسانيات لغة

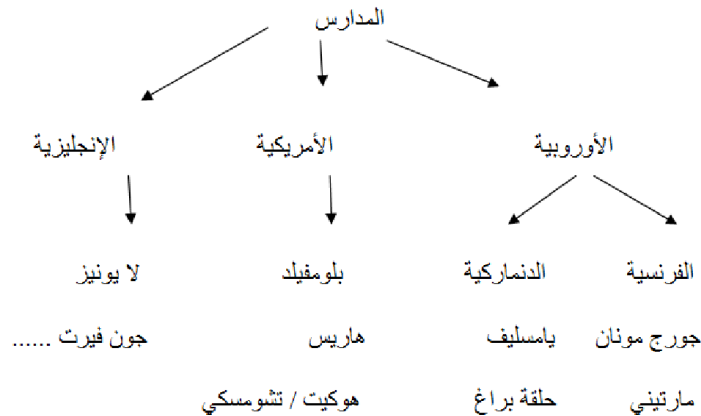
جاءت كلمة لسان ضمن لسان العرب بمعنى اللغة، حيث اعتبر اللسان المقول، والجمع ألسنة، ورجل لسان بين اللسان إذا كان ذا فصاحة وبيان، واللسن جودة اللسان وسلاطته، ولسنه يلسنه لسانا : كان أجود لسانا منه، ولسنه أي كلمه¹، وترتبط دلالة اللسان هنا بالقول والحجة وآلة الكلام والفصاحة، وهو الأمر الذي تصادفه في القرآن الكريم حيث نجد كلمة لسان واردة في بعض الآيات من قبيل (ما أرسلنا من رسول إلا بلسان قومه ليبين لهم فيضل الله من يشاء ويهدي من يشاء وهو العزيز الحكيم)² فقد ارتبط اللسان في هذه الآية بالقوم، ولما كانت اللغة متفرعة إلى لهجات لأقوام مختلفين فقد جاءت الكلمة هنا بمعنى اللهجة، إذ لكل قوم لهجتهم يتواصلون بها ويعبرون بها عن أغراضهم. في حين ارتبطت الكلمة في سورة النحل بصفة العمومية والشمولية أي اللسان العربي في مقابل الأعجمي (ولقد نعلم أنهم يقولون إنما يعلمه بشر لسان الذي بلحدون إليه أعجمي وهذا لسان عربي مبين)³ كما جاءت كلمة لسان بمعنى الحجة كما في قوله تعالى (ووهبنا لهم من رحمتنا وجعلنا لهم لسان صدق عليا)⁴ ونجد الكلمة معبرة عن الدليل والحجة والطاقة الإقناعية في قوله سبحانه: (واجعل لي لسان صدق في الآخرين)⁵ وحاصل الأمر من كل هذه الآيات، أن كلمة لسان جاءت لتدل على معنى شاملا يستوعب اللغة ويتضمنها.

2.1 تعريف اللسانيات اصطلاحا

تعتبر اللسانيات العلم الذي يجعل من اللغة موضوعا له، إنها الدراسة العلمية الموضوعية للسان البشري⁶، أي دراسة تلك الظاهرة العامة والمشاركة بين بني البشر⁷ وبهذا نجد اللسانيات قريبة من العلوم الإنسانية، لأن اللغة كائن إنساني، وقريبة من العلوم التجريبية، لأنها تعتمد مناهجه وأدواته ووسائله، حيث تتوخى الموضوعية بالمشاهدة والاستقراء والتحليل الإحصائي وتعتمد الوسائل والألات مثل الحواسيب، وتجري التجارب في المخابر على الأصوات وتبني النظريات بعد استنباط القوانين⁸ واللسانيات أيضا علم حديث لا يزال في تطوره، وقد تخلص ببطء من التقاليد النحوية ومن بحوث الفيلولوجيا والتفكير الفلسفي، كما أنها العلم المساهم في توسيع مجال الدراسة اللغوية بأن أضع للبحث مسائل جديدة كعلاقة اللغة بالآليات التفكير وبيانات المخ وبتطور اللغة في المجتمع وعلاقة اللغة بالبرمجة الحاسوبية، وفصل المقال في مسائل لم يكن يفصل فيها القدماء، وهو علم يصدر عن مبدأ عام، ويمكن الإشارة هنا إلى أن اختلاف اللسانيين في مسائل لتعريف اللغة أو الجملة أو الكلمة لا يعني الاختلاف المطلق، إضافة إلى أن اللسانيات بناء عقلي يتوق إلى ربط أكبر عدد ممكن من الظواهر الملاحظة بقوانين خاصة تكون مجموعة ومتسقة، يحكمها مبدأ عام هو مبدأ التفسير، إن الإشارة إلى هذه المميزات التي تسم اللسانيات يجعلها علما قريبا من العملية التعليمية التعلمية، حيث يستقي الأستاذ تقنيات وأساليب ومناهج لفهم المادة المدرسة وفي الوقت نفسه لإدراك طرائق إقناعها، فعلم اللسانيات علم فسيح و منبع لا ينضب، والأستاذ لا يكون بالضرورة ملتزما بنظرية لسانية واحدة إذ يمكن أن يستعين بأي نظرية وفي أي مرحلة من المراحل، ليكون لعمله جودة وفعالية دون الالتزام ببنية مفاهيمية واحدة.

2_ اللسانية النظرية و تعليم و تعلم اللغة العربية

تغلب على اللسانيات الحديثة نزعتان، الأولى تعتمد المشاهدة والاستقراء ومعاينة الأحداث اللغوية وتصنيفها لاستنباط قوانين، ويمثل ذلك توجهات البنيوية في أوروبا وأمريكا وإنجلترا، والنزعة الثانية افتراضية استنتاجية تنطلق من مسلمات تم تولد عنها مجموعة من القواعد وتمثلها نظرية النحو التوليدي التحويلي، وإذا ما استقرنا تاريخ النظريات اللسانية، وجدناها مرتبطة بالمدرسة الأوروبية والأمريكية والإنجليزية مع وجود ارتباطات وتداخلات واختلافات وتباينات، وتنموضع هذه الاختلافات والارتباطات على مستوى المنطلقات والمقاربات والموضوعات المعالجة ومنهج الدراسة، ويمكن التمثيل لهذه المدارس على الشكل الآتي :



¹ ابن منظور لسان العرب دار صادر بيروت المجلد الخامس ط 1997 ص 496

² سورة إبراهيم الآية 4

³ سورة النحل الآية 103

⁴ سورة مريم الآية 50

⁵ سورة الشعراء الآية 8

⁶ سعيد شنوفة، مدخل إلى المدارس اللسانية، المكتبة الأزهرية للتراث الجزائر ط 2009 ص 7

⁷ خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ اللسانيات، دار القصة للنشر الجزائر ط 2006 ص 6

⁸ خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ اللسانيات، دار القصة للنشر الجزائر ط 2006 ص 10

وسعى إلى تحديد موضوع المقال والتركيز على ما هو مهم ويخدم الأهداف المسطرة ، سنحاول التوقف عند مدرستين هما المدرسة البنيوية عبر ممثلها فرناند دي سوسير، والمدرسة الوظيفية عند سيمون ديك ومن هذا حذوه كأحمد المتوكل، ثم سنحاول الانتقال إلى اللسانيات التطبيقية، بالتركيز على علم اللغة الاجتماعي وعلم اللغة النفسي، وذلك لأن تدريس اللغة العربية واكتساب المتعلم للمهارات في مادة اللغة العربية، لا ينحصر في مرجعية لسانية واحدة، بل في تعدد المرجعيات اللسانية والأخذ بكل ما يفيد من جميع النظريات .

1.2_ اللسانيات البنيوية والتعليم وتعلم اللغة العربية

اعتبر سوسير اللسانيات دراسة للغة في ذاتها ولذاتها⁹، وهو الأمر الذي جعل اللغة موضوعا يتسلط عليه ضوء اللسانيات، بالفحص والتمحيص والتحليل، فعندما يدرس المتعلم المنهج البنيوي في دراسة النصوص النقدية، خلال الدورة الثانية من مستوى البكالوريا، يجد أنه يبنى الجانب البنيوي، أي شبكة العلاقات بين عناصر النص، فلا يعتمد هذا المتعلم نفسية الكاتب أو السياق الاجتماعي وعلاقته بإنتاج النص¹⁰، وعندما نتحدث عن البنية فنحن نتحدث عما سماه سوسير بالنظام من خلال تقديمه لمثال لعبة الشطرنج، حيث يمكن أن تكون القطع من خشب أو زجاج أو رخام، ولكن المهم هو بنية العلاقة التي تربط بين العناصر، الأمر الذي تصادفه في كتاب المتعلم بمستوى الثانية باكوريا عبر اكتساب مهارة تحليل النص المعتمد على المنهج البنيوي، فيطالب المتعلم باستيعاب المنهج البنيوي وكشف النصوص التي تتبنى هذا المنهج وتحليلها عبر اعتبار مراحل التحليل بنية تتسجم مع بعضها البعض، لهذا غالبا ما يوضح الأستاذ هذه المهارة عبر لعبة الشطرنج، حيث وظيفة وعلاقات القطع هي الأجدر بالاهتمام، كما أن أي حالة من حالات ترتيب قطع الشطرنج تشبه إلى حد كبير حالة من حالات اللغة، فقيمة القطع تتحدد من مكانها فوق رقعة الشطرنج، وهو الأمر عينه الذي نجده في دراسة النصوص بالتعليم الثانوي التأهيلي، حيث يقارن التلاميذ بين نصوص تقليدية ونصوص حديثة من حيث المعجم والأسلوب والصور الفنية، وذلك على مستوى الشعر والنثر على حد سواء ، فتتجلى للتلميذ حركية وتغير اللغة، وبهذا يحضر الجانب التعاقبي كمنهج في التدريس والتعلم . كما تدرس النصوص على مستويات معينة، فتتعلق هذه المستويات في شكل بنية أو نظام تفرز النص وهو ما يسمى في الأدبيات الحديثة بالوحدة النفسية أو العضوية لكل من القصيدة و النص النثري، ويقصد بها أن دراسة متكاملة لنص ما، هي دراسة بنيوية، بحيث إذا حذفنا مستوى واحد من الدراسة كانت النتيجة مختلفة والبنية متغيرة، فدراسة مسرحية في السنة الثانية باكوريا تقتضي المراحل التالية :

مقدمة (تمهيد حول المسرح / تعريف بالكاتب / دراسة العتبات / طرح إشكاليات) .

العرض (الأحداث / القوى الفاعلة / الأمكنة والأزمنة / العقدة و الحل / أنواع الحوار/ البرنامج العاملي / الرهان / الأسلوب ...)

الخاتمة (دراسة تركيبية و التعبير عن الموقف)¹¹،

فإذا قام المتعلم بحذف عنصر من عناصر التحليل، تصبح بنية النص قاصرة أو ملتبسة، وفي المقابل إذا ما قام بدراسة شاملة ومتكاملة، تكون دراسته ناجحة وجيدة، الشيء الذي يسمح بمنح المتعلم قدرات ومهارات لتجاوز أي ضعف أو تقصير على مستوى التحليل، فهو يقرأ بمهارة ويفهم بمهارة ويلخص بمهارة ويعبر بمهارة ويحاجج بمهارة .. وبهذا يكتسب مهارات متعددة، كما أن على المتعلم أن يستحضر دائما التغيير الذي يمس النصوص في سياق ديناميتها عبر الزمن، ويعتبر سوسير ذلك التغيير خاصية تسم علاقة الدال بالمدلول¹² إذ يرى أن اللغة لا حول و لا قوة لها في الدفاع عن نفسها في مواجهة القوى التي تغير من لحظة إلى أخرى العلاقة بين الدال والمدلول، الشيء الذي يسمح لنا بالقول، بأن مفاهيم سوسير مترابطة ومتصلة مع بعضها البعض بحيث لا يمكن تصور مفهوم دون الآخر، كما أنها حاضرة في جميع مراحل التعلم واكتساب المهارات، وستوضح بتفصيل وعبر جذادات الأستاذ في الفصول لاحقة¹³.

2.2_ اللسانيات الوظيفية والتعليم وتعلم اللغة العربية

عندما نتحدث عن اللسانيات الوظيفية فإننا نقصد النحو الوظيفي كما جاء في أعمال أحمد المتوكل¹⁴، ومن هذا المنطلق فالمقال سيتجاوز العودة إلى اللسانيات الوظيفية كما ظهرت عند مدرسة براغ¹⁵ واستمرت مع مارتن وغيره، على الرغم من أن المتأمل في هذين التوجهين _ اللسانيات الوظيفية عند براغ و اللسانيات التداولية عند ديك _ يجد علاقة قوية خاصة على مستوى الوظيفة التواصلية باعتبارها وظيفة مركزية للغة.

ترتبط اللسانيات الوظيفية ارتباطا وثيقا بالمدارس اللسانية الأخرى، على اعتبار أن هدفها وصف خصائص اللغات الطبيعية، وهو الأمر الذي نجده عند البنيويين، ثم إنها تروم فيما تروم تفسير الظواهر اللغوية واستكشاف الخصائص الجامعة وهو ما يربطها بالتوليدية، يضاف إلى هذا و ذلك صياغة اللسانيات الوظيفية لنماذج صورية تتأسس على مكونات صرفية تركيبية ودلالية وتداولية، أما ما يجعلها مختلفة عن غيرها من المدارس اللسانية فاعتبارها التواصل الوظيفية الأساس للغة¹⁶، الأمر الذي يجد موقعه في كثير من التوجهات الرسمية للمناهج التربوية ودفتر التحملات، كالحث على القدرة التواصلية للتلميذ والتي أصبحت كفاية مستهدفة وأساس تسمح بإقدار المتعلم على التواصل مع المواقف المتباينة والمختلفة عبر آليات ووسائل من أهمها المهارات اللغوية التي تستمد من اللسانيات الوظيفية، كآليات النطق واستحضار المقام التواصلية وعناصر الرسالة في كل مكون من المكونات، بل في كل درس من الدروس، زيادة على أن العملية التعليمية التعلمية في جملتها تواصل للمتعلم مع الأستاذ والكتاب وغيره من المتعلمين و تواصله مع أسرته و مجتمعه ونفسه¹⁷، إنها بنية تواصلية تجعل اللغة من أجل التواصل والتواصل في خدمة اللغة، وقد وجدت منشأها في حضن الفلسفة اللغوية العادية¹⁸ كما تميزت بالتمثيل للمكون التداولي وهو مكون حاضر بقوة في البنية التربوية، فلا تواصل دون مقام وسياق، و لهذا يدرس التلاميذ ظروف النص وسياقات الموضوعات التي تناقش في الفصل وحتى أمثلة الانطلاق في علوم اللغة على أساس تداولي، مما يسمح للتلميذ بإنتاج القاعدة واضعا في اعتباره السياقات التداولية، لتعيد هذه القاعدة إنتاج نفسها عند المتعلم في سياقات تواصلية لا متناهية، ويلاحظ القارئ بشكل واضح أن البعد

⁹ فرناند دي سوسير ، محاضرات في اللسانيات العامة ، ترجمة يونيل يوسف عزيز 1985 ص 34

¹⁰ كتاب الممتاز في اللغة العربية ، الثانية باكوريا آداب و علوم إنسانية ، مكتبة المدارس 2006 مجزوءة الشعر تكبير البنية .

¹¹ كتاب الممتاز في اللغة العربية ، السنة الثانية باكوريا آداب و علوم إنسانية ، مطبعة المدارس 2006 مجزوءة الشعر

¹² Maurice Leroy , Les grand courants de la linguistique moderne , édition de l université de bruxelle , Belgique 1980 p66

¹³ تم تطبيق اللسانيات البنيوية ضمن جذادات الأستاذ و ذلك في الفصل التطبيقي من هذا المقال .

¹⁴ أحمد المتوكل ، قضايا اللغة العربية في اللسانيات العربية، بنية الخطاب من الجملة إلى النص ، دار الأمان للنشر و التوزيع، الرباط الطبعة الأولى 2001

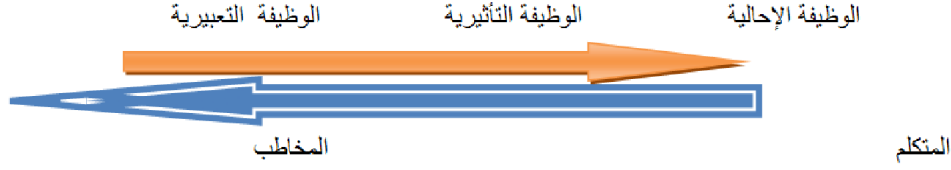
¹⁵ محمود جاد الرين علم اللغة نشأته و تطوره، دار المعارف جامعة المنصورة، 1985 ص 106

¹⁶ عبدالإلاه بوعافية و بشرى العروصي، الإطار التداولي في اللسانيات المعاصرة، المطبعة السريعة القنيطرة ط 2006 ص 10

¹⁷ المصطفى الخصاصي، بناء المنهاج الدراسي وفق مدخل الكفايات، السلسلة البيدغوجية ع 25 دار الثقافة ط 2009 ص 64

¹⁸ حافظ إسماعيل علوي، التداوليات علم استعمال اللغة، عالم الكتب الحديثة ط 2011 ص 21

التواصل كوظيفة أساس للغة، يتكرر كثيرا في الأدبيات التداولية، غير أن هذا المفهوم -أي التواصل- كان نتاجا لنقاش طويل من خلال اختلاف اللسانيين حول وظيفة اللغة. ففي نظر التداولية اللغة لا تنقل مضامين بل وظائف¹⁹، حيث رأى ياكبسون أن وظيفة اللغة ليست هي التواصل وإنما هي مجموعة من الوظائف تمثلها كما يلي:



فالوظيفة اللغوية هي مجموعة من العبارات الموظفة لإقامة الحوار، أما الوظيفة الميتالغوية فإحالة عبارة على عبارة أخرى، والوظيفة الإحالية وظيفية يحيل من خلالها المتكلم على شيء في الواقع، والوظيفة التأثيرية هي التي تشير إلى مدى تأثير المتكلم في المخاطب عن طريق اللغة، والوظيفة التعبيرية هي أن المتكلم يعبر عن قصد ما، والوظيفة اللغوية هي عبارة عن إقامة للحوار أو التواصل كـ(الو) في الهاتف، والوظيفة الميتالغوية وهي الوظيفة التي تحيل من خلالها كلمة على كلمة أخرى، كالفعل بالنسبة لزيد في جملة:

جاء زيد فرحا .

لكن المتأمل في كل هذه الوظائف، يجد أنها فروع أو ألوان لوظيفة واحدة هي وظيفة التواصل، والأمر نفسه ينطبق على موقف هاليداى الذي ميز بين ثلاث وظائف للغة هي²⁰:

1. التمثيلية: تمثيل تجربة المتكلم بالنظر إلى الواقع الذي يعيشه .
2. التعالقية: تستعمل اللغة لإقامة العلاقات الاجتماعية، أي التعبير عن الأدوار الاجتماعية التي يتخذها المتكلم بالنسبة لمخاطبه، كدور المخبر السائل الأمر المجيب .
3. النصية: الوظيفة التي تربط الخطاب بالطبقة المقامية التي ينجز فيها .

إن وظائف هاليداى التمثيلية والتعالقية والنصية والتي اعتبرها منفصلة ومستقلة، نجدها متضمنة في الوظيفة التواصلية، فالتواصل بين شخصين أو أكثر يقتضي الإحالة على واقع خارجي مرتبط بذات (وظيفة تمثيلية)، واتخاذ دور من الأدوار الاجتماعية (تعالقية)، وتنظيم الخطاب حسب مقتضيات الإنجاز (النصية)، ويزكي هذا الطرح ما ذهب إليه ديك (1986) من أن التواصل عملية ذات أبعاد مختلفة علاقية، توجيهية، إخبارية، تعبيرية، استنارية، تتكامل لتأدية وظيفة تواصلية، كل هذا للتأكيد على أن التواصل يمثل الوظيفة الجوهرية للغة في السياق التداولي الوظيفي، الشيء الذي جعلنا نجد في التداولية الفضاء الملائم بشكل كبير لدعم هذه المهارات وتقويتها وتحقيقها لدى تلاميذ الثانوي التأهيلي²¹. وقد اعتبر سيمون ديك التواصل نشاطا اجتماعيا يتمكن بواسطته الشخصان المتواصلان من تغيير معلوماتهم التداولية وصنف المعلومات التداولية إلى معلومات عامة: المرتبطة بالعالم أو أي عالم ممكن.

المعلومات الموقفية: ما يتضمن الموقف الذي يتم فيه التواصل .

المعلومات السياقية: المستقاة من الخطاب المتبادل سلفا بين الشخصين المتواصلين، ويلخص ديك ذلك فيما يلي²²:

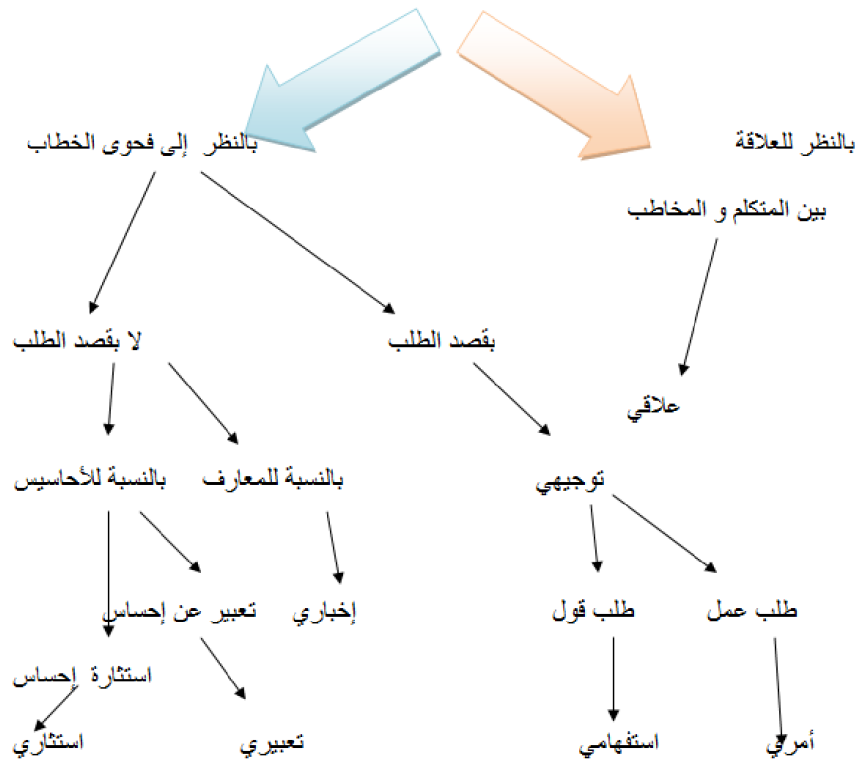
¹⁹حافظ إسماعيل علوي، التداوليات علم استعمال اللغة، عالم الكتب الحديثة ط 2011 ص 22

²⁰أحمد المتوكل، اللسانيات الوظيفية مدخل نظري، منشورات عكاظ الرباط 1989 ص 47

²¹كتاب الممتاز في اللغة العربية، السنة الأولى باكالوريا مسلك الآداب و العلوم الإنسانية، منشورات المدارس الدار البيضاء 2006 ص 6

²²أحمد المتوكل، اللسانيات الوظيفية، مدخل نظري منشورات عكاظ الرباط 1989 ص 47

تواصل (تغيير المعلومات التداولية)



إن التأمل في هذه الخطاطة يوضح أن هناك شبكة للفعل التواصلية ينتجها المتعلم على اختلاف السياقات التداولية، وهو أمر يساعد المتعلم في فهم نسق الخطاب الموجه إليه سواء في تواصله مع النصوص أو الأشخاص، فيميز بين طلب العمل وطلب القول، ثم بين ما هو معرفي وما هو حسي، وما يرتبط بين المتكلم والمخاطب من جهة وفحوى الخطاب من جهة ثانية، ومن هذا المنطلق نجد المتعلم وقد أصبح من خلال المهارات التداولية واعيا بخضوع بنية خطابه لوظيفة هذا الأخير،²³ وهو مبدأ أساس في اللسانيات التداولية، فعندما ينتج المتعلم جملة استفهامية أو أمرية أو تعجبية يدرك وظيفة التنغيم، وعندما ينفي يعلم أن للمستقبل نفي يختلف عن نفي الماضي، فالقواعد التركيبية بمفردها تعرف النفي، ولا تعرف ارتباطه بالزمن .

كما يحقق المتعلم غايات أخرى مهمة، كأن يكون قادرا على تمييز بنية لغته تبعاً لنوع المخاطب إن كان تلميذاً أو أستاذاً أو أما .. وعندما يعي المتعلم هذه الجوانب يكون تأويله للنصوص الشعرية أو النثرية (مسرحيات أو قصص قصيرة أو مقالات نقدية بالنسبة لقسم الثانية بالكالوريا) نابعا عن فهم واع، كما أن الأسئلة التي يمكن للتلميذ أن يطرحها تكون أكثر عمقا وتعبر عن فهم جيد للنصوص، وكذلك الأمر بالنسبة لأنشطة الإنتاج على مستوى التعبير والإنشاء خلال تواصل المتعلم مع جماعة القسم وإقناعهم بفكرة ، لذا يكون المتعلم واعيا كل الوعي باليات التواصل كوظيفة تفرض استحضر المقام، فيخضع بنية لغته لهذه الشروط ولا يقتصر الأمر على تلميذ الثانوي التأهيلي الذي نروم دراسة مهاراته، ولكن يشمل هذا الأمر الطفل في عملية اكتسابه للغته فيعتبر جهاز الاكتساب نسقا عاما من الأغراض التواصلية والوسائل اللغوية التي تحقق هذه الأغراض²⁴، فالهدف ليس اكتساب الطفل لمعرفة لغوية بل معرفة القوانين المتحركة في الاستعمال الملائم للغة في مواقف اجتماعية مختلفة، كما أن الأمر لا يتعلق بنحوية جملة تركيبيا أو عدم نحيوتها فقط، بل إن نحوية جملة ما يرتبط بسلامة تركيبية صرفية ثم سلامة بالنظر إلى ملاءمتها وما يقتضيه سياق استعمالها²⁵ فجملة :

أ 1: سعاد نجحت في الامتحان.

أ 2: نجحت سعاد في الامتحان .

جملتان مترادفتان ولكن من الواضح أنهما يستعملان في سياقين مختلفين، واختلاف السياقين يفسر بما يعتقده المتكلم حول معرفة المخاطب ضمن موضوع الجملتين، وهذا يعني أن المكون التداولي مكون أساس ضمن الجملة، فمن خلاله تهتم اللسانيات التداولية ب

✓ دراسة المعنى الذي يقصده المتكلم .

✓ دراسة كيفية إيصال أكثر مما يقال .²⁶

²³عبدالإلاه بوعايدة و بشرى العروصي الإطار التداولي في اللسانيات المعاصرة ط2006 ص 32

²⁴نفسه 33

²⁵جون بول، التداولية ترجمة قصي العتابي : دار العربية للعلوم ناشرون،بيروت 2010 ص 13

²⁶جون بول، التداولية ترجمة قصي العتابي دار الأفكار ط2010 ص 19

و قد سمحت هذه الأسس للسانيات الوظيفية بدراسة اللغة العربية على مستوى المعجم ، كالاتفاق مثلا ودراسات على مستوى التركيب، كالجملية المركبة مثلا ودراسات على مستوى التداول كالعطف مثلا، وسنركز في فصول لاحقة على كيفية تطبيق اللسانيات الوظيفية في كتاب المتعلم لتحقيق غايتين الأولى تروم التأكيد على البعد الإجرائي للسانيات التداولية، والثانية تهدف إلى تنمية مهارات المتعلم بالتعليم الثانوي التأهيلي .

2 اللسانيات التطبيقية و تعليم و تعلم اللغة العربية

يعتبر علم اللغة العام الذي سبق وأن أوضحنا بعض مكوناته، الينبوع الذي يمد علم اللغة التطبيقي بالمعارف اللسانية، ويعتبر هذا الأخير مجالا مستقلا من مجالات المقال، نقطة انطلاقها الوعي بالمشاكل التطبيقية في ميدان تدريس²⁷ ومن أهم أوجه نشاط علم اللغة التطبيقي: (التخطيط، لغة الإعلام، تصميم النظم الكتابية، التحليل النفسي، علاج العيوب النطقية، جغرافية اللهجات، الترجمة الآلية، تعليم اللغة) وسيتم التركيز في هذا المقال على كل من علم اللغة النفسي و علم اللغة الاجتماعي لعلاقتها القوية بالحقول التربوي وارتباط الأول منهما بالتلميذ كفرد، وارتباط الثاني بالتلميذ كجزء من المجتمع .

1.2_ علم اللغة الاجتماعي و تعليم و تعلم اللغة العربية

يعتبر علم اللغة الاجتماعي علم حديث الظهور ارتبطت بدايته بفترة الستينيات من القرن العشرين، وإن فالمنطلق الأول وهو علم يجيب على أسئلة كثيرة من أهمها علاقة اللغة بالمنزلة الاجتماعية²⁸، إضافة إلى الخصائص الاجتماعية للغة كالازدواجية والثنائية اللغوية²⁹ وتخلي المجتمع على لغة أو تبني لغة أخرى، وعلاقة اللغة الأم بتدريس اللغة العربية، إضافة إلى الصعوبات التي يواجهها أستاذ من منطقة معينة في تدريس تلاميذ من منطقة ثانية كان يدرس أستاذ من منطقة شمال المغرب تلاميذ من منطقة الجنوب، بحيث يحتاج هذا الأستاذ إلى وقت من أجل ملاءمة أساليبه و لغته و سلوكاته مع المنطقة التي سينتقل إليها، و الأمثلة كثيرة في هذا الباب فقد يعتمد الأستاذ كلمات في أسلوبه يكون لها حمولات ودلالات مختلفة بل في بعض الأحيان مضادة في السياق الاجتماعي للمنطقة المنتقل إليها، وقد تكون غير مقبولة في النسيج الاجتماعي أو تمثل خرقا للشروط الأخلاقية للمفوضات.

من هنا لا يختلف اثنان حول المساهمة العظيمة لعلم اللغة الاجتماع في العملية التربوية، ولعل أستاذ مادة اللغة العربية يدرك ذلك لأنه ينجز دروس تقدم لتلاميذ ينتمون لسياق اجتماعي ولبنية لغوية ولتاريخ لغوي تتغير فيه دلالات الكلمات، كما ينتمي هذا المتعلم لجبل له سماته اللغوية الخاصة، وعليه فإن على الأستاذ أن يدرك لغة تلميذه ليختار الطرائق الناجعة في تعليمه للغة العربية .

قد تكون اللهجة عائقا أمام تعلم النسق الفصح خاصة حين نقارن بين ساعتين يدرس فيها المتعلم مادة اللغة العربية خلال اليوم بالتعليم الثانوي التأهيلي، مقابل ست ساعات على الأقل، يتحدث فيها المتعلم باللهجة، هذا إذا استثنينا العطل المدرسية ونهاية الأسبوع التي تهيم فيها اللهجة على لغة المتعلم، على أن هذا لا يعني تباعدا كبيرا بين اللغة الأم واللهجة فكثيرا ما نجد كلمات ضمن اللغة الأم موجودة في اللغة الفصحى مفيدة لنفس المدلول³⁰ غير أن هذه الأمثلة لا تعكس كل النسق، كما أنها تمثل نسبة قليلة جدا ضمن النسق الفصحى، مما يبقى دائما على السمة السلبية للهجة و انعكاسها على تعلم النسق الفصحى، إذ ينحصر حديث المتعلم وتواصله باللغة العربية الفصحى داخل حجرة القسم وبمغادرته حجرة الدراسة يعود للنسق اللهجي بل إنه في بعض الأحيان يعتمد على الحديث باللهجة داخل الفصل إذا لم يكون الأستاذ حريصا على تطبيق المنهج الذي يؤكد على توظيف اللغة العربية الفصحى وتجنب التواصل باللهجة، على أن ندرك أن الحديث عن اللهجة المغربية مثلا هو حديث عن لهجات وليس لهجة واحدة، الأمر الذي يجده أستاذ مادة اللغة العربية حاضرا ضمن مكونات النصوص والتعبير والمؤلفات وعلوم اللغة³¹، إذا يلاحظ عدم قدرة المتعلم على النطق السليم ، وكذلك صعوبات في الربط بين المنطوق والمقروء، وكذلك خلال تعبير المتعلم داخل القسم، فحينما يقوم المتعلم بعرض شفهي يركز كل اهتمامه على الأفكار وينسى ضبط المخارج مما يجعله ينتج تحقيقات غريبة عن النسق الفصحى، فأستاذ مادة اللغة العربية بمنطقة سوس ماسة درعة وبالضبط بمدينة تارودانت يلاحظ أن نطق المتعلم لكلمة طفل تحقق بالشكل (تفل) وهو متأثر باللهجة التي تعبر عن مجتمع عربي أمازيغي، وهنا يصبح علم اللغة الاجتماعي ضرورة قصوى يحتاج المدرس إليها للوعي بالخطأ و ارتباط ذلك ببعض العوامل اللغوية الاجتماعية كالازدواجية اللغوية التي تعرف بكونها صفة لغوية اجتماعية تظهر خلال فترة طويلة لأسباب متعددة و قد اعتبرها مارتيني موقفا لغويا اجتماعيا يتمثل في تنافس نمطين لغويين لهما وضع اجتماعي وثقافي مختلف، الأولى باعتبارها لغة محلية أي شكلا لغويا مكتسبا وأوليا ومستخدما، والثانية يفرض استخدامه من قبل السلطة³²، ويضاف إلى مفهوم الازدواجية اللغوية مفهوم الثنائية اللغوية وهي التي تعرف بأنها استخدام الفرد أو الجماعة لغتين كيفما كانت درجة الإقناع فيها، ولأية مهارة من مهارات اللغة و لأي هدف من الأهداف³³ إلى غير ذلك من الظواهر التي تتدخل في العملية التعليمية التعلمية واكتساب المتعلم للمهارات وتكون على صلة وطيدة بعلم اللغة الاجتماعي الذي هو جزء لا يتجزأ من اللسانيات .

2.2 اللسانيات النفسية و تعليم و تعلم اللغة العربية

يوظف بعض الباحثين تسمية اللسانيات النفسية و علم النفس اللغوي بنفس المعنى³⁴، و الحال أن علم النفس اللغوي ظهر في القرن التاسع عشر، بينما ظهرت اللسانيات النفسية خلال القرن العشرين، كما أن الأول فرع من اللسانيات، والثاني فرع من علم النفس، وقد سعت اللسانيات النفسية إلى التفسير اللغوي للعمليات العقلية ذات العلاقة بفهم اللغة واستعمالها واكتسابها . وترتبط أهدافه بفهم اللغة واستعمالها واكتسابها وكذا الميكانيزمات التواصلية والعمليات النفسية التي تحدث أثناء القراءة، إضافة إلى أمراض الكلام و علاقة اللغة بالمخ³⁵ ولكي يبلغ علم اللغة النفسي هذه الأهداف، يرتبط بالتطورات الحاصلة في الطب عبر تحديد مناطق اللغة في المخ، خاصة المراكز المرتبطة بالكلام و الكتابة ومركز الكلمات المسموعة، فمركز التكلم هو مصدر الرسائل التي تتجه إلى جهاز النطق للتحرك والكلام³⁶ و مركز الكتابة

²⁷المصطفى بن عبدالله بوشوك، تعليم و تعلم اللغة العربية و ثقافتها الهلال العربية للطباعة والنشر الرباط 1991 ص 34
²⁸فلوريا كولماس، دليل السيوسيولسانيات ، ترجمة خالد الأشهب و ماجدولين النهبي مراجعة ميشال زكريا بيروت المنظمة العربية للترجمة 2000 ص 86
²⁹جوليت غارمادي، اللسانيات الاجتماعية، ترجمة خليل أحمد خليل دار الطليعة بيروت 1990 ص 132
³⁰(حادكة التي تعني (حاذقة) وكلمة (الدروج) التي تعني (الدرج) وكلمة (الغشيم) التي تعني (الغشيم)
³¹المصطفى بن عبدالله بوشوك ، تعليم و تعلم اللغة العربية و ثقافتها ، الهلال العربية للطباعة والنشر الرباط 1991 ص 99
³²اندري مارتيني الثنائية الألسنية و الازدواجية الألسنية دعوة إلى رؤية دينامية للواقع ، ترجمة نادر سراج مجلة العرب و الفكر العالمي العدد 11 1990 مركز الانهاء القومي بيروت ص (43)
³³محمد علي الخولي، الحياة مع لغتين الثنائية اللغوية ، مطابع الفرزدق التجارية ط1 الرياض 14041988 ص 20
³⁴توماس سكوفل، اللسانيات النفسية، ترجمة عبدالرحمان بن عبد العزيز العبدان، فهرس مكتبة الملك فهد المملكة العربية السعودية 1998 ص 99
³⁵عبد العزيز بن إبراهيم الحصيلي، علم النفس اللغوي، المملكة العربية السعودية وزارة التعليم العالي ط2006 ص 35
³⁶عبد المجيد سيد أحمد، اللسانيات النفسية مطابع جامعة آل سعود ط 1981 ص 89

هو الذي تصدر عنه الرسائل التي تتجه إلى عضلات اليد التي تقوم بالكتابة، ثم مركز الكلمات المسموعة في الأذن، حيث يتم فهمها و يطلق على هذا المركز بمركز الأفكار المسموعة. وهو الأمر الذي يحصل بصفة مستمرة خلال كل حصة دراسية، فالمتعلم يفهم ويستوعب ثم يفكر ويتحدث عبر الكلام وتتكرر العملية في كل لحظة من اللحظات حتى وإن لم يتكلم المتعلم بشكل مباشر، فتفكيره في أن الأستاذ قد يسأله في أية لحظة يجعله في حركة مستمرة للفهم والتفكير و محاولة إيجاد كلمات للتعبير، كما تحدث العملية نفسها في القراءة سواء أقرأ المتعلم نصا من النصوص أو أمثلة للانطلاق خاصة بدراسة علوم اللغة أو درس نص لأنشطة الاكتساب الخاصة بالتعبير والإنشاء، أو قرأ الرواية أو أراد الإجابة في المراقبة المستمرة أو التطبيقات المذيلة للدروس، ويلاحظ الأستاذ هذه الحركة الدائرية بين الفهم والتفكير و التكلم على اعتبار أن أي خلل في الفهم يصبح عائقا في التفكير الصحيح والتكلم، وهنا نرتبط بمفهوم التقويم المرحلي الذي هو تأكد للأستاذ من المعلومات المقدمة ودرجة نماء التعلّات، فيكون التقويم مرحلة لمعالجة الخلل الواقع في مرحلة من مراحل الدرس على اعتبار أن درس الأستاذ هو مراحل لنمو المعرفة، فكل مرحلة تتأسس على سابقتها وتبني لاحقتها وكل خلل في مرحلة من مراحل الدرس تنبني عليه مشاكل في اكتساب³⁷ المتعلم للمراحل اللاحقة.

إن ضعف معرفة الأستاذ بالأبحاث و الدراسات الحديثة في مجال علم اللغة النفسي يجعله أستاذا منجزا لدرس دون وعي بما يحدث داخل الدرس من ميكانيزمات لغوية نفسية هامة، أما الأستاذ المنتبِع لعلم اللغة النفسي فيدرك من خلال هذه الميكانيزمات و عبر دقة ملاحظته عوائق لغوية نفسية تؤثر على التواصل، يكون سببها نوع من الإعاقة الظاهرة كالتأتأة أو الفأفة أو الحبسة أو اللثغة أو القلب أو البارافازيا الفونيمية أو البارافازيا المونيمية³⁸، أو غير الظاهرة كضعف السمع أو إعاقة في الألوان أو مشاكل في التركيز و الانتباه، فيوجه الأستاذ تلميذه للعلاج خلال فترة مبكرة، والحال أن كثيرا من الأساتذة لا يلاحظون الإعاقات التي يواجهها تلاميذهم ويعانون منها لأنهم لا يدركون قيمة علم اللغة النفسي، كما لا يدركون طبيعة العلاقة بين اللغة و الجهاز العصبي³⁹، كما أن من الضروري أن يدرك الأستاذ مصاحبة النمو اللغوي للنمو العقلي⁴⁰ وبذلك يعي أن تأخر النمو اللغوي يرتبط بمشكل لذا المتعلمين لابد من حله مبكرا، وغير خاف على الباحثين والمتتبعين لعلم اللغة النفسي أهمية العلاقة بين الدال والصورة الذهنية، ومن هذا المنطلق وجب على الأستاذ اختيار أسلوب ولغة توائم المستوى العقلي للتلاميذ بهدف خلقهم لصورة ذهنية هي الصورة التي يفكر فيها الأستاذ نفسها، فالأستاذ الذي يخاطب تلاميذ الجذع مشترك بالتعليم الثانوي التأهيلي بأسلوب قسم الثانية باكوريا ، غالبا ما يواجه تلاميذه صعوبة في ربط الدوال بالصور الذهنية، كما أن عمل الأستاذ على توظيف الأسلوب الخاص بالجذع مشترك مع تلاميذ البكالوريا بجميع الشعب العلمية أو الأدبية ، يؤدي إلى عدم تحقق الأهداف المرجوة لسبب بسيط وهو أن المطلوب، ترقى درجة الثمالات الدلالية و اكتساب مهارات أقوى واعتماد مستوى من التحصيل يكون أعمق، أما إن قام الأستاذ بتعميم أسلوبه اللغوي الموجه لتلاميذ قسم البكالوريا على تلاميذ الجذع مشترك، فغالبا ما تكون النتيجة صعوبة في الفهم وفي إدراك المعاني ونوعا من عدم ثقة المتعلم بنفسه وكذلك الإحساس بالملل و عدم تقبل المادة المدرسة و عدم القدرة على مسابرة إيقاع الدرس، ناهيك عن أن عملا كهذا سيكون مخالفا لمنهاج اللغة العربية الذي يسعى في ما يسعى إليه إلى ترقى التعلّات بين الجذع المشترك الذي يستأنس فيه المتعلم بالتعلّات، ومستوى الثانية باكوريا التي يكون فيها المتعلم قادرا على التحليل والتركيب

يفيد اللسانيات النفسية الأستاذ في ربط اللغة بالذكاء من خلال وجهين :

- ✓ تربط اللغة من جهة بين ذخيرة المتعلم من الكلمات أو ما نسميه بالقاموس الخاص، وبين نسبة ذكائه، فكلما كان المتعلم مالكا لقاموس أوفر من الكلمات، كلما فهم القوائد المقدمة أو النصوص النقدية بالنسبة لتلاميذ السنة الثانية باكوريا، فيحقق بذلك مهارات الفهم ومهارة التحليل ثم مهارة التعبير.
- ✓ كلما فهم المتعلم ما يقرؤه من الجمل اتضحت العلاقة بين مدلولاتها والعكس صحيح⁴¹ ههنا نرى بوضوح الحاجة الضرورية للسانيات النفسية⁴² الذي يحقق شطرا وقسما كبيرا من مرامي وغايات المنهاج⁴³

3 نتائج المقال و توصياته :

إن اللسانيات عالم فسيح يمدنا بفوائد عظيمة، لا ينبغي أن نتلافها أو نتجاوزها، خاصة إذا تعلق الأمر بالتلميذ، ومن هذا المنطلق و عبر لحظات المقال، نرى أن هناك جملة من التوصيات لابد وأن نأخذها بعين الاعتبار :

- قيام الأساتذة بتحيين معارفهم في اللسانيات، وقراءة كل ما يستجد ضمن جميع النظريات .
- اعتماد النقل الديدكتيكي خلال استحضار اللسانيات في القسم أمام التلاميذ، بهدف خلق جاذبية للتعلّات وتجنب نفور و ملل التلاميذ .
- توظيف اللسانيات ضمن كتاب التلميذ عبر استحضار شروط الملاءمة والتبسيط والوضوح و الإجرائية .
- تحفيز الباحثين من أجل الاشتغال أكثر على علاقة اللسانيات بالعملية التعليمية التعلمية.
- اعتماد منهاج اللغة العربية يأخذ بعين الاعتبار المستجدات في الحقل اللساني .
- تقديم آليات الاشتغال للأستاذ و عدم مخاطبته بتوجيهات خالية من إمكانيات التطبيق.
- التركيز على الإعلام عبر الحرص على التعبير باللغة العربية الفصحى وتجنب اللهجة قدر المستطاع .
- تعويد المتعلم على مهارة الاستماع وتدريبه على توظيف هذه المهارة خلال الحصص الدراسية .
- تدريب المتعلم على مهارة القراءة عبر قواعد مبسطة وواضحة تستهدف تمهيده وتحسين أدائه .

³⁷ Odéric delefosse , sur le langage de l'enfant, édition l'harmattan paris 2010 p50

³⁸ محمد كشاش، علل اللسان و أمراض الكلام، ط1 بيروت المكتبة العصرية 1998 ص 30

³⁹ عبد العزيز بن إبراهيم العصيلي، علم النفس اللغوي، المملكة العربية السعودية وزارة التعليم العالي ط2006 ص 28

⁴⁰ نفسه ص 102

⁴¹ عبد العزيز بن إبراهيم العصيلي، علم النفس اللغوي، المملكة العربية السعودية وزارة التعليم العالي ط2006 ص 105

⁴² Eliane allouch, francois chiantaretto ,simon harel .jean pierre pinel . confiance est langage ,in presse édition 2010 p 30

⁴³ مصطفى زكي التوبي، المدخل السلوكي لدراسة اللغة في ضوء المدارس والاتجاهات الحديثة، حوليات كلية الآداب الكويت الحولية العاشرة ص 83

- وضع المتعلم باستمرار في وضعيات مختلفة تستدعي استحضاره لمهارات المقارنة والاستنتاج والتلخيص والتحليل .
- تمهيد المتعلم على الانتباه والتركيز خلال الحصص .
- ملاءمة الأستاذ لأسلوبه مع خصوصية القسم والمستوى .
- التركيز على الاهتمام بالجانب الوجداني للمتعم، وجعله يحب اللغة العربية ويعبر بها و يحاول الإبداع فيها عبر النوادي الأدبية .
- الانطلاق من الوضع التربوي الواقعي، لإنتاج المناهج الجديدة وليس الانطلاق من بيئات مختلفة قصد تطبيق ذلك في واقع له خصوصيته الثقافية المميزة .
- مراعاة الأستاذ للخصوصيات اللغوية والاجتماعية أثناء حديثه مع المتعلمين .
- الاهتمام أكثر برأي الأستاذ أثناء وضع المناهج .
- اعتماد الأستاذ شبكة كاشفة للعيوب اللغوية من أجل إحالة الحالات على مراكز متخصصة في تقويم النطق .
- ارتباط مناهج اللغة العربية بالتعليم الثانوي لتأهيلي بمناهج اللغة العربية بالتعليم الثانوي الإعدادي وكذلك بالتعليم الابتدائي .
- اعتماد تكوين مناسب ضمن المراكز الجهوية للتربية و التكوين الخاصة بالأستاذة الجدد .
- اعتماد اللسانيات ضمن جميع الأسلاك (الابتدائي والثانوي الإعدادي والثانوي التأهيلي) .

خاتمة

لقد حاولنا خلال هذا المقال المتواضع أن نؤكد أهمية العلاقة الوطيدة بين اللسانيات النظرية والتطبيقية من جهة، وتنمية مهارات المتعلم بالتعليم الثانوي التأهيلي من جهة ثانية، باعتبارها هدفا نبيلًا وغاية عظيمة، تحتاج لتضافر كل الجهود، انطلاقًا من وزارة التربية الوطنية(المناهج والكتب المدرسية الجديدة والمذكرات وأنشطة المصالح التربوية بالنيابات) ومرورا بالأستاذ والأسرة والباحثين اللسانيين والتربويين، والإعلام ودور النشر، لأن تحقيق هذا الاتساق، رهين بعملية بنوية يتدخل فيها الجميع ويساهم فيها الكل .

كما سعى إلى توفير منهج و مادة تيسر عمل أستاذ التعليم الثانوي التأهيلي، وتحقق أهدافه خلال السنة الدراسية، بالتركيز على اللسانيات النظرية والتطبيقية.

وإن كان من خلاصة مهمة توصل إليها المقال، فهي عدم إمكانية الحديث عن الدرس الديدانتيكي للغة العربية وعن الكفايات المستهدفة والغايات المرجوة والمرامي المسطرة، دون التركيز على تنمية المهارات والنهل من منابع اللسانيات. كما لا يمكن الحديث عن متعلم مستوى الثانية باكوريا دون اعتماد اللسانيات في تيسير تعلماته وتحفيزه على التعلم وتطوير كفاءته، فلا محيد عن اعتماد اللسانيات في تدريس النصوص الشعرية والنثرية وكذلك الظواهر اللغوية من أبواب البلاغة والعروض والأساليب ودراسة الصورة، وكذا التمهيد على التركيز والانتباه والتذكر والتلخيص والحجاج والتواصل .

لم يجب هذا المقال عن كل المشاكل والصعوبات التي تواجه المتعلم بالتعليم الثانوي التأهيلي لأنه بحث مفتوح يسعى باستمرار إلى الإجابة عن كل الأسئلة الكائنة والممكنة في علاقة اللسانيات بتنمية مهارات المتعلم بالتعليم .

و بيت القصيد هو أن اللسانيات النظرية عبر كل مدارسها واللسانيات التطبيقية عبر كل تفرعاتها، منبع لا ينضب، ومورد خلاق، ومصدر تجديد وتطوير، لابد من تنزيله للأستاذ قصد الإفادة منه.

قائمة المصادر والمراجع الخاصة بالمقال :

- القرآن الكريم

1. ابن منظور، لسان العرب، المجلد الخامس دار صادر، بيروت ط 1997
2. أحمد المتوكل، اللسانيات الوظيفية مدخل نظري، منشورات عكاظ، الرباط 1989
3. أيمن حسن اليازوري، حصة عبدالله الشراهن، هدى علي بن سالم الزعابي، الدليل الإرشادي لمهارات التعلم، إدارة المناهج، وزارة التربية الوطنية لدولة الإمارات العربية المتحدة، طبعة سنة 2010/2011
4. اندري ماريتيني، مقال بعنوان الثانية الألسنية والازدواجية الألسنية دعوة إلى رؤية دينامية للواقع، ترجمة نادر سراج مجلة العرب و الفكر العالمي العدد 11 1990 مركز الإنماء القومي بيروت 1990
5. توماس سكوفل، علم اللغة النفسي، ترجمة عبدالرحمان بن عبد العزيز العبدان، فهرس مكتبة الملك فهد، 1998
6. جون بول، جوليت غارمادي، اللسانيات الاجتماعية، ترجمة خليل أحمد خليل، دار الطليعة بيروت 1990.
7. جلال شمس الدين، علم اللغة النفسي مناهجه ونظرياته وقضاياها، الجزء الثاني مؤسسة الثقافة الجامعية للنشر و التوزيع الإسكندرية طبعة 2003 .
8. جون بول، التداولية، ترجمة قصي العتابي، دار الأفكار ط2010
9. حافظ إسماعيل علوي، التداوليات علم استعمال اللغة، عالم الكتب الحديثة ط، 2011 .
10. خولة طالب الإبراهيمي، مبادئ اللسانيات، دار القصة للنشر الجزائر الطبعة الثانية منقحة 2006.
11. ساجد العبدلي، القراءة الذكية، مراجعة أنس عبدالله سالم، شركة الإبداع الفكري للنشر والتوزيع، الكويت الطبعة الثانية 2007 .
12. سعيد شنوفة، مدخل إلى المدارس اللسانية، المكتبة الأزهرية للتراث، الجزائر ط 2009
13. عصام نور الدين، علم الأصوات اللغوية، دار الفكر اللبنانية، بيروت الطبعة الأولى 1992 .
14. عبد العزيز بن إبراهيم العصيلي، علم النفس اللغوي، المملكة العربية السعودية وزارة التعليم العالي ط2006 .
15. عبد المجيد سيد أحمد، علم اللغة النفسي، مطابع جامعة آل سعود ط 1981 .
16. عبداللاه بوغاية. بشرى العروصي، الإطار التداولي في اللسانيات المعاصرة ط2006 .
17. 1فرندان دي سوسير، محاضرات في اللسانيات العامة، ترجمة بيثيل يوسف عزيز 1985
18. فلوريا كولماس، دليل السيوسولسانيات، ترجمة خالد الأشهب و ماجدولين النهيي المنظمة العربية للترجمة 2000

19. المصطفى الخصاصي، بناء المنهاج الدراسي وفق مدخل الكفايات، السلسلة البيدغوجية ع 25 دار الثقافة ط 2009
20. مهدي عماد أحمد قبه، التحليل الصوتي للنص بعض قصار سور القرآن الكريم أنموذجا، أطروحة استكمال درجة الماجستير جامعة النجاح الوطنية كلية الدراسات العليا نابلس فلسطين 2011 .
21. المصطفى بن عبدالله بوشوك، تعليم وتعلم اللغة العربية وثقافتها. دار الهلال العربية للطباعة والنشر الرباط 1991
22. محمد علي الخولي، الحياة مع لغتين الثنائية اللغوية، مطابع الفرزدق التجارية الرياض ط 14041988 الرياض .
23. مصطفى زكي التوبي، المدخل السلوكي لدراسة اللغة في ضوء المدارس والاتجاهات الحديثة، حوليت كلية الآداب الكويت الحولية العاشرة .
24. ماتيو ليبمان المدرسة وتربية الفكر، ترجمة إبراهيم يحيى الشهابي منشورات وزارة الثقافة سوريا 1994 .
25. محمد كشاش، علل اللسان و أمراض الكلام، ط1 بيروت 1998 المكتبة العصرية .
26. محمود جاد الرب، علم اللغة نشأته وتطوره، دار المعارف 1985.
27. وزارة التربية الوطنية، كتاب الممتاز في اللغة العربية، السنة الأولى باكوريا مسلك الآداب والعلوم الإنسانية 2006 .
28. وزارة التربية الوطنية، منهاج اللغة العربية بالتعليم الثانوي التأهيلي، مطبعة المدارس 1996
29. وزارة التربية الوطنية، كتاب المنير في اللغة العربية، جذع التعليم الأصلي وجذع الآداب والعلوم الإنسانية، سلك التعليم الثانوي التأهيلي، الشركة المغربية لفنون الطباعة العصرية، طبعة الدار البيضاء 2006
30. وزارة التربية الوطنية، الرائد في اللغة العربية، الجذع مشترك علمي جذع العلوم والتكنولوجيا، مطبعة دار النشر المغربية، البيضاء طبعة 2006 .
31. وزارة التربية الوطنية، منار اللغة العربية، السنة الأولى من سلك البكالوريا مسلك العلوم الرياضية و التجريبية والعلوم والتكنولوجيا الميكانيكية والتكنولوجيا الكهربائية والعلوم الاقتصادية والتدبير والفنون التطبيقية مطبعة توب إديسيون طبعة 2007 .
32. وزارة التربية الوطنية، مؤلف ظاهرة الشعر الحديث، أحمد المعداوي الملقب بالمجاطي، مطبعة شركة النشر والتوزيع المدارس الدار البيضاء 2006

REFERENCES

- [1] Odéric delefosse, sur le langage de l'enfant, édition l'harmattan 2010.
- [2] Eliane allouch, francois chiantaretto, simon harel. jean pierre pinel. confiance est langage, in presse édition 2010
- [3] Léon verlée, langue et culture enseignement des langues et formation culturelle, édition Labor 1973.
- [4] Laurence cornu, Alain vergnioux, La didactique en question, centre national de documentation pédagogique hachette éducation paris 1991.
- [5] Thomas godron, enseignantes efficaces enseigner est être soi même, édition le jour paris 1981.
- [6] Ferdinand de Saussure, *Cours de linguistique générale*, publié par Charles Bally et Albert Séchehay, avec la collaboration d'Albert Riedlinger, édition critique par Tullio de Mauro, éditions Payot, « Bibliothèque scientifique », Paris 1991.
- [7] Maurice Leroy, Les grands courants de la linguistique moderne, édition de l'université de bruxelle Belgique 1980.
- [8] <http://www.4shared.com/>
- [9] <http://lisaanularab.com>

L'impact des chocs externes sur le taux de change Algérien: Application du modèle SVAR - vecteur autorégressif structurel

Benyamina Kheira and Si Mohammed Kamel

Centre université de Ain Temouchent, Algeria

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

RESUME: la présente étude a pour objectif d'analyser l'impact des chocs externes (chocs monétaires, réels, pétroliers et financiers) sur les variables macroéconomiques l'économie Algérienne particulièrement le taux de change Algérien représentées par les données annuelles sur la période 1970-2013. Nous utilisons à cet effet l'analyse des fonctions de réponse impulsionnelle (IFR), la corrélation des réponses (CR) et l'analyse de décomposition des variances (VDCS) estimées par le modèle **SVAR** (vecteur autorégressif structurel).

Les résultats montrent que le choc réel (pétrolier) a un impact et une corrélation positive plus importante que les autres chocs sur le taux de change (\$US/DA). En effet, toute augmentation du prix du pétrole (choc réel) depuis 1986 a provoqué une appréciation de taux du change, alors qu'elle a entraîné une amplification du taux d'inflation depuis 1996. L'impact des chocs monétaire et financier ont fait apparaître des réponses différentes sur le taux de change. Ce variable a réagi plus faiblement au choc financier qu'au choc monétaire. En outre, à long terme, et en termes de décomposition de la variance, les chocs externes contribuent à expliquer environ 20% du taux de change. Ces résultats traduisent l'importance relative du choc réel pour expliquer la variation des variables macroéconomiques en Algérie.

MOTS-CLEFS: chocs externes, fondamentaux de l'économie Algérienne, SVAR.

INTRODUCTION

L'Algérie a connu deux périodes déférentes depuis son indépendance, la première, que l'on peut appeler période socialiste, est caractérisée par la main de l'état sur l'économie nationale, alors que la deuxième consiste en l'ouverture plus au moins timide sur l'économie de marchés, après de 1986. Les hydrocarbures restent le secteur dominant et primordial de la structure économique de l'Algérie. A la suite du deuxième choc pétrolier qui a provoqué en 1986 un crash des prix de l'or noir, l'économie algérienne qui affichait une mauvaise réponse, a connu une sévère détérioration de ses fondamentaux. Ce fut un virage décisif dans l'histoire de l'économie algérienne qui s'est vue dès lors dans l'obligation d'entamer des réformes structurelles basées sur les recommandations du Fond Monétaire International (FMI). Ces réformes s'inscrivaient dans le contexte de transition d'une économie administrée et dirigée vers une économie libérale et ce dès le début des années 1990.

Les objectifs majeurs d'un tel processus visaient essentiellement à assainir la situation macroéconomique du pays en relançant la croissance économique, mais aussi à booster la croissance hors hydrocarbures et à apurer la dette extérieure.

Aujourd'hui, après plus d'une décennie de réformes sociales, nous pouvons constater que ces réformes connaissent échec permanent de développer et changer la structure de l'économie algérienne, et qui n'assure pas une diversification de cette économie, ce qui conduit à une forte vulnérabilité macroéconomique surtout dans le contexte actuel de crises et turbulences économiques à l'échelle internationale.

L'objectif de cet article est d'analyser l'impact des chocs externes (chocs monétaire, réel ou pétrolier et financier) sur l'économie algérienne durant la période 1970-2013. Nous utilisons à cet effet l'analyse des fonctions de réponse impulsionnelle (IFR), la corrélation des réponses (CR) et l'analyse de variance décomposition (VDCS) estimée par le modèle

SVAR (structurel vecteur autorégressif) à partir des données annuelles. Les résultats montrent que le choc réel (pétrolier) a un impact et corrélation positive très importante que les autres chocs

Afin de mieux cerner notre objectif, l'article a été organisé en quatre démarches :

- la première consistera une brève analyse sur les plans du développement en Algérie.
- La deuxième démarche est portera sur la revue de la littérature concernant notre exposé
- La troisième aura pour objet la spécification des modèles.
- la quatrième démarche consiste portera sur les commentaires des résultats.

1 BRÈVE ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES PRINCIPAUX INDICATEURS MACROÉCONOMIQUES DE L'ALGÉRIE

L'expérience Algérienne en matière d'économie socialiste à savoir la planification centralisée inspiré par la théorie du « développement déséquilibré » ou « industries industrialisantes » de G. Destanne de Bernis [1966, 1968, 1971] sur la période appliqué de 1962-1985 a reproduit un échec total sur la vie économiques et sociales des Algériens. Les principaux objectifs de la politique industrielle n'ont pas été atteints qu'on peut résumer par une crise des dettes et de liquidité décourageront les gros investissements dont le privé, accélération de taux d'inflation et de taux de chômage, surévaluation du taux de changeCe résultat ne peut être considéré comme négatif.

L'avènement de le premier défi de l'économie Algérienne révélée par le choc pétrolier de 1986, apparaît comme une sanction externe de ses faibles performances des politiques économiques entre 1962-1985, qui doivent des mesures sont prises pour reformer notre économie.

Nous proposons d'analyser l'évolution des principaux indicateurs macroéconomiques après les réformes économiques engagées, et ce sur trois phases distinctes :

• Première phase (1986-1994) :

Caractérisée par l'adoption de trois programmes de stabilisation avec le FMI. Le premier en 1989, le deuxième en 1991 et le troisième en 1994. Un plan de rééchelonnement de la dette extérieure en 1994 fut adopté.

Tableau 1. les indicateurs de l'économie Algérienne entre 1986-1994

Année	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Indicateur économique									
Croissance du PIB annuel (%)	0.4	-0.7	-0.1	4.4	0.8	-1.2	-1.8	-2.1	-0.9
Taux de chômage (% de la population)		21.4		18.1	19.8	20.6	23.0	23.2	24.4
Taux d'inflation (%)	12.4	7.4	5.9	9.3	16.7	25.9	31.7	20.5	29.0

**Source : Tableau élaboré à partir des données de la Banque Mondiale et du FMI*

Les principaux indicateurs économiques ont affiché durant cette période une tendance négative. En effet, la croissance du PIB a été négative, enregistrant ainsi un PIB annuel de -0.7% en 1987 et un PIB annuel de -0.9% en 1994.

L'inflation a fortement augmenté à cause de la dévaluation du dinar et la libéralisation des prix, passant ainsi de 12.4% en 1986 à 29.0% en 1994.

Une activité économique atone accompagnée parallèlement d'une grande perte d'emplois au niveau du secteur public a conduit à un fort accroissement du taux de chômage qui est passé de 16.9% en 1989 à 25.4% en 1994, soit une variation de +8.5% sur une période de 6 ans.

• Deuxième phase (1995 à 2000) :

Période post-ajustement structurel, caractérisée par une évolution nettement favorable des principaux indicateurs économiques et un certain équilibre de la situation macroéconomique interne mais aussi externe.

Tableau 2. les indicateurs de l'économie Algérienne entre 1995-2000

Année	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Indicateur économique						
Croissance du PIB annuel (%)	3.8	4.1	1.1	5.1	3.2	2.2
Taux de chômage (% de la population)	27.9	28.0	28.0	28.0	29.5	29.8
Taux d'inflation (%)	29.8	18.7	5.7	5.0	2.6	0.3

*Source : Tableau élaboré à partir des données de la Banque Mondiale et du FMI

La croissance du PIB est redevenue positive et a enregistré une nette amélioration et ce comparé à la phase précédente. Le PIB annuel était de 3.8% en 1995 et de 5.1% en 1998.

Quant au taux d'inflation, il fut contenu et maîtrisé, passant de 29.8% en 1995 à 0.3% en 2000.

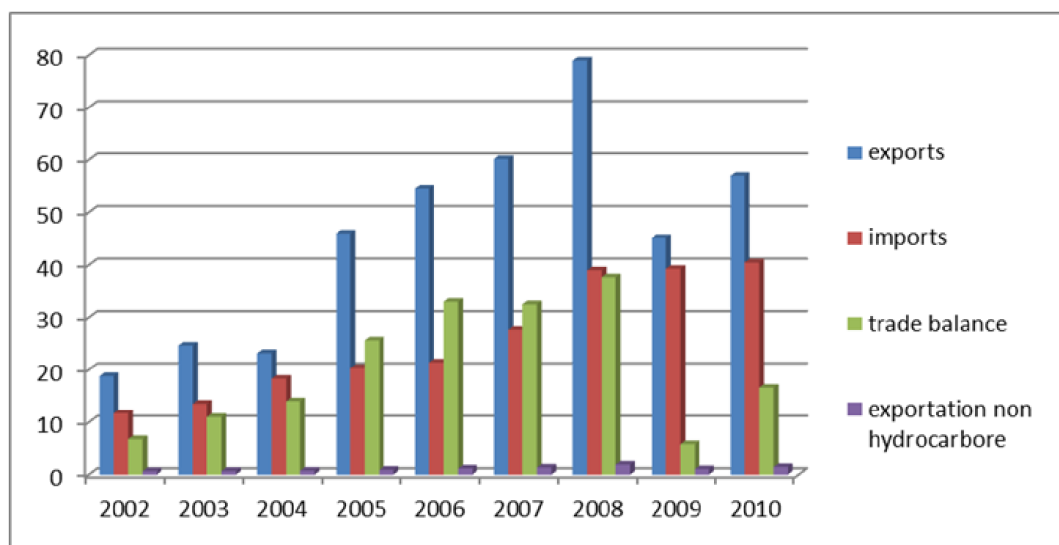
Le taux de chômage s'est stabilisé autour de 28.5% entre 1995 et 2000, demeurant ainsi assez élevé en dépit du budget d'équipement de l'Etat qui devait contribuer à la création d'emplois.

La condition de vie des ménages s'est améliorée et l'allocation de ressources budgétaires destinées aux secteurs sociaux a connu une nette progression. Au niveau du secteur de la santé et de l'éducation la majorité des indicateurs ont évolué positivement entre 1995 et 2000.

• La troisième phase 2000-2011 :

Le secteur d'hydrocarbure reste encore dominant la structure d'économie Algérienne qu'il représente 97% d'exportation, 45% de PIB et entre 45%-70% de fiscalité total sur la période de 2002-2011. Alors que l'ouverture économique reste très importante (plus de 60%). Ces chiffres s'expliquent pas la bonne santé de l'économie que reflètent à quel point cette économie est fragile et ciblé au scénario de 1986 et la détérioration de la société Algérienne.

Fig. 1. Le commerce extérieur de l'Algérie (Milliards Dollar)



Source: World Development Indicator.

Tableau 3. la dépendance d'économie Algérienne aux l'hydrocarbure

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Part de pétrole sur le PIB GDP (%)*	31.7	33.2	35.5	45	45.4	43.3	45.4	31.6	32.5	39
Part de fiscalité pétrolière (%)**	69.4	67	61.8	57	50.2	59.8	61.4	58.8	48.8	46
ouverture commercial*	53,9	52,2	58,1	64,8	64,9	64,6	69,4	60,2	61,1	71
Taux d'inflation (%)*	1.4	4.3	4	1.4	2.3	3.7	4.9	5.7	3.9	4.5

Source* : Tableau élaboré à partir des données de la Banque Mondiale et du FMI.

** : Statistique de l'Algérie, ministère des finances.

2 LA REVUE DE LITTÉRATURE

Les crises économiques au courant des cinq décennies causées par des phénomènes naturels (chocs réel), cause monétaire et financière, et malgré toutes les interventions gouvernementales et les politiques monétaires à chaque fois pour freiner les causes et les conséquences de ses crises, les résultats sont lourde et négatifs sur l'ensemble des régions au monde avec des réactions différentes d'une zone a l'autre. Le tableau suivant affiche les chocs mondiaux sur la période 1970-2011.

Tableau 4. les chocs mondiaux après 1970

Année	Origine	choc
1971	Monétaire	Inconvertibilité du dollar US
1973	réel (1 choc pétrolier)	La guerre du Kippour (l'embargo d'OPEP)
1978/1979	réel (2 choc pétrolier)	La révolution iranienne/la guerre du golfe
1982	financière	Dettes bancaires des PVD
1986	réel (3 choc pétrolier)	Le surplus d'offre en pays d'OPEP
1987	financière	Krachs d'octobre 1987 du marché obligataire puis des marchés d'actions
1989	financière	Bulle spéculative japonaise
1990	réel (4 choc pétrolier)	La deuxième guerre du golfe
1992	Monétaire	Crise du Système monétaire européen (SME) le Traité de Maastricht/ la crise de livre sterling
1994	Monétaire	Crise économique mexicaine ("crise Tequila")
1997/1998/1999	Monétaire /financière	Crise économique asiatique/contagion au Brésil et la Russie
2001	réel	Attentats du 11 septembre 2001
2002	Financière/Réel	Enron & la guerre d'Iraq
2003-2007	Réel (5 choc pétrolier)	Augmentation du prix de pétrole
2007-?	Financière	Crise financière de 2007-2009 dite aussi crise des subprimes (Lehman)
2009-?	Crise grecque	Devise, Actions, Risque systémique
2010- ?	Financière	Les Dettes européennes

Source : différents sources.

Plusieurs études théoriques et économiques ont analysé les déséquilibres mondiaux des différents économiques aux pays comme les Etats-Unis ou les pays composants la zone euro ainsi que les pays émergents (Voir : Chinn et Prasad, (2003) ; Giuliadori, (2004) ; Chinn et Ito, (2007) ; Chinn et Jaewoo, (2009) ; Gruber et Kamin (2007) ; Giannone et Reichlin, (2005) ; Menguy, (2005) ; Jondeau et Sahuc, (2008)), quel que soit son origine : des chocs réel avec une attention particulière sur les crises pétrolières (**impact négative** ; Rasche and Tatom (1977), Mork and Hall (1980), Hamilton (1983), Santini (1985) , Gisser Goodwin (1986), Lee et al. (1995) , Abel and Bernanke, (2001), Martin-Moreno (2003), Jones et al, (2004), and

Kilian (2008), Brown and Yücel (2002, 2010), Zhong Xiang Zhang (2010), Chen (2010), Elder and Serletis (2010), Basher and al. (2012)), **impact positive** Bjørland (2007), Eltony (2001), Husain, Tazhibayeva, Ter-Martirosyan (2008), Omar Mendoza and David Vera (2010), Yudong Wang, Jung and Park (2011), Chongfeng Wu and Li Yang (2012)).

Ou bien chocs monétaire (Lee et Chinn, 1998, Aristotelous (2001), Bahmani et al. (1993), Doyle (2001) and Bredin et al. (2003), Kasman and Kasman (2005) Franck Cachia (2008); Maurice j.B and Franc b. klaassen (2002); Serge REY (2011); saang Joon Baak (2008); Sulaiman D. Mohammad (2010); Helge Berger and Volker Nitsch (2010), Micco, Stein and Ordoñez (2003), Barr, Breedon and Miles (2003).

Les phénomènes de contagion qui sont apparus à la suite des crises financières jouent un rôle importants de déstabiliser l'économie des pays aux quatre décennies récents (**Voir** :Williamson (2002) ; corsetti et alli, (1999) ; Kaminsky, Reinhart et Vegh, (2003), Mendoza, Quadrini, and José (2007) Bini Smaghi, Lorenzo (2008), aballero et all (2008a, b), Coulibaly, and Jonathan (2008), Obstfeld et Rogoff, (2009), Murillo, Campello and Campbell R. (2009), Mosley (2009)).

3 SPÉCIFICATION EMPIRIQUE

3.1 LES DONNÉES UTILISÉES

Nous avons choisi six variables macroéconomiques pour estimer l'objectif de notre exposé : trois chocs explicatifs : réel (prix du pétrole), chocs monétaire (les taux d'intérêt des Fed Funds) et financier (l'indice boursier américain : S&P500).pour les deux variables dernières sont issues par les sources sont suite :standard and poor's¹, OECD.Stat Extracts (l'organisation de coopération et de développement économiques), alors que la troisième variable est issu de la base de données de « BP Statistical Review of World Energy ».

Pour les trois variables macroéconomiques restants qui représentent l'économie Algériens sont: le produit intérieur brut (Gross Domestic Production Gdpa), l'inflation (infa) le taux de change (Us dollar- dinar algérien). Les données derrières sont extraites des données de la banque mondiale.

3.2 LE CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Notre travail empirique SVAR est fortement inspiré des travaux Blanchard et Quah (1989), Cushman et Zha (1997) et Zha (1999), Cushman et Zha (1997) et Zha (1999), Maćkowiak (2007) et Sato et alii (2009), de Jean.B. Gossé et Cyriac .G (2010).

On peut écrit le modèle sous la forme d'équation comme suite :

$$A(L) X_t = \mu_t$$

Avec $X_t = (\Delta \log oil, \Delta \log intr, \Delta \log S\&P\ 500, \Delta \log gdpa, \Delta \log infa, \Delta \log usdz)$

Logoi : le logarithme de chocs réel.

logS&P 500 : logarithme de l'indice boursier américain SP500 (choc financier)

logintr : logarithme du taux directeurs de la Réserve fédérale américaine (choque moétaire).

Loggdpa : logarithme du Pib Algérien

Logusdz : logarithme de l'US dollar Américain face au Dinar Algérien.

Loginfa : logarithme de l'inflation en Algérie

Δ indique les variations premières de ces variables et μ_t est un bruit blanc, de moyenne nulle et de variance σ^2 .

Tant que notre objectif de recherches s'intéresse par l'impact d'une variable sur une autre, nous utilisons à cet effet : l'analyse des fonctions de réponse impulsionnelle (IFR), l'Analyse de la corrélation des réponses (AR) et l'analyse de variance décomposition (VDCS) estimer par le model de (SVAR).La première et la deuxième analyses nous permettre de mesurer un impact d'un choc de variable en spread 1% sur un autre variable et d'afficher la corrélation Analyse de la corrélation des

¹ <http://centraltendencies.com/2011/03/sp-500-total-returns/>

réponses , alors que la troisième analyse concerne de vérifier l'importance relative d'une variable à l'autre, mais avant d'arriver à cette étape finale nous passons pas le test de racine unitaire (The unit root test) et Test de cointégration (cointegration test).

3.3 LES TESTS DE STATIONNARITES ET DE COINTEGRATION

L'estimation économétrique classique subie ce qu'on appelle une spurious régression puisque la plupart des séries utilisées sont des séries temporelles non stationnaires (Granger et Newbold 1974)². Pour cette raison les tests de racine Unitaire cherchent à déterminer l'ordre d'intégration des séries et sont donnés des résultats fiables et justes. Les papiers de notre recherche présentant deux tests : le test de Dickey et Fuller augmenté (test ADF 1979) et le test de Philips et Perron (test PP.1988).

L'application des tests (ADF) et (PP) montrent que tous les variables de notre exposé sont non stationnaires en niveaux mais stationnaire en première différence et en même ordre I (1), après nous acceptons l'hypothèse alternative (H₁) qui montre le « T* » calculés supérieurs à « T » tabulés à seuil de 5 % et 1%.

Tableau 5. Tableau (5): Test d'ADF

Variables	ADF			
	niveaux		première différence	
logoil	-2.2431	-2.3716	-5.8202***	-5.8657***
logintr	1.1101	-0.643	-5.0541***	-5.6334***
Logs&p	-0.6927	-1.8419	-6.1828***	-6.1052***
lggdpa	-2.6033	-2.8789	-4.3805***	-4.5708***
loginfa	-2.6859	-2.8779	-9.1272***	-9.0705***
logusdz	-0.4952	-2.2468	-3.8523***	-3.7922*

*show values are significant at 5 % level with MacKinnon (1996).

**show values are significant at 1% level with MacKinnon (1996).

***show values are significant at 5 % and 1 level with MacKinnon (1996).

Tableau 6. test de PP

Variables	PP			
	niveaux		première différence	
logoil	-2.2400	-2.3716	-5.8207***	-5.8654***
logintr	0.6523	-0.6230	-3.3407***	-4.2472***
Logs&p	-0.6710	-1.9182	-6.1866***	-6.1038***
lggdpa	-2.2048	-2.2703	-4.6320***	-4.8816***
loginfa	-2.7145	-2.89	-9.1047***	-9.1094***
logusdz	-0.370	-1.8527	-3.9751***	-3.9293*

*show values are significant at 5 % level with MacKinnon (1996).

**show values are significant at 1% level with MacKinnon (1996).

***show values are significant at 5 % and 1 level with MacKinnon (1996).

² Isabelle cadoret et Cathrine benjamin, Franck Martin et Nadine Herrard et Steven Tanguy « économétrie appliquée », de Boeck, 2004, p309

Afin d'obtenir des séries stationnaires de même ordre $I(1)$, il existe (r) vecteur cointégration selon l'approche de Johansen et pour déterminer le nombre de vecteur cointégration. On utilise les tests statistiques de la trace (λ_{trace}) trace test et test de la valeur propre maximal

(λ_{max}) maximum eigenvalues test à partir de la fonction qu'on s'appelle « likelihood ratio test ».

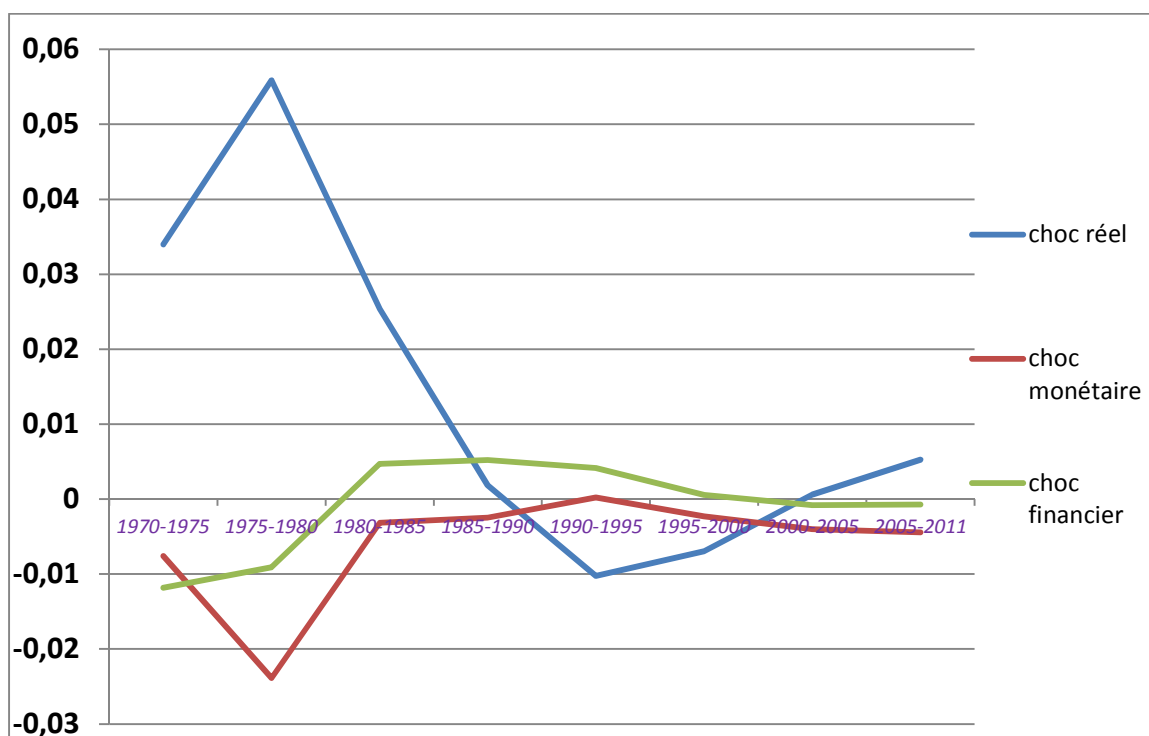
Le résultat de tests de cointégration accepte l'hypothèse nulle $H^0=0$ qui ne suggère pas une relation de long terme entre les chocs externes et les variables locales représentant l'économie algérienne.

3.4 L'ANALYSE DES FONCTIONS DE RÉPONSE IMPULSIONNELLE (IFR)

• L'impact du choc réel

On remarque que l'impact du choc réel à impact positif sauf la période 1986 jusqu'à la fin des années quatre-vingt-neuf à cause de le surplus de l'offre des pays composants l'OPEP. La réponse positive s'explique que toute augmentation de prix du pétrole provoque une augmentation de l'exportation Algériennes qui a son tour représente plus de 40% de le Pib. On observe également la même direction positive de réponse de l'inflation à un choc réel entre 1970 et 1996, au contraire, la réponse à négative sur une décennie plus tard. On remarque aussi que le choc réel a provoqué une appréciation du Dinar Algérien face au dollar Américain jusqu'à début les quatre-vingt, alors que après cette période, toute choc réel à impact positif sur le taux de change. La dévaluation du dinar par le ordre de FMI et La nouvelle politique de change (passe au régime flottant dirigé du Dinar Algérien) ont responsables sur cette réponse.

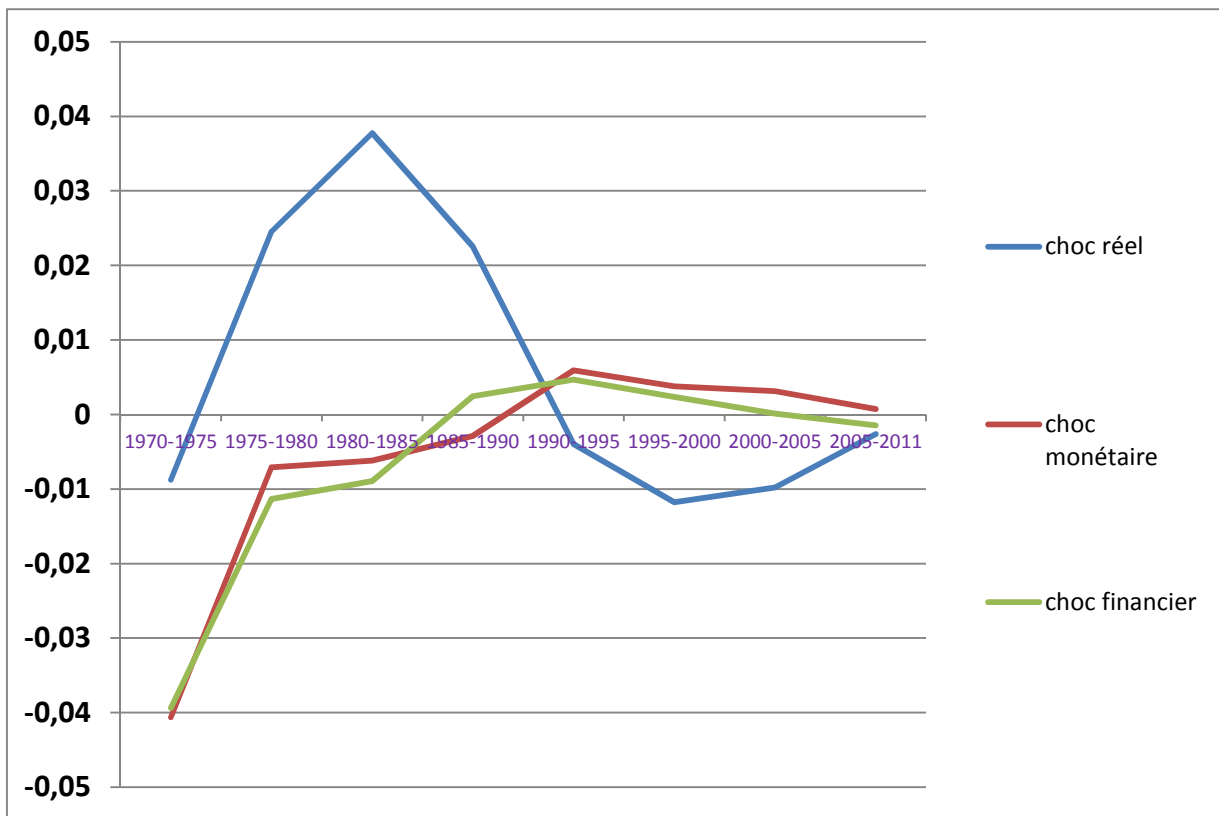
Fig. 2. Réponse de l'économie Algérienne à un choc du prix réel du pétrole



• L'impact du choc Monétaire

Au cours de la période de cette étude, on a montré que une augmentation de speed 1% effet à une choqe négative entre 1 et 2 % sur le Pib de l'Algérie, la dépendance positive de l'économie Algérien avec le du choc monétaire (décision de Nexon et l'inconvertibilité du dollar) représente sur la variable de l'inflation de speed 4% et moins de 1% sur Dix ans de quatre-vingts. Cette dépendance va aggraver au cours des périodes restants de l'étude mais de réponse près de 0%.

Fig. 3. Réponse de l'économie Algérienne à un choc Monétaire

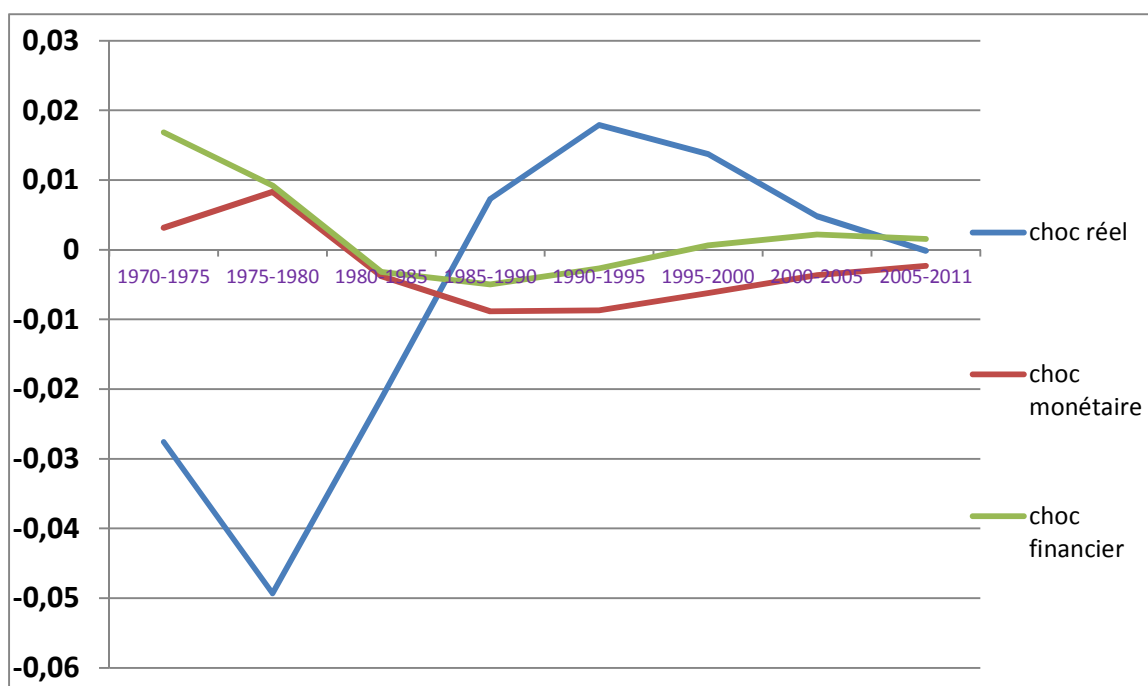


- **L'impact du choc Financier**

Une variation de 1% du choc monétaire conduit à impact controversé sur le taux de change, au départ jusqu'à la troisième période il y eut un impact positif entre 0% et 1% à partir de la 3^{ème} période et de façon consécutive, il y eut un impact négatif stable au tour de 1% de la politique monétaire dure le taux de change Algérien que s'explique par la dépendance de la politique de change de la banque d'Algérie à la réserve Fédérale Américaine (FED) qui pose la question de l'indépendance de la première ?

En ce qui concerne l'impact du choc financier sur les variables locales, les réponses sont pas remarquables à l'exception des périodes relatives aux Dettes en PVD et la Krach d'octobre 1987 du marché obligataire puis des marchés d'actions qu'ils ont relation positive sur le Pib et l'inflation est négative sur le taux de change. Pour les deux crises actuelles (subprime-dette européenne) sont réponses marchante sur les variables locales, Ces réactions peuvent être justifiées par les données annuelles utilisables qui servent notre cadre méthodologiques.

Fig. 4. Réponse de l'économie Algérienne à un choc Financier



3.5 CORRELATION DES REPONSES D'ECONOMIE ALGERIENNE AUX CHOCS EXTERNES

A travers le lien entre le choc réel et le Pib apparaît une forte corrélation positive (0.48) qui s'explique par l'évidence de pays exportateur d'hydrocarbure. Par contre, la corrélation de réponse de l'inflation (-0.64) apparaît relation négative et forte s'explique que toute augmentation des recettes pétrolières à conduite d'augmenter les dépense gouvernementales et indirectement augmente l'inflation.

La corrélation des réponses à un choc monétaire suggère corrélation assimiler à la précédente, positif lien de 0.3 entre le Pib et le choc monétaire et négatif avec l'inflation. Ce résultat explique le rôle de l'inflation importé dans l'économie Algérien quel que soit son origine.

La corrélation des réponses au choc sur l'indice boursier S&P500 (tableau C.3) apparaît dans l'ensemble un lien fort, cette réaction reflète d'autre fois la dépendance des crises financières transmissent à l'économie réel et particulièrement le marché pétrolier sur les variables macroéconomiques de l'Algérie.

La corrélation faible entre le choc financier et les réponses locales s'explique par l'absence de mécanisme le marché financier en Algérie

Corrélation des réponses de la balance courante aux différents chocs

Tableau 7. La corrélation des réponses aux chocs externes

Corrélation	choc réel	choc monétaire	chocs financier	Pib	Inflation	Taux de change
Choc R	1.000000	0.220219	0.305381	0.487476	-0.645242	-0.056490
Choc M		1.000000	0.450423	0.326712	-0.603469	-0.042968
Chocs F			1.000000	0.380103	-0.845850	0.197060
Pib				1.000000	-0.640358	-0.545725
Inflation					1.000000	-0.136138
Taux de change						1.000000

3.6 VARIANCES DES COMPOSITIONS

Malgré l'importance du choc pétrolier (plus de 40% à court terme et plus de 70% à long terme) pour d'expliquer la variation de la variable le Pib, l'inflation et le taux de change par rapport les deux chocs restants monétaire et financier (5% et 18% à court terme, 18% et 19%). Voir Le tableau (4) affiche Les résultats de l'analyse de variance décomposition (VDCS), les estimations de la contribution des chocs externes capturent l'importance relative de choc réel d'expliquer la variation du Pib que l'inflation et le taux de change

Tableau 8. contribution des chocs externes à la variance des variables macroéconomiques

	Horizon (année)	Pib	Inflation	Taux de change	Σ choc
Choc Réel	1 – 2	33	8	0.5	41
	+14	61	9	4	74
Choc Monétaire	1 – 2	1	3	1	5
	+14	10	7	1	18
Choc Financier	1 – 2	4	10	4	18
	+14	5	10	4	19
Σ chocs externes	1 – 2	38	21	5.5	/
	+14	75	26	9	/

4 CONCLUSION

L'économie algérienne reste très vulnérable aux variations de l'économie mondiale, souvent considérées comme résidus non solubles des chocs externes, du fait que le secteur des hydrocarbures consiste en la structure fondamentale et dominante sur laquelle est basée toute l'économie du pays.. Pour cela, on a estimé les effets de différents chocs (réel, monétaire et financier) sur le Pib Algérien, l'inflation et le taux de change qu'ils représentent la majorité des variables macroéconomiques. L'effet du choc pétrolier entraîne une Augmentation du Pib Algériennes, dégradation de l'inflation récemment et dépréciation du Dinar Algérien face au dollar Américain. Alors que les chocs monétaires et financiers suggèrent un impact faible. A long terme, les chocs externes contribuent à expliquer environ 75% de la variance Du Pib, 26% d'inflation et environ 1/9 de la variance du taux de change.

REFERENCES

- [1] Agenor P-R. (2000) «L'économie de l'ajustement et de la croissance», Mimeo Banque Mondiale, Washington, 2000, 848P.
- [2] Aizenman, J., Hausmann, R., (2000), The impact of inflation on budgetary discipline, Journal of Development Economics, 63, 425-449.
- [3] Aschauer, D. A. (1989) Is Public Expenditure Productive? Journal of Monetary Economics. 23, 177–200
- [4] Ashipala, J. et Haimbodi, N., 2003, « The impact of public investment on economic growth in Namibia », Working Paper N°88, NEPRU, Namibia.
- [5] Blanchard, O. et Quah, D., 1989, « The Dynamics Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances », American Economic Review , vol. 79 (4), pp. 655-673.
- [7] Cushman, D. O. et Zha, T. A., 1997, « Identifying Monetary Policy in a Small Open Economy Under Flexible Exchange Rates », Journal of Monetary Economics , vol. 39 (3), pp. 433-48.
- [8] Ezirim, B.C., Muoghalu, M.I., Elike, U., (2008), Inflation versus Public Expenditure Growth in the US: an Empirical Investigation, North American Journal of Finance and Banking Research, 2, 2.
- [9] Ezirim, B.C., Ofurum, C.O., (2003), Public Expenditure Growth and Inflation in Developed and Less Developed Countries, Nigerian Business and Social Review, 2, 1, January, 75-94.
- [10] Ben, S. et Hassad, M., (2006), « Efficience du financement des services publics et croissance économique dans les pays en développement : Analyse en coupe transversale », Journées scientifiques du réseau « analyse économique et développement », 37p.
- [11] Barro R. (1990), «Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth», Journal of Political Economy, Vol.98, N°5, Octobre 1990, PP.103-125.

- [12] (1991), « Economic Growth in a Cross Section of Countries », *Quarterly Journal of Economics*, 106, Mai 1991, PP.407-443.
- [13] (1997), « Determinants of Economic Growth », MIT Press, Cambridge, Mass., 1997.
- [14] Casellif F, Esquivel G, Lefort F. (1996), « Reopening the Convergence Debate : A New Look at Cross-Country Growth Empirics », *Journal of Economic Growth*, N°1, Septembre 1996, PP.363-390.
- [15] Clark, C., (1964), *Taxmanship: Principles and Proposals for the Reform of Taxation*, Hobart Paper, 26, Institute of Economic Affairs, London.
- [16] Clark, C., (1945), *Public Finances and Changes in the Value of Money*, *Economic Journal*, December, 371-389.
- [17] Clark, C., (1937), *National Income at Its Climax*, *Economic Journal*, June, 47, 186, 308-320.
- [18] Clark, C., (1933), *The National Income and the Theory of Production*, *Economic Journal*, 1933, June, 43, 170, 205-216.
- [19] Cheng, S. et Wei, T.(1997), « Government Expenditures and Economic Growth in South Korea: A VAR Approach », *Journal of Economic Development*, Volume 22, Number 1, June 1997, pp. 11-24
- [20] Dalena, M., Magazzino, C., (2010), *Public expenditure and revenue in Italy, 1862 -1993*, MPRA Working Paper, 27658, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/27658/>.
- [21] Dickey, D.A and W.A.Fuller (1979), *Distribution of estimators of Autoregressive Time series with a Unit Root*, *Journal of the American Statistical Association*,74,427-31.
- [22] -----(1981),*Likelihood Ratio Test for Autoregressive Time Series with a Unit Root*, *Econometrica*,49,1057-72.
- [23] Hounkpodote, H. et Bationo, R. (2010), « Hétérogénéité de la causalité entre dépenses publiques et croissance économique dans les pays de l'UEMOA : quelles implications pour la coordination des politiques budgétaires ? », *Munich Personal RePEc Archive*, pp.1-20.
- [24] Granger, C.W.J (1986), *Developments in the Study of Cointegrated Economic Variables. Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, nr. 48.
- [25] Granger, C. W. J. and Newbold, P. (1974), "Spurious regressions in econometrics". *Journal of Econometrics* 2 (2): 111–120. Greene,W.H. (2003), *Econometric Analysis*, Pearson Education, 5th Edition, 382.
- [26] Granger, C. W. J. and Newbold, P. (1974), "Spurious regressions in econometrics". *Journal of Econometrics* 2 (2): 111–120.
- [27] Kia, A., (2006), *Deficits, debt financing, monetary policy and inflation in developing countries: Internal or external factors? Evidence from Iran*, *Journal of Asian Economics*, 17, 879-903.
- [28] Maćkowiak, B., 2007, « External shocks, U.S. monetary policy and macroeconomic fluctuations in emerging markets », *Journal of Monetary Economics*, vol. 54 (), pp. 2512-2520.
- [29] Magazzino, C., (2011), "The Nexus between Public Expenditure and Inflation in the Mediterranean Countries", *Working Papers*,
- [30] Mitnik, S., and T. Neumann (2001) *Dynamic Effects of Public Investment:Vector Autoregressive Evidence from Six Industrialised Countries*. *Empirical Economics* 26, 429–446.
- [31] Morley, B. et Perdakis, N. (2000), "Trade Liberalisation, Government Expenditure and Economic Growth in Egypt", *Journal of Development Studies*, n° 36, vol. 4, p. 38-43.
- [32] Mosley L, Singer D. 2009. The global financial crisis.*Int. Interact.*35(4):420–29
- [33] Naqvi, N. H. (2002) *Crowding-in or Crowding out? Modeling the Relationship between Public and Private Fixed Capital Formation using Co-Integration Analysis, The Case of Pakistan 1964-2000*. *The Pakistan Development Review* 41:3, 255–276.
- [34] Nubukpo, K. K. , (2003), « Dépenses publiques et croissance des économies de l'UEMOA » CIRAD, pp.1-29.
- [35] Ouattara, W., (2007), « Dépenses Publiques, Corruption et Croissance Économique dans les Pays de l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA) : une Analyse de la Causalité au Sens de Granger. », *Revue d'Intégration Africaine*, Vol.19
- [36] pp. 481-500
- [37] Phillips, P.C.B. & Perron, P. (1988), *testing for unit root in time series regression*. *Biometrika*, 75, 335-346.
- [38] RAJHI T. (1996), « *Dynamique des politiques de croissance* », *Economica*, Paris, 1996.
- [39] Reinhart, C.M., Rogoff, K.S., (2010), *Growth in a Time of Debt*, *American Economic*
- [40] *Review*, May
- [41] Sato, K, Zhang, Z.Y, et McAleer, M., 2009, « Identifying Shocks in Regionally Integrated East Asian Economies with Structural VAR and Block Exogeneity»,*CIRJE Discussion Papers*
- [42] 694, University of Tokyo
- [43] Sturm, J. E. (1998) *Public Capital Expenditure in OECD Countries. The Causes and Impact of the Decline in Public Capital Spending*. Cheltenham: Edward Edgar Publishing Ltd.
- [44] Tanzi V., Zee H. (1997), «Fiscal Policy and Long-Run Growth», *IMF Staff Papers*, Vol.44, June 1997, PP.179-209.

- [47] Zha, T. A., 1999, « Block Recursions and Structural Vector Autoregressions », *Journal of Econometrics*, vol. 90 (2), pp. 291-316.
- [48] <http://donnees.banquemondiale.org/>
- [49] <http://www.bank-of-algeria.dz/notes.htm>
- [50] <http://www.imf.org/external/index.htm>
- [51] <http://www.mf.gov.dz/rubriques/12/Lois-de-Finances.html>
- [52] <http://www.mf.gov.dz/rubriques/15/Archives.html>

Contribution à la cartographie du milieu et des risques liés aux crues d'Oued El Maleh (Tunisie Orientale)

[Contribution to mapping the environment and the flood risk of Oued El Maleh (Eastern Tunisia)]

Rajouene Majdoub¹, Riadh Bouaziz², Youssef M'Sadak¹, Marwa Fourati¹, and Thouraya Lahmar¹

¹Département du Génie des Systèmes Horticoles et du Milieu Naturel,
Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Sousse, Tunisia

²Laboratoire de Cartographie Géomorphologique des Milieux, des Environnements et des Dynamiques,
Université de Sfax, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sfax, Sfax, Tunisia

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

ABSTRACT: The elaboration of vulnerability maps remains a fundamental tool in the management and study of flood-related risks (floods and hydric erosion). This study aims to develop these maps through Geographic Information Systems (GIS), which can be used as basic documents for any action of developments in the watershed of Oued El Maleh in M'Saken region (eastern Tunisia). This region is characterized by the weakness of its topography and its slopes. Its rainfall, generally irregular and sometimes aggressive and torrential, can transform rivers which are often very little marked in nature, to real torrents with great erosive power, able to lead to flooding. This natural vulnerability is accentuated by the spreading of several urban areas in submersibles zones, in particular that of M'Saken, and by the development of the agricultural lands. In this context, the present study focused on the collection of digitized topographic maps, of Landsat images and others of Google Earth in order to create an integrated database in a Geographic Information System. The results are thematic maps which make it possible to define and analyze, by superposition of several layers of information, the natural environment; and to carry out a spatial analyzes required to characterize, map, and study the vulnerability.

KEYWORDS: Vulnerability, Floodings, GIS, Oued El Maleh, Eastern Tunisia.

RESUME : L'élaboration des cartes de vulnérabilité demeure un outil fondamental dans la gestion et l'étude des risques liés aux crues (inondations et érosion hydrique). Ce travail a pour objectif d'établir ces cartes, moyennant les Systèmes d'Information Géographique, pouvant servir comme documents de base pour toute action d'aménagement du sous bassin versant d'Oued El Maleh de la région de M'Saken (Tunisie orientale). Cette région semi-aride se caractérise par la faiblesse de sa topographie et de ses pentes. Sa pluviométrie est généralement irrégulière, mais parfois agressive et torrentielle, ce qui peut transformer les oueds à de véritables torrents à grand pouvoir érosif capable de provoquer des inondations. Cette vulnérabilité naturelle est accentuée, par l'étalement de plusieurs agglomérations dans des zones submersibles et par la mise en valeur des terres agricoles. Dans ce cadre, le présent travail a porté sur la collecte des cartes topographiques numérisées, des images satellitaires Landsat TM et d'autres de Google Earth, afin de créer une base de données intégrée dans un SIG. Les résultats obtenus sont sous forme des cartes thématiques qui permettent de définir et d'analyser, par superposition de plusieurs couches d'informations, le milieu naturel ; et de réaliser des analyses spatiales nécessaires, entre autres, pour caractériser, cartographier et classer la vulnérabilité aux inondations et à l'érosion hydrique.

MOTS-CLEFS : Vulnérabilité, Inondations, SIG, Oued El Maleh, Tunisie orientale.

1 INTRODUCTION

Les inondations constituent l'un des risques naturels les plus importants et affectent quasiment toutes les régions du monde ([1], [2], [3] et [4]). Le risque d'inondation peut être appréhendé comme un phénomène dynamique, limité dans le temps et dans l'espace, qui se traduit par la submersion, sous des eaux de crue, de tout ou d'une partie du territoire représentant la plaine inondable [5]. Les inondations sont les conséquences du croisement d'une vulnérabilité et d'un aléa [6]. En effet, la vulnérabilité d'un site, est sa tendance à être inondé. Cette vulnérabilité est accentuée par certains aspects favorisant, tels que la déforestation, l'occupation et la construction anarchiques dans les lits d'oueds, le manque de curage des oueds et l'activité parfois néfaste de l'être humain ([7] et [8]).

Par ailleurs, l'aléa est une conséquence des événements hydro-climatologiques. Il est estimé selon sa probabilité d'événement (période de retour), sa vitesse et son débit de crue. La gestion de ce phénomène représente un défi majeur [9]. La carte des phénomènes (inondations et érosion hydrique) est l'expression d'une analyse méticuleuse du terrain qui est menée, afin de désigner les témoins géomorphologiques des aléas et de spatialiser les sites critiques définis par l'intensité ou l'occurrence des phénomènes dangereux [10]. Pour afficher ces phénomènes, on doit être capable de les décrire et de considérer deux volets ; les risques naturels et la vulnérabilité, laquelle est reliée à l'activité humaine du fait de l'urbanisation [11]. Il devient de plus en plus impératif d'analyser la vulnérabilité et son évolution temporelle, car l'aggravation du risque devient prépondérante et accrue vis à vis de l'aléa.

L'Oued El Maleh est un oued important de la Tunisie orientale, situé dans l'amont du bassin versant côtier d'Oued Hamdoun. Du fait que cet Oued traverse essentiellement des zones de plus en plus urbanisées, l'événement de ces dernières années a attiré l'attention sur la question des risques liés aux crues de cet oued aux incidences lourdes, tant sur le plan humain que sur le plan économique. La gestion des risques liés à l'eau (inondations et érosion hydrique) nécessite une vision globale du territoire et ne plus cantonner uniquement dans une vision limitée au cours d'eau. En effet, c'est l'ensemble du sous bassin versant d'Oued El Maleh qui participe à la dynamique de l'eau. Dans ce contexte, ce travail présente la caractérisation du milieu naturel du sous bassin versant d'Oued El Maleh et la cartographie des aménagements de Conservation des Eaux et du Sol (CES) adoptés et des risques d'inondations et d'érosion.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est le sous bassin versant d'Oued El Maleh, situé entre 35°35' et 35°44' E et 10°26' et 10°38' N. S'étendant sur une superficie d'environ 165 km², ce sous bassin appartient administrativement à la délégation de M'Saken, gouvernorat de Sousse (figure 1). Oued El Maleh correspond au cours amont de l'Oued Hamdoun qui débouche dans la mer, à 12 km au Sud de Sousse. Il se caractérise par un lit majeur d'une largeur importante (de 100 à 150 m) avec des berges, en général, basses et mal exploitées. Le lit mineur de l'oued est mal défini et change de tracé à chaque crue.

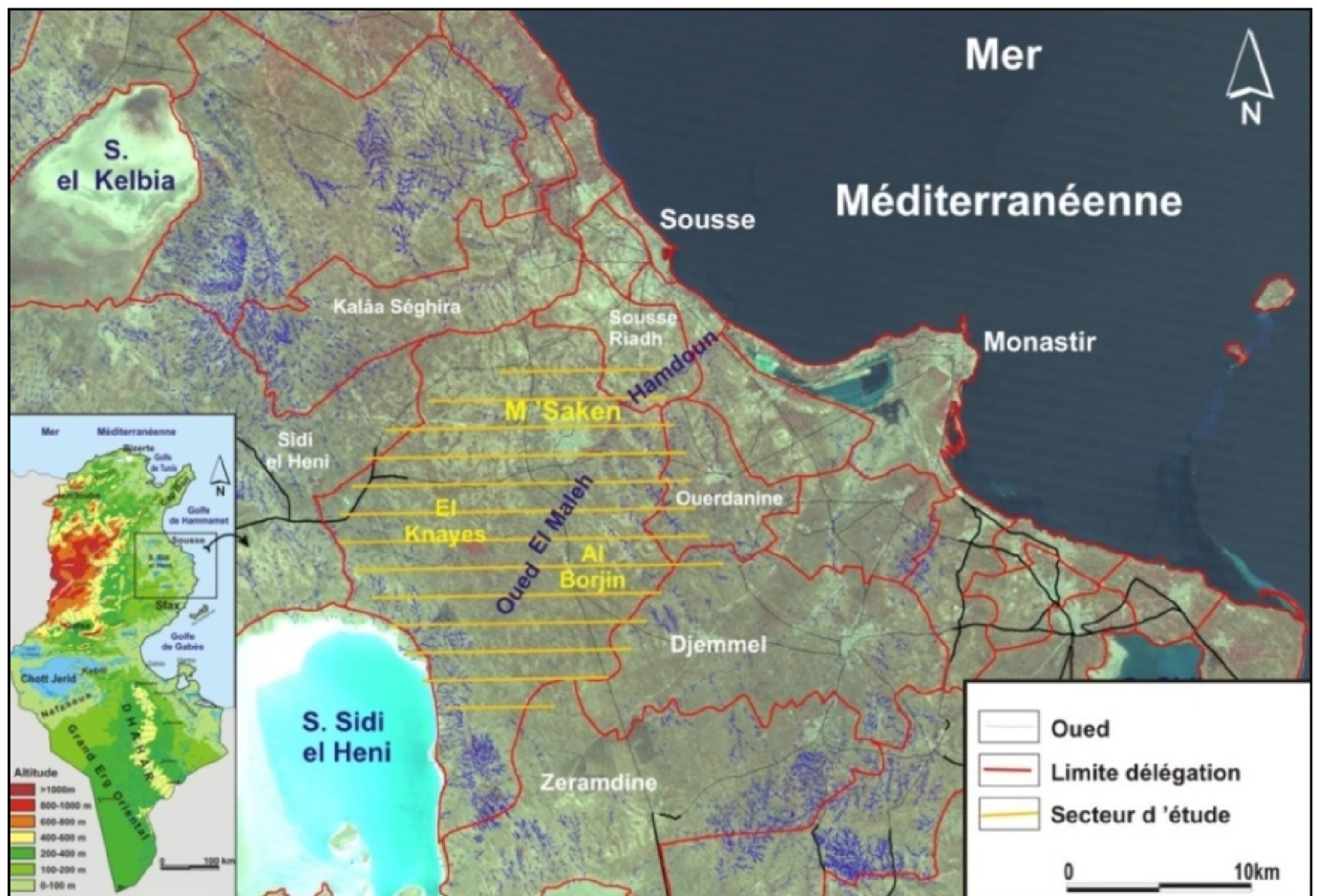


Fig. 1. Localisation du site d'étude

L'indice de compacité du sous bassin versant de l'Oued El Maleh est supérieur à 1,12 ($K_c = 1,27$). Il s'agit, donc, d'un bassin versant de forme allongée, peu dangereux de point de vue réponse hydrologique [12]. Le débit de crue a été estimé à 93,43 ; 155,04 ; et 184,86 m³/s pour des périodes de retour de 10, 50 et 100 ans de façon respective. L'Oued El Maleh et ses affluents ont une capacité de transit suffisante pour évacuer une crue de 100 ans. La dénivelée spécifique du sous bassin versant est comprise entre 25 et 50 m (29,03 m) ; Il s'agit, donc, d'un relief assez faible [13]. L'indice de pente globale est égal à 2 m/km. Cette valeur (comprise entre 1 et 5 m/km) confirme la grande faiblesse du relief [14].

De point de vue climatique, la zone d'étude est soumise à un climat méditerranéen littoral de transition entre les étages bioclimatiques semi-aride et aride supérieur induisant une irrégularité et une faiblesse des précipitations, avec une température qui oscille entre 5°C et 35°C. La pluviométrie moyenne annuelle relevée est de 315 mm. Elle oscille entre 180 et 510 mm. Cette région a connue des événements pluviométriques extrêmes comme celle de l'année 1969 avec une pluviométrie de 759,7 mm. La valeur maximale d'évaporation a été enregistrée en été de l'année 2012 avec une valeur voisine de 210 mm, accentuant davantage la sécheresse.

2.2 METHODOLOGIE D'ETUDE

La méthodologie adoptée au cours de cette étude repose sur des données satellitaires, topographiques, géologiques, ainsi que sur des observations effectuées sur le terrain. Ces données sont ensuite intégrées et analysées dans un Système d'Information Géographique (SIG) pour la restitution et la cartographie des zones exposées aux inondations et à l'érosion hydrique (figure 2). Au cours de la réalisation de ce travail, un ensemble de logiciels de cartographie et de SIG (Erdas imagine 8.7, ArcView 3.2, Corel Draw, Easy Bing Maps Downloader et Microsoft Excel) a été manipulé. L'établissement des cartes se rapporte tant à l'étude du milieu naturel qu'à l'évaluation des risques d'inondations et d'érosion hydrique.

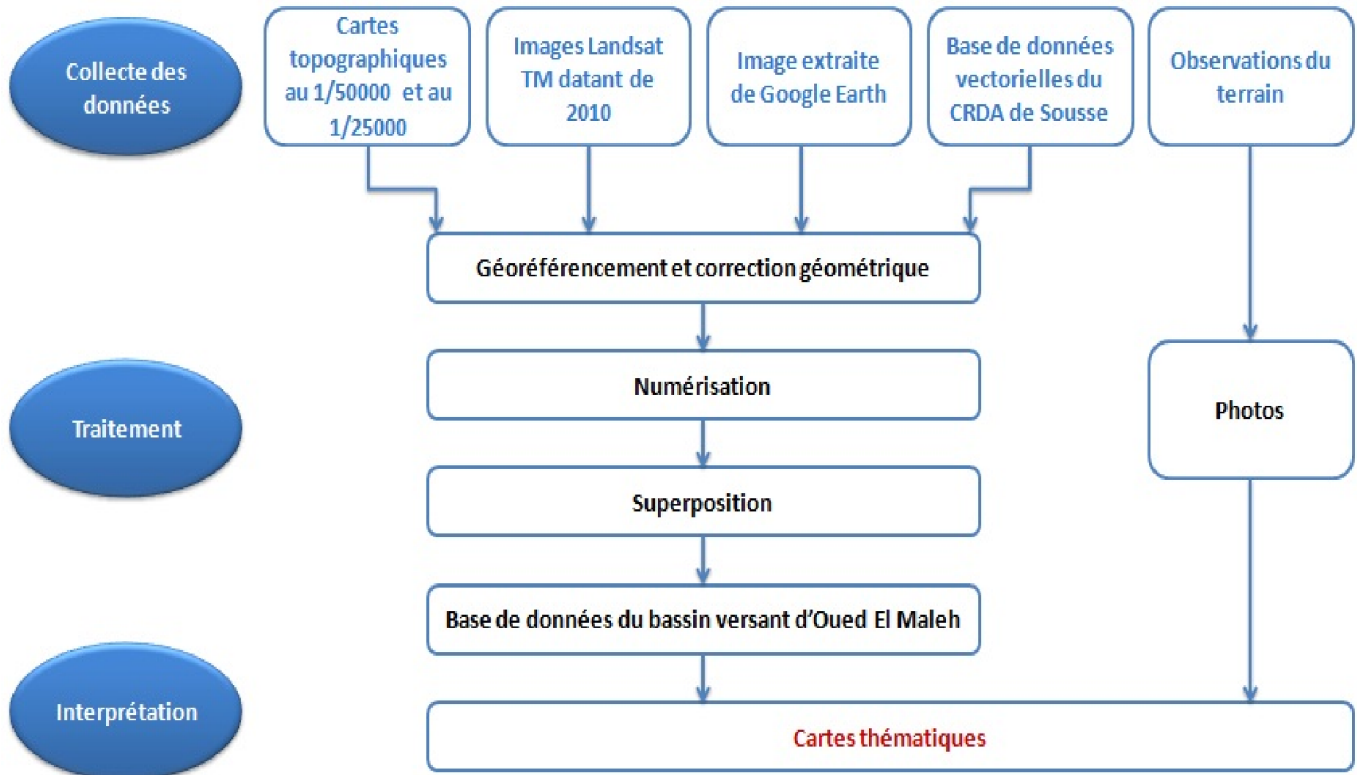


Fig. 2. Organigramme de la méthodologie d'étude suivie

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ETUDE DU MILIEU NATUREL

Sur le plan topographique, la région d'étude se caractérise par un relief monotone et modeste. En effet, les altitudes prennent de l'importance dans les collines de Sidi El Heni avec 120 m d'altitude, puis, elles diminuent progressivement et parfois de manière insensible en direction de l'exutoire, à proximité de la ville de M'Saken pour atteindre les 20 à 30 m. Partout, les pentes sont faibles ne dépassant pas 3%.

Sur le plan lithostratigraphique, la zone d'étude (figure 3), montre que le sous bassin versant d'Oued El Maleh est dominé par des formations quaternaires tendres et propices à l'érosion. En effet, à l'exception des surfaces des collines qui sont souvent coiffées par des croûtes calcaires appartenant au Quaternaire inférieur à moyen, toute la région est dominée par des dépôts à faciès rougeâtre du Quaternaire supérieur. Les argiles à dominance limoneuse du Mio-pliocène, ne sont visibles que sur les talus de raccordement.

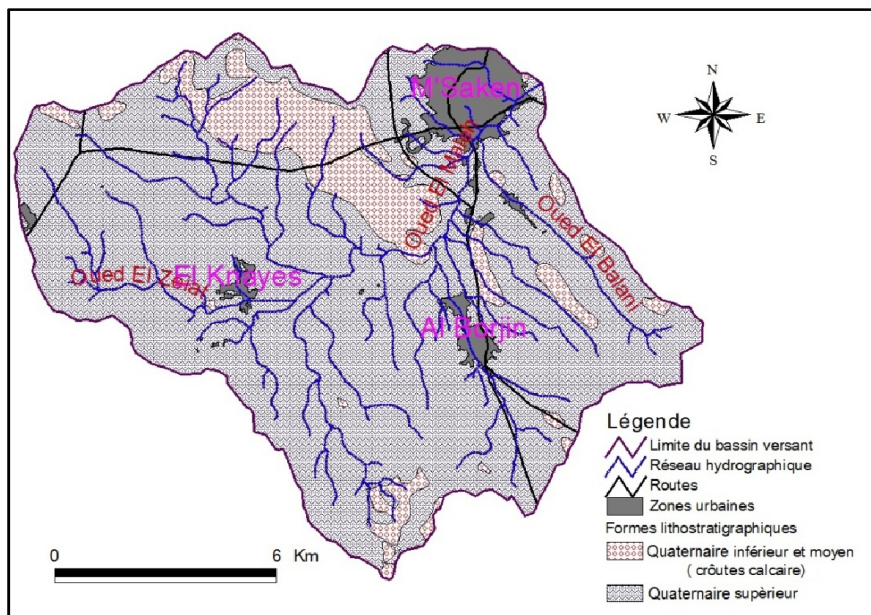


Fig. 3. Carte lithostratigraphique

Le traçage du réseau hydrographique (figure 4) montre que le cours d'eau principal prend sa naissance à partir de Gaarit El Knaiys qui est alimenté par Oued Zeiat, tout en assurant la collecte et le transport de l'eau et des sédiments vers l'exutoire, situé au Nord du sous bassin versant au niveau de l'intersection d'Oued El Maleh avec Oued El Balani. Le paysage du sous bassin versant étudié est généralement disséqué. Ceci est dû surtout à la ramification des cours d'eau et à la multiplicité de leurs affluents. Ces derniers sont de longueur 18,25 km et assurent des écoulements à fleur de sol et peu encaissés.

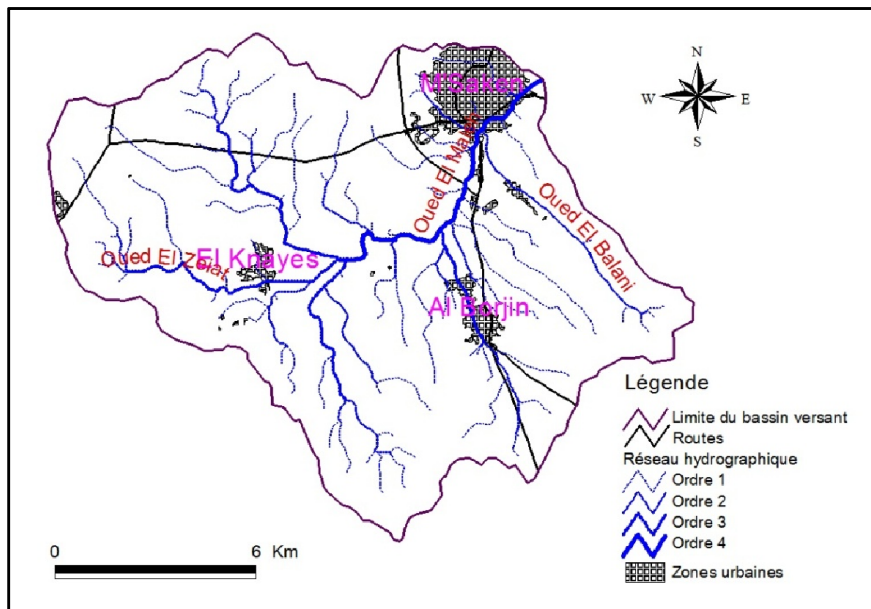


Fig. 4. Carte du réseau hydrographique

Concernant l'infrastructure routière, le sous bassin d'Oued El Maleh possède un réseau routier dense, d'une longueur totale estimée à 689,5 km dont 5 km d'autoroute, 15 km de routes régionales, 13,5 km de routes locales et 656 km de pistes rurales traversant les cours d'eau en certains endroits (figure 5). Ce réseau joue un rôle important dans l'imperméabilisation des sols et par conséquent dans l'augmentation des eaux de ruissellement. Ceci présente une vulnérabilité importante et augmente le risque d'inondations, surtout au niveau des intersections du réseau routier et du réseau hydrographique.

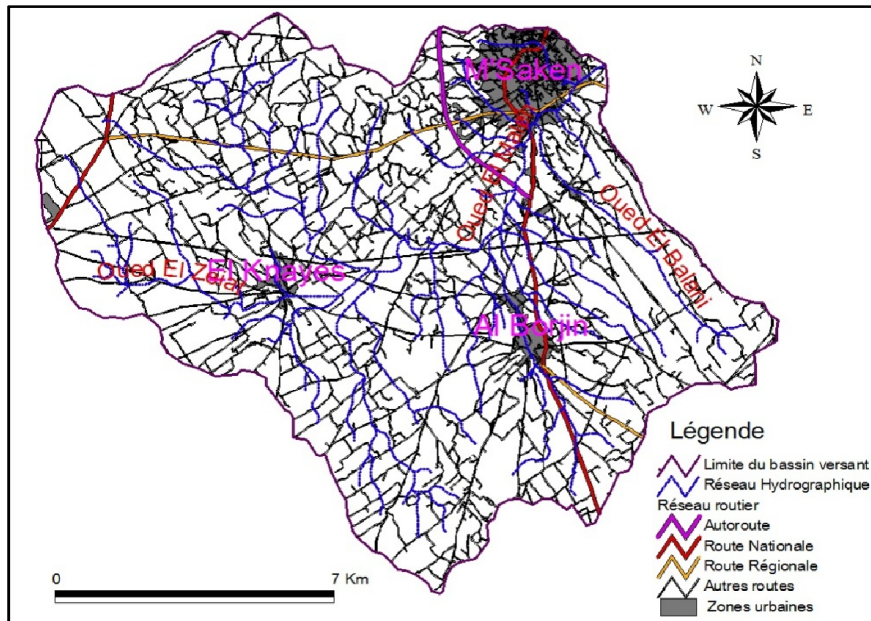


Fig. 5. Carte du réseau routier

Concernant le paysage agricole de la zone d'étude, l'analyse des cartes topographiques établies pour différentes dates (1955 et 1992) dévoile que l'occupation du sol dans le sous bassin versant d'Oued El Maleh est ancienne et elle s'est accentuée au cours des dernières décennies. En effet, l'exploitation des applications fournies par le logiciel Arc View a permis de détecter des zones qui étaient autrefois non exploitées et qui connaissent aujourd'hui une mise en valeur importante.

Pour établir une étude détaillée de la nouvelle répartition de l'occupation du sol, une carte a été dressée en se basant sur les données vectorielles issues du Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) de Sousse (figure 6). Cette carte montre une extension intense des oliviers (42,61% de la surface occupée par les cultures). Elle révèle également une introduction du maraîchage (0,88%) dans la partie centrale du sous bassin versant, ainsi que, quelques espaces occupés par des vergers (2,12%) et des céréales (24,61%). Le reste de la superficie est occupé par les parcours (29,78%).

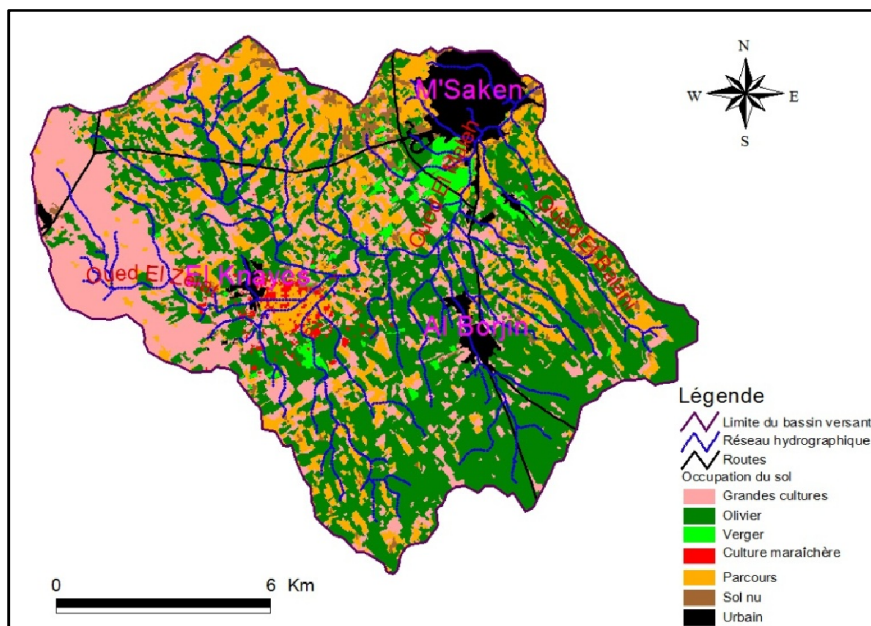


Fig. 6. Carte d'occupation du sol

L'examen des images satellitaires à différentes dates a révélé l'extension importante du bâti au détriment des zones agricoles et même sur les cours d'eau de l'Oued El Maleh (figure 7), d'où la modification du paysage. Les agglomérations construites dans le lit de l'Oued peuvent engendrer de graves problèmes d'inondations. Ainsi, les visites de terrain ont permis de détecter des perturbations et des modifications au niveau de la section d'écoulement dans certains tronçons, ce qui accentue l'effet des crues et perturbe l'écoulement des eaux de ruissellement.

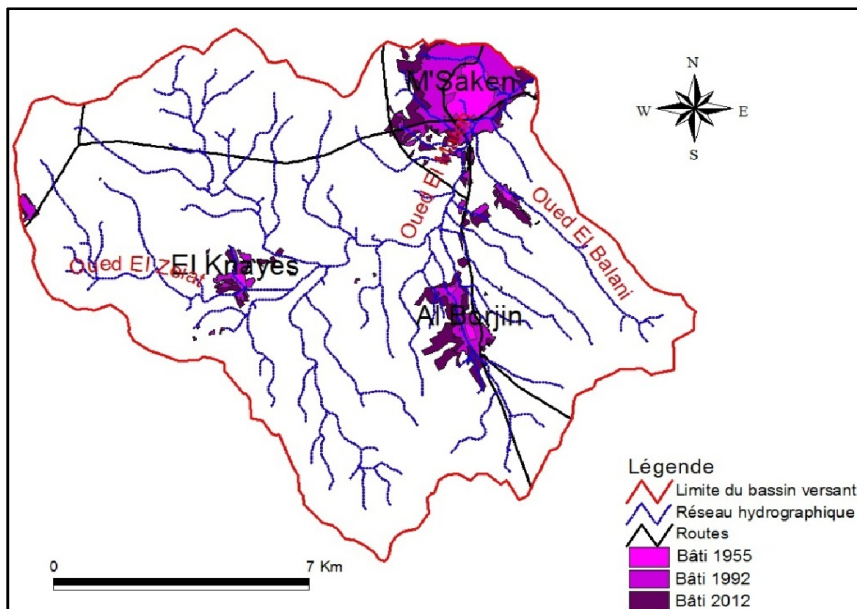


Fig. 7. Evolution du bâti

3.2 EVALUATION DES AMENAGEMENTS REALISES ET DES RISQUES ENCOURUS

L'intégration des images satellitaires de la zone d'étude dans un SIG a permis d'élaborer aussi la carte des aménagements anti-érosifs (figure 8). Cette carte dévoile que l'aménagement en système Meskat s'étale sur une grande surface du sous bassin d'étude. Il s'agit d'une technique traditionnelle de conservation des eaux et du sol spécifique de la région du Sahel Tunisien [15].

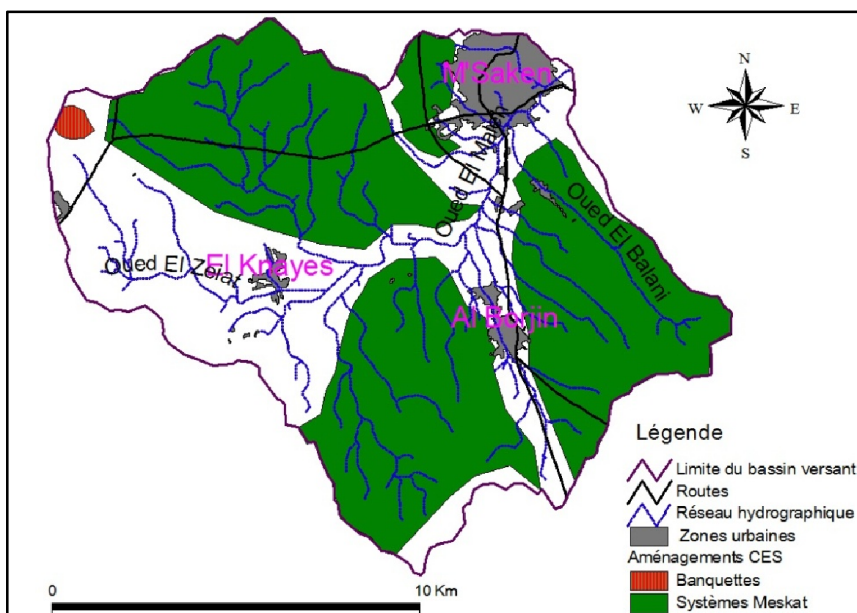


Fig. 8. Carte des aménagements CES du sous bassin d'Oued El Maleh

Concernant l'aménagement en banquettes, ces dernières sont très limitées et sont implantées seulement en amont du sous bassin versant. Ces ouvrages ont été aménagés dans le but de diminuer le risque d'érosion hydrique et d'intercepter les eaux de ruissellement [16].

L'élaboration d'une carte des risques d'inondations a pour objectif de planifier des ouvrages pour la protection de la population et de l'infrastructure, ainsi que la définition d'éventuelles mesures d'évacuation des excès d'eau. Ainsi, la superposition de la carte du réseau hydrographique (figure 4) et celle de l'extension du bâti (figure 7) a permis de cartographier les zones des risques d'inondations au niveau du sous bassin d'étude (figure 9). Cette carte montre que toutes les agglomérations sont exposées aux risques d'inondations. En fait, la zone la plus risquée est celle de M'Saken ville, car elle est située en aval d'Oued El Maleh et correspond à une zone urbaine, où le taux d'infiltration des eaux est très réduit. Il est nécessaire donc de planifier des mesures de protection en amont de cette ville pour la protection des personnes et des biens.

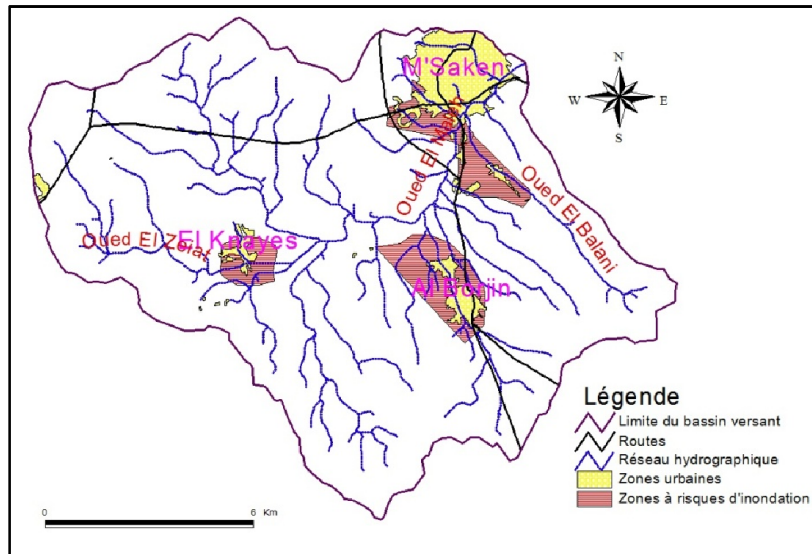


Fig. 9. Carte des risques d'inondations

La superposition de la carte d'occupation de sol (figure 6) et celle des aménagements CES existants (figure 8) a permis de prévoir une carte des risques d'érosion hydrique (figure 10).

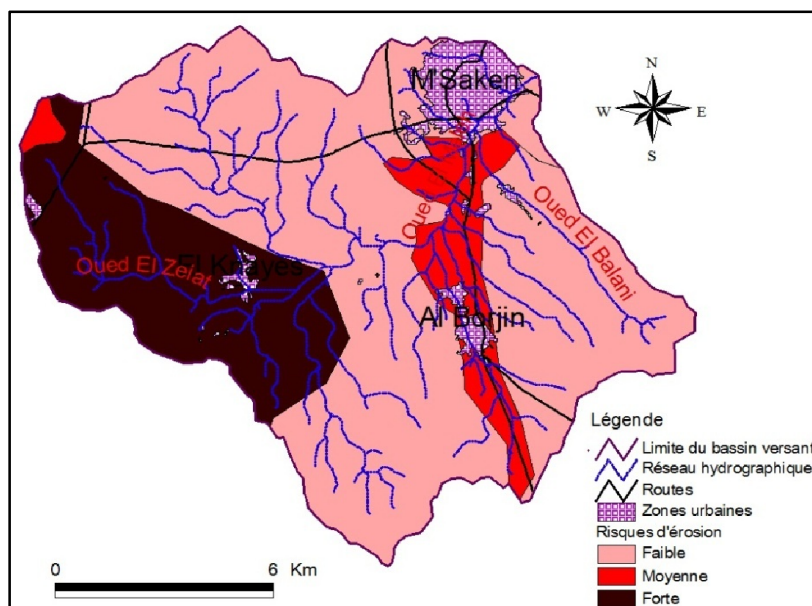


Fig. 10. Carte des risques d'érosion hydrique

Cette figure montre que la partie amont du sous bassin versant est favorable au déclenchement de l'érosion hydrique. Il est recommandé donc d'installer de nouvelles banquettes suivant les courbes de niveau dans les terrains non aménagés. En effet, ce type d'ouvrage s'adapte le mieux aux conditions lithologiques de la zone limitrophe à l'Oued Zeiat, où le risque d'érosion est fort. En outre, des éléments de banquettes et des cuvettes individuelles peuvent être installées dans la partie centrale du sous bassin versant d'El Knayes, afin de ralentir la vitesse de ruissellement et protéger le village d'El Knayes contre les inondations.

4 CONCLUSION

Suite à l'émergence de nouveaux enjeux de la planification et la multiplication des informations géographiques, les acteurs d'aménagements cherchent de nouveaux outils permettant une planification plus souple et modulaire, afin de mieux gérer leurs besoins. A ce propos, les Systèmes d'Information Géographique sont aujourd'hui des outils incontournables de la gestion urbaine et rurale qui peuvent être utilisés pour le développement des bases de données. Ainsi, la cartographie des risques liés aux crues (inondations et érosion hydrique) dans la zone d'étude (Sous bassin versant d'Oued El Maleh, Tunisie orientale) est une étape primordiale pour gérer et planifier cette problématique. En effet, les cartes élaborées pourraient constituer un document de base pour tout aménagement proposé facilitant la gestion des risques d'inondations et d'érosion.

Les résultats de l'investigation entreprise dévoilent essentiellement que les collines de l'agglomération de M'Saken sont favorables au déclenchement de l'érosion hydrique au niveau des cours d'eau et dans la partie amont du sous bassin versant considéré, malgré la déficience de la topographie et l'existence d'un important patrimoine de conservation des eaux et du sol, constitué notamment par le système Meskat. En effet, les zones repérées à risques d'érosion moyenne et faible sont riches en roches tendres et meubles (sable et argile). Elles sont traversées par plusieurs entailles fluviales à fleur de sol. L'analyse de la situation a permis aussi d'identifier des zones à risques d'inondations apparaissant au niveau des étalements urbains sur les cours d'eau.

REFERENCES

- [1] A. Yahiaoui, B. Touaïbia, C. Bouvier et N. Dechemi, "Modélisation du régime de crue en Débit-Durée-Fréquence du bassin de l'oued Mekerra dans l'ouest Algérien", *Revue des Sciences de l'eau*, vol. 24, no 2, pp. 103-115, 2011.
- [2] P. Givone, "Détermination des risques d'inondation, effets de l'aménagement de l'espace", *Revue Géophysique externe, climat et environnement*, vol. 337, pp. 209-241, 2005.
- [3] B. Merz, A.H. Thielen et M. Gocht, "Flood risk mapping at the local scale: Concepts and Challenges", in : S. Begum et al. (eds), *Flood Risk Management in Europe*, Vol. 25, pp 231-251, 2007.
- [4] H. de Moel, J. van Alphen and J.C.J.H. Aerts, "Flood maps in Europe, methods, availability and use", *Review of Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 9, pp 289-301, 2009.
- [5] R. Lambert et C. Prunet, "L'approche géographique de l'inondation. L'exemple de la Garonne à l'aval de Toulouse". In : *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pénurie*, sous la direction de J.P. BRAVARD, Édité. SEDES, Paris, pp. 39-53, 2000.
- [6] B. Barroca, N. Pottier et E. Lefort, "Analyse et évaluation de la vulnérabilité aux inondations du bassin de l'orge aval", *Actes des rencontres de Théo Quant, Septième Rencontre*, 12 pages, 2005.
- [7] N. Dhaher, "Production du sol urbain et vulnérabilité aux inondations : l'exemple de la cité Sidi Hcine Essijoumi en Tunisie", *Revue Confins*, vol. 12, 12 pages, 2011.
- [8] J. C. Thouret et R. D'Ercole, "Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales". In : Thouret J.C., *Croissance urbaine et risques naturels dans les pays en développement*, *Cahiers des Sciences Humaines*, vol. 32, no. 2, pp. 407-422, 1996.
- [9] L. Bahlouli, "Crues et inondations en Algérie", *Actes de l'Atelier scientifique et technique sur « L'outil spatial au service du développement »*, pp. 17-25, 2009.
- [10] E. Reynard, M. Lasri, G. Werren, K. Obda, M. Amyay et A. Taous, "Carte des phénomènes d'inondation des bassins de Fès et Beni Mellal", *Rapport rédigé dans le cadre du projet « Gestion du risque d'inondation dans deux bassins versants marocains : Fès et Beni Mellal »*, 39 pages, 2011.
- [11] M. Hadjab, B. Khalfallah et A. Redjem, "L'urbanisation d'une ville oasienne « boussaâda » face aux risques d'inondations et d'ensablement", *Analele Asociației Profesionale a Geografilor Din România*, vol. 3, no 3, pp. 43-53, 2012.
- [12] H. Bendjoudi et P. Hubert, "Le coefficient de compacité de Gravelius : analyse critique d'un indice de forme des bassins versants", *Journal des Sciences Hydrologiques*, vol. 47, no. 6, pp 921-930, 2002.
- [13] P. Dubreuil et J. Guiscafré, "La planification du réseau hydrométrique minimal", *Cahiers de l'ORSTOM, Série Hydrologie*, vol. 8, no. 2, pp. 3-37, 1971.

- [14] P. Dubreuil, "Contribution à l'étude d'implantation des bassins représentatifs des régions hydrologiques homogènes", Publication de l'ORSTOM, symposium of Budapest, 11 pages, 1965.
- [15] R. Majdoub, A. Ben Salem, S. Khlifi et Y. M'Sadak, "Aménagement antiérosifs traditionnel (Meskat) : exploitation des eaux de ruissellement et amélioration des caractéristiques du sol", *Actes du Congrès Scientifique Euro Méditerranéen d'Ingénierie Algeciras*, Espagne, pp. 159-165, 2011.
- [16] S. Nasri, J-M. Lamachère et J. Albergel, "Impact des banquettes sur le ruissellement d'un petit bassin versant", *Revue des Sciences de l'eau*, vol. 17, no. 2, pp. 265-289, 2004.

Elaboration et caractérisation structurale des composés $\text{PbMn}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 0.4$)

[Elaboration and structural characterization of $\text{PbMn}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ compounds ($0 \leq x \leq 0.4$)]

Lamiae MRHARRAB¹, Yahya ABABOU¹, Salaheddine SAYOURI¹, Abdelhalim ELBASSET², and Hanane EZZARIKI¹

¹LPTA Département de Physique,
Université Sidi Mohammed Ben Abdellah,
Faculté des Sciences D-M, B.P.1796, Fès-Atlas, Maroc

²LSSC Département de Génie Electrique, FST, Route d'Immouzer, Fès, Maroc

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

ABSTRACT: $\text{Pb}(\text{Mn}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ (PMTx) samples have prepared using the conventional solid state reaction and their structures examined with X-ray diffraction (XRD) technique. The latter showed that these materials, heat treated at 800°C during 4h, crystallize in the pure tetragonal phase. These results were confirmed by infrared (IR) and Raman techniques. Moreover, Raman analysis showed that an increase of the dopant concentration (in Mn) gave rise to a displacement, a decrease of intensity and a disappearance of certain modes.

KEYWORDS: ceramics; $\text{Pb}(\text{Mn}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$; XRD; Raman; Tetragonal phase.

RESUME: Des échantillons $\text{Pb}(\text{Mn}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ (PMTx) ont été élaborés par la méthode voie solide conventionnelle. La diffraction des rayons X (DRX) montre que ces matériaux cristallisent dans la phase tétragonale, à une température de calcination de 800°C durant 4 heures, résultat confirmé par les caractérisations par spectroscopie infrarouge (IR) et Raman. En outre, les spectres Raman montrent l'effet de l'augmentation du taux de Mn par le déplacement, la décroissance d'intensité, voire la disparition de quelques modes.

MOTS-CLEFS: céramique, $\text{Pb}(\text{Mn}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$; DRX; IR; Raman; phase tétragonale.

1 INTRODUCTION

Le titanate de plomb PbTiO_3 (PT) cristallise dans une structure pérovskite. Il présente dans les conditions ambiantes de température et de pression des propriétés de piézoélectricité et de ferroélectricité. C'est un des composés modèles pour l'étude et la compréhension de ces propriétés, aussi a-t-il été l'objet de nombreuses études depuis sa synthèse dans les années 50. D'un point de vue pratique, il est parfois utilisé comme matériau fonctionnel pour ces mêmes propriétés, sous forme de céramique ou de couche mince.

Ce matériau présente une parfaite transition displacive. Et, à température ambiante, comparé aux autres composés similaires tels que BaTiO_3 , il présente une grande distorsion quadratique, et par conséquent possède une polarisation spontanée importante, qui le rend intéressant pour les études tant théoriques que pratiques.

En effet, ce dernier est un pérovskite quadratique avec un grand rapport de tétragonalité de 1,063, qui se traduit par une forte contrainte dans le réseau.

Il a été observé que les propriétés physiques et chimiques de ce composé peuvent être facilement adaptées par la substitution des ions de l'un des sites A ou B ou de ces deux sites à la fois, de la structure pérovskite ABO_3 .

A titre d'illustration, l'addition de lanthane donne lieu pour un taux de 21% [1] à une transition d'une phase de structure quadratique à celle cubique.

Alors que, à la fin des années 1950, les céramiques de type $Pb(Mg_{1/3}, Nb_{2/3})O_3$ (PMN) ont été découvertes et étudiées par Smolenski et coll [2]. L'addition du PT dans la structure du PMN augmente la température de Curie et le caractère ferroélectrique, et entraîne alors l'apparition de propriétés piézoélectriques [3]. Aussi, les propriétés du PMN-xPT peuvent être modifiées par addition ou incorporation de dopants dans la structure. Et, en fonction du nature du dopant, on peut observer un durcissement du matériau (céramiques dopées au manganèse) ou un adoucissement (céramiques dopées au fer) ([4],[5],[6],[7]) selon que le dopant conduise à la création de lacunes d'oxygène ou de plomb.

D'après les études effectuées par YE et coll. [8] sur les céramiques PMT-PT, un diagramme de phase de ce matériau a vu le jour et c'est le cas aussi pour NOHEDA et coll [9] qui s'intéressait au diagramme de phase de PZN-PT.

Dans ce travail de recherche, notre objectif est de déterminer l'influence de l'ajout de Mn sur les caractéristiques structurales de titanate de plomb, vu que ce dernier cristallise dans la phase tétragonale.

À notre connaissance, l'oxyde de manganèse de plomb cristallise dans la phase tétragonale, mais l'incorporation des atomes de Mn à la place de celle de Ti produit nécessairement des changements sur les caractéristiques structurales de ce produit.

En fait, il existe plusieurs procédés de préparation pour élaborer des matériaux céramique de type pérovskite, par exemple: la voie en phase solide, la co-précipitation, le procédé sol-gel, la méthode hydrothermale et le technique du docteur Blade. La méthode choisie dans la préparation de nos échantillons est très peu utilisé dans les études des matériaux céramiques de type pérovskite : c'est la méthode conventionnelle. C'est une méthode simple à mettre en œuvre et peu coûteuse.

En fait, nous sommes préoccupés par l'étude des propriétés structurales des échantillons PMTx (x varie de 0 à 40%). Les caractérisations physico-chimiques ont été effectuées à l'aide de la spectroscopie de DRX, spectroscopie infrarouge et la spectroscopie Raman.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les échantillons PT et PMTx ont été préparés par la voie solide conventionnelle. Les oxydes : PbO , TiO_2 , et MnO_2 utilisés ont des valeurs de pureté supérieure ou égale à 99.0 %. Les échantillons PMT ont été synthétisés selon la formule $Pb(Mn_xTi_{1-x})O_3$. Un excès de 10% de l'oxyde de plomb a été ajouté pour compenser son éventuelle volatilisation lors de l'étape de recuit. La température de calcination des poudres élaborées est de l'ordre de 800 °C, pendant une durée de quatre heures.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

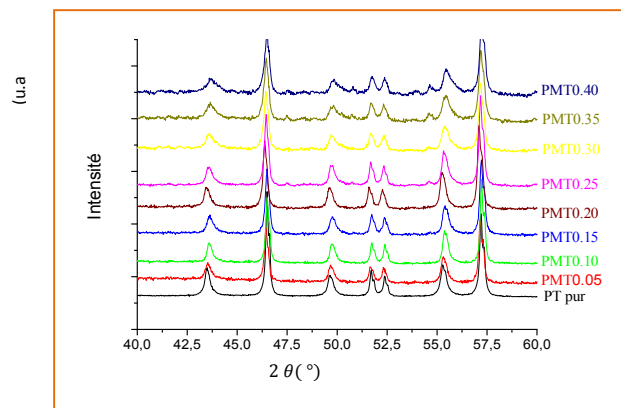


Fig. 1. Spectres de diffraction des rayons X des poudres PMT calcinées à 800°C durant 4 heures

A une température de calcination de l'ordre de 800 °C nous avons pu vérifier la cristallisation des poudres élaborées. Les pics de diffraction étroits montrent que les poudres sont de bonne qualité cristalline. Cette qualité est moindre pour les compositions supérieures à 30%, où les pics sont relativement plus élargis, et pour lesquels il y a apparition d'un pic à 54° qui devient de plus en plus prononcé, au fur et à mesure que la concentration du dopant augmente. Cependant, comme le montre la figure 1, la phase tétragonale est conservée, pour tous les échantillons PMTx.

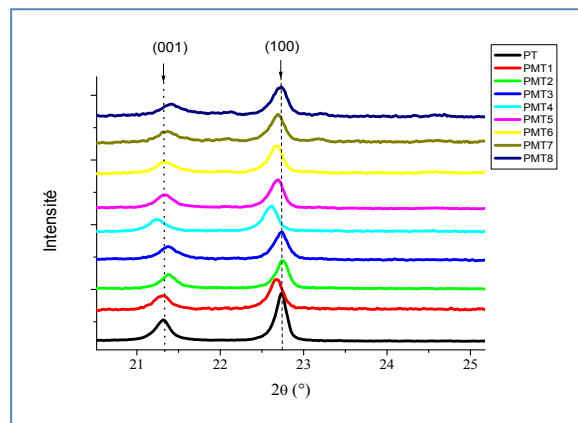


Fig. 2. Positions des pics (001) et (100) en fonction de la concentration en Mn

D'après la figure précédente, nous avons pu observer l'effet du dopage par le manganèse sur les pics (001)_T et (100)_T de la phase tétragonale obtenu par la poudre pure de PT. On remarque que, l'intensité du pic (001) décroît au fur et à mesure que le taux en Mn augmente. Sous effet de l'incorporation de ce dernier, les positions de ces deux pics changent en se déplaçant vers les petits angles. En ce qui concerne la largeur à mi-hauteur, les valeurs calculées sont de plus en plus élevées par augmentation de la concentration en Mn.

L'influence de l'incorporation ou l'addition du Mn a été aussi étudiée par le calcul des paramètres de maille. Ce calcul a été fait à l'aide du logiciel Celref sur les résultats de DRX. Les valeurs obtenues sont rassemblés dans le tableau 1.

Tableau 1. Paramètres de maille a et c des échantillons PMTx

Echantillon	c (Å)	a (Å)	c/a
PT	4.1600	3.8999	1.0666
PMT0.05	4.1500	3.8999	1.0641
PMT0.10	4.1500	3.8999	1.0641
PMT0.15	4.1500	3.8999	1.0641
PMT0.20	4.1619	3.9099	1.0644
PMT0.25	4.1619	3.8999	1.0671
PMT0.30	4.1500	3.8990	1.0643
PMT0.35	4.1500	3.8990	1.0643
PMT0.40	4.1450	3.8990	1.0630

On remarque la forte déformation de la matière de PT pur, c/a égal à 1,0666; cette forte distorsion peut affecter significativement les propriétés de ce dernier, en particulier la polarisation spontanée.

Nous remarquons aussi que les paramètres de maille sont très sensibles à la variation de la composition; la variation de ces paramètres est reliée à la distorsion de la structure tétragonale définie par le rapport c/a. Comme nous pouvons le constater, et pour un taux de 40%, la valeur de c/a a baissé jusqu'à 1,0630. En outre, l'échantillon PMT25 dispose de la plus grande valeur de la distorsion, c'est une valeur supérieure à celle de PT pur. Pour les valeurs de x supérieures à 0,25 la distorsion du réseau pérovskite subit une forte diminution. Et, dans l'intervalle 0,20 à 0,30, on observe une augmentation des valeurs du rapport c/a supérieures à 1.064.

Ceci peu être expliqués par la différence entre les rayons ioniques de Mn et Ti, et donc par l'effet des longueurs de liaisons covalentes que peu former le plomb avec le titane et le plomb avec le manganèse.

Dans la classification périodique : dans une famille (colonne), les longueurs de liaisons covalentes augmentent quand le numéro atomique Z augmente car le nombre de couches électroniques augmente, et dans une période (ligne), ils diminuent quand Z augmente car l'affinité électronique augmente. La longueur de la liaison Pb-Ti plus grande que celle de Pb-Mn, peu expliquer la diminution de c par incorporation de Mn.

On remarque aussi que, dans l'intervalle de 0 % à 15 %, c diminue légèrement. Or de 20% à 30 %, la valeur du paramètre de maille a diminue et c augmente alors que de 35% à 40%, c diminue légèrement.

En conclusion, l'incorporation de l'atome Mn en site B (Ti) est effective vu les changements opérés sur les valeurs des paramètres de maille a et c.

Le schéma suivant montre les résultats de la caractérisation structurale du matériau PMTx où x varie de 0 jusqu'à 0.40.

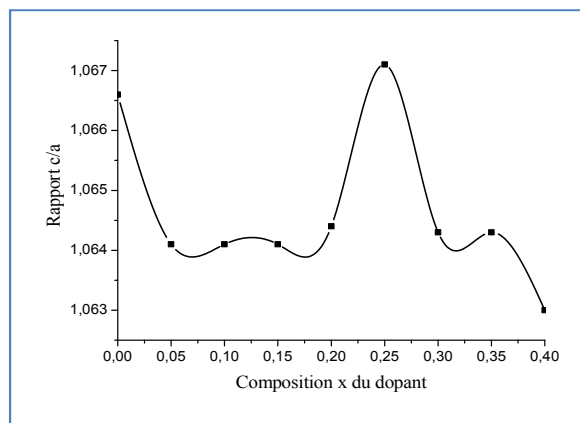


Fig. 3. Caractéristique structurale des poudres PMTx

Nous avons utilisé la relation de Scherrer pour avoir une idée sur les valeurs des tailles des cristallites des poudres fines élaborées, et sur l'effet de l'augmentation de la composition en Mn dans la matrice de PT. Les résultats que nous avons trouvés sont rassemblés dans le tableau 2. Comme nous pouvons l'observer, au fur et à mesure que le taux du manganèse augmente, la taille des cristallites décroît.

Tableau 2. Taille des cristallites des échantillons PMTx

Echantillon	Taille des grains (nm)
PT	37.31
PMT0.05	30.31
PMT0.10	28.55
PMT0.15	25.53
PMT0.20	22.04
PMT0.25	20.21
PMT0.30	9.33
PMT0.35	5.27
PMT0.40	4.76

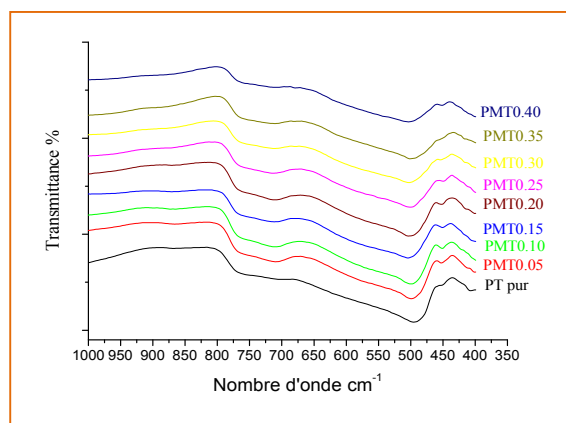


Fig. 4. Spectres infrarouges des échantillons PMT

Les allures des spectres IR des échantillons PMT sont très semblables et similaires à celle du PT pur, montrant une bande de vibration comprise entre 500 et 700 cm^{-1} , caractérisant la bande d'absorption de la structure pérovskite ([10],[11],[12],[13]) et confirmant la formation et la stabilisation de la structure pérovskite à 800 °C, résultat conforme à l'évolution des spectres de diffraction des rayons X.

La spectroscopie Raman, pour sa part, est une technique de caractérisation qui accompagne la spectroscopie IR. Elle donne des renseignements sur la structure des composés : nature et environnement des atomes, liaisons interatomiques, symétrie, structures cristallines [14],[15].

Dans le tableau 3, des fréquences de modes donnés par plusieurs auteurs [16] sont combinées.

Tableau 3. Les fréquences des phonons de la phase quadratique à $T = 23$ °C donné par:

R1: Frey et Silberman (1976)

R2 = Burns et Scott (1973)

R3 = tornberg et Perry (1970)

Phonons	Fréquences (cm^{-1})		
	R1	R2	R3
E(TO1)	88	89	119
A1(TO1)	147	127	162
E(LO1)	128	128	128
A1(LO1)	189	215	180
E(TO2)	270	220	272
A1(TO2)	359	364	355
E(LO2)	439	445	450
A1(LO2)	465	445	
E(TO3)	505	508	512
A1(TO3)	646	651	614
E(LO3)	723	717	687
A1(LO3)	796	797	790
E(TO4+LO4)+B1	289	290	294

La figure 4 montre l'évolution des spectres Raman des échantillons PT et PT dopé au manganèse, avec x variant de 0 jusqu'à 40%, en fonction du nombre d'onde (dans l'intervalle de 800 à 100 cm^{-1}). Dans le tableau 4, nous avons regroupé les différents modes de vibration et leurs fréquences en fonction de la composition.

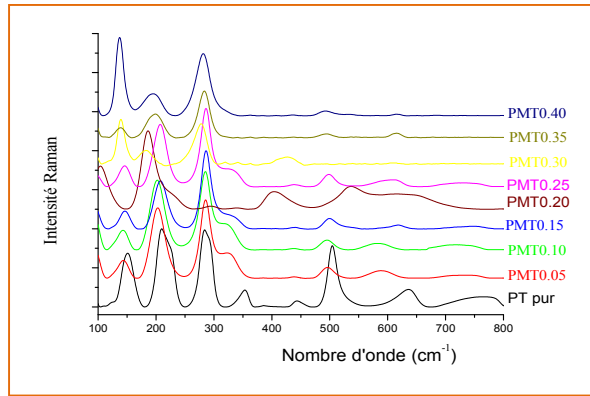


Fig. 5. Spectres Raman des échantillons PMT

Tableau 4. Positions des modes actifs pour les échantillons PT pur et dopé

Modes	PT	PMT1	PMT2	PMT3	PMT4	PMT5	PMT6	PMT7	PMT8
E(1TO)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
E(1LO)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
A1(1TO)	148.89	144.90	142.41	147.24	104.38	144.90	140.07	137.73	135.39
E(2TO)	209.22	204.42	201.94	206.67	185.26	206.76	182.92	199.60	197.26
B1+E	284.13	285.31	285.31	287.65	--	287.65	275.80	282.97	280.63
A1(2TO)	352.61	325.82	323.48	337.67	404.36	330.50	--	--	--
E(2LO)	446.16	--	--	--	--	--	--	--	--
E(3TO)	502.26	497.24	497.24	499.58	535.26	497.24	428.20	492.41	490.07
A1(3TO)	635.31	590.11	582.95	618.63	635.31	606.79	609.13	613.95	616.29
E(3LO)	757.85	732.86	723.35	747.20	--	730.52	--	--	--

Pour $x = 0$, il existe 10 modes phonons actifs : E(LO3), A1(TO3), E(TO3), E(LO2), A1(TO2), B1+E, E(TO2), A1(TO1), E(LO1) et E(TO1) caractéristiques de la phase quadratique de PbTiO_3 [17],[18].

Pour $x > 0$ nous pouvons remarquer que presque tous les modes de vibration du PT pur sont présents dans les spectres Raman des différentes compositions. Nous remarquons également que le dopage par le manganèse provoque l’élargissement de certaines bandes Raman, accompagné par une remarquable décroissance en intensité de tous les pics. Ces changements peuvent être attribués à la présence de défauts créés pour assurer la neutralité électrique de la maille.

Par ailleurs, quand la concentration de Mn augmente nous pouvons observer une disparition progressive des modes E(LO3) et E(LO2), accompagnée par une décroissance relative en intensité du mode E(TO2), et d’un élargissement de la bande associée au mode A1(TO2).

Les deux modes A1(TO1) et E(TO1) de fréquences vers 150 cm^{-1} et 80 cm^{-1} approximativement sont des modes mous. Lors de la transition de la phase tétragonale vers la phase cubique, les modes mous se déplacent vers les basses fréquences [19]. Cette propriété est clairement vérifiée avec nos échantillons lorsque le taux en Mn augmente de 0% à 25%. Le caractère mou du mode A1(TO1) est donc confirmé pour les poudres PMT($x < 20\%$). Nous remarquons aussi que l’intensité de ce dernier devient plus importante pour les concentrations 30 % et 40 %.

4 CONCLUSIONS

Même si la voie solide est une méthode qui n’est pas très prometteuse nous avons pu avoir des poudres de bonne qualités cristalline mais au déterminent de la valeur de la température de calcination en comparaison à d’autres méthodes d’élaboration.

La spectroscopie de DRX a montré la bonne cristallisation des échantillons élaborés. Ainsi que l’effet de l’augmentation du pourcentage de Mn sur la phase cristalline, la distorsion de la maille et la température de calcination.

La spectroscopie IR et la spectroscopie Raman confirment les résultats déjà cité auparavant. Nous avons pu montrer, dans le cas de PT dopé au Mn une baisse de la qualité structurale pour des taux de Mn supérieurs à 20 % ; une dégradation

d'autant plus importante que le taux augmente. C'est ainsi qu'un traitement thermique adéquat serait en mesure d'améliorer la qualité pour les taux élevés.

En revanche, les échantillons PMTx, dans l'intervalle de 0 jusqu'à 40%, gardent la structure tétragonale de l'échantillon pur.

REFERENCES

- [1] M.Kellati, « Elaboration par voie sol-gel et caractérisation des matériaux céramiques de type perovskite PbTiO_3 dopés au lanthane ($\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Ti}_{1-x/4}$) », thèse de doctorat, Faculté des sciences Dhar EL Mehraz Fès, 2002.
- [2] G.A. SMOLENSKII et A.I. AGRONOVSKAIA, "Dielectric polarization and losses of some complex compounds", Soviet Physics – Technical Physics, Vol.3, No.7, pp.1380-1382, 1958.
- [3] S.W. CHOI, T.R.SHROUT, S.J. JANG, and A.S. BHALLA, "Dielectric and pyroelectric properties in the $\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ - PbTiO_3 system", Ferroelectrics, Vol.100: pp. 29-38, 1989.
- [4] Y.H. CHEN and k. UCHINO," substituent effects in $0.65(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - 0.35PbTiO_3 piezoelectric ceramics", Journal of electro ceramics, Vol. 6:1: pp. 13-19, 2001.
- [5] Y.H. CHEN, S. HIROSE, D. VIEH LAND, S. TAKAHASHI, and K. UCHINO, "Mn-Modified $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - PbTiO_3 ceramics: improved mechanical quality factors for high power transducer applications", Japanese Journal of Applied Physics , Vol. 39,part1,Number 8: pp. 4843-4852, 2000.
- [6] J.H. PARK, J. PARK, J. G. PARK, B.K. KIM, and Y. KIM, "Piezoelectric properties in PMN-PT relaxor ferroelectrics with MnO_2 addition", Journal of the European Ceramic Society, Vol.21: pp. 1383-1386, 2001.
- [7] C.M. BECK, N.W. THOMAS, and I. THOMPSON, "Manganese- doping of lead magnesium niobium titanate: Chemical control of dielectric properties", Journal of the European Ceramic Society, Vol.18: pp. 1685-1693, 1998.
- [8] YE, Z.G., DONG, M., Morphotropic domain structures and phase transitions in relaxor-based piezo-/ferroelectric $(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - $x\text{PbTiO}_3$ single crystals. J. Appl. Phys. , 2000. Vol.87, n°5: pp. 2312-2317
- [9] B.NOHEDA, "Structure and high-piezoelectricity in lead oxide solid solution " Current Opinion in Solid State and Materials Science"" , Elsevier, Vol.6 : pp. 27-34 ,2002.
- [10] M.Ghasemifard, S.M.Hosseini, M.M.Bagheri-Mohagheghi, N.Shahtahmasbi, Structure comparaison of PMN-PT and PMN-PZT nanocrystal prepared by sol-combustion method at optimized temperatures, Physica E41 (2009)1701-1706.
- [11] Susana M.Olhero, Luis Garcia-Gancedo, Tim W.Button, Fernando J.Alves, José M.F.Ferreira," Innovative fabrication of PZT pillar anays by a colloidal approach", Journal of European ceramic Society, 32(2012)1067-1075
- [12] M.Doreir BENZEBEIRI, thèse à l'Université Mentouri de constantine, « synthèse, étude structural et caractérisation des céramiques PZT de type pérovskite $\text{Pb}_{1-x}\text{Ca}[(\text{Zr}_{0.53},\text{Ti}_{0.47})_{0.75}\text{Sb}_{0.25}]\text{O}_3$ », 2012
- [13] L. Mrharrab, Y. Ababou, S. Sayouri, E. Ech-chamikh, Structural and dielectric characterizations of $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ ceramics, International Review of Physics (I.RE.PHY.), Vol. 8, N. 2, p. 65, Avril 2014
- [14] W.H. Press, BP. Flannery, SA. Teukolsky "Numerical recipes"Cambridge University Press 1986.
- [15] R. Mouras, M. D. Fontana, P. Bourson et A. V. Postnikov , " Lattice site of Mg ion in LiNbO_3 crystal determined by Raman spectroscopy", Journal of Physics: Condensed Matter, (12):5053-5059, (2000).
- [16] Moulay el Hassaan IDRISSEI, thèse à l'Université de Metz, « spectre Raman et dynamique cristalline de la transition de phase cubique-quadratique dans PbTiO_3 », 10 janvier 1989.
- [17] G.Burns , B, A. SCOTT, Phys. Rev. B7 (1972) 3088.
- [18] K. Limame, A.Housni, A. El Ghazouali, B. Jaber, K. Bouayad and S. Sayouri, « Seconde Rencontre Thématique : Systèmes Dynamiques et Systèmes complexes », El Jadida, 21-22 Décembre Maroc (2006).
- [19] G. Burns and B. A. Scott, Phys. Rev. B7, 3088 (1973).

Financial Profitability of Aromatic Rice Production in Some Selected Areas of Bangladesh

Riffat Ara Zannat Tama¹, Ismat Ara Begum¹, Mohammad Jahangir Alam², and Shamina Islam³

¹Dept. of Agricultural Economics,
Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, Bangladesh

²Dept. of Agribusiness and Marketing,
Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, Bangladesh

³Deen International School and College,
Dhaka, Bangladesh

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

ABSTRACT: This study was undertaken to assess the financial profitability of aromatic rice production. A total of 45 farmers of some selected villages of Chirirbandar upazila of Dinajpur district were considered as sample for achieving these objectives. To collect data, a questionnaire was administered through face-to-face interviews of the sample farmers. Collected data were analyzed with descriptive statistics. The result of descriptive analysis revealed that the average family size of aromatic rice growers was 4.64 and 88.88 percent of total sample farmers were literate. Total costs for aromatic rice was estimated at Tk. 64446.51 per hectare and per hectare gross return of aromatic rice was Tk. 114243.71. Gross margin for aromatic rice was estimated at Tk. 59999.29 per hectare. Thus, the net return was estimated at Tk. 49797.20 for aromatic rice production. The undiscounted Benefit Cost Ratio on the basis of total cost was 1.77 implying that the aromatic rice production was highly profitable. Finally, some policy recommendations based on the findings of the study were suggested in the study.

KEYWORDS: Aromatic rice, Production, Profitability, Financial analysis.

1 BACKGROUND OF THE STUDY

Rice is the most important food crop of the developing world and the staple food of more than half of the world's population. More than 3.5 billion people depend on rice for more than 20% of their daily calories. Rice provides 19% of global human per capita energy and 13% of per capita protein in 2009 and Asia accounts for 90% of global rice consumption, and total rice demand there continues to rise. Although rice is consumed in the countries where it is produced, a growing demand in some areas is the international rice trade. In international rice trade, a relatively small number of exporting countries must interact with a large number of importing countries. In the first decade of the 2000s, the top five exporters had 81% of the world market (up from 69% in the 1960s) and since the 1980s, Thailand has consistently been the world's largest exporter of rice, followed by Vietnam and India. The volume of international rice trade has increased almost fourfold, from 7.5 million tonnes annually in the 1960s to an average of 28.5 million tonnes during 2000–2009 (ricepedia.org). In rice, aroma or scent is an inherent characteristic. In more scented rice varieties, it is apparent when the grains are smelled even when raw. Again in lesser scented varieties, only cooking releases the aroma. . Aromatic rice attracts premium prices because it is highly valued by consumers, who use it for special purposes like feasts and religious occasions, like Eid, Puja, wedding ceremony, and so on. Most of the aromatic rice varieties are grown in the Aman season, although quite a few are also grown in the Boro season. The average area devoted to aromatic rice production in the T. Aman season was 12.5%, with an average yield of 2.0 tons/ha and the resultant total production of 1.42 million metric tons (Islam *et al.* 1996). A comprehensive survey conducted by the DAE in all the districts revealed that total area devoted to aromatic rice production in Aman and Boro

seasons of 2003-04 was 118 thousand hectares, with a total production of 173 thousand metric tons of rice only (DAE, 2004). For the year 2002-03, total area and production of the rice varieties were 121 thousand hectares and 180 thousand metric tons respectively. Total area and production were 118 thousand hectares and 173 thousand metric tons respectively in 2003-04. In respect of production of aromatic rice, Dinajpur, Naogaon, Chittagong and Sherpur had 1st, 2nd, 3rd and 4th position respectively in 2002-03 (Talukder, 2004). The demand for coarse and medium rice is much higher in the country. During the seventies and eighties, most of the rice varieties developed in the country fell in the coarse/medium categories. During the nineties, Bangladesh Rice Research Institute (BRRI) developed quite a good number of fine and aromatic varieties which have high demand in both domestic and foreign markets. In near future, Bangladesh is likely to become a rice exporter if the country can maintain growth in rice production as it has been doing in the past several years. Bangladeshi fine quality and aromatic rice could find significant markets both at home and abroad. In Bangladesh, The very thought of rice exports evokes mixed feelings and sentiments. While so many prospects are in sight, achievement of the goal is associated with a number of production, marketing and trade related problems. Thus, it would be pertinent to examine the relevant issues for assessing the prospect of production of aromatic rice in Bangladesh.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 SELECTION OF THE VARIETIES

Almost all common varieties of aromatic rice such as Kataribhog, Kalijira, Chinigura, Badshabhog and Randhunipagol were included in the study because aromatic rice growers hardly consider the varieties and almost all farmers produce at least two or three varieties of aromatic rice.

2.2 SELECTION OF THE STUDY AREA

The areas were selected from Chirirbandar upazila of Dinajpur district. The study was conducted in the villages namely Borogram, Bosontopur, Indrapara, Krisnopur and Majhina.

2.3 SELECTION OF THE SAMPLES

In order to fairly spread the sample over the entire study population at first a list of 114 aromatic rice farmers were prepared, then categorized according to their farm size, that is marginal (land holdings 0.20 ha to 0.40 ha), small (land holdings 0.41 ha to 1.01 ha), medium and large farms (land holdings 1.02 ha to above ha). This category of farm size was similar with Kazal *et al.* (2013). Based on this criterion in the study area among total 114 farms 42, 56 and 16 were the marginal, small, medium and large farms, respectively. 45 aromatic rice farms were selected from 114 farms by using stratified sampling method, by the ratio of the observation, that's why 17, 22 and 6 were marginal, small, medium and large farms respectively according to land holdings.

2.4 PERIOD OF DATA COLLECTION

Data were collected by the researcher herself in the month of February to April 2014 covering the crop year 2013.

2.5 PREPARATION OF QUESTIONNAIRE

Before preparing the questionnaire a draft questionnaire was prepared. The draft questionnaire was pre-tested by interviewing some farmers who cultivated aromatic rice. Then it was rearranged and modified carefully to identify the laps and omissions and after that required correction was made.

2.6 COLLECTION OF DATA

Primary data were collected by direct interview with a set of interview schedules designed for the research. The researcher herself conducted the whole survey. Before initiating the actual interview, each respondent was given a brief description about the nature and purpose of the study and the researcher assured the confidentiality of the information. After that, questions were asked sequentially in simple terms and explained where it was felt necessary and the replies were recorded on the questionnaire. After completing each interview, the schedule was checked and verified to be sure that all answers to each item listed in it. If any data appeared to be inconsistent, the farmer was again asked. For easy comprehension of farmers, data were collected in local units which were converted into standard units later.

2.7 PROCESSING, TABULATION AND ANALYSIS OF DATA

Tabular technique was used to analyze the data.

2.7.1 TABULAR TECHNIQUE

Tabular technique is used to find out the crude association or variations between variables. By using arithmetic means and percentages, different costs, gross margins and net profit were calculated in a tabular form.

PROCEDURE OF COMPUTATION OF COST AND RETURNS

The cost items in production of aromatic rice were classified under the following heads:

Variable costs:

- a) Cost of human labor
- b) Cost of hiring power tiller
- c) Cost of seeds
- d) Cost of fertilizer
- e) Cost of irrigation
- f) Cost of insecticide
- g) Interest on operating capital

Fixed costs:

- a) Land use cost

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SOCIOECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE SAMPLE FARMERS

3.1.1 FAMILY SIZE, SEX AND AGE DISTRIBUTION OF SAMPLE FARMERS

The average size of family consisted of 4.64 of which 2.67 were male and 1.98 were female for all farmers. Thus, the average family size of the sample farms was higher than the national average of 4.53 (HIES, 2010). The family members of the respective farmers were classified into three groups i.e. (i) 0 to 14 years, (ii) 15 to 64 years and (iii) above 64 years (HIES, 2010). It was observed that 16.27, 77.03, 6.69 percent of the total members of the family of aromatic rice growers belonged to below 14 years, 15 to 64 years and above 64 years, respectively. Thus, the majority of family members in all the farm categories were in the working age group 15 to 64 years.

3.1.2 EDUCATIONAL STATUS

It was observed that 11.12 percent family members of aromatic rice growers were illiterate, 22.22 percent had primary education, 31.11 percent had secondary level, 26.67 percent had higher secondary level and 8.89 percent had graduation and above level of education. This data indicated that majority of the family members were in secondary level education. This literacy rate for the family members of aromatic rice growers was even higher than the national level, where the statistics of literacy is claimed to be 57.51 percent (HIES, 2010).

3.1.3 OCCUPATION STATUS OF THE AROMATIC RICE FARMERS

It was found that 75.55, 6.67, and 6.67 percent family members of aromatic rice farmers were engaged in agriculture, business and service, respectively as their main occupation. About 35.29 percent of aromatic rice growers were engaged in agriculture as their subsidiary occupation.

3.1.4 DISTRIBUTION OF FARMS OF AROMATIC RICE GROWERS ACCORDING TO SIZE FOR DIFFERENT CATEGORIES

Farm size is very important for optimal resource allocation. It is computed by adding the area rented and mortgaged/leased-in from others and deducting the area rented and mortgaged/leased-out to others. Therefore, farm size can be measured by using the following formula:

Land holding = Own land (homestead + pond + garden + farm area + cultivated land) + Rented/Leased/Mortgaged-in – Rented/Leased/Mortgaged-out (Nasrin, 2013).

In this study, the farmers were classified into four categories on the basis of farm size. Farmers having 0.20 to 0.40 hectare of land were included in the group of marginal farmers. Again having 0.41 to 1.01, 1.02 and above hectare of land is categorized as small, medium and large farmer, respectively. It was noticed that 37.78 percent of aromatic rice growers belonged to the category of marginal farmers, 48.89 percent were small farmers and remaining 13.33 percent were medium and large farmers. It also found that total farm size for marginal, small, medium and large were 0.28, 0.63 and 1.07, respectively.

3.1.5 AVERAGE FARM SIZE OF THE SAMPLE FARMERS

Average total land were 0.39, 0.79 and 1.34 hectare for marginal, small, medium and large farmers.

3.2 COSTS AND RETURNS OF AROMATIC RICE PRODUCTION

3.2.1 ESTIMATION OF VARIABLE COST

Variable costs are incurred because of the costs of using the variable inputs. These costs vary with the level of production.

3.2.1.1 COST OF HUMAN LABOR

Human labor is the most important and largely used input for any production process. It is required for different operations i.e. land preparation, sowing and transplanting, weeding, application of fertilizer, insecticide application, harvesting and carrying, threshing, cleaning, drying, storing etc. In producing aromatic rice all these operation were done by human labor and it was computed in terms of man days.

Table 3.2.1: Per hectare operation-wise human labor cost in aromatic rice

Operations	Total cost(Tk./ha)	% of total cost
Land preparation	2750.10	8.35
Sowing/Transplantation	10500.05	31.87
Weeding	7500.32	22.77
Applying fertilizer	1250.06	3.79
Applying irrigation water and insecticides	1950.02	5.92
Harvesting and others	8991.01	27.29
Total cost	32941.56	100.00

Source: Field survey, 2014.

3.2.1.2 COST OF POWER TILLER

Farm mechanization made tremendous progress and hundred percent farmers used power tiller for tillage operation in the study area. The power tiller owner supplies fuel as well as a driver for land preparation. Per hectare cost of power tiller for aromatic rice was Tk. 5321.41, which constituted 26.29 percent of the total material input cost.

3.2.1.3 COST OF SEED

Seed is the most important input for any crop production. Per hectare total cost of seed for aromatic rice were calculated Tk. 2576.74, which constituted 12.73, percent of the total material input cost.

3.2.1.4 COST OF FERTILIZER

Farmers had to spend Tk. 6723.70 per hectare for chemical fertilizer and manure. Cost of fertilizer covered 33.21 percent of the material input cost for aromatic rice. Urea, TSP, MP, DAP, Gypsum and manure covered 7.50, 9.00, 6.52, 4.26, 0.53, 5.41 percent of the material input cost respectively.

3.2.1.5 IRRIGATION COST

As aromatic rice were produced in Aman season mainly, irrigation was not so much necessary. But for some plots, rainfall was not sufficient. The total cost of irrigation was 4988.68 and it constituted 24.65 percent of the total material input cost of aromatic rice production.

3.2.1.6 COST OF INSECTICIDES

Farmers use different kinds of insecticide to keep their crop from the attack of pests and diseases. But aromatic rice growers used little insecticide. The cost of insecticides was calculated according to the amount of money which the farmers actually paid for aromatic rice production and it was Tk. 629.77 which constituted 3.11 percent of the total material input cost.

3.2.1.7 INTEREST ON OPERATING CAPITAL

Interest on operating capital includes variable costs in the production of aromatic rice which was calculated for a crop period of 4 months. Interest rate of 12 percent per annum was considered for calculation. It was calculated using the following formula:

$$\text{Interest on operating capital} = AI \times i \times t$$

Thus, interest on operating capital for aromatic rice was Tk. 1062.57

Table 3.2.2: Per hectare cost of material inputs for aromatic rice production

Item of cost	Total Cost	% of total cost
Seeds/Seedlings	2576.74	12.73
Power tiller	5321.41	26.29
Fertilizer		
Urea	1517.16	7.50
TSP	1821.14	9.00
MP	1319.92	6.52
DAP	863.25	4.26
Gypsum	107.89	0.53
Manure	1094.35	5.41
Total fertilizer cost	6723.70	33.21
Total irrigation cost	4988.68	24.65
Insecticides	629.77	3.11
Total	20240.31	100

Source: Field survey, 2014.

3.2.2 FIXED COST

Fixed costs are those costs which do not change in magnitude as the amount of output changes and are incurred even when production is not undertaken.

3.2.2.1 LAND USE COST

In the study area, most of the farmers had own land for producing aromatic rice.

Land use cost was a fixed cost for the producers. Average per hectare rental value of land was 10202.09.

3.2.3 GROSS COST

Gross cost was calculated by adding all costs incurred for variable inputs and fixed inputs for aromatic rice growers. The gross cost of aromatic rice growers was Tk. 64446.51.

3.2.4 GROSS MARGIN

Gross margin is the difference between total variable cost and total return. Gross margin of the enterprise was obtained by deducting total variable cost from total return i.e., $\text{Gross margin} = (\text{Gross return} - \text{Variable cost})$. Gross margin can be increased if the total returns increased. In the study area gross margin for aromatic rice was estimated at Tk. 59999.29 hectare (Table 6.4).

3.2.5 GROSS RETURN

Gross returns were calculated by multiplying the total amount of product and by-product with their respective farm gate prices. Per hectare average value of byproduct was estimated at Tk. 5044.51. Thus, the average per hectare gross return of aromatic rice was Tk.114243.71.

Table 3.2.3: Per hectare gross returns from aromatic rice

Crop name	Main product			Value of by product (Tk./ha)	Gross return (Tk./ha)
	Quantity (kg/ha)	Price (Tk./kg)	Value (Tk./ha)		
Aromatic rice	2729.98	40	109199.2	5044.51	114243.71

Source: Field survey, 2014.

3.2.6 NET RETURN

Net return is a useful tool to evaluate the enterprise profitability. It was calculated by deducting total cost from total return i.e., $\text{Net return} = \text{Total return} - \text{Total production cost}$. Per hectare, total costs for aromatic rice was Tk. 84850.69. Per hectare gross return of aromatic rice was Tk. 114243.71. Per hectare net return was estimated at Tk.49797.20.

3.2.7 BENEFIT COST RATIO (BCR)

Benefit cost ratio (BCR) was calculated by dividing gross return by gross cost. It is a measure to see the efficiency of resource use. Table 6.4 shows that BCR(undiscounted) was estimated 1.77 implying that TK. 1.77 would be earned by investing every Tk. 1.00 in aromatic rice production. This result is similar with Anik (2003) and Nasrin (2013).

Table 3.2.4: Per hectare production cost and returns of aromatic rice

Particulars	Value (Tk./ha)
A. Gross return	114243.71
Variable cost	
Human labor	32941.56
Power tiller	5321.41
Seed	2576.74
Irrigation	4988.68
Fertilizer	6723.71
Insecticides	629.76
Interest on operating capital	1062.57
B. Total variable cost	54244.42
C. Fixed cost	
Land use cost	10202.09
D. Gross cost(B+C)	64446.51
E. Gross margin(A-B)	59999.29
F. Net return(A-D)	49797.20
H. Benefit cost ratio (A/D) (undiscounted)	1.77

Source: Field survey, 2014.

4 CONCLUSION

Rice is the staple food of about 135 million people of Bangladesh and it provides nearly 48% of rural employment, about two-third of total calorie supply and about one-half of the total protein in-take of an average person in the country (www.knowledgebank-brrri.org). It was evident that aromatic rice is a profitable farming venture. The income potential is higher in aromatic rice cultivation, because such rice cultivation does not generally require additional expenditure on fertilizer, pesticides and irrigation and gross return from this cultivation is much higher as the product price is higher than any other rice varieties. It may be mentioned here that aromatic rice is closely related to social and cultural heritage of Bangles and it consumes during different festivals, special events such weddings, entertaining guests, Eid, Puja etc.

4.1 POLICY RECOMMENDATIONS BASED ON RESEARCH FINDINGS

Aromatic rice has more potentiality of profit in domestic market as well as in the international market. From the results of the present study, it could be noticed that production of aromatic rice was profitable for farmers. The study, therefore, suggests taking adequate measures by the policy makers to expand the production of aromatic rice. On the basis of the present study, the following recommendations may be advanced for improving production of aromatic rice:

- The policy makers need to maintain the price of fertilizer, seeds and other inputs within the reach of the farmer.
- Various government and non-government research institutions should strengthen their human resources for rice research and to address the issues of low yield, seed production, lodging of plants, loss of aroma of aromatic rice;
- The policy makers need to stabilize the price of aromatic rice to support the aromatic rice growers;
- Government may provide short term training programs for better management practices of aromatic rice production.

REFERENCES

- [1] Anik A.R., "Economic and Financial Profitability of Aromatic and Fine Rice Production in Bangladesh", MS Thesis, Department of Agricultural Economics, Bangladesh Agricultural University, Mymensing, Bangladesh, 2003.
- [2] DAE: Compiled Data from the Department of Agricultural Extension, Khamarbari, Farm Gate, Dhaka, 2004.
- [3] HIES: Report on household Income and Expenditure Survey, Bureau of Statistics Division, ministry of Planning, Government of Peoples Republic of Bangladesh, Dhaka, 2010.
- [4] <http://ricepedia.org/rice-as-commodity/international-rice-market-trade> (November 21, 2014)
- [5] <http://www.knowledgebank-brrri.org/riceinban.php> (November 21, 2014)
- [6] Islam M. R., B. A. A. Mustafi and M. Hossain "Socioeconomic Aspects of Fine Rice Cultivation in Bangladesh", IRRI-RRRI Collaborative Research Report, AED, BRRI, Bangladesh, 1996.
- [7] Kazal M. M. H, S. Rahman, M. J. Alam and S. T. Hossain "Financial and Economic Profitability of Selected Agricultural Crops in Bangladesh", National Food Policy Capacity Strengthening Programme (NFPCSP), 2013.
- [8] Nasrin J. "Financial Profitability of Aromatic Rice Production and Its Impacts on Farmers' Livelihood in Selected Areas of Tangail District", MS Thesis, Department of Agricultural Economics, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, Bangladesh, 2013.
- [9] Talukder R.K., A. H. Sarker and A. Aziz "Potential of Exporting Aromatic and Fine Quality Rice from Bangladesh", Final report, Bangladesh Rice Foundation, 2004.

Un Entorno Virtual de Aprendizaje para Algebra Elemental Basado en Juegos y los Principios de la Teoría Cognitiva

[A Virtual Learning Environment for Elementary Algebra Based on Games and the Principles of Cognitive Theory]

Huerta Luis, Santiago Pablo, Ruiz Juan, Cabrera Nubia, Oscar de la Rosa, and Benítez Felipe

Department of Informatics, University of Istmo,
Ciudad Ixtepec, Oaxaca, México

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

ABSTRACT: The teaching-learning processes for algebra are crucial, because they promote the cognitive bases for the study of other knowledge areas like engineering's; however, its topics are one of the most complicated to understand for many students. In the last years, the virtual learning environments have been taking importance to support the teaching-learning process in general way. In this work the development of a based games virtual learning environment, containing elementals topics of algebra and designed for first semester students on bachelor level, is described. The learning tool has been built with three main modules: 1) Learning, containing audiovisual lessons based on sensorial stimulus, designed with the cognitive theory principles; 2) Reinforcement, where the understanding of the lessons is practiced using an approach based on games and student centered; 3) Evaluation, where the level of learned and practiced topics of the lessons is evaluated. The three modules development of the learning virtual environment are detailed, so as the auxiliary modules for the management of the information of professors and students, queries and reports.

KEYWORDS: Educational, Cognitive, Games, Learning, Multimedia.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las TICS contribuyen significativamente al desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje. La UNESCO, afirma: "Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión dirección y administración más eficientes del sistema educativo" (UNESCO, 2015). Indudablemente, las TICS han logrado convertirse en un gran soporte tanto para profesores como estudiantes, que desde hace algunos años, se han venido integrando con la pedagogía a nivel mundial (Jung, 2005). Asimismo, las TICS han propiciado que los estudiantes adquieran nuevas habilidades y competencias como: mayor colaboración, trabajo en equipo y administración de proyectos; cerrando la brecha hacia los requerimientos de los empleos del mercado (Adel Ben Youssef, 2008).

Dentro de las TICS se encuentran los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), aunque no existe una definición definitiva, el autor Wilson B. los definió como sistemas basados en computadoras que permiten comunicar y compartir la información con participantes e instructores, dando acceso a una gran variedad de recursos (Wilson, 1996).

Estudios del impacto de los EVA sobre los estudiantes se han realizado en (John Gardner, 2005), donde todos los profesores coincidieron que los VLE ofrecen facilidades a sus pupilos que significativamente mejoran la educación. Es tal la importancia de los EVA y su aporte a la educación, que países desarrollados como UK y China, consideraron en sus políticas

educativas como alta prioridad, la integración de las TICS para el desarrollo y distribución de los EVA, así como se planeó como prioridad en los objetivos educativos de Europa para el 2010 (Malcolm Padmore, 2006).

En el sistema educativo mexicano, existen debilidades educativas, principalmente en el área de matemáticas, así lo muestra la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Educativos (ENLACE, 2014) del 2014, donde el rendimiento insuficiente o elemental es de un 60.7%, y para bueno y excelente de un 39.3%, en el último grado del nivel medio superior. La aplicación de los EVA puede ayudar a reforzar la educación en general, sin embargo, las matemáticas son una de las áreas que requieren especial atención por los resultados antes citados. La aplicación de los EVA es viable, puesto que los estudiantes y profesores se encuentran en acercamiento continuo a las tecnologías de información mediante dispositivos móviles y la existencia del fomento gubernamental para el equipamiento informático en escuelas.

En este trabajo se propone el desarrollo de un EVA, el cuál emplea un enfoque de aprendizaje basado en juegos, con temas de álgebra elemental. El EVA contiene herramientas para la administración de información de estudiantes y de profesores, así como un conjunto de bloques integrado por video-tutoriales, video-juegos y autoevaluaciones.

2 EL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS

Los juegos son una alternativa a los métodos tradicionales de enseñanza, puesto que incluye al estudiante en la dinámica del aprendizaje con emociones positivas, es decir, despierta su interés de manera recreativa. El aprendizaje basado en juegos fomenta el pensamiento creativo y pensamiento divergente, además de ser excelentes para romper el hielo en clases (Fuszard, 2001); por otro lado, en este mismo estudio se afirma que los juegos tienen un rol importante en la construcción de la auto-confianza del estudiante, además de reducir la brecha entre los estudiantes que aprenden lentamente de los que aprenden rápidamente.

Los juegos tienen flexibilidad para ser adaptados a los EVA, donde el número de modelos disponibles es extenso, invitando al estudiante a aprender de una manera divertida y relajada (Boyle, 2015), además que los juegos basados en computadoras desarrollan otras habilidades del estudiante como: mejora en los reflejos, en la coordinación de ojos-manos e incremento en la autoestima (Lawrence, 1986; Griffiths, 1997) y algunas otras que se citarán más adelante.

El EVA propuesto adopta el enfoque de enseñanza basada en juegos, explicándose las herramientas desarrolladas en la siguiente sección.

3 ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE

Los entornos virtuales de aprendizaje son sistemas que utilizan las TIC para proveer herramientas, modelos y servicios que apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje, en donde interactúan aprendices y educadores. Los EVA permiten su acceso y distribución mediante navegadores web; debe contar con una interfaz gráfica intuitiva para el acceso a sus módulos para gestionar cursos, material digital, información académica, seguimiento de estudiantes, entre otras; eliminan la barrera de la distancia, puesto que se pueden acceder desde cualquier sitio con conexión a internet; permiten la libre repetición de alguna lección o sesión de entrenamiento. Los detalles del EVA propuesto se darán en la sección 5.

4 HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DE ALGEBRA

En esta sección, se describen las herramientas desarrolladas para la enseñanza de álgebra. El contenido temático es del nivel medio superior de los Colegios de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Oaxaca (CECYTEO), México. Las herramientas se dividen en los módulos de Aprendizaje, Reforzamiento y Evaluación:

- **Aprendizaje:** Orientadas a explicar los temas de álgebra. En la dinámica de las explicaciones, se toman en cuenta los canales sensoriales textual, visual y auditivo, basado en el esquema del proceso del pensamiento (Moreno&Valdez, 2005). Por otro lado (Walther, 1996) menciona que los medios robustos, tales como videoconferencias son mejores para tareas complejas o “equivocas”; las matemáticas son consideradas como actividades complejas o equivocas. En base a estos hechos, los módulos de aprendizaje desarrollados en el software propuesto, se incluyen elementos textuales, auditivos y animaciones para explicar los temas, usando un lenguaje familiar para el estudiante y abordando situaciones de la vida cotidiana. Sin embargo, integrar estos elementos en las lecciones multimedia no es suficiente, en (Mayer, 2005; Mayer&Moreno, 2003; Chan&Black, 2006; Ginns, 2005) mencionan que para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, es necesario seguir los principios de la teoría cognitiva para el aprendizaje en multimedia; en (Mayer&Clark, 2011) se detallan también estos principios que han sido considerados en el desarrollo de los módulos de aprendizaje de este trabajo.

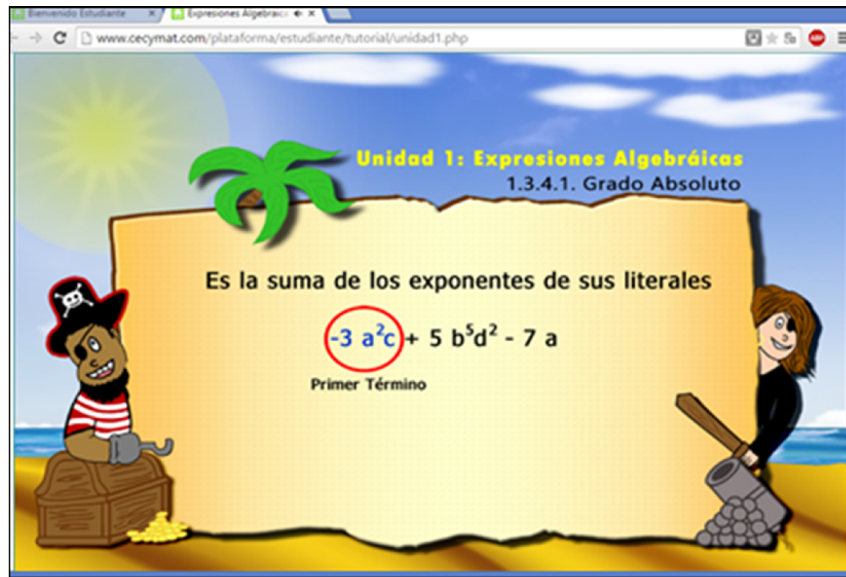


Fig. 1. Interfaz de lección "Grado Absoluto de Expresiones Algebraicas".

En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de la interfaz de las lecciones contenidas en el entorno virtual de aprendizaje. En ella se explican las lecciones mediante animaciones narradas, empleando un lenguaje familiar al estudiante para motivarlo y facilitarle el aprendizaje. Algunas de las características del módulo de lecciones que siguen los principios de la teoría cognitiva son las siguientes:

- Principio de la Redundancia: Este principio expone que: "Los estudiantes aprenden mejor con animación y narraciones, siendo redundante la presentación de material textual relacionada a la narración". Por este motivo, las lecciones desarrolladas contienen narraciones de una forma complementaria, más no igual al contenido textual presentado. Es importante no presentar "exactamente" la misma información en diversas modalidades para evitar la redundancia y saturación de los medios sensoriales del aprendiz. Las lecciones presentan información en modalidad textual, visual y auditiva siguiendo estos principios.
- Principio de Contigüidad: Este principio expone que: "los estudiantes aprenden mejor cuando correspondientes palabras e imágenes son presentadas simultáneamente en lugar de sucesivamente". En el desarrollo de las lecciones, se contempla explicar el tema, concepto o ejercicio plasmando los elementos necesarios en una misma pantalla temporal, descartando la presentación de elementos de la explicación de manera sucesiva. Además, este principio recomienda alinear la información textual o etiquetas sobre los elementos que intervienen en la explicación. En las lecciones de álgebra, se resaltan y se señalan textualmente los elementos bajo estudio. Por ejemplo el nombre de los exponentes, los coeficientes, términos, operadores, signos, entre otros elementos, son resaltados o señalados textualmente para que el estudiante los identifique sin ningún inconveniente. En la Fig. 1, se observa como la información textual para identificar al *primer término* es alineada, además se remarca este elemento en la animación mediante un círculo y se explica en la narración cuál es el grado absoluto del mismo.
- Principio de la Coherencia: Principio que establece que: "Los estudiantes aprenden mejor cuando palabras, imágenes y sonidos extraños o desconocidos para ellos son excluidos". En la implementación de lecciones se ha utilizado un lenguaje al nivel del estudiante, las lecciones son relacionadas con objetos y términos que los estudiantes conocen, además, debe evitarse la saturación de elementos que no intervienen en la explicación que pueden provocar distracción. En este caso, aunque se parecería omitir este principio, los personajes y el paisaje que aparecen en la Fig. 1, tienen como única función de estimular las emociones positivas, que benefician el aprendizaje (Isen&Reeve, 2005, Plass J.L. e. a., 2013), además de encontrarse dentro del contexto de juego del EVA, donde se creó una historia para el estudiante, que consiste en aventurarse en islas de aprendizaje y recorrerlas para lograr el objetivo final, que es graduarse en el aprendizaje de álgebra.
- Principio de la Personalización: El contenido narrativo debe dar la sensación de ser emitida por un par, esto es, por un individuo similar al estudiante. Por esto las narraciones en las lecciones de álgebra contienen características similares a la voz de un adolescente, con un estilo conversacional en lugar de usar el estilo formal. En cuanto a los personajes contenidos tanto en lecciones como en los juegos no deben ser de profesores o personajes formales, por lo tanto, se hace uso de los personajes de la historia empleada en el EVA.

Adicionalmente, se consideraron aspectos de color de acuerdo a (Plass J.L., 2013). En este estudio se concluye que los colores cálidos como el amarillo o el naranja inducen a positivas emociones en lugar de usar colores neutrales. En los diseños realizados en las lecciones y los juegos, se buscan despertar emociones positivas que motiven al estudiante a usar las herramientas desarrolladas para aprender de una manera fuera de lo tradicional.

Posterior al estudio de las lecciones de cada bloque de temas algebraicos, mediante video-tutoriales, se procede a una etapa de repaso del bloque llamada reforzamiento.

- **Reforzamiento:** Integrado por un conjunto de videojuegos, que tienen como fin exponer retos o ejercicios de los temas abordados en el módulo de aprendizaje. Estos videojuegos se encuentran organizados en 4 bloques, donde cada bloque contiene más de un tema de álgebra. Cada bloque representa un nivel, exigiendo cumplir satisfactoriamente con los retos relacionados con los temas de cada bloque, si un nivel no es superado no podrá continuar con el siguiente. El objetivo de este módulo es entrenar o practicar con los temas de manera recreativa y despertar el interés del estudiante.

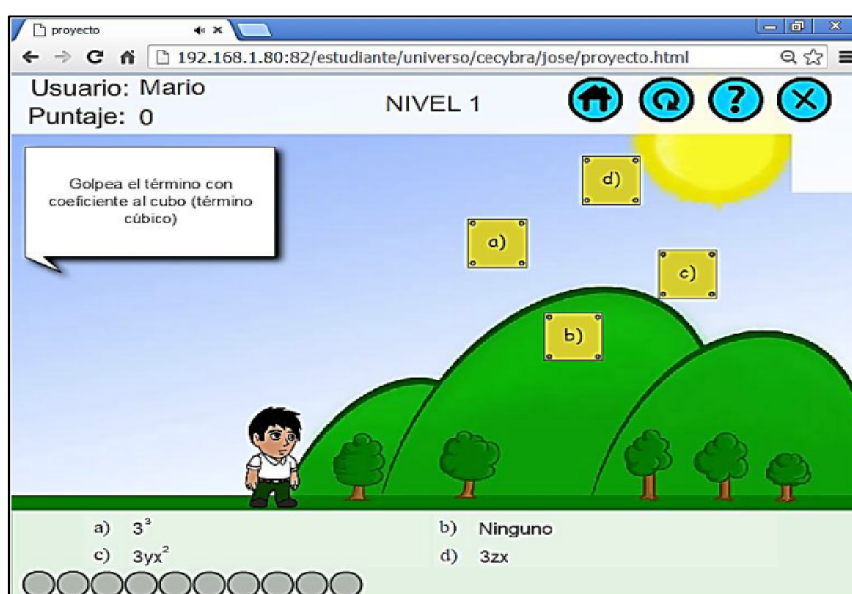


Fig. 2. Ejemplo de interfaz de reforzamiento o videojuego.

- **Autoevaluación:** Consiste en una prueba de conocimientos por cada bloque, donde se expone un problema de álgebra con un conjunto de posibles respuestas para ser seleccionadas. Las pruebas deberán ser aprobadas para continuar con el siguiente nivel o con la siguiente isla de aprendizaje. El objetivo de éste módulo es medir el nivel de aprendizaje en cada bloque.

Información generada por el estudiante como: puntaje, tiempo dedicado, nivel de avance, entre otras, serán almacenada en la base de datos para ser revisada por el profesor del estudiante. Con esta información podrá ver su rendimiento y el tiempo invertido en las lecciones del EVA. Esta información servirá para tomar medidas correctivas por parte del instructor, o para detectar los temas en los cuales los estudiantes presentan mayor dificultad. Los módulos de adquisición de esta información se describen en los llamados *módulos de reportes*.

5 MODULOS ADICIONALES DEL ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE

En esta sección, se describe el EVA que aloja las herramientas o módulos para el aprendizaje de álgebra, así como algunos módulos auxiliares para administrar información de profesores y principalmente de estudiantes. Los módulos que integran el EVA son los siguientes:

1. El Módulo de Contenido: permite gestionar el contenido educativo.
2. El Módulo de Grupos de Estudio: se centra en gestionar los grupos de estudio.
3. El Modulo del Estudiante: gestiona la información de todos los estudiantes, donde ellos pueden consultar o registrar su información

4. El Modulo del Administrador: permite controlar el acceso de los profesores y otros usuarios al sistema.
5. El Módulo de Configuración: Se encarga de la recopilación de información y las configuraciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema en cada uno de los 39 planteles del CECYTE.
6. Módulo de Informe y Estadísticas: muestra el aprovechamiento o notas obtenidas por el estudiante en cada bloque temático, dentro de la plataforma educativa.

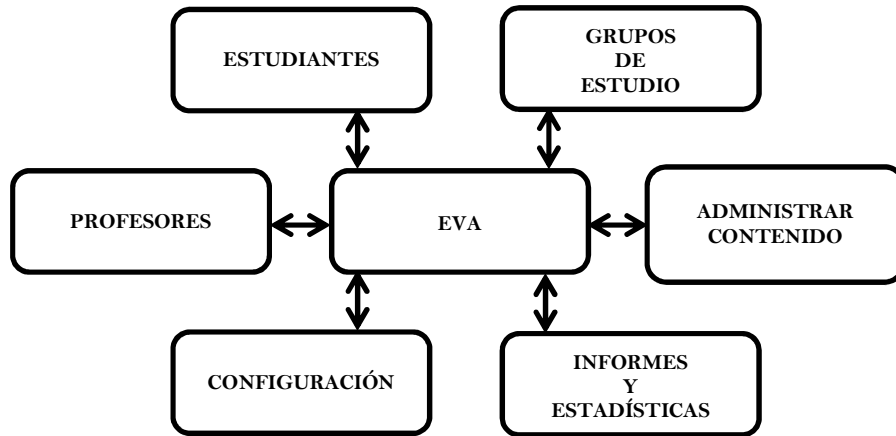


Fig. 3. Módulos del EVA

5.1 MÓDULO DEL ESTUDIANTE

Esta sección cuenta con funcionalidades diseñadas para que el estudiante registre y consulte su información, en la Fig. 4 se ve la interfaz gráfica del acceso y opciones presentadas al estudiante.

- **Universo Matemático:** Este módulo está diseñado para contener todas las herramientas educativas: videotutoriales, videojuegos de reforzamiento y autoevaluaciones.
- **Módulo de Estadísticas:** Toda la información generada por el uso de las herramientas de aprendizaje es almacenada en la base de datos, este módulo permite al estudiante consultar esta información. También se anexó la función de poder generar informes generales y específicos.



Fig. 4. Servicios para el estudiante del EVA

Dentro del módulo de estadísticas es posible consultar información de las actividades de estudio del estudiante, ya sea el tiempo invertido a una lección o tutorial, el puntaje obtenido en las actividades de reforzamiento o en las autoevaluaciones. A este conjunto de actividades de estudio les denominamos *partidas*. En la Fig. 5, se observa una consulta de partidas de un estudiante.

ID	Tipo	Nombre	Registro	Duración	Nivel	Preguntas	
						Buenas	Malas
1	Tutorial	Operaciones Fundamentales	2014-05-05 15:00:00	50 Min.	0	0	0
2	Juego	Hermanos Jose	2014-05-05 15:00:00	50 Min.	3	10	5
3	Examen	Expresiones Algebraicas	2014-05-05 15:00:00	50 Min.	0	7	3

Fig. 5. Consulta de Partidas dentro del módulo estadística

Para consultar el detalle de una partida registrada, el estudiante debe pulsar sobre una de las partidas y de inmediato se desplegará la información de la partida con más detalle, ver Fig. 6.

Resultados Del Jugador

Nombre: Jose Pablo Santiago Cabrera

Nivel Alcanzado: Nivel 0

Duración de Partida: 50 Min.

Respuestas Correctas: 7 Correctas.

Respuestas Incorrectas: 3 Incorrectas.

Numero de Repeticiones: 3 Repeticiones.

Datos De La Partida

Tipo: Examen

Nombre: Expresiones Algebraicas

Objetivo(s): Evaluar Expresiones Algebraicas

Numero Preguntas: 15 Preguntas.

Criterio De Evaluación: Preguntas Correctas

4.7

Calificación

Imprimir

Fig. 6. Consulta del detalle de partida

6 DISTRIBUCIÓN

El EVA propuesto no solo busca solucionar el problema de gestión de información, si no también contempla una solución para su distribución, en la cual se propone tres niveles de implantación para el usuario final.

- Nivel 3 (En la nube): El EVA se aloja en un servidor web de la Universidad del Istmo Campus Ixtepec, lugar donde se desarrolló y donde se concentra la información de todos los planteles CECYTEO para su estudio. Su acceso será mediante una url.
- Nivel 2 (Intranet): Esta modalidad ocupa de una computadora en un centro de cómputo que funcionará como servidor local. El EVA funcionará en una red de área local. Recomendable cuando no se pueda acceder al servidor web principal por problemas de conectividad a internet.

- Nivel 1 (Equipo): Esta opción instala la aplicación en un equipo de cómputo. Aunque no podrá interactuar con otros estudiantes a través del EVA, esta opción ideal para que el estudiante instale parte de las aplicaciones en su computadora personal y pueda hacer uso de sus funcionalidades sin necesidad de estar en una red.

Mediante estos niveles, se flexibiliza el uso de las aplicaciones de las funcionalidades del EVA de acuerdo a las necesidades específicas del usuario. El nivel 3 permitirá concentrar y analizar la información de todos los planteles para conocer el impacto del EVA en los estudiantes.

7 ACCESIBILIDAD MÓVIL AL ENTORNO VIRTUAL EDUCATIVO

Con la diversificación de dispositivos, los estudiantes usualmente cuentan con móviles (teléfonos inteligentes y tabletas) debido a su bajo costo o portabilidad en relación a una laptop o computadora de escritorio. El EVA ha sido diseñado para dar al estudiante la ventaja de ser accedida desde una gran variedad de dispositivos, además de contar con 3 niveles de instalación de la aplicación, dando flexibilidad en su distribución.

Tabla 1. Pruebas de accesibilidad y compatibilidad con dispositivos móviles

DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN
	<p align="center"><u>Celular LG Pro Lite</u></p> <p>Modo de acceso: Explorador Google Chrome</p> <p>Tipo de Acceso: Red Inalámbrica</p> <p>Servicio: Perfil del Estudiante</p>
	<p align="center"><u>Dispositivo Móvil Para Internet con Pantalla Táctil. Marca COBY</u></p> <p>Modo de acceso: Explorador Dolphin Browser</p> <p>Tipo de Acceso: Red Inalámbrica</p> <p>Servicio: Juego de reforzamiento “Hermanos José”</p>
	<p align="center"><u>IPAD Generación I</u></p> <p>Modo de acceso: Explorador Safari</p> <p>Tipo de Acceso: Red Inalámbrica</p> <p>Servicio: Consulta de Partidas</p>

El acceso al EVA, usando dispositivo móvil, incluye los niveles 2 y 3, que hacen uso de una intranet e internet respectivamente. El correcto funcionamiento de las herramientas de aprendizaje instaladas localmente (nivel 1 de distribución) para dispositivos móviles, dependerá en gran medida de la capacidad de hardware que éstos tengan.

8 CONCLUSIONES

El EVA se desarrolló para reforzar el aprendizaje de algebra elemental a nivel bachillerato. El aprendizaje se encuentra organizado en tres actividades importantes de manera secuencial: Repaso de lecciones en video-tutoriales, reforzamiento de conocimientos con aprendizaje basado en juegos y autoevaluación de los conocimientos. Las aplicaciones para el aprendizaje de algebra desarrolladas siguen los principios de la teoría cognitiva para el aprendizaje multimedia, puesto que estos principios sirven de guía para integrar adecuadamente los elementos multimedia y mejorar el aprendizaje. El enfoque de aprendizaje basado en juegos ofrece ventajas como la motivación y recreación durante el aprendizaje, estas ventajas son integradas en la etapa de reforzamiento del EVA propuesto. El EVA ofrece ventajas de distribución y compatibilidad con dispositivos móviles para incrementar la difusión entre estudiantes. Los servicios de consultas e informes para supervisar el rendimiento de estudio por parte del mismo estudiante y profesores, permiten detectar deficiencias en el aprendizaje y retroalimentar las dinámicas de enseñanza dentro y fuera del aula de clases.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto se desarrolló con el apoyo y financiamiento del Programa para el Mejoramiento del Profesorado No. PROMEP/103.5/13/7354 así como al Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Oaxaca (CECYTEO).

REFERENCIAS

- [1] Adel Ben Youssef, M. D. (2008). The Impact of ICT on Student Performance in Higher Education: Direct Effects, Indirect Effects and Organisational Change. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Fundació Universitat Oberta de Catalunya*, 5 (1) 45-56.
- [2] Boyle, S. (03 de 04 de 2015). *University College Dublin*. Obtenido de <http://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLT0044.pdf.pdf>
- [3] Chan&Black. (2006). Learning Newtonian mechanics with an animation game: The role of presentation format on mental model acquisition. . *American Education Research Association Annual*.
- [4] ENLACE. (24 de 03 de 2014). *Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares*. Obtenido de http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2014/historico/ENLACE_Media_2014_nacionales_e_historicos_Mod.pdf
- [5] Fuszard, B. (2001). *Fuszard's innovative teaching strategies in nursing*. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers.
- [6] Ginns. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*. *Learning and Instruction*, Vol. 15 pp. 313-331.
- [7] Griffiths, M. (1997). Video games and clinical practice: issues, uses and treatments. *British Journal of Clinical Psychology*, 36. pp. 639-641.
- [8] Isen&Reeve. (2005). The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation: facilitating enjoyment of play, responsible work behavior and self-control. *Motivation and Emotion*, 29(4) 297-325. <http://dx.doi.org/10.1007/s11031-006-9019-8>.
- [9] John Gardner, M. M. (2005). *Evaluating The Potential for Virtual Learning*. Belfast, UK.: Northern Ireland. Statistics and Research Agency.
- [10] Jung, I. (2005). ICT-Pedagogy Integration in Teacher Training: Application Cases. *Educational Technology & , (8) 2*, 94-101.
- [11] Lawrence, G. (1986). Using computers for the treatment of psychological problems. *Computer in Human Behavior*, 2. pp. 43-62.
- [12] Malcolm Padmore, L. H. (2006). Reviewing the Potential of Virtual Learning Environments in Schools. *Lecture Notes in Computer Science. Springer Verlag Heidelberg. Volume 3942*, 203-212.
- [13] Mayer. (2005). *Multi-Media Learning*. Cambridge: University Press.
- [14] Mayer&Clark. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. San Francisco CA, US: John Wiley & Sons.
- [15] Mayer&Moreno. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. In *Web-Based Learning: What Do We Know? Where Do We Go?* Greenwich, CT: Information Age Publishing.

- [16] Moreno&Valdez. (2005). Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environments: The role of student interactivity and feedback. *Educational Technology Research and Development*, 53 (3), 35-45.
- [17] Plass J.L., e. a. (2013). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on effect and learning. *Learning and Instruction*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.2006>.
- [18] Plass J.L., e. a. (2013). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on effect on learning. *Learning and Instruction*. Elsevier, 1-13.
- [19] UNESCO. (15 de 01 de 2015). *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación*. Obtenido de Las TIC en la Educación: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>
- [20] Walther, J. (1996). Computer-Mediated Communication: Impersonal, Interpersonal and . *Communication Research*,, 20(1), 3-43.
- [21] Wilson, B. (1996). *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design*. Englewood Cliffs, NJ.: Educational Technology Publications.

Improving Mothers' Knowledge and Child Calorie Intake through Modified Growth Chart in Deli Serdang Distric, Indonesia

T. S. Haripin¹, S. Albiner², L. Zulhaidah², and A. Evawany²

¹Jurusan Gizi, Polytechnic of Health Medan, Jl. Medan No. 1 Simpang Tanjung Garbus
Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang-North Sumatera, Indonesia

²Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara, Medan
North Sumatera-Indonesia

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

ABSTRACT: The improper knowledge of mothers is the most causes of the onset of malnutrition in young children. Growth chart is an essential tool in growth monitoring program for malnutrition prevention among children. This study is to investigate the impact of the modified growth chart that is called "Bubble Score Growth Chart" on mothers' knowledge and child calorie intake. Mothers in intervention group used bubble score growth chart while mothers in control group used the normal growth chart. Sixteen written questions were designed and tested to measure mothers' knowledge. Results : Before intervention, there was no significant difference of mothers' knowledge, comprehension and application ($p>0.05$) and child calorie intake ($p>0.05$) between intervention and control group. After intervention, there was significantly different of high knowledge (86% vs 52%); high comprehension (86% vs 54%) and high application (78% vs 46%, $p<0.01$) and high calorie intake (74% vs 46%, $p<0.01$) respectively for intervention and control groups. Modified growth chart effectively improved mothers' knowledge and child calorie intake.

KEYWORDS: malnutrition, modified growth chart, bubble score chart, mothers' knowledge, child calorie Intake.

1 INTRODUCTION

The improper knowledge of mothers is the most causes of the onset of malnutrition in young children [1]. Growth chart is an essential tool in growth monitoring program for malnutrition prevention among children [2]. Clinical nutritionists have long recognized that nutritional status is determined by calorie intake [3]. Pediatric nutrition studies have demonstrated that children age 6-18 months is most critical periods of physical growth [3]. It is the reason the United Nations [4] states that the prevalence of malnutrition of under-five year children is one of the indicator for monitoring the Millennium Development Goals (MDGs). Therefore, the function of growth chart needs to be strengthened. The graph of children growth is shown every month and the trend of growth can be used to encourage mothers to do positive practices, motivating the changes, giving rewards and to do innovative health behavior [5]. However, the interpretation of a child growth trajectory is highly dependent on the growth chart used [6].

Although growth charts are recommended for monitoring children, the recent reports from several countries indicate poor use by mothers and health workers [7], [8]. A study reported by Roberfroid *et al.* (2007) [9], the doctors had limited knowledge on the interpretation of the growth chart though they considered it is a good tool for diagnosis. Roberfroid also reviewed 20 studies on growth chart from Asia, Africa and Latin America concluded that 30-75% mothers had low understanding in interpreting the children growth chart. Thus, several countries have been modifying their own growth charts. It has been estimated that 200-300 kinds of growth chart currently are used by more than 80 countries in the world, some are quite similar to the original while others are considerably modified. Several countries that have ever published their modified chart are Philipines, Mexico, India, Lesotho, Nigeria and Indonesia [10].

Experiences from several countries proved that introducing revised growth charts together with education might have enhanced mothers' knowledge, understanding, interpretation and comprehension on growth chart [11], [8] [12], [13].

Recent evidence related to child mortality proved that 60% of all deaths among children under five years is directly or indirectly to malnutrition annually and over 2/3rd of these deaths are associated with inappropriate feeding practices and occur during the first year of life [14].

Indonesia had a successful experience in implementing growth monitoring program. Hendrata (1984) [15] recorded that Indonesia can cover 30,000 villages in expanding the growth monitoring program in *Posyandu* in less than five years. However, in the year 2000's Indonesia was not so successful in applying the growth chart as the growth monitoring nutritional educational tool [16]. The Basic Health Research, 2007 revealed that only 23.3% mothers had growth charts and brought to home while 41.7% of mothers let their child cards kept by *Posyandu* cadres [16]. Whereas the function of chart is supposed to be an education tool for parents and caregivers and the end they can take action related child growth status [5]. It is therefore, the more simple, understandable and informative growth chart need to be created as the WHO suggested [17]

In this paper, the authors introduce a modified growth chart is called "Bubble Scored Chart" as a simple and informative growth chart. The chart is a modification of the new WHO-2005 growth chart. The lines along vertical axis replaced by bubbles in order to make it easier to do plotting and along the right side in between the color tapes presented scores/numbers 5, 6, 7, 8 and 10. These scores will guide the mothers to do interpretation based on children weight status. The explanation on how to interpret the child weight status and guidelines on the appropriate food is attached on the back side of bubble score chart. (see appendices)

In introducing the bubble score chart to mothers, an intensive nutritional education is conducted. Therefore, the results presented in this paper specifically addressed the comparison of the maternal knowledge and child calorie intake between mothers in intervention group who use bubble score chart and control group who use the normal growth chart.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 SUBJECTS

The study included 107 mothers/caregivers (54 mothers in intervention group and 53 mothers in control group) with their children aged 0-12 month recruited from eight *Posyandu* (weighing posts). The inclusive criteria were set to select the subjects; mothers aged 20-27 years, minimum nine years followed the formal education, babies' birth weight 2600-4000 grams and breastfed.

2.2 CALCULATION OF SAMPLE SIZE

It was assumed that there would be a 30% difference of proportion of high nutrition knowledge for the intervention group after receiving intensive nutrition education. Using the formula $n = \frac{\{Z_{1-\alpha/2}\sqrt{PQ} + Z_{1-\beta}\sqrt{P_1(1-P_1) + P_2(1-P_2)}\}^2}{(P_1 - P_2)^2}$, $n = 50$. Then 10% is added for drop-out possibility in each group; so, the total sample size was 55 persons. Based on this calculation, 10-15 mothers in each *Posyandu* were recruited.

2.3 DATA COLLECTION

There were two phases implemented in data collection of this study. Phase I was collecting the base data on knowledge. Sixteen written questionnaires was designed by researchers based on the nutritional related information that available in the bubble score chart. The first six questions were intended to measure *knowledge*, question no. 7 to 11 to measure *comprehension* and question no. 12-16 were intended to measure *application*. Type of questionnaires were closed ended question.

Data on calorie intake for two-non consecutive days was collected by 24-hour dietary recall. The types of foods included the process and portion were asked to mothers and recorded in a form. Phase II was the final data collection using similar questionnaires. This was done a month after the interventions ended.

2.4 INTERVENTION

There were nine lessons delivered during the four months interventions. The ten topics are; 1) function of the growth charts, 2) function of curves, 3) function of color tapes, 4) monthly minimum weight gain, 5) function of bubbles, 6) function

of scores, 7) plotting and graphing , 8) interpreting the weight status and 9) appropriate food for child. All information are taken from the bubble score chart. While in control group - mothers used normal growth charts.

3 RESEARCH IMPLEMENTATION

The study was conducted on May-October 2013. Four researchers assisted by four enumerators from Academy of Nutrition to collect the data from 107 mothers in eight *Posyandus*. The schedule of *Posyandu* was taken from Public Health Center (*Puskesmas*). Two researchers with two enumerators were responsible for one *Posyandu*. If the selected mothers could not be met or not present in *Posyandu*, the team visit them to their house.

4 DATA ANALYSIS

To analyse mothers' knowledge, sixteen questions were used in which each question has two possible answer and scored, if the answer is wrong the score is 1, and if the answer is right the score is 2. The level of knowledge was divided into two categories; high knowledge and low knowledge. If the total score \geq mean score=high knowledge ; $<$ mean score = low knowledge.

To analyze the calorie intake from foods the *Food Processor* program was used and to calculate the calorie content from mother's milk, a spesific formula was used. This based on the information on duration (in hour) of breastfeeding in a day with the assumption that in 24 hours mother produces around 700 ml milk in the first six month. In each 100 ml mother's milk contains 62 calorie [18] . The required daily allowance (RDA) for child aged 0-6 month is 550 calorie/day and 7-12 month is 650 calorie/day [21].

The level of calorie intake was divided into two categories; high calorie intake and low calorie intake. If the calorie intake \geq RDA = high calorie intake and if calorie intake $<$ RDA = low calorie intake.

Statistical analyses were conducted using the SPSS for Mc, version 17 used to test statistical significance of differences between two groups used t-independent test for numeric variable and chi-squares test for categoric variables.

5 RESULTS

Table 1. Demographic characteristics of subjects and families

Characteristics	Intervention Group (N=54)		Control Group (N=53)		p-value
	Mean±SD	n (%)	Mean±SD	n (%)	
Birth weight (kg)	3.2±0.38		3.2±0.45		0.78
Baseline weight(kg)	6.5±1.90		6.1±1.67		0.21
Age (months)	5.19±3.54		4.6±3.83		0.40
0-5 month	27(50.0)		30(56.6)		
6-8 month	13(24.1)		12(22.6)		
9-12 month	14(25.9)		11(20.8)		
Mother's Age (year)	27.8±4.44		27.9±4.59		0.93
Mother's Education			15(28.3)		0.69
Grade 7-9	17(31.5)		37(69.8)		
Grade 10-12	32(59.2)		1(1.9)		
Above grade 12	5(9.3)				
Mother's Occupation					0.20
Household workers	46(85.2)		49(92.4)		
Agricultural/skill labour	2(3.7)		2(3.8)		
Private sector	6(11.1)		2(3.8)		
Fathers Education					0.37
Primary(Grade1-6)	4(7.4)		3(5.7)		
Grade 7-9	7(6.4)		11(20.7)		
Grade 10-12	37(68.5)		37(69.8)		
Above grade 12	6(11.1)		2(3.8)		
Fathers Occupation					0.28
Government workers	2(3.7)		3(5.7)		
Agricultural/skill labour	8(14.8)		3(5.7)		
Private sector	42(77.7)		45(84.8)		
Others	2(3.7)		2(3.8)		
Household member (person)	4.02±0.94		4.04±0.99		0.91

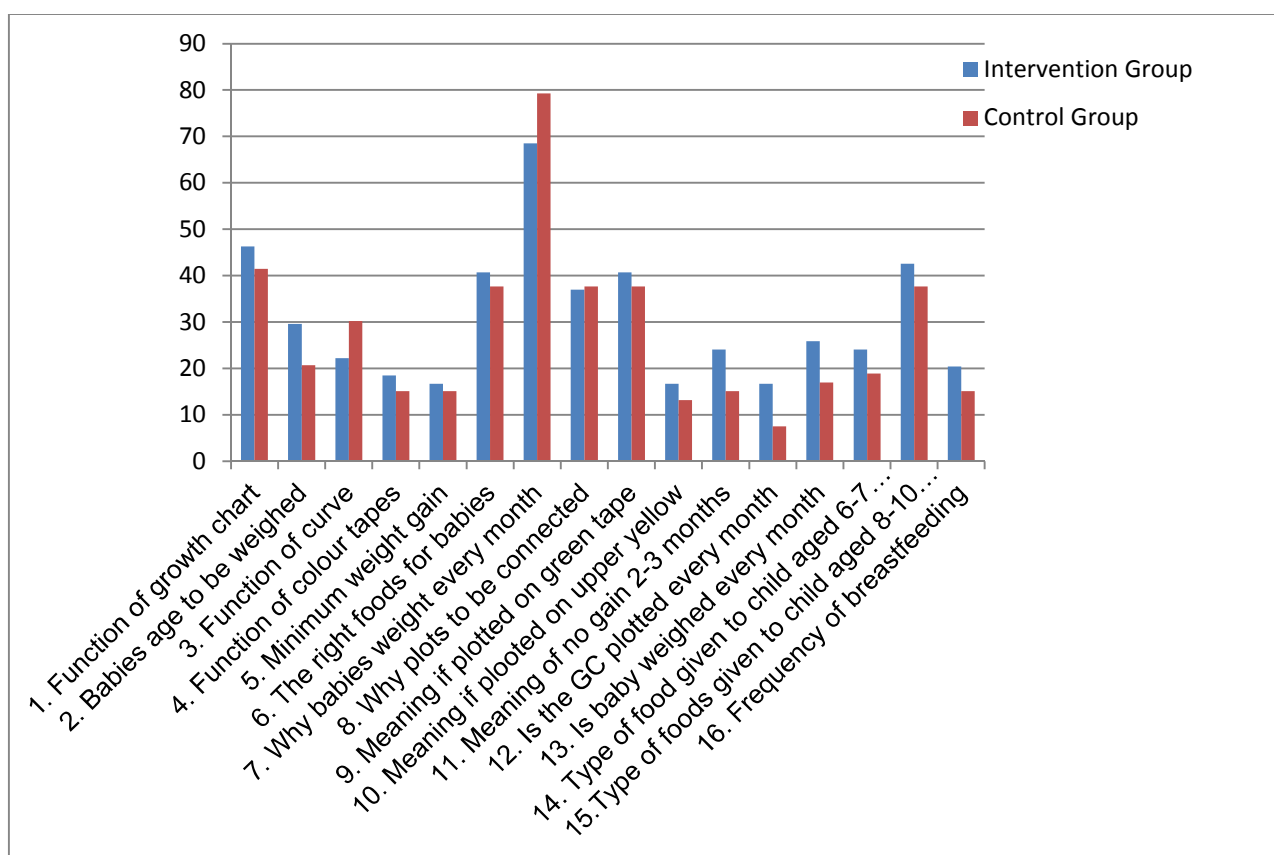
As seen in **Table 1**, the average of child birth weight between two groups of study was quite similar (3240 ± 0.38 and 3213 ± 0.45 for intervention and control group respectively). The base line weight, there was 300 grams different of children weight between the two groups but it was not statistically different ($p > 0.05$). Based on statistics calculation all characteristics variables were comparable (p -values > 0.05). Most parents in the two groups of study had high education level, since more than half of them had completed grade 9-12 (59.2% and 68.5% ; 69.8% and 69.8%). Household worker was the main job of mothers (85.2% and 92.4% for intervention and control group respectively), while fathers mostly worked in private sectors and only around 5% was government workers. Through this kind of occupation the family earned Rp. 1.5-2.0 million rupiahs/month (1USD=11.600 IDR). This amount was similar to the regional minimum salary determined by the local government. The p values of all characteristics were > 0.05 , means that the characteristics of respondents between the two groups of study was comparable.

5.1 CHANGES OF NUTRITION KNOWLEDGE

To present the changes of mothers' knowledge between intervention and control groups, the proportion of correct answer of sixteen questions and level of knowledge before and after intervention was presented.

5.1.1 PROPORTION OF CORRECT ANSWER BEFORE INTERVENTION

Table 2. The Proportion of Correct Answer of Sixteen Questions on Knowledge, Comprehension and Application Between Intervention and Control Group Before Interventions



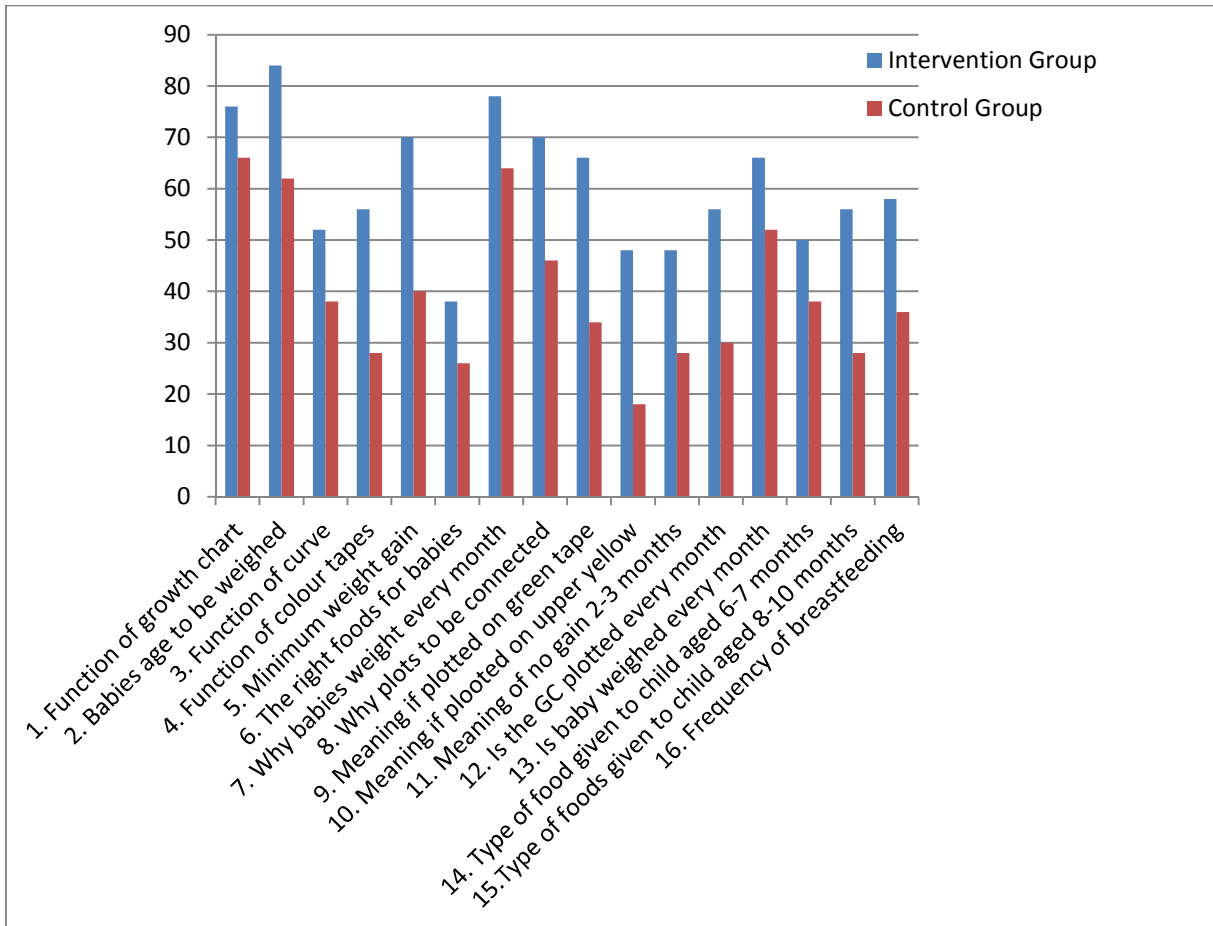
P-value of each answer, significant at $p < 0.05$

No.	p-value	No.	p-value	No.	p-value
1.	0.69	7.	0.22	12.	0.08
2.	0.57	8.	0.99	13.	0.17
3.	0.40	9.	0.94	14.	0.31
4.	0.54	10.	0.17	15.	0.10
5.	0.30	11.	0.44	16.	0.70
6.	0.96				

As it is present in Table 2 above, of 54 and 53 respondents in intervention and control group respectively, around three fourth (68.5% vs 79.3%) of them can answer correctly question no. 7 (why babies should be weighed every month?) and the remaining fifteen items the percentage of correct answer was only around 40% in each group of study. This findings revealed that before intervention mothers' knowledge on child growth chart and food in both groups of study was in the middle level and comparable.

5.1.2 PROPORTION OF CORRECT ANSWER AFTER INTERVENTION

Table 3. The Proportion of Correct Answer of Sixteen Questions on Knowledge, Comprehension and Application Between Intervention and Control Group After Interventions



P-value of each answer, significant at $p < 0.05$					
No.	p-value	No.	p-value	No.	p-value
1.	0.17	7.	0.30	12.	0.01
2.	0.02	8.	0.03	13.	0.28
3.	0.02	9.	0.00	14.	0.00
4.	0.00	10.	0.02	15.	0.00
5.	0.01	11.	0.06	16.	0.01
6.	0.01				

As shown in Table 3, of 54 respondents in intervention group, 50-84% of them had the correct answer, while in control group only 18-66%. Among sixteen questions delivered, there four questions (no. 1, 7, 11 and 13) that was not significantly different ($p > 0.05$), the remainings were significantly different ($p < 0.01$). This findings revealed that the usage bubble score growth chart in nutritional education program can enhance mothers' knowledge, comprehension and application significantly.

5.2 CHANGES OF KNOWLEDGE LEVEL

Table 4. Changes of Knowledge Level Before and After Intervention

Variabel	BEFORE INTERVENTION					AFTER INTERVENTION					Relative Risk(RR) (Lower-Upper)
	Intervention Group, N=54		Control Group N=53		p-value	Intervention Group, N=50		Control Group N=50		p-value	
	High n (%)	Low n (%)	High n (%)	Low n (%)		High n (%)	Low n (%)	High n (%)	Low n (%)		
Knowledge	30(55.6)	24 (44.4)	24(45.3)	29(54.7)	0.29	44(88.0)	6(12.0)	26(52.0)	24(48.0)	0.00	3.1(1.5-6.5)
Comprehension	31(57.4)	23(42.6)	29(54.7)	24(45.3)	0.78	43(86.0)	7(14.0)	27(54.0)	23(46.0)	0.00	2.6(1.3-5.2)
Application	27(50.0)	27(50.0)	20(37.7)	33(62.3)	0.09	39(78.0)	16(32.0)	23(46.0)	27(54.0)	0.00	2.2(1.3-3.7)

As seen in Tabel 4, before intervention, around half of respondents (50-57%) in intervention group had high knowledge, comprehension and application, while in control group the percentage was a bit lower (37-54%), but the p values showed that level of knowledge between the two groups of study was not significantly different (p >0.05). In other words when both groups used the normal growth charts, their knowledge, comprehension and application level on growth chart and child food was in middle level and comparable. However, after intervention or when mothers in intervention group had been using the modified chart (bubble score growth chart), mothers' knowledge (knowledge 88%, comprehension 86% and application 78%) improved significantly.

The statistical analysis proved that there was significantly difference of mothers' knowledge, comprehension and application between intervention and control group (p<0.01). The relative risk showed that the effect of using bubble score chart was three times stronger to make mothers to be have the high knowledge. The repeated presentation on the bubble score chart lessons mixed with practising and tests during four months intervention and followed by observing mothers activities in *Posyandu* by educators might strongly affected mother's memory and ability in undersanding the function of growth chart and feeding the child with appropriate food.

Table 5. Calorie Intake Before and After Intervention

Age Group	BEFORE INTERVENTION			Age Group	AFTER INTERVENTION		
	Intervention Group	Control Group	p-value		Intervention Group	Control Group	p-value
	Mean ±SD(kcal)	Mean±SD(kcal)			Mean ±SD(kcal)	Mean ±SD(kcal)	
0-6 month	375.9±64.8	352.8±85.1	0.21	6-11 month	565.6±48.2	501.8±62.6	0.00
7-12 month	482.4±39.3	510±94.6	0.21	12-17 month	598.5.2±48.5	485.8±72.7	0.00

As it can be seen in Table 5, before intervention the mean calorie intake of children in two age groups (0-6 month and 7-12 month) between intervention and control group was not significantly different (p>0.05). But if it is compared to recommended daily allowance (RDA), the mean calories intake in both groups of study was lower than RDA, hence the RDA for age group 0-6 month is 550 calories per day and age group 7-12 month is 650 calories per day.

After intervention there was a sharp increasing of calorie intake in children in intervention group; both age groups can reach 89% of RDA. While kalori intake in control group children only reach 70% of RDA. Table 4 also presented that in control group children there was negatif trend of calorie intake for age group 12-17 month (before intervention: 510±94.6 kcal and after intervention: 485.8±72.7 kcal). This findings proved that child age 12-17 months was vulnerable group to meet their RDA.

5.3 CHANGES OF CALORIE INTAKE

Table 6. The Level of Calorie Intake Before and After Intervention

BEFORE INTERVENTION				P- value	AFTER INTERVENTION				p- value
Level of Calorie Intake					Level of Calorie Intake				
Intervention Group N=54		Control Group N=53			Intervention Group N=50		Control Group N = 50		
High n (%)	Low n (%)	High n (%)	Low n (%)	High n (%)	Low n (%)	High n (%)	Low n (%)		
3 (5.5)	53(94.5)	3(5.7)	50(94.3)	0.29	21(42)	29(58)	13(26)	37(74)	0.09

Table 6 shows that before intervention of 54 and 53 children in intervention and control group, only 5.5% and 5.7% were categorized into high calorie intake. However, after intervention more children in intervention met the RDA compared to children in control group (42% vs 26%). But the statistical analysis proved that there was not a significantly different of calorie intake between children in the test group and control group ($p>0.05$). This findings revealed that it is not easy to meet the RDA, therefore it needs extra activities for health workers to educate mothers how to feed children in order to meet the RDA

6 DISCUSSION

This study investigated the impact of modified growth chart on mothers' knowledge and child calorie intake. The background of this study was the reality that most developing countries including Indonesia did not use properly the existing growth charts in improving mothers' nutritional knowledge. This study proved that modified growth chart effectively enhanced mothers' knowledge and comprehension of components that available in a growth chart. In this study, replacing along vertical lines by the bubbles and the application of scores 5, 6, 7, 8 and 10 in interpreting child weight status might have motivated mothers to comprehend the meaning curves line, colour tapes and the minimum weight gain (MWG) and to apply their knowledge in daily child care activities.

In modifying the chart the authors followed WHO and Treversky and Morison suggestions saying that a growth chart should be simple and more informative in order to be easier to understand by parents [17]. The reasons applying the scores or numbers 5 to 10 in the growth chart was because most Indonesian mothers had been familiar these scores. Numbers was frequently used in measuring health status. Fargelin *et al* [20] had experiences in changing health behavior and Schapira, *et al* [21] also used numbers in giving advices for Mexican-American population improving caring to their health status. The potentially reasons to apply bubbles and scores in this new bubble score growth chart because that simpler and more informative growth chart will be practical and powerful tool in teaching mothers. While in introducing the normal growth chart was lack of information and promotion activities in addition mothers have never been involved in filling and plotting the child weight in the chart. The results of this study was in line with the experiences of Martinez *et al* [11], Senanayake *et al.*, [8], Sohal *et al.*[12], Ruel *et al.*, [13]. The revised growth charts that they used enhanced mothers' knowledge, understanding, interpretation and comprehension on growth chart.

In term of energy intake, this study proved that after using modified growth chart child calorie intake significantly improved but not reach the RDA (child intake of 6-11 month and 12-17 month was 87% and 92 of RDA). This result was in line with children in Lusaka, Zambia, although mothers had wide knowledge of optimal infant feeding but child energy intake of 6-8 month was 88% of RDA and age 12-18 month 94% of RDA [22].

Among the two age groups, age group 7-12 months (12 -17 months) experienced more constraints in reaching the RDA and it is assumed that during 9-12 month was a critical time in feeding the child. It might be because of the improper of breastfeeding practices since in this study found that only 58% of mothers breastfed seven times per day and the remaining was lower than seven times. This result was quiet similar to a study in Goba district, South East Ehtiopia, in which the mean frequency of breastfeeding was six times [23]. We predict with this breastfeeding practices, the infant will often be inadequate to meet infant energy requirement and affect the RDA. The child aged 9-12 months could suffer from malnutrition. Some proofs for this assumption, Riviera *et al*, (1997)[24] found in their study in Guatemala that 40-80% child aged 9-12 month experienced growth failure. In Indonesia the prevalence of malnutrition of child age 11-12 months was 10% [16]. Therefore, one implication of these findings, Indonesia government should put children aged 9-12 months into high consideration in every nutrition promotion program particularly in growth monitoring and feeding program.

The process of introducing the modified growth chart through intensive nutrition education including action framework, teaching methods, medias and duraion might have a significant role in achieving the objectives. Similar activities in nutrition education for child mothers were also found by Rahmawati *et al* [25] and Nikmawati *et al* [26] in Indonesia and Roy *et al* [27] in Bangladesh and Salehi *et al* [28] in Iranian children.

7 CONCLUSION

This study was designed to investigate the effect of modified growth chart on mothers' knowledge and child calories intake. Our findings suggest that modified growth chart is effective in improving mothers' knowledge and child food intake. Nutrition workers who work at community level should have innovation and creativity in applying the existing nutritional medias in order to be easier understood by parents and caregivers. The recommended dietary allowance (RDA) for children needs to be explained clearly to mothers. Children aged 9-12 month should be put into a high concern in feeding program. In teaching mothers on the growth chart and Feeding child, need more instructions and followed by demonstration. The weakness of study was the number of subjects participated too small. Further studies need to recruit bigger participants.

8 CONFLICT OF INTEREST

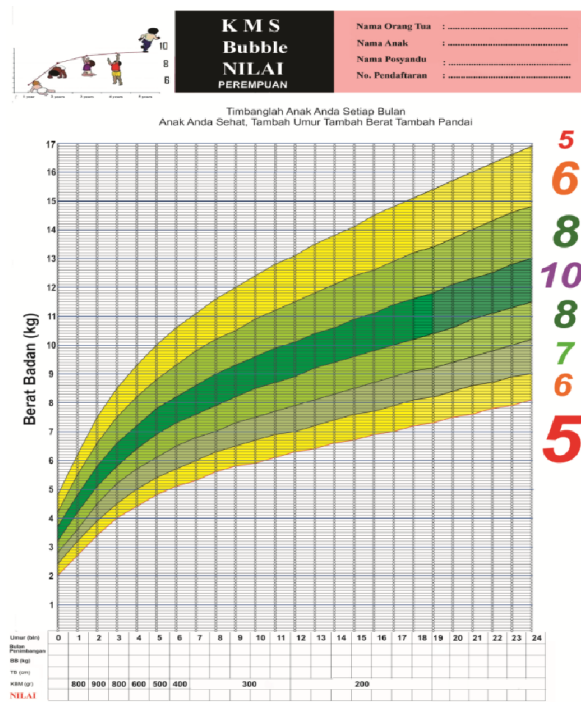
The authors declared that there is no conflict of interest with regard to the content of this paper.

REFERENCES





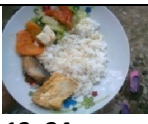
- [1] L. Afrose, B. Banu, K.R. Ahmed, K. Khanom, "Factors associated with knowledge about breastfeeding among female garment workers in Dhaka City", *WHO South-East Asia Journal of Public Health* 2012;1(3):249-255, 2012.
- [2] D. Morley, M. Woodland, "See how they grow: Monitoring child growth for appropriate health care in developing countries", London, United Kingdom, MacMillan Press, 1979.
- [3] J.P. Mock, L. Jarvis, A.B. Jahari, M.S. Husaini, E. Pollit, "Community level determinants of child growth in an Indonesian Tea Plantation". *European Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 54. Supplement 2, S28-S41, 2000.
- [4] United Nations, " Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals (MDGs). Definitions, Rationale, Concepts and Sources". New York, 2003.
- [5] M. Griffiths. K .Dickin. M.Favin, "Promoting the growth of children : What works. Rationale Guidance for Programs". Human Development Department. The World Bank,1996.
- [6] M. Julia, "Adoption of the WHO Child Growth Standards to classify Indonesian children under 2 years of age according to nutrition status": Stronger Indication for Nutritional Intervention. *Food and Nutrition Bulletin*, Vol. 30, no. 3. The United Nation University, 2009.
- [7] O.B. Adenike, A.O. Esther, "Primary health care workers' role in monitoring children's growth and development in Nigeria, West Africa", *Global Journal of Health Science*. Vol.3, No.1, 2011.
- [8] M.P. Senanayake, M.K.S. Gunawardena, D.S.P. Peiris, " Maternal comprehension of two growth chart monitoring in Sri Lanka". *Archives of Diseases in Childhood*;76;359-361, 1997.
- [9] D. Roberfroid, G.H. Pelto, P. Kolsteren," Plot and See!.Maternal comprehension of growth charts worldwide. *Tropical Medicine Int. Health*, 10(11): pp 1121-1133, 2007.
- [10] A. Brownlee, "Growth monitoring and promotion: The behavioural issues in child survival programs. The Office of Health US. Agency For International Development. *Monograph Number Six*,1990.
- [11] H. Martinez, M.M. de Chavez, N. Guarneros, "Mother's knowledge, understanding and use of the bubble chart in a rural area of central Mexico". *Food and Nutrition Bulletin*. 17(3) Sept. 241-247,1996.
- [12] H. Sohal, D. Wilkinson, D. Morley, "The growth monitoring teaching aid' rapidly improves mothers understanding of growth curves. *Trop. Doct.*28(3):160-162, 1998.
- [13] M.T. Ruel, Habict, P. Jean, "Comparison of mothers' understanding of two child growth charts in Lesotho". *Bulletin of the Worl Health Organization*, 66 (4): 483-491, 1990.
- [14] S.N. Nawaz, A .Mane, N. Paul, A. Kumar, "Study of Infant and Young Child Feeding Practices in a Rural Area in North Karnataka", *Journal of Community Nutrition & Health*, Vol.3, Issue 1, 2014.
- [15] L. Hendrata, " Growth monitoring. Basic concept, management and operational issues in : growth monitoring as a health care activity", *Workshop Proceeding*. Yogyakarta, 1984.
- [16] Kemenkes R.I. "Hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS 2007)". *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, Jakarta, 2008.

- [17] B.E.P. Joseph, S.A. Downshen, N.Izenberg, "Do Parents Understand Growth Charts ? A National, Internet-Based Survey. PEDIATRICS. *Official Journal of The American Academy of Pediatrics*, 2009.
- [18] Soetjningsih, "ASI Petunjuk Untuk Tenaga Kesehatan". Penerbit EGC. Jakarta. 1997
- [19] M.E. Barasi, "Nutrition at a glance (at a glance Ilmu Gizi)", Penerbit Erlangga, 2007
- [20] A. Fargelin, P.A. Ubel, D.M. Smith, "Making numbers matter: Present and future research in risk communication", *American Journal Health Behavior*: 31(Suppl 1):847-856, 2007.
- [21] M.M. Schapira, K.E. Fletcher, P.S. Ganschow, "The meaning of numbers in health : Exploring health numeracy in a Mexican-American Population", *Journal Gen Intern Med*. 26(7):705-11, 2011.
- [22] O. Owino, B. Amadi, M. Sinkala, S. Filteau, A. Tomkins, " Complementary feeding practices and nutrient intake from habitual complementary foods infants and children aged 16-18 month old in Lusaka, Zambia", *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, March 2008.
- [23] T. Setegn, T. Belachew, M. Gerbaba, "Factors associated with exclusive breastfeeding practices among mothers in Goba district, South East Ethiopia: A cross-sectional study. *International Breasfeeding Journal* 2012, 7:17, 2012.
- [24] J. Riviera, M.T. Ruel , "Growth retardation starts in the first three months of life among rural Guatemalan Children". *European Journal Clinical Nutrition*, Vol. 51(2):92-96,1997.
- [25] I. Rahmawati, T. Sudargo, I. Paramastri, "Pengaruh penyuluhan dengan audio visual terhadap peningkatan pengetahuan, sikap dan perilaku ibu balita gizi kurang dan buruk di Kabupaten Waringin Barat Prov.Kalteng. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, Volume 4, No.2 Nopember 2007: 69-77, 2007
- [26] E.E. Nikmawati, C.M. Kusharto, A. Khomsan,, A. Sukandar, A. Atmawikarta, " Intervensi pendidikan gizi bagi ibu balita dan kader Posyandu untuk meningkatkan pengetahuan, sikap dan ketrampilan serta Status Gizi Balita", Institut Pertanian Bogor. 2010
- [27] S.K. Roy, G.J. Fuchs, Z. Mahmud, "Intensive nutrition education with or without supplementary feeding improves the nutritional status of moderately-malnourished children in Bangladesh". *Journal Health Population Nutrition*. Dec; 23(4): 320-330, 2005
- [28] M. Salehi, S.M. Kimiagar, Y. Mehrabi, A. Kolahi, "Assessing the impact of nutrition education on growth indices of Iranian nomadic children: an application of a modified beliefs. Attitudes, subjective-norms and enabling-factors model". *British Journal of Nutrition*; 91, 779-787, 2004.

APPENDIX 1. BUBBLE SCORE CHART (FRONT SIDE)



APPENDIX 2. STEPS ON APPROPRIATE FEEDING FOR CHILD AGED 0-24 MONTHS (BACK SIDE OF BUBBLE CHART)

Age (Month)	Textures	Portion and Frequency
 0-6 month	<p>Feed baby only with breast milk- no other milk, food, drinks not even water. In case mother has to give formula milk, consult with nutritionist or doctor the appropriate formula milk to be fed for your baby.</p>	<p>Breastfeed baby frequently at least 10 times in a day. Prepare formula milk as instructed. Use clean bottle and boil the bottled after using.</p>
 6-7 month	<p>Keep breastfeeding and start introducing semi solid complementary foods such as mashed cereal rice, pumpkin, alvocado, banana, green leafy vegetables mixed with breast milk or formula milk. Introduce one stuff for 2-3 days untill the baby get the taste then change to another stuff. Then introduce milk porridge, start with thinner porridge and gradually to thicker porridge. Avoid giving eggs, fish and meat.</p>	<p>Breastfeed baby frequently at least 8 times per day. Give complementary foods 2-3 times per day. Start with 2-3 tablespoons and gradually improve to 6-7 tablespoons per day.</p>
 8-9 month	<p>Keep breastfeeding and start introducing the solid complementary foods such as : cereal rice porridge, pure carrot mixed with eggs, tempeh, tofu, fish, meat. Introduce 2-3 kinds of stuff for 2-3 days until the baby get the taste then change to anothers stuffs. Let the baby taste the original taste and do not give sour taste foods and sugar</p>	<p>Serve 2-3 meals plus frequent breastfeeding. Start with 4-5 tablespoons and gradually improve to be 8-10 tablespoons. Offer nutritious snack between meal such as sweet orange juice, papaya, banana two times per day.</p>
 10-12 month	<p>Keep breastfeeding and more variation of solid complementary foods such as soft rice mixed with 2 kinds of vegetables and 1 protein source such as egg, tempeh, tofu, fish, meat, peanuts. Introduce 3-4 kinds of stuff for 4-5 days until the baby get the taste then change to another stuffs. To enhance the energy content and taste, add coconut milk, a teaspoonful of fried oil. Sugar, honey can be added to child's food.</p>	<p>3-4 meals per day plus frequent breastfeeding. Start with 6-7 tablespoons and gradually enhance to be 10-12 tablespoons. Offer nutritious snacks in between meal such as fruits soup, green peanut porridge, biscuits, breads two times per day.</p>
 12-24 month	<p>Keep breastfeeding baby until aged 2 years. Family foods have been able given to child. Plain rice with 2 kinds of vegetables and 2 protein source such as egg, tempeh, tofu, fish, meat, peanuts. Don't give child the strong spicy food.</p>	<p>Serve 3-4 meals per day plus breastfeeding. Offer nutritious snacks in between meal such as fruits soup, formula milk. cheese, biscuits, breads two times per day.</p>

APPENDIX 3. GUIDELINES IN INTERPRETING CHILD WEIGHT STATUS AND ADVICES FOR PARENTS (BACK SIDE OF BUBBLE CHART)

Score	Weihging status	Interpretations of weight status	Advices for Parents
3	Three months NOT Increase	Child's growth is in "dangerous" because body weight not increase during three months.	Your child could be suffering from chronic and infectious disease. Bring the child immediately to hospital/public health center to get doctor's diagnose. Keep every things given to child clean and safe.
4	Two months NOT Increase	Child's growth is failure because body weight not increase during two months.	Your child could be suffering from chronic and infectious disease. Bring the child immediately to hospital/public health center to get doctor's diagnose. Keep every things given to child clean and safe.
5 Upper	Increase	Child's growth is extremely fast and suffer from Obese. The child might be having hormonal disorder	Check your child's health to hospital to ensure the cause of obesity. Limited the fatty foods and improve child activities and follow foods guidelines.
	Decrease	Child's growth is extremely fast and suffering from Obese, but tends to be overweight.	Check your child's health to hospital to ensure the cause of obesity. Limit the fatty foods and improve child activities.
6 Upper	Increase	Child's weight is Overweight and tend to be obese.	Check your child's health to hospital to ensure the cause of obesity. Limit the fatty foods and improve child activities.
	Decrease	Child's weight is Overweight but to be normal.	Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep the child weight decreasing slowly
8 Upper	Increase	Child's weight is Normal but tend to be overweight	Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep the child health in order to gain or decrease weight slowly
	Decrease	Child's weight is normal and tend to be quite normal.	Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep the child in order to gain or decrease weight slowly.
5 Lower	Increase	Child's weight is extremely Less but tend to be normal.	Your child could be suffering from chronic and infectious disease. Bring the child immediately to hospital/public health center to get doctor's diagnose. Keep every things given to child clean and safe. Improve mothers' caring and feeding .
	Decrease	Child's growth is in Dangerous and Abnormal tend to be severe malnutrition.	Your child could be suffering from chronic and infectious disease. Bring the child immediately to hospital/public health center to get doctor's diagnose. Keep every things given to child clean and safe. Improve mothers' caring and feeding .
6 Lower	Increase	Child's weight is Less Normal and tend to be normal.	Your child needs more nutritious foods. Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep every things given to child clean and safe. Improve mothers' caring and feeding .
	Decrease	Child's growth is in Dangerous and tend to suffer from severe malnutrition.	Your child could be suffering from chronic and infectious disease. Bring the child immediately to hospital/public health center to get doctor's diagnose. Keep every things given to child clean and safe. Improve mothers' caring and feeding .
7	Increase	Child's weight is Less Normal but tend to be Normal	Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep the child health in order to gain weight rapidly.
	Decrease	Child's weight is Less Normal and tend be failure and suffering from malnutrition.	Your child could be suffering from chronic and infectious disease. Bring the child immediately to hospital/public health center to get doctor's diagnose. Keep every things

			given to child clean and safe. Improve mothers' caring and feeding.
8 Lower	Increase	Child's weight is NORMAL and tend to be Quite Normal.	Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep the child health in order to gain more weight.
	Decrease	Child's weight is NORMAL and tend to be Less Normal.	Keep feeding your child with appropriate foods and follow the steps as in the guidelines. Keep the child health in order to gain more weight.
10	Increase	Child's growth and the weight is quite Normal. The child is in optimum nutrition	Your baby is in optimum nutrition. Keep what you have done in caring and feeding your baby.
10	Decrease	Child's growth and the weight is quite Normal but tend to decrease	Your baby is in optimum nutrition. Keep what you have done in caring and feeding your baby. Avoid of losing weight

APPENDIX 4. NORMAL GROWTH CHART



Evaluation de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères du bassin versant de la Mingosso (région de Yaoundé) par les méthodes paramétriques DRASTIC, SI et GOD

[Evaluation of the intrinsic vulnerability of the Mingosso watershed (Yaounde region) by parametric methods DRASTIC, SI and GOD]

G. EWODO MBOUDOU¹⁻², A. OMBOLO¹, J. KOUAME Kan³, A.F. BON¹⁻², and E. BINELI¹

¹Département d'Hydraulique et Maîtrise des Eaux,
Institut Supérieur du Sahel, Université de Maroua,
Maroua, Cameroun

²Département de Sciences de la Terre et de l'univers,
Faculté des sciences, Université de Yaoundé I,
Yaoundé, Cameroun

³UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (UFR-STRM),
Université Félix Houphouët-Boigny,
Abidjan, Cote d'ivoire

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

ABSTRACT: The Mingosso watershed is located at periurban zone. It was influenced by high rate of occupation of space by the dwellings. This occupation of space has an impact on the groundwater quality exploited by the wells and the springs. These groundwaters make it possible to make up the deficit due to the lack of the distribution network of water. This water is also threatened by pollution rising from the anthropic activities. In order to protect groundwaters from the Mingosso watershed against pollution, the study on the evaluation of the intrinsic vulnerability in the aquifers of this watershed was carried out by applying methods DRASTIC, SI and GOD coupled with a Geographical Information System. The aim had by this study is to chart the zones likely to be more at the risk of contamination due to an activity coming from the soil surface. Three classes of degree of vulnerability similar to pollution are highlighted by methods DRASTIC, SI and GOD. They are the classes of low, average vulnerability (or moderate) and strong (or significant). The low class of degree vulnerability is most dominant, covering the surfaces respectively of 53,82%; 67,46% and 71,80% for these methods. This low degree vulnerability is due to low permeability, an average infiltration and average slopes. The rate of coincidence of the values of mineralisation of groundwaters with the definite zones of vulnerability is 37%, 18,5% and 25,9% respectively for methods DRASTIC, SI and GOD. Of this rate of coincidence, approach DRASTIC seems to better reflect reality on the ground and could be adequate for the tracing of the vulnerability in the Mingosso watershed.

KEYWORDS: Intrinsic vulnerability, Groundwaters, GIS, Yaounde, Cameroun.

RÉSUMÉ: Le bassin versant de la Mingosso est situé en zone périurbaine influencée par un taux très élevé d'occupation de l'espace par les habitations. Cette occupation de l'espace a un impact sur la qualité de l'eau souterraine exploitée par les puits et les sources. Ces eaux souterraines permettent de combler le déficit dû au manque du réseau de distribution d'eau. Ces eaux sont aussi menacées par la pollution découlant des activités anthropiques. Afin de protéger les eaux souterraines du bassin versant de la Mingosso contre la pollution, l'étude de l'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque dans les aquifères de ce bassin a été effectuée en appliquant les méthodes DRASTIC, SI et GOD couplées avec un Système d'Information

Géographique (SIG). L'objectif visé par cette étude est de cartographier les zones susceptibles d'être plus à risque de contamination due à une activité provenant de la surface du sol. Trois classes de degré de vulnérabilité similaire à la pollution sont mises en évidence par les méthodes DRASTIC, SI et GOD. Il s'agit des classes de vulnérabilité faible, moyenne (ou modérée) et forte (ou importante). La classe de degré de vulnérabilité faible est la plus dominante, couvrant les superficies respectivement de 53,82% ; 67,46% et 71,80% pour ces méthodes. Ce degré de vulnérabilité faible est dû à une perméabilité faible, une infiltration moyenne et des pentes moyennes. Le taux de coïncidence des valeurs de minéralisation des eaux souterraines avec les zones de vulnérabilité définies est de 37%, 18,5% et 25,9% respectivement pour les méthodes DRASTIC, SI et GOD. De ce taux de coïncidence, l'approche DRASTIC semble refléter mieux la réalité au sol et pourrait être adéquate pour le traçage de la vulnérabilité dans le bassin versant de la Mingosso.

MOTS-CLEFS: Vulnérabilité intrinsèque, eaux souterraines, SIG, Yaoundé, Cameroun.

1 INTRODUCTION

Les aquifères représentent une importante ressource en eau exploitée pour la consommation humaine et l'utilisation dans les domaines agricoles et industriels. Dans les zones urbaines et périurbaines d'Afrique subsaharienne, les aquifères de subsurface jouent un rôle d'importance stratégique pour servir d'appoint au réseau de distribution d'eau. Ces aquifères sont souvent menacés par la contamination due aux polluants de différente nature : biologique, chimique ou physique. La prévention contre la pollution de ces aquifères constitue une étape importante à laquelle les études doivent être menées [1], notamment l'étude de la vulnérabilité. La notion de vulnérabilité à la pollution d'un aquifère, est définie comme sa susceptibilité intrinsèque à la modification de la qualité et de la quantité d'eau souterraine dans l'espace et dans le temps. Cette modification peut être causée par des processus naturels et/ou de l'activité anthropique [2], [3], et [4]. Plusieurs techniques ont été développées pour analyser cette vulnérabilité. Des modèles existent sous forme de superposition des couches par index, des processus basés sur la simulation et des approches statistiques. La littérature montre que ces méthodes ont chacune leur limite [1], [5], [6], [7], [8], [9] et [10]. Le bassin versant de la Mingosso (BVM) a été choisi pour étudier cette vulnérabilité de l'aquifère. L'application des méthodes paramétriques DRASTIC, SI et GOD a été celle utilisée. Ces trois méthodes tiennent compte des caractéristiques intrinsèques de l'aquifère en exposant sa prédisposition ou sa vulnérabilité à une pollution liée à une activité provenant de la surface du sol.

2 PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 SITE D'ÉTUDE

Le bassin versant de Mingosso (BVM) couvre une superficie de 3,88 km². Il est situé en zone périurbaine à l'Ouest de la ville de Yaoundé, entre la latitude 3°50' et 3°52'N et entre la longitude 11°27' et 11°30'E. (Fig.1). Le climat qui y règne est de type équatorial chaud et humide, présentant quatre saisons [11]: deux saisons sèches mi-novembre à début mars pour la grande saison sèche et juillet à début août pour la petite saison sèche ; deux saisons pluvieuses de fin mars à juin pour la petite saison pluvieuse et fin août à début novembre pour la grande saison pluvieuse. Les précipitations sont abondantes ($P > 1500$ mm d'eau par an), les températures sont relativement élevées et oscillent entre 22,35°C et 25,68°C le long de l'année. L'humidité relative oscille entre 68,27 à 82,36% et l'évapotranspiration potentielle varie entre 1200 et 1400 mm d'eau par an. L'eau disponible pour l'écoulement souterrain varie entre 290 et 450 mm d'eau par an [12].

2.2 GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE

Le socle du bassin versant d'étude est constitué d'un ensemble de roches métasédimentaires composé de gneiss à grenat et disthène, de gneiss à plagioclases et grenat, de micaschistes, de quartzites et des intercalations de marbres et des roches silicatées [13].

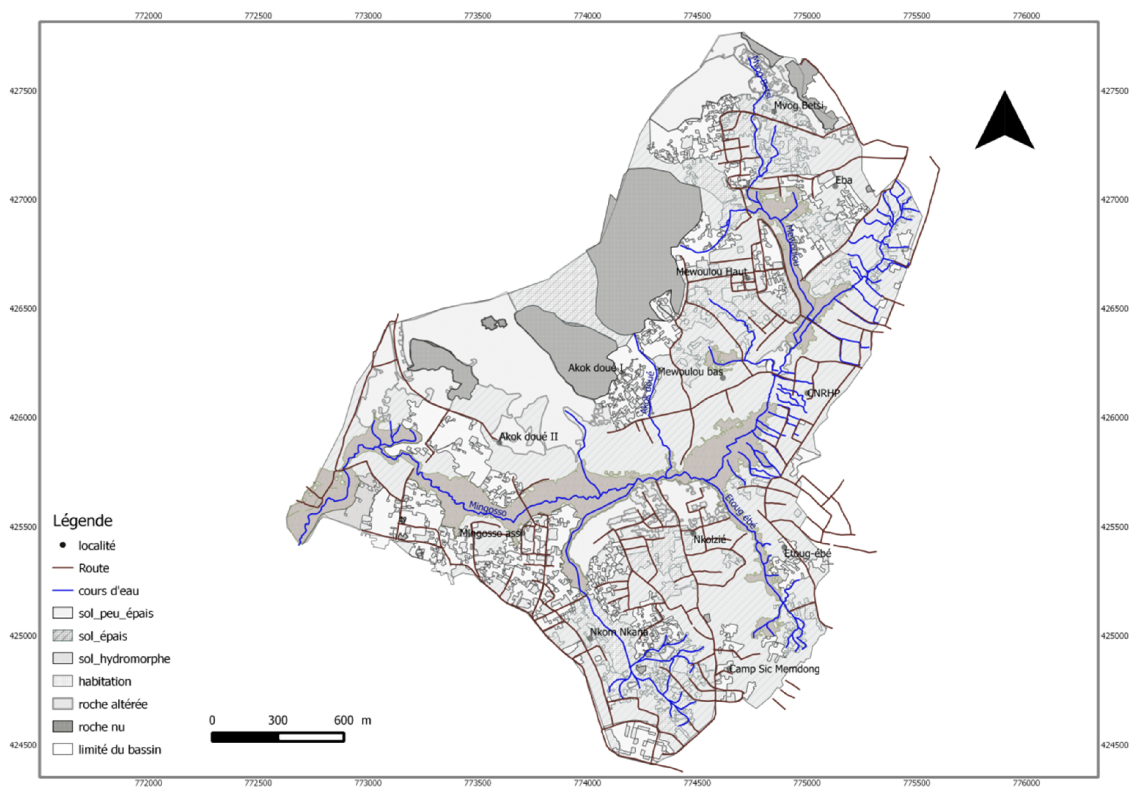


Figure 1 : Site d'étude

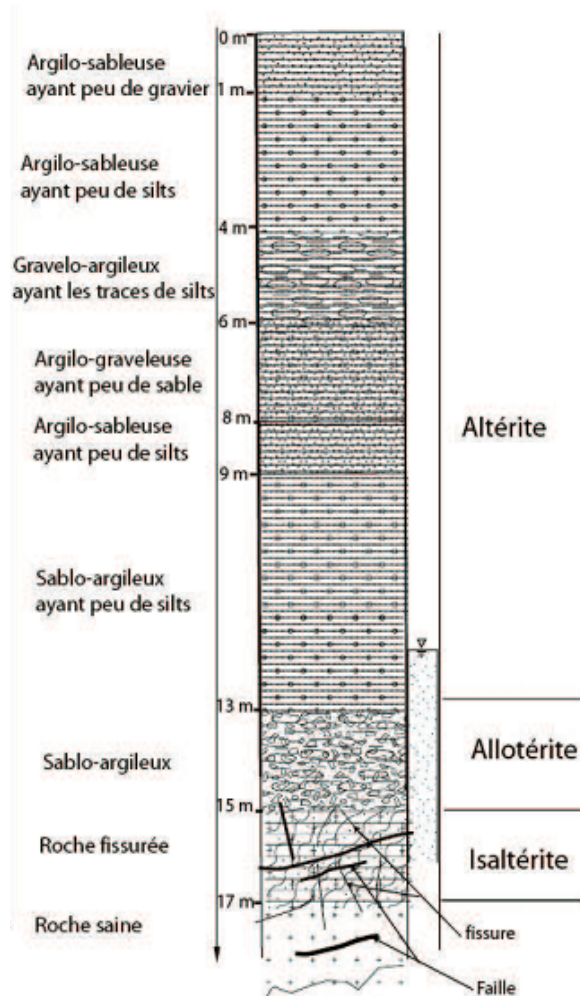


Figure 2 : Profil d'altération de sol dans le bassin versant de la Mingosso

Dans ce bassin d'étude le milieu est discontinu. Les altérites qui surmontent l'aquifère fissuré montrent une granulométrie très variée de la surface vers la profondeur (Fig.2). Les matériaux de ces aquifères superficiels sont essentiellement constitués d'argile sableux ou sable argileux et ont une valeur moyenne de perméabilité intrinsèque de $7,79 \times 10^{-8}$ cm². Cette valeur de la perméabilité intrinsèque met en évidence un milieu anisotrope avec un écoulement laminaire dans les ouvrages de captage [12]. Dans les puits de ce bassin, l'épaisseur de la zone non saturée varie entre 4,06 et 7,45 m au niveau des bas-fonds, entre 0,84 et 15,22 m au niveau du plateau et entre 2,05 et 17,42 m au niveau des zones hautes. Quant aux niveaux piézométriques, ils varient entre 722 et 725 m au niveau des bas-fonds, entre 725 et 749 m au niveau du plateau et entre 750 et 765 m au niveau des zones hautes du bassin. L'amplitude de battement du niveau de la nappe varie le long de l'année entre 0,06 et 1,12 m dans les bas-fonds, entre 0,13 et 5,22 m au niveau du plateau et entre 0,40 et 5,36 m au niveau des zones hautes [12].

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 DONNÉES UTILISÉES

L'évaluation des différents paramètres considérés par les méthodes DRASTIC, SI et GOD nécessitent les données multi sources et leur bonne connaissance. Il s'agit des données géologiques, hydrogéologiques, pédologiques, d'occupation de l'espace, de la topographie, ainsi que de la météorologie. Les travaux effectués dans le BVM par [12] ont fourni des données de points d'ouvrage de captage, de conductivité électrique (CE), de niveaux piézométriques, de profondeurs sol-eau et de laperméabilité verticale. Les informations cartographiques comportant la carte structurale au 1/50000^e fournies par les travaux de [13] ont permis d'obtenir la carte de fracturation. L'image « The Advanced Spaceborne Thermal Emission and

Reflection Radiometer (ASTER) » à résolution 30 m de coordonnées ASTGTM2_N03E011 fournie par le site d'United States Geological Survey (USGS), a été utilisée pour la couverture de la zone d'étude. Son traitement a servi pour déterminer l'indice de développement de persistance du réseau (IDPR), d'établir un modèle numérique d'altitude (MNA) et de ressortir la carte de pente. L'image Google Earth de février 2010 a fourni les informations sur l'occupation de l'espace, le tracé du réseau hydrographique et des zones humides.

Le traitement de toutes ces données s'est effectué avec les logiciels QGIS et GRASS GIS et a permis de constituer la base de données physique de la zone d'étude.

3.2 DEMARCHE D'EVALUATION DE LA VULNERABILITE DE L'AQUIFERE DU BVM

L'appréciation de la vulnérabilité s'est faite à partir de trois méthodes DRASTIC, SI et GOD.

La méthode DRASTIC prend en compte les facteurs hydrogéologiques qui influent sur la vulnérabilité. Il s'agit des propriétés physiques qui jouent un rôle dans la migration et l'atténuation d'un contaminant au sein du complexe sol, zone aérée et aquifère. Sept paramètres sont pris en compte : la profondeur du plan d'eau (D), la recharge efficace annuelle de l'aquifère (R), la lithologie de l'aquifère (A), les types de sol (S), la topographie (T), l'impact de la zone vadose (I) et la conductivité hydraulique de l'aquifère (C).

La méthode SI (susceptibility index ou méthode d'indice de susceptibilité) prend en compte les cinq paramètres suivants : la profondeur de la nappe (D), la recharge efficace de l'aquifère (Re), les types de sol (S), la topographie (T) et l'occupation des sols (OS).

La méthode GOD quant à elle, considère trois paramètres : le type d'aquifère (Ca), la lithologie de la zone vadose (Cf) et la profondeur de la nappe (Cd). Le principe commun de ces méthodes consiste à sélectionner préalablement les paramètres sur lesquels se base l'évaluation de la vulnérabilité. Ces trois méthodes utilisées, se présentent sous forme de système de cotation numérique basées sur la considération des différents facteurs influençant le système hydrogéologique. Chaque paramètre est subdivisé en intervalle de valeurs significatives.

3.3 DETERMINATION DE LA PROFONDEUR DE L'AQUIFERE

La profondeur de l'aquifère est un facteur important dans l'étude de la vulnérabilité, car toute atténuation du polluant s'opère en relation avec la profondeur. Par exemple, un contaminant traversant une grande épaisseur de la ZNS sera plus absorbée, oxydée ou dégradée au-dessus de la surface libre de l'eau ou rechargée en concentrations ioniques. La profondeur de l'aquifère dans le BVM a été déduite en fonction de la différence entre le potentiel d'élévation de la surface de la terre (Z) et le potentiel d'élévation de surface piézométrique (h) [14]. La profondeur de la surface des eaux souterraines a été calculée en utilisant le calculateur de raster par soustraction du potentiel d'élévation de surface piézométrique (h) converti en format de grille de 10x10 m avec le MNA de la zone d'étude. Les résultats des profondeurs obtenues varient entre moins 1m à plus de 200 m. Pour les méthodes DRASTIC et SI, un recodage et une reclassification ont donné les valeurs allant de 0 à 100 m de profondeur (Tab.1 et 3). La classification de la profondeur suivant la méthode GOD [15] est consignée dans le tableau 4.

3.4 DÉTERMINATION DE LA RECHARGE

Le transport des polluants de la ZNS jusqu'à l'aquifère est produit par la dissolution pendant la recharge en eau. La quantité d'eau qui arrive au niveau de l'aquifère constitue la recharge net, facteur important de la vulnérabilité. Pour l'étude, le facteur recharge est représenté par l'indice de développement et de persistance du réseau (IDPR). Cet IDPR permet de rendre compte indirectement de la capacité intrinsèque du sol à laisser infiltrer ou ruisseler les eaux de surface [16] et [17]. Très variable, ce paramètre dépend essentiellement de la lithologie de la formation considérée [18]. L'IDPR présente une métrologie de l'écart constaté entre deux réseaux : le réseau théorique et le réseau hydrographique naturel effectivement développé. Le réseau théorique des écoulements est fondé sur l'analyse des talwegs. Il s'établit à partir de l'analyse du modèle numérique de terrain (MNT). L'IDPR a été calculé à partir du logiciel Grass GIS après un prétraitement de MNT de la zone d'étude qui a permis de traiter les dépressions et les zones planes. Le résultat obtenu a été recodé entre 0 et 100 mm et les différentes zones reclassées (Tab.1).

3.5 DÉTERMINATION DU TYPE D'AQUIFÈRE

Le facteur milieu aquifère (A) met en relation la capacité des matériaux aquifères à stocker et à transporter les polluants dans les eaux souterraines pendant l'infiltration dans les couches. Il est basé sur la superposition de la carte structurale et de la carte des différentes zones aquifères. La structurale gouverne l'écoulement d'eau souterraine dont le transfert de polluants. La carte de réseau de linéament et de fracturation du BVM extraite des travaux de [13] a servi pour cette étude. Les différentes zones aquifères ont été déterminées en fonction de la différence entre l'interpolation du potentiel d'élévation de surface piézométrique (h) et celle de profondeur ZNS-niveau d'eau pour le mois d'avril 2005, après avoir converti en format de grille de 10x10 m. Un buffer de 3 m a été affecté aux zones de fracture et la valeur 3 leur a été assigné. Une distinction des surfaces aquifères a été faite. Pour les méthodes DRASTIC et SI, les surfaces correspondant à l'aquifère libre ont été affectées de la valeur de cote 25, celles de l'aquifère semi-libre ont été affectées de la valeur 7, celles de l'aquifère de subsurface et semi captive ont été attribuées les cotes 5 et 3 respectivement (Tab.1 et 3). Pour la méthode GOD, les zones correspondant à l'aquifère libre ont été affectées de la valeur de cote 1. Celles correspondant à l'aquifère semi libre et de subsurface, ont été affectée respectivement des cotes 0,5 et 0,3. L'aquifère semi captive a été affecté de la valeur de cote 0,2 (Tab.4).

3.6 DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE SOL ET OCCUPATION DE L'ESPACE

Le sol est une propriété hydraulique qui contrôle la recharge lors du processus d'infiltration des eaux. Les travaux de [12] ont permis de réaliser la cartographie de sol du BVM à partir des résultats de l'analyse granulométrique des différents profils de sondages de sol. La carte de différent affleurement des roches, obtenue à partir de l'image Google Earth de février 2010 par la vectorisation des différentes entités rochersa été combinée avec la carte de sol à une seule carte raster après avoir indexé chaque entité rastérisée à la grille 10x10 m.

Pour la méthode DRASTIC, la valeur de cote 9 a été attribuée aux sables argileux avec un peu de gravier et la valeur 7 aux argiles sableuses avec peu de gravier ou un peu de silt. Les zone d'affleurement de roches gneissiques ont été attribué la valeur de cote 4 (Tab.1).

Pour la méthode GOD, les argiles sableuses avec peu de gravier ou un peu de silt ont été affectées de la valeur de cote 0,6 et les sables argileux avec un peu de gravier ont été affectés de la valeur de cote 0,7. Aux formations gneissique altérées ont été attribuées la valeur de cote 0,7 et celles de gneiss non altérée la valeur de cote 0,8 (Tab.4).

Pour la méthode SI, la zone d'étude étant une zone périurbaine, la vulnérabilité à caractériser est de type classe (III) qui tient compte de la sensibilité de l'habitat et/ou de l'industrie [19]. L'occupation de l'espace s'est basée sur la vectorisation des différentes entités : roche, sol nu, habitation et zone humide. Cette vectorisation s'est faite à partir de l'image Google Earth de février 2010. L'ensemble des entités a été combiné à une seule carte raster après avoir indexé chaque entité rastérisée à la grille 10x10 m. Aux zones d'habitation ont été attribuées la valeur de cote 10. Les valeurs de cote 7 et 6 ont été attribuées aux zones de sol peu épais et épais respectivement. Pour les zones de sol peu hydromorphe et hydromorphe, les valeurs de cote 3 et 2 leur ont été assignées. Les zones de roche affleurant ont été attribuées la valeur de cote 4 (Tab.3).

3.7 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES TOPOGRAPHIQUES

La topographie influence le développement du sol qui a un effet sur l'atténuation des contaminants. Elle résulte de la digitalisation de la pente issue de DEM «Digital Elevation Model» de l'image ASTER à résolution 30 m de coordonnées ASTGTM2_N03E011. Le résultat de la topographie obtenu a été appliqué pour la méthode de DRASTIC et celle de SI. Le résultat obtenu a été reclassé en concordance avec la recommandation de [20] (Tab. 1 et 3).

3.8 DÉTERMINATION DE L'IMPACT DE LA ZONE NON SATURÉE

Les zones d'infiltrations préférentielles représentent le facteur impact. Ces zones jouent un rôle significatif dans le contrôle du transport et d'atténuation des polluants. Elles sont situées au-dessus de surface libre de la nappe. Dans cette zone, biodégradation, neutralisation, filtration mécanique, dispersion et volatilisation sont des processus courants. Pour l'étude, les puits d'eau sont les points présentant les zones d'infiltration préférentielle de polluant dans l'aquifères. Un buffer de 30 m a été affecté à chaque puits recensé [12] et une valeur de cote 30 leur a été attribuée. La zone n'ayant pas de puits s'est vue attribuée la valeur 1 (Tab.1).

3.9 DÉTERMINATION DE LA CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

Le transport et le destin des polluants dans le système des eaux souterraines dépendent des possibilités du système de transfert de masses. La distribution spatiale de conductivité hydraulique est un paramètre clé de l'estimation du temps de transport du polluant. La conductivité hydraulique (K) est directement en relation avec la transmissivité (T) à travers les couches aquifères (b). La transmissivité (T) du BVM a été obtenue par la réalisation des essais de pompage [21]. L'épaisseur de l'aquifère a été déterminée en fonction de la différence entre l'interpolation du potentiel d'élévation de surface piézométrique (h) et celle de profondeur ZNS-niveau d'eau pour le mois d'avril 2005, après avoir converti en format de grille de 10x10 m. La carte de la conductivité hydraulique est déduite du rapport (T/b) des cartes de transmissivité et de l'épaisseur de l'aquifère. La carte obtenue a été recodée puis reclassée suivant trois classes de perméabilité (Tab.1).

3.10 ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE DE L'AQUIFERE DU BVM PAR LA METHODE DRASTIC

La méthode DRASTIC est un modèle qui repose sur une analyse spatiale classique. Dans la pratique, chaque paramètre est subdivisé en intervalles de valeurs significatives et affecté d'une cotation numérique croissante, en fonction de son importance dans la vulnérabilité et selon la particularité du milieu. Chacun des sept paramètres de l'acronyme DRASTIC a été subdivisé en classes, indexé des cotes variant de 1 à 10 et attribué un poids numérique comprise entre 1 et 5 en fonction de son degré d'influence (Tab.1). Les valeurs des poids utilisées sont celles de la version standard de la méthode DRASTIC [20] qui correspondent à un degré de vulnérabilité (Tab.1). L'indice de vulnérabilité (Iv) est calculé en faisant la somme des produits des cotes par les poids des paramètres correspondants :

$$Iv = Dp \times Dc + Rp \times Rc + Ap \times Ac + Sp \times Sc + Tp \times Tc + Ip \times Ic + Cp \times Cc$$

Avec D, R, A, S, T, I, et C les sept paramètres de la méthode DRASTIC,

p le poids du paramètre et c la cote associée.

Cette indice de vulnérabilité mesurée en classe de degré de vulnérabilité représente la mesure de la vulnérabilité hydrogéologique de l'aquifère du BVM (Tab.2 et Fig 3).

3.11 ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE DE L'AQUIFERE DU BVM PAR LA METHODE SI (SUSCEPTIBILITY INDEX)

La méthode SI prend en considération cinq paramètres. Les cotes correspondantes aux différentes classes des paramètres, dans la méthode DRASTIC, ont été également conservées pour les paramètres similaires (D : la profondeur de la nappe, R : la recharge efficace de l'aquifère, A : la lithologie de l'aquifère, et T : Topographie). Le cinquième paramètre est l'occupation des sols (OS). Les valeurs des cotes attribuées aux classes des différents paramètres varient de 0 à 100, allant du moins vulnérable au plus vulnérable. Quant aux poids attribués aux paramètres SI, ils varient de 0 à 1 selon l'importance du paramètre dans la vulnérabilité (Tab.3). La méthode SI présente quatre degrés de vulnérabilité selon les valeurs des indices obtenues (Tab. 4).

3.12 ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE DE L'AQUIFERE DU BVM PAR LA METHODE GOD

La méthode GOD a été développée par [15]. Elle présente la vulnérabilité de l'aquifère face à la percolation verticale de polluants à travers la zone non saturée et ne traite pas de la migration latérale des polluants dans la zone saturée. Elle utilise une approche empirique où la vulnérabilité des aquifères est définie en fonction de l'inaccessibilité de la zone saturée, au sens de la pénétration du polluant, et de la capacité d'atténuation des couches sus-jacentes à la zone saturée. L'approche employée pour ce modèle a recours à trois paramètres. Le premier réside dans l'identification du type d'aquifère en fonction de son degré de confinement (Ca). Le deuxième correspond à la lithologie de l'aquifère (Cl) et le troisième est défini par la profondeur de la nappe (Cp) [22]. Les cotes attribuées aux classes des différents paramètres sont inférieures ou égales à " 1 ". L'Indice GOD (IG) qui permet d'évaluer la vulnérabilité de l'aquifère à la pollution est obtenu par la multiplication de ces trois paramètres. La cartographie de la vulnérabilité à la pollution des aquifères par la méthode GOD a été faite par le calcul de l'Indice GOD (IG) selon l'équation [22]:

$$IG = Ca \times Cl \times Cd$$

Avec Ca : Type d'aquifère ; Cl : Lithologie de l'aquifère ; Cd : Profondeur de la nappe.

Les différentes plages d'IG obtenues ont été mises en parallèle avec les classes de vulnérabilité. D'une manière générale, les indices GOD obtenus sont répartis en cinq classes de vulnérabilité allant du "très faible" à "extrême" (Tab.5).

3.13 VALIDATION DES CARTES DE VULNERABILITE

L'évaluation de la vulnérabilité doit répondre à deux questions essentielles : la vulnérabilité donne-t-elle des surfaces considérées valides ou non ? Les valeurs obtenues de surface voisine sont-elles différentes significativement ?

La validation des cartes de vulnérabilité peut se faire seulement après analyse des incertitudes. Le chemin des investigations de ces incertitudes consiste à l'analyse de performance des sensibilités [23] ou en comparant les cartes de vulnérabilité réalisées par plusieurs méthodes dans la même surface [24]. C'est cette seconde approche qui a été utilisée dans le cas de cette étude.

La validité de l'évaluation de la vulnérabilité à la pollution par les méthodes DRASTIC, SI et GOD, a été testée par les données de la conductivité électrique des eaux souterraines. En effet, plusieurs auteurs [1], [25], [26], [27], [28] et [29]; ont vérifié la validité des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité à la pollution en se basant sur des données chimiques des eaux souterraines. Cette activité a été réalisée en établissant une comparaison entre la répartition des conductivités électriques dans les eaux de l'aquifère du BVM et la distribution des classes de vulnérabilité. Elle a porté sur l'analyse de la concentration ionique des eaux souterraines du BVM réalisée sur 54 points d'eau.

4 RÉSULTATS

4.1 NIVEAU DE VULNERABILITE DES AQUIFERES DU BASSIN VERSANT DE LA MINGOSSO SELON DRASTIC

Les valeurs d'indice de vulnérabilité sont respectivement comprises entre 47 et 235. Cinq plages d'indice de vulnérabilité ont été mises en évidence selon la méthode DRASTIC (Tab.7). L'analyse de ces plages a révélé cinq classes de degrés de vulnérabilité à la pollution (Fig.3):

- la classe de vulnérabilité très faible disséminée en îlots dans le bassin d'étude. Elle représente 28,56% de la superficie du bassin. Cette classe illustre les zones de couches non saturées constituées d'argile sableuse, d'épaisseur comprise entre 14 et 20 m, et combiné à une perméabilité moyenne comprise entre $5,10^{-6}$ et $5,10^{-5}$ m/s ;

Tableau 1: Notation des critères de la méthode DRASTIC utilisée

	D		R		A		S		T		I		C			
	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation		
	0-2 (m)	10	Ruissellement majoritaire	0-20 (mm)	9	Aquifère libre	0-1	25	Argilo-sableuse avec un peu de graviers	7	0-2 %	10	Argile sableuse	3	Faible	4
	3-9 (m)	7	Ruissellements moyen	21-40 (mm)	8	Aquifère semi libre	2-6	7	Sablo argileux avec un peu de graviers	9	2-6%	9	Sable argileux avec peu de gravier	6	Moyenne	6
	10-19 (m)	5	Ruissellement égale à infiltration	41-60 (mm)	6	Aquifère subsurface	7-14	5	Gneiss fissuré	4	6-12%	5	Gneiss altéré	9	Forte	8
	20-39 (m)	2	Infiltration moyenne	61-80 (mm)	3	Aquifère semi captive	15-20	3	Gneiss intact	3	12-18%	3	Gneiss sain	10		
	>40 (m)	1	Infiltration majoritaire	81-100 (mm)	1	-	-	-			>18%	1				
Poids		5		4		3			2		1		5		3	

Cat : catégorie D : profondeur R : recharge A : aquifère S : texture du sol T : topographie et fracturation I : nature de la zone non saturée C : perméabilité

Tableau 2: Critère d'évaluation de la vulnérabilité dans la méthode DRASTIC [21]

Indice de vulnérabilité	Degré de vulnérabilité
< 80	Très faible
80-100	Faible
100-120	Moyenne
120-140	Forte
>140	Très forte

Tableau 3: Notation des critères de la méthode SI utilisée

D	R		A			T	OS				
Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation	Cat	cotation		
0-2 (m)	10	Ruissellement majoritaire	0-20 (mm)	9	Aquifère libre	0-1(m)	25	0-2 %	10	habitation	70
										Sol peu épais	7
3-9 (m)	7	Ruissellements moyen	21-40 (mm)	8	Aquifère semi libre	2-6 (m)	7	2-6%	9	Sol épais	6
10-19 (m)	5	Ruissellement égale à infiltration	41-60 (mm)	6	Aquifère subsurface	7-14 (m)	5	6-12%	5	Sol peu hydromorphe	3
20-39 (m)	2	Infiltration moyenne	61-80 (mm)	3	Aquifère semi captive	15-20 (m)	3	12-18%	3	Sol hydromorphe	2
>40 (m)	1	Infiltration majoritaire	81-100 (mm)	1	-	-	-	>18%	1	Roche affleurante	4
Poids	0,186		0,212		0,259			0,121		0,222	

Cat : catégorie D : profondeur R : recharge A : aquifère T : topographie et fracturation OS : occupation du sol

Tableau 4 : Critère d'évaluation de la vulnérabilité dans la méthode SI [31].

Degré de vulnérabilité	Indice de vulnérabilité
Faible	< 45
Moyen	45-64
Elevé	65-84
Très élevé	85-100

Tableau 5 : Classification de la vulnérabilité de la méthode GOD selon [16]

Type d'aquifère

aquitard	Captive	Semi captive	Sub-surface	Semi libre	libre
0	0,1	0,2	0,3	0,5	1

Type de lithologie

Sol résiduel	Silt et limon	Sable éolien	Sable alluvionnaire	Colluvion et graveleux	Sédiment non consolidé
0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
Sol Meuble argile		sable	Craie		
	Silts volcanique	tuff			Roches poreuses consolidées
0,6	0,7		0,9		
Formation ignées et métamorphique et ancien volcanique		Récents niveaux volcaniques		Calcaire et autres roches	Roches denses consolidées
0,5 à 0,8		0,8 à 0,9	0,9 à 1		

Profondeur de l'eau en (zone captive et libre)

>100 m	50-100 m	20-50 m	10-20 m	5-10 m	2-5 m	<2 m
0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

Tableau 6 : Critère d'évaluation de la vulnérabilité Indice de vulnérabilité final selon la méthode GOD [16]

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Négligeable	Faible		Modéré		forte			Très forte (extrême)		

- la classe à vulnérabilité faible est majoritaire et représente 53,82% de la superficie du bassin. Dans cette zone, le sol est argile sableuse, associé à une perméabilité moyenne de $5,10^{-6}$ et $5,10^{-5}$ m/s. Les niveaux statiques dans cette zone sont généralement compris entre 10 et 14 m ;
- la classe de vulnérabilité moyenne se présente sous forme d'îlots au Nord et au Sud-ouest, disséminée en petite surface au Nord-Est et au Centre. Elle représente 1,86% de la superficie du bassin. Dans cette zone, la couche non saturée est constituée de sable argileux combinée à une perméabilité comprise entre $5,10^{-5}$ et $5,10^{-4}$ m/s. Cette zone est à un niveau statique compris entre 5 et 10 m ;
- la classe de forte vulnérabilité est confinée vers le Nord du bassin et représente 0,01%. Dans cette zone, la couche non saturée est constituée de sable argileux et de faible épaisseur (0-5 m) qui recouvre un socle gneissique fracturé et altéré. Leur perméabilité est forte avec des valeurs de $5,10^{-5}$ et $5,10^{-4}$ m/s ;
- la classe de vulnérabilité très forte se présente à l'Est et sous forme de petite surface éparsée dans le bassin. Elle représente 15,74% de la superficie. Cet indice de très forte vulnérabilité peut être dû aux puits forcés jusqu'à la nappe d'eau souterraine créant ainsi les zones à très forte potentielle de pollution.

4.2 NIVEAU DE VULNERABILITE DES AQUIFERES DU BASSIN VERSANT DE LA MINGOSSO SELON SI

Les résultats révèlent que l'indice de valeur de vulnérabilité varie entre 21 et 105. Quatre plages d'indice de vulnérabilité ont été mises en évidence selon le tableau 7. L'analyse des plages d'indice de vulnérabilité fait ressortir quatre classes de surface de vulnérabilité (Fig. 4) :

- la classe de vulnérabilité faible est disséminée dans tout le bassin et représente une superficie de 67,46%. Elle serait due aux îlots de sol couvert de végétation ou de culture à ruissellement égal à l'infiltration, à des profondeurs de la nappe oscillant entre 14 et 20 m et à des pentes comprise entre 6 et 12% ;
- la classe de vulnérabilité moyenne, aussi disséminée dans le bassin d'étude, représente 28,27% de la superficie. Elle serait due à l'occupation du sol par l'habitat combiné à des profondeurs de la nappe oscillant entre 5 et 10 m, et à des pentes comprises entre 2 et 6% ;
- la classe de vulnérabilité élevée se présente en îlot au Nord, au Sud-ouest, Ouest, au Centre et au Sud. Elle représente 3,98% de la superficie du bassin d'étude. cette vulnérabilité élevée serait due aux îlots de sol peu épais constitué de sable argileux à faible couverture végétale et combiné aux pente faible (2 à 6%) et ruissellement moyenne ;
- la vulnérabilité très forte se présente sous forme d'îlot au Nord et un peu disséminé à des proportions très faibles vers le Sud du bassin. Elle représente 0,29% de la superficie. Elle serait due à de faible profondeur d'aquifère, associée à des infiltrations moyennes, aux sols peu épais à texture sable argileux, et aux zones de très faible pente (0 à 2%).

4.3 NIVEAU DE VULNERABILITE DES AQUIFERES DU BASSIN VERSANT DE LA MINGOSSO SELON GOD

L'indice de vulnérabilité (IG) obtenu varie entre 0,07 et 0,6. Les plages élaborées à partir de l'indice (IG) selon la méthode GOD ont mis en évidence quatre plages de vulnérabilité :

- $IG < 0,1$ (vulnérabilité négligeable) ;
- $0,1 < IG < 0,2$ (vulnérabilité faible) ;
- $0,3 < IG < 0,4$ (vulnérabilité modérée) ;
- $0,4 < IG < 0,6$ (vulnérabilité forte).

Subséquent au calcul de l'indice de vulnérabilité (IG) obtenu qui varie de 0,07 à 0,6, l'analyse de ces plages d'indice de vulnérabilité révèle quatre classes de vulnérabilité (Fig.5). La plage d'indice de vulnérabilité très forte n'est pas représentée dans la zone d'étude et la carte issue est illustrée à la figure 5.

- la classe de vulnérabilité négligeable se rencontre en îlots au Centre, à l'Est et au Sud-Ouest. Elle représente 25,68% de la superficie du bassin versant. Cette classe est presque comparable avec la classe de très faible vulnérabilité de la méthode DRASTIC et serait due à la grande profondeur de la nappe dans ces zones (14 m à 20 m), à la texture argilo-sableuse et à une perméabilité moyenne comprise entre $5,10^{-6}$ et $5,10^{-5}$ m/s ;
- la classe de vulnérabilité faible est la plus importante et occupe 71,8% de la superficie du bassin. Les niveaux piézométriques dans cette zone sont généralement compris entre 10 et 14 m. La nature du sol de la zone non saturée de cette partie est constituée d'argile silteuse sableuse, associée à une perméabilité moyenne de $5,10^{-6}$ et $5,10^{-5}$ m/s ;
- la classe de vulnérabilité modérée se rencontre en petit îlots et parfois disséminés au Nord, au Centre-Sud et au Nord-Est du bassin versant. Elle représente 2,34% de la superficie du bassin. Elle serait due à des niveaux piézométriques compris entre 5 et 10 m, à des zones non saturées constituées de sable argileux combinés à des perméabilités variant entre $5,10^{-5}$ et $5,10^{-4}$ m/s ;

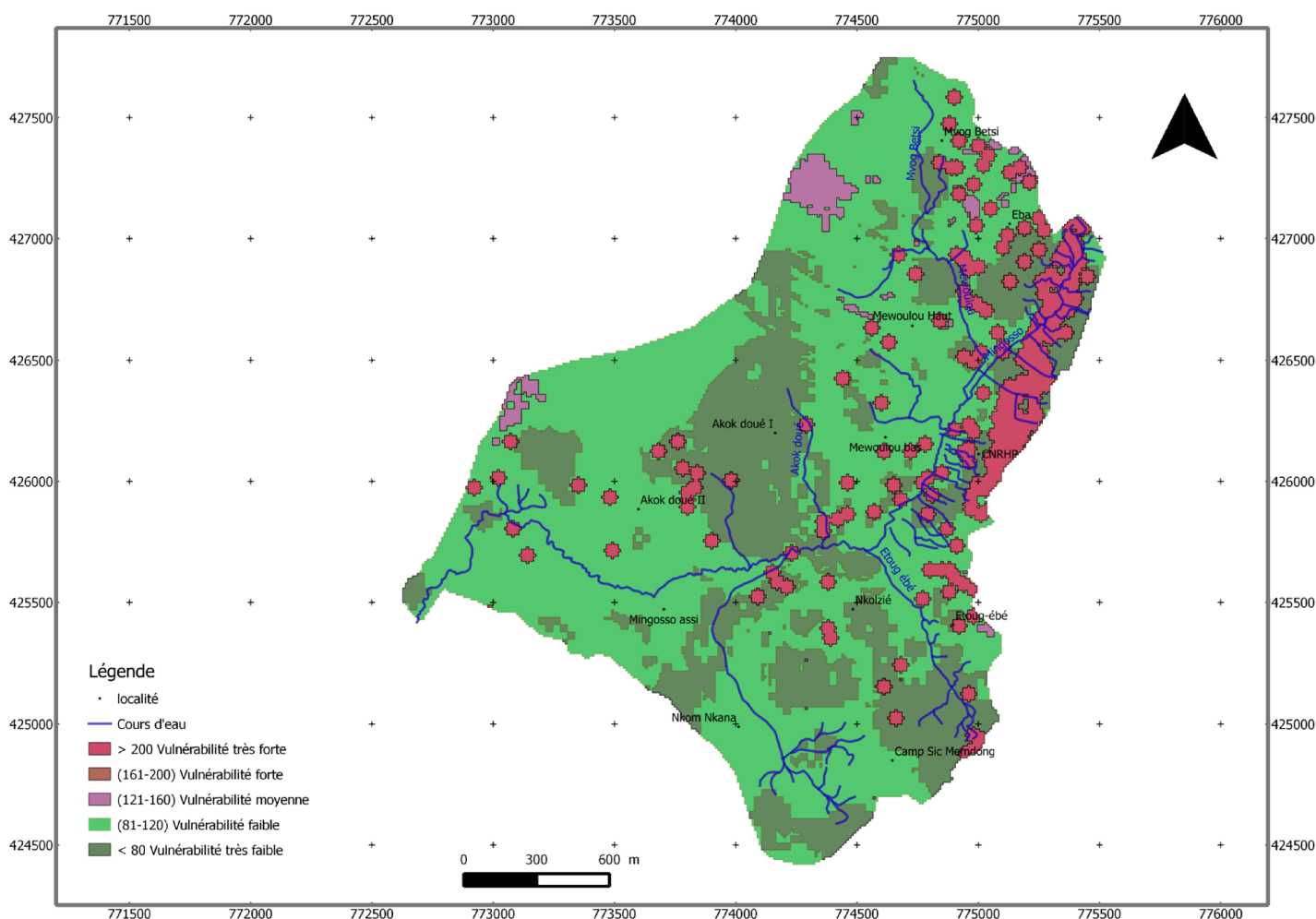


Figure 3: Degré de vulnérabilité à la pollution par la méthode DRASTIC

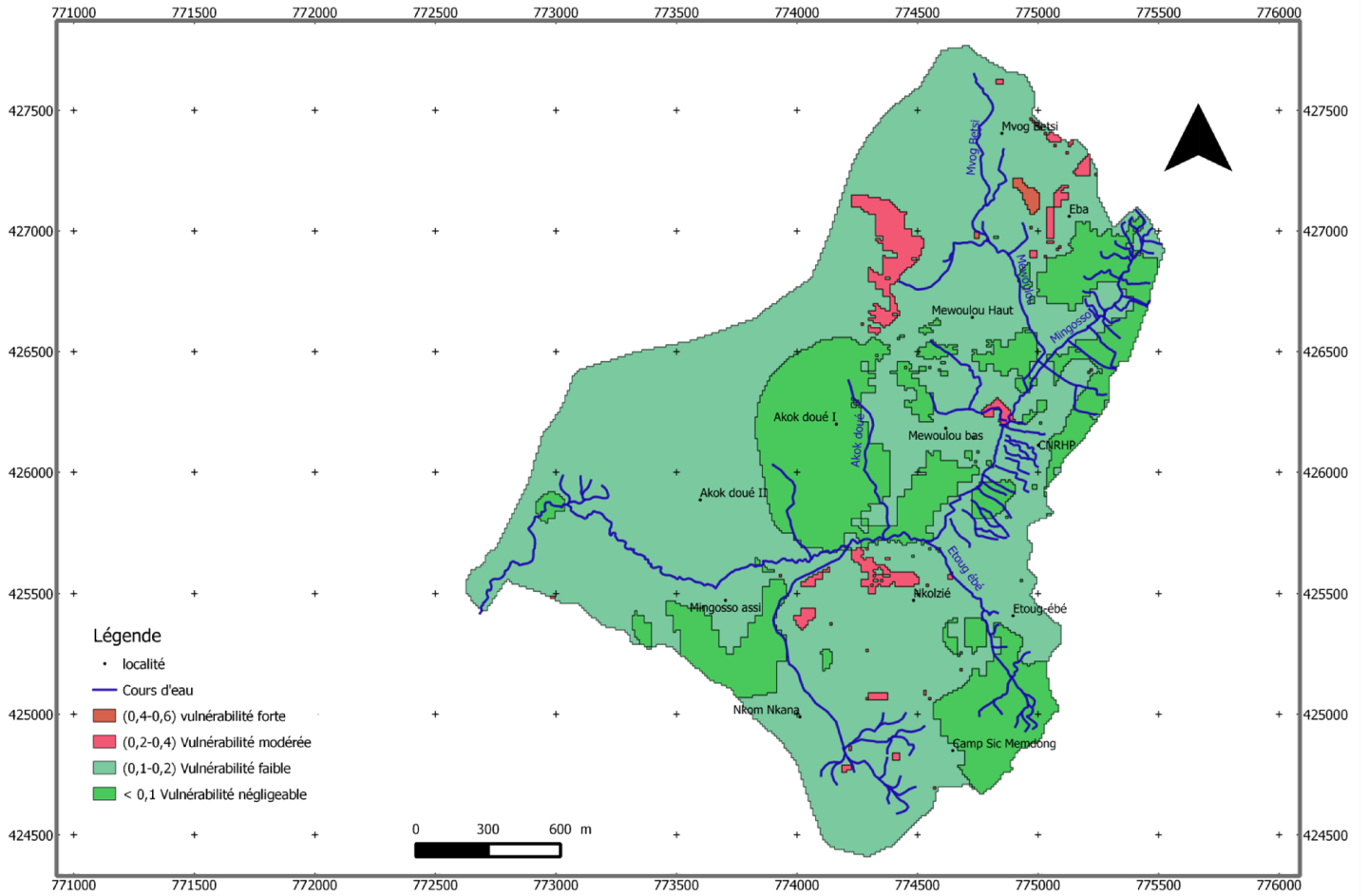


Figure 4: Degré de vulnérabilité à la pollution par la méthode GOD

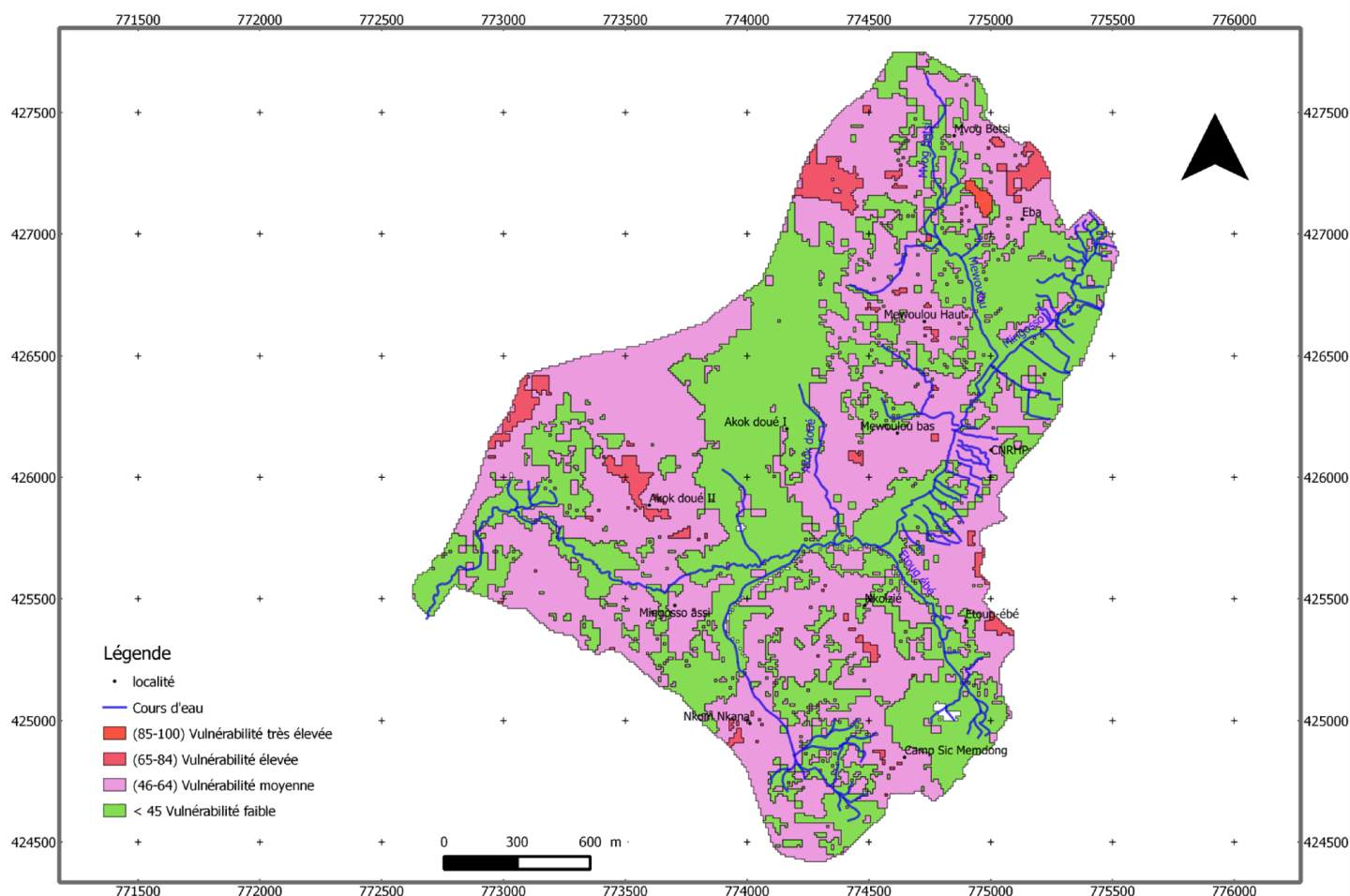


Figure 5: Degré de vulnérabilité à la pollution par la méthode SI

- la classe de vulnérabilité forte se rencontre en îlot au Nord du bassin versant et représente une superficie de 0,19%. Cette vulnérabilité forte serait due aux faibles profondeurs de la nappe oscillant entre 0 et 5 m et à la nature du sol de la ZNS constituée de sable argileux recouvrant un socle gneissique fracturé et altéré dans ce secteur.

4.4 VALIDATION DE LA POLLUTION PAR RAPPORT A LA MINERALISATION

Les concentrations ioniques contenues dans les eaux souterraines du BVM varient de 0 à 1000 μ S/cm. Seul trois plages de minéralisation de ces eaux sont observables (Fig.6) : la plage de minéralisation moyenne, de minéralisation faible et de minéralisation très faible.

La zone de minéralisation moyenne couvre le cours d'eau Mewoulou et la zone de Mewoulou haut, le cours d'eau Mingsosso et la zone aval de Nkolzié. Elle couvre aussi, quelques zones éparées d'Akokdoué et la zone de fracture qui sépare Akokdoué I et Akokdoué II. La zone de minéralisation faible représente 75% de la superficie du BVM. La zone de minéralisation très faible se rencontrée dans le Sud (NkomNkana et Camp Sic Mendong), en îlot dans le zone centre nord et au Sud-ouest.

4.5 NIVEAU DE VALIDITE DES CARTES DE VULNERABILITE A LA POLLUTION

4.5.1 POUR LA CARTE DRASTIC

Sur cette carte (Fig.7), 38 valeurs sont comprises entre 0 – 100 μ S/cm, dont neuf (09) soit 24,32% de ces valeurs coïncident avec la zone de vulnérabilité très faible. Vingt et deux (22), soit 57,89% de ces valeurs correspondent avec la zone

de vulnérabilité faible et sept (07) valeurs, soit 18,42% coïncident avec la zone de vulnérabilité importante. Onze points ont des valeurs comprises entre 100 et 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, avec une valeur respectivement dans la zone de vulnérabilité très faible et importante, neuf (09) valeurs dans la zone de vulnérabilité faible. Deux valeurs sont comprises entre 200 et 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec respectivement une valeur dans la zone de vulnérabilité très faible (50%) et faible (50%). La zone de vulnérabilité importante possède deux valeurs de concentration comprise entre 400 et 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Une valeur ayant les concentrations comprises entre 600 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se trouve dans la zone de vulnérabilité importante. En fonction de degré de minéralisation des eaux et des zones de vulnérabilité définies pour une classe, il ressort que, sur cinquante-quatre (54) points de valeurs de conductivité des eaux mesurées, 20 valeurs soit 37% coïncident avec les zones définies par ses minéralisation (Tab.9). Dont, (09) points coïncident avec la classe de vulnérabilité très faible, (09) avec celle de vulnérabilité faible et deux (02) avec la classe de vulnérabilité importante (Tab.9).

Tableau 7 : Pourcentage de surface de vulnérabilité

% surface de degré de vulnérabilité	DRASTIC	SI	GOD
Très faible (ou négligeable)	28,56	-	25,68
Faible	53,82	67,46	71,8
Moyenne (ou modérée)	1,86	28,27	2,34
Forte (ou élevée)	0,01	3,98	0,19
Très forte (ou très élevée)	15,74	0,29	-

Tableau 8 : Pourcentage de surface de minéralisation (ou concentration ionique)

% surface de concentration ionique	DRASTIC	SI	GOD
Très faible (ou négligeable)	2,28	-	12,17
Faible	79,7	92,56	80,91
Moyenne (ou modérée)	3,06	3,29	1,26
Forte (ou élevée)	4,3	3,98	5,66
Très forte (ou très élevée)	10,66	0,17	-

Tableau 9 : Nombre des points de coïncidence de mesure de minéralisation en fonction des zones de vulnérabilité définie par la méthode DRASTIC

Minéralisation	zone de vulnérabilité					Total
	Très faible nombre de points	Faible nombre de points	Moyenne nombre de points	Forte nombre de points	Très forte nombre de points	
Très faible 0-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	9	22	0	7	0	38
Faible 100-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1	9	0	1	0	11
Moyenne 200-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1	1	0	0	0	2
Forte 400-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0	0	0	2	1	3
Très forte 600-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0	0	0	0	0	0

Tableau 10 : Nombre des points de coïncidence de mesure de minéralisation en fonction des zones de vulnérabilité définie par la méthode GOD

Minéralisation	zone de vulnérabilité				Total
	Négligeable	Faible	Modérée	Forte	
	nombre de points	nombre de points	nombre de points	nombre de points	
Très faible 0-100 $\mu\text{S/cm}$	9	27	2	0	38
Faible 100-200 $\mu\text{S/cm}$	6	5	0	0	11
Moyenne 200-400 $\mu\text{S/cm}$	0	2	0	1	3
Forte 400-600 $\mu\text{S/cm}$	0	0	2	0	2
Très Forte 600-1000 $\mu\text{S/cm}$	0	0	0	0	0

Tableau 11 : Nombre des points de coïncidence de mesure de minéralisation en fonction des zones de vulnérabilité définie par la méthode SI

Minéralisation	zone de vulnérabilité				Total
	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée	
	nombre de points	nombre de points	nombre de points	nombre de points	
très faible 0-100 $\mu\text{S/cm}$	9	27	2	0	38
faible 100-200 $\mu\text{S/cm}$	6	5	0	0	11
moyenne 200-400 $\mu\text{S/cm}$	0	2	0	1	3
Importante 400-600 $\mu\text{S/cm}$	0	0	2	0	2
Très forte 600-1000 $\mu\text{S/cm}$	0	0	0	0	0

4.5.2 POUR LA CARTE GOD

Sur cette carte (Fig.8), 38 valeurs sont comprises entre (0 – 100 $\mu\text{S/cm}$), dont cinq (05) de ces valeurs coïncident avec la zone de vulnérabilité très faible. Trente-trois (33) de ces valeurs correspondent avec la zone de vulnérabilité faible. Onze (11) points ont des valeurs de concentration comprises entre 100 et 200 $\mu\text{S/cm}$, avec une valeur dans la zone de vulnérabilité négligeable (ou très faible), dix (10) valeurs dans la zone de vulnérabilité faible. Deux points ont des valeurs de concentration sont comprises entre 200 et 400 $\mu\text{S/cm}$ et se trouvent dans la zone de vulnérabilité faible. Il en est de même pour les deux points ayant les valeurs de concentration comprises entre 400 et 600 $\mu\text{S/cm}$. Un seul point de concentration comprise entre 600 et 1000 $\mu\text{S/cm}$ se trouve dans la zone de vulnérabilité faible. En fonction de degré de minéralisation des eaux et des zones définies pour une classe de vulnérabilité, il ressort que 14 points sur cinquante-quatre (54) soit (25,9%) de valeurs de conductivité des eaux mesurées coïncident avec les zones vulnérabilités définies (Tab.10). La classe de vulnérabilité faible est celle qui a un grand nombre de points de différentes classes de minéralisation. Les classes de vulnérabilité modérée et forte ne présentent pas des valeurs de point de minéralisation.

4.5.3 POUR LA CARTE SI

Sur cette carte (Fig.9), 38 valeurs sont comprises entre 0 – 100 $\mu\text{S/cm}$, dont neuf (09) de ces valeurs coïncident avec la zone de vulnérabilité faible. Vingt-sept (27), de ces valeurs correspondent avec la zone de vulnérabilité moyenne et deux (02)

de ces valeurs coïncident avec la zone de vulnérabilité forte. Onze (11) valeurs ont des concentrations comprises entre 100-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec six (06) de ces valeurs qui coïncident avec la zone de vulnérabilité faible et cinq (05) de ces valeurs coïncident avec la zone de vulnérabilité moyenne. Deux valeurs ont des concentrations oscillant entre 200 et 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et correspondent avec la zone de vulnérabilité moyenne. De même, deux valeurs sont comprises entre 400-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et coïncident avec la zone de vulnérabilité forte. Pour les concentrations comprises entre 600 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ une seule valeur coïncide avec la zone de vulnérabilité moyenne. En fonction de degré de minéralisation des eaux et des zones de vulnérabilité définies pour une classe, il ressort que, dix (10) sur cinquante-quatre (54) points de valeurs de conductivité des eaux mesurées, soit 18,5% de valeurs coïncident avec les zones définies par ses classes de vulnérabilité (Tab.11). La classe de vulnérabilité très forte ne possède des valeurs de points de minéralisation et la zone de vulnérabilité moyenne possède un grand nombre de points des différentes classes de minéralisation.

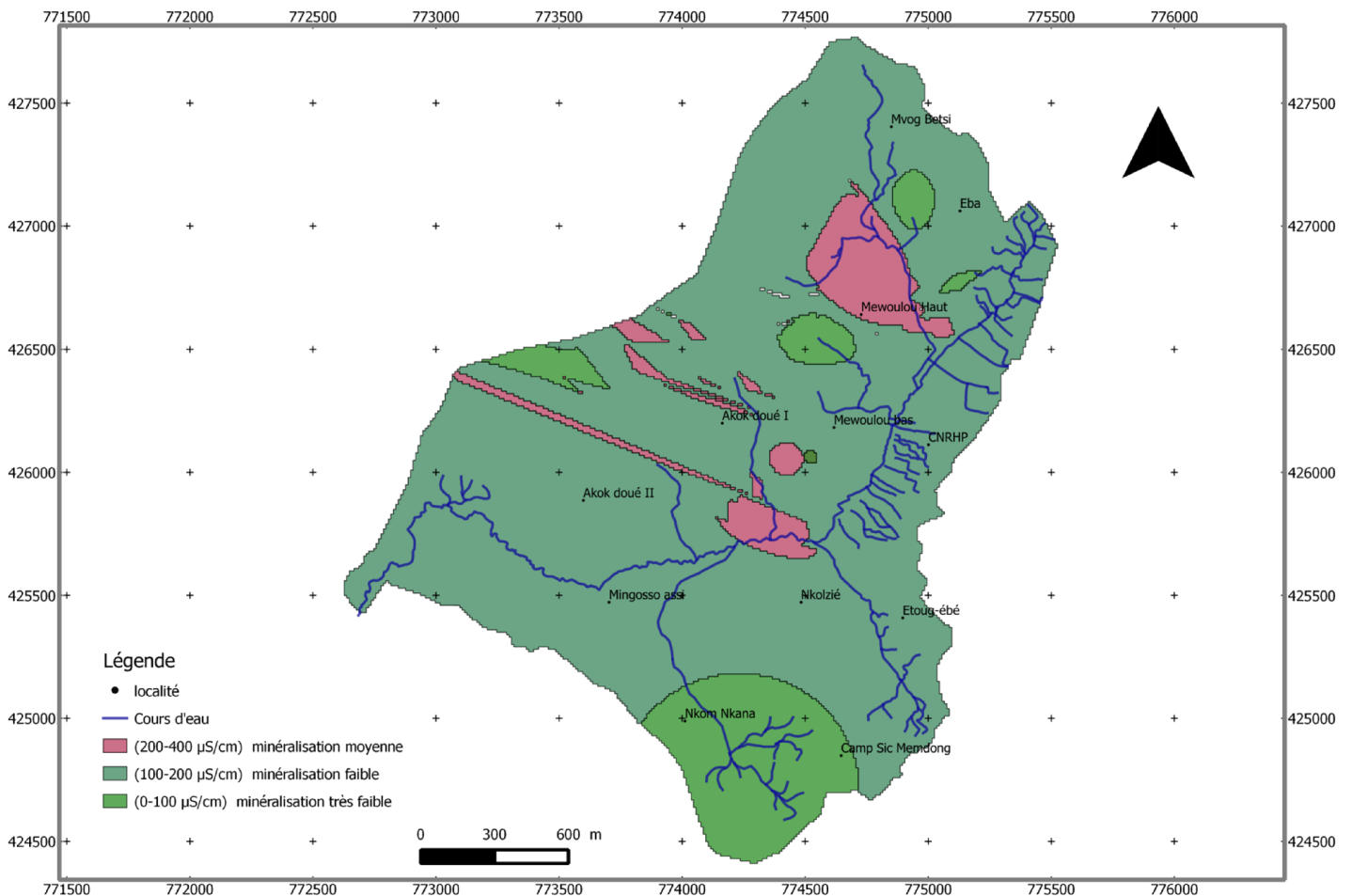


Figure 6 : Carte de minéralisation

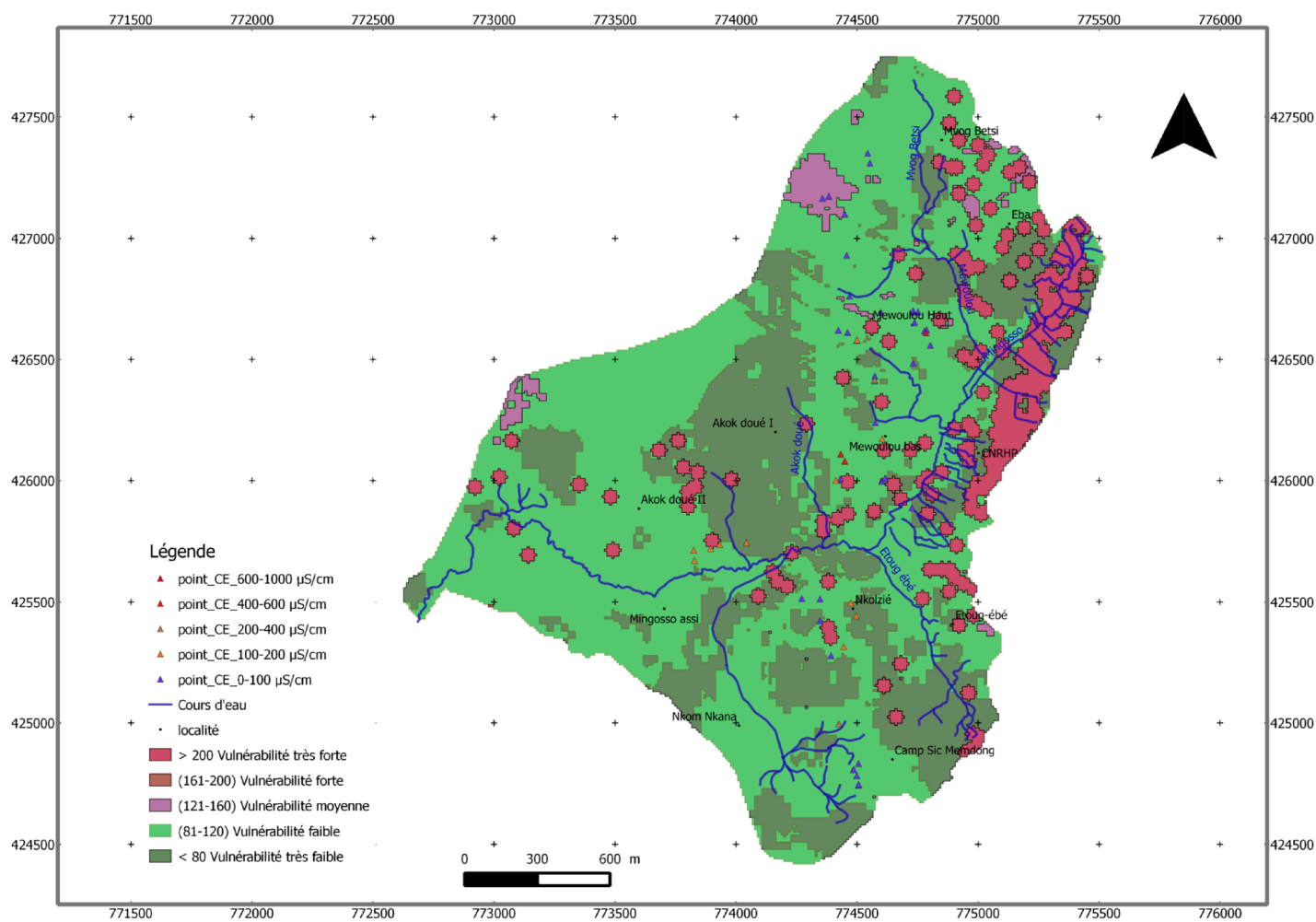


Figure 7: Niveau de validité de la carte de vulnérabilité par la minéralisation, méthode DRASTIC

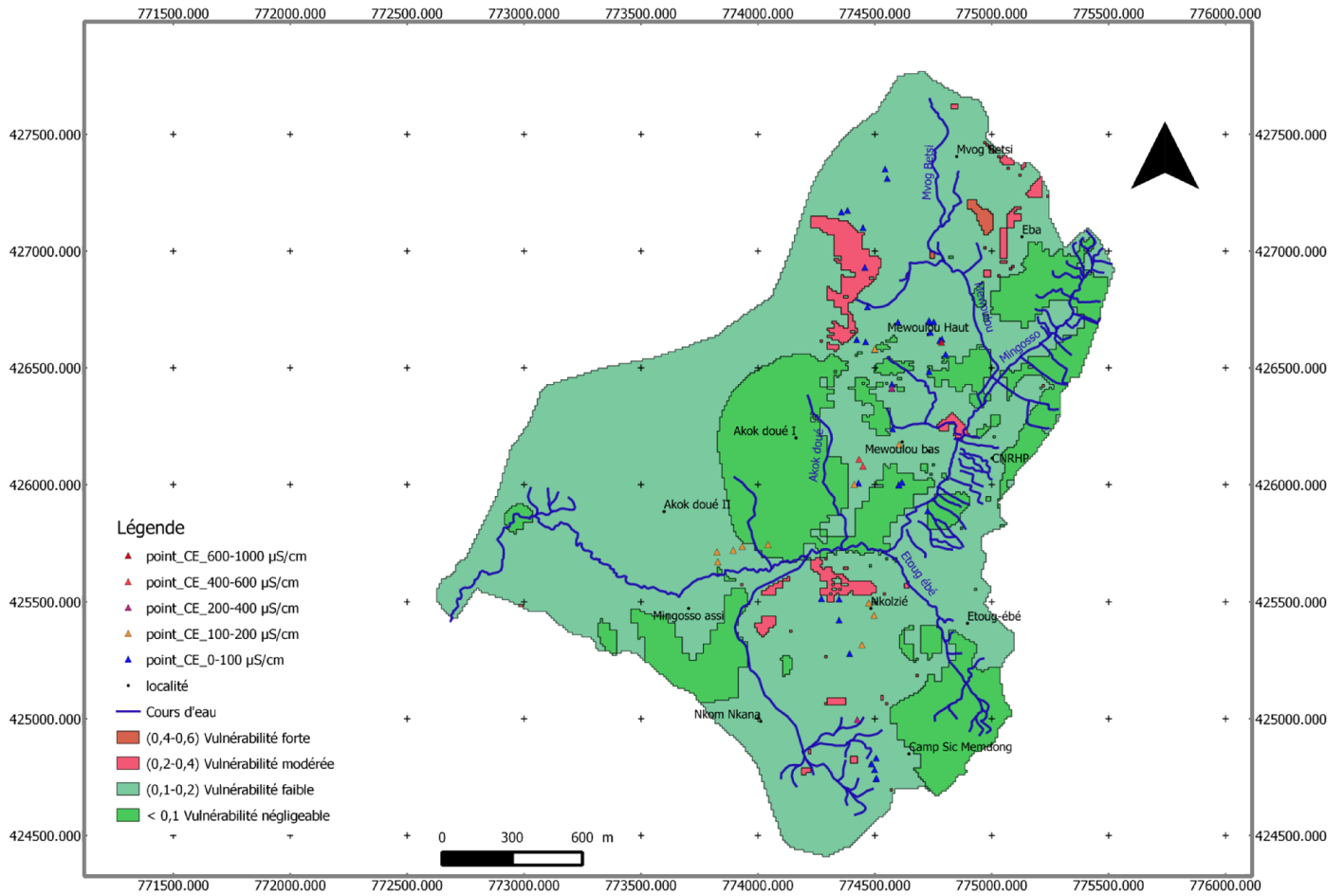


Figure 8: Niveau de validité de la carte de vulnérabilité par la minéralisation, méthode GOD

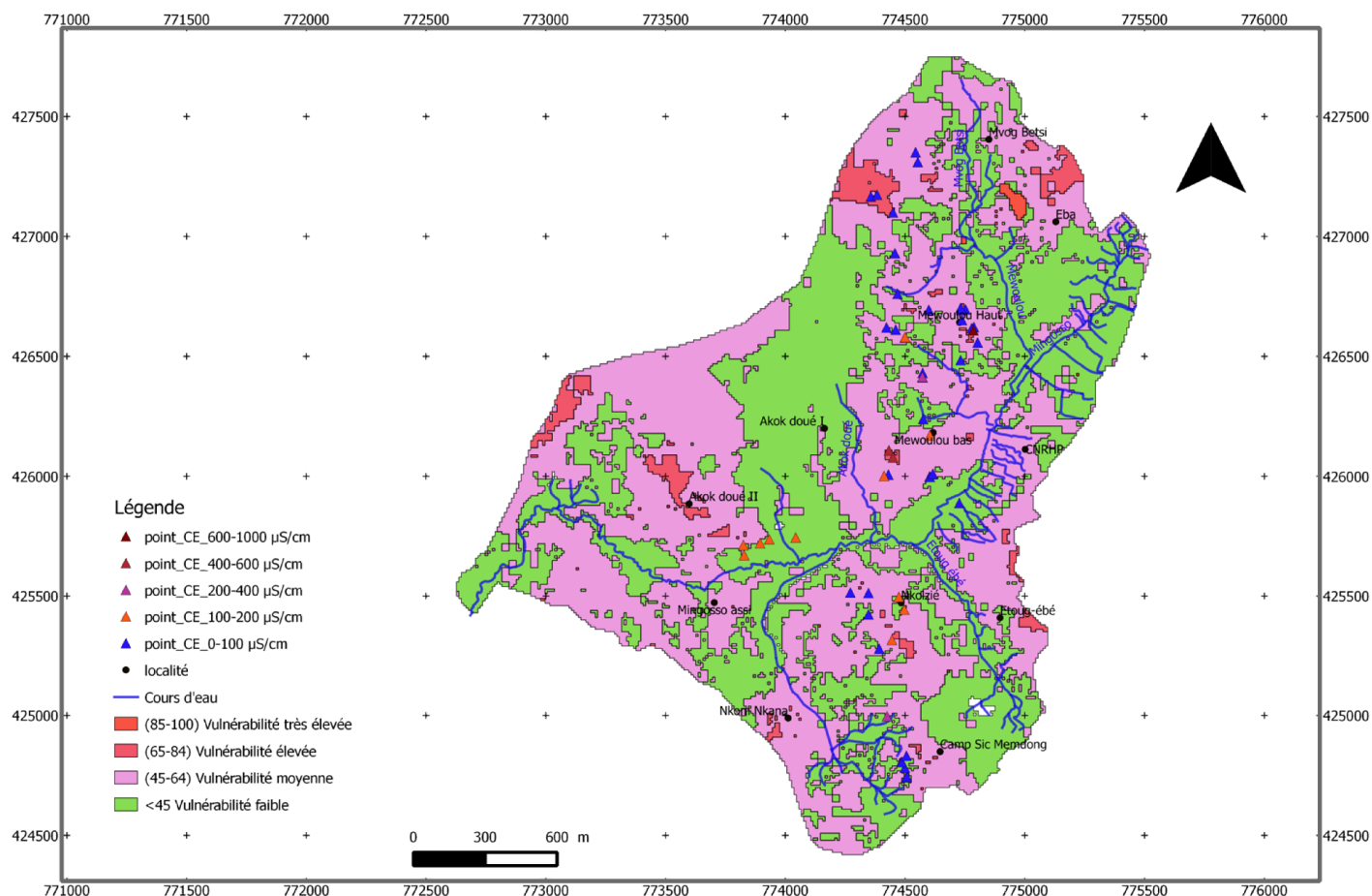


Figure 9: Niveau de validité de la carte de vulnérabilité par la minéralisation, méthode SI

5 DISCUSSION

Cette étude a été réalisée dans un petit bassin défini par les conditions naturelles et les limites hydrogéologiques. La zone est caractérisée par une forte occupation du sol illustrant les zones pouvant être le siège de contamination de par l'activité liée au terrain. La combinaison de trois méthodes d'approche utilisée est importante pour comprendre le mécanisme et la représentativité de la vulnérabilité à la pollution dans le domaine examiné. Ceci permet de distinguer, selon les méthodes, parfois trois ou quatre classes, s'étendant du très faible au degré très élevé de vulnérabilité. La différence dans le nombre de classe est liée au fait que les frontières et les dimensions de classe qui sont assignées à différents paramètres ne sont pas absolues. Ceci implique que les limites de classe standard peuvent ne pas refléter la réalité au sol où une classe peut entourer les unités hydrogéologiques différentes. D'ailleurs, les différents travaux en littérature ont prouvé que les limites varient d'une méthode à l'autre, d'une étude à l'autre ou d'une région à l'autre [1], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [23] et [29]. Par exemple, la méthode GOD ne donne pas assez d'importance pour les paramètres : couche aquifère et recharge. Il ressort que ces méthodes d'étude de la vulnérabilité intrinsèque aident à acquérir une bonne idée de la plupart des zones sensibles et prescrire plus tard des mesures de protection nécessaires [9]. La validation de la carte de vulnérabilité aurait été plus représentative, si les mesures de conductivité électrique en grand nombre et réparties dans tout le BVM avaient été effectuées. L'analyse des polluants dans ce BVM aurait fourni des valeurs supplémentaires pour la validation. Un bon nombre des paramètres utilisés comme la recharge, zone d'impact ou occupation de sol et topographie sont approximatives ou produit par extrapolation en graduation différente. Ceux derniers peuvent expliquer des erreurs pendant le processus d'évaluation lors de la validation utilisant les valeurs de conductivité électrique observées des eaux souterraines. Car ces valeurs ne seront que fiable qu'à l'intérieur des intervalles délimitées par les données ponctuelles [28]. On note ainsi cinq classes de vulnérabilité pour la méthode DRASTIC contre 4 classes pour les deux autres. La différence entre les classes suivant les méthodes se situe à l'absence de la classe de très faible vulnérabilité dans le cas de la méthode SI et l'absence de la classe

vulnérabilité élevée dans le cas de la méthode GOD. Trois classes de vulnérabilité similaire à la pollution sont discernées par la méthode DRASTIC, SI et GOD. Il s'agit des classes de vulnérabilité faible, moyenne (ou modérée) et forte (ou importante). La classe de degré de vulnérabilité faible est la plus dominante, couvrant les superficies respectivement 53,82% ; 67,46% et 71,80% pour les méthodes de DRASTIC, SI et GOD. Cette classe est répartie sur l'ensemble du BVM et l'épaisseur de la ZNS dans ces zones varie entre 10 et 14 m. Elle a une texture argile sableuse. Cette classe possède une perméabilité faible, une infiltration moyenne et les pentes moyennes. Le taux de coïncidence des valeurs de minéralisation des eaux souterraines avec les zones de vulnérabilité définies est de 37%, 18,5% et 25,9% respectivement pour les méthodes DRASTIC, SI et GOD. Il ressort de ces différents taux de coïncidence que l'approche DRASTIC offre le plus grand pourcentage de taux de coïncidence et présente aussi un grand nombre de classe de vulnérabilité par rapport aux deux autres méthodes. Ce fort taux de coïncidence de l'approche DRASTIC a été aussi relevé par [9] dans la région de Bonoua en Côte d'Ivoire, [30] dans la région de Jijel, au Nord Est de l'Algérie. Cette approche DRASTIC semble refléter mieux la réalité au sol et pourrait être adéquate pour le traçage de la vulnérabilité dans le BVM.

6 CONCLUSION

La vulnérabilité intrinsèque des aquifères du BVM, déterminée par les méthodes DRASTIC, SI et GOD, révèle une tendance à la vulnérabilité faible avec un taux de coïncidence de valeurs de conductivités électriques élevées dans les classes de degré de vulnérabilité. Néanmoins, on note une forte évolution dans le domaine de vulnérabilité moyenne, forte et très forte dans les lieux foncés pour capter l'aquifère. Ce qui prouve que les aquifères sont menacés localement par la pollution. D'une manière générale, cette tendance à la vulnérabilité faible est suivie par celle de vulnérabilité moyenne, ce qui permet de dire que les aquifères du BVM sont susceptibles d'être menacés localement par l'infiltration des polluants. Il est donc souhaitable de contrôler le fonçage des puits et de faire le suivi des paramètres de pollution, afin de caractériser la sensibilité de l'aquifère de ce bassin. Car cette vulnérabilité peut évoluer par les effets conjugués de l'homme et des années pluviales.

REMERCIEMENT

La collecte des données hydrauliques et le suivi hydrodynamique ont pu se réaliser grâce au soutien de « International Foundation for Science (IFS) » dans le cadre de l'attribution de la bourse Réf : **W/4856-1**. Nous tenons à remercier l'IFS pour leurs supports financiers et matériels. Nous remercions aussi la **CUD** et nos formateurs de Stage (SIG) de l'**IGEAT** de l'**ULB** Belgique.

REFERENCES

- [1] M.H. Hamza, A. Added, R. Rodriguez, S. Abdeljaoued, A. Ben Mammou "A GIS-based DRASTIC vulnerability and net recharge reassessment in an aquifer of a semi-arid region (Metline-Ras Jebel-RafRaf aquifer, Northern Tunisia)". *J. Environ. Manage.*, 84, 12-19, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.04.004>
- [2] M. Civita : *La carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento : Teoria e pratica*. PITAGORA (Éditeurs), Bologna, Italie, 1994.
- [3] I. S.Babiker, M. A. A. Mohamed, T.Hiyama, Kato, "A GIS-based DRASTIC model for assessing aquifer vulnerability in Kakamigaharaheigts Gifu Prefecture, central Japan". *SCI Total Environ* vol. 345, pp.127-140, 2005.
- [4] A. Jamrah, A. Al-Futaisi, N.Rajmohan, S. Al-Yaroubi, "Assesment of groundwater vulnerability in the coastal region of Oman using DRASTIC index method in GIS environment. *Environ MonotAssess*vol.147, pp. 125-138, 2008.
- [5] R.Zhang, J. D.Hamerlinck, S. P.Gloss, L.Munn, "Determination of non point-source pollution using GIS and numerical models" *J Environ Qual*vol.25, pp. 411-418, 1996.
- [6] A. J.Tesoriero, E. L. Inkpen, F. D. Voss, "Assessing ground-water vulnerability using logistic regression" *Proceedings for the Source Water Assessment and Protection98 Conference, Dallas, Vol.TX*, pp.157-165, 1998.
- [7] S. S. D. Foster, "Groundwater recharge and pollution vulnerability of British aquifers: a critical overview" in Robins, N.S. (Ed.), *Groundwater Pollution, Aquifer Recharge and Vulnerability Geological Society, London, Special Publications*, vol.130, pp. 7-22, 2002.
- [8] M. N.Almasri, "Assessment of intrinsic vulnerability to contamination for Gaza coastal aquifer, Palestine" *J. Environ Manage* vol. 88, pp. 577-593, 2008.
- [9] G.E.Aké, K. Dongo. H.K.Boyossoro, B.Dibi, M.B. Sale, J. Biemi, "Contribution des méthodes de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC et GOD à l'étude de la pollution par les nitrate dans la Région de Bonoua (Sud-Est de la côte d'Ivoire)". *European Journal of scientific Research*. Vol.31 N°1, pp.157-171, 2009.

- [10] R. Kaur and K. G. Rosi "Ground Water Vulnerability Assessment –Challenges and Opportunities" [Online]. Available: [http://www.cgwb.gov.in/documents/papers/incidpapers/Paper%2012-%20R.%20Accessed\(12 May2011\)](http://www.cgwb.gov.in/documents/papers/incidpapers/Paper%2012-%20R.%20Accessed(12%20May2011))
- [11] J.B. Suchel, "Les climats du Cameroun". *Thèse Univ. Saint-Étienne*, 1988.
- [12] G. Ewodo Mboudou, "Caractérisation et fonctionnement des aquifères de sub-surface en zone de socle cristallin et de climat intertropical humide : cas des bassins versants de la Mingsosso et de l'Abiérgué (Région de Yaoundé –Cameroun" Univ. Ydé I, Thèse d'Hydrogéologie, 2012.
- [13] H. Mvondo, S. Owona, J. Mvondo Ondo and J. Essono, "Tectonic evolution of the Yaounde segment of the Neoproterozoic Central Orogenic Belt in southern Cameroun", *Can. J. Earth Sci.*, 44, 433-444, 2007.
- [14] D. Sanz, S. Castaño, E. Cassiraga, A. Sahuquillo, J.J. Gómez-Alday, S. Peña, A. Calera "Modeling aquifer river interactions under the influence of groundwater abstractions in the Mancha Oriental System" *Hydrogeol. J.* doi:10.1007/s10040-010-0694-x, 2010
- [15] S. S. D. Foster, "Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy-Vulnerability of soil and groundwater to pollutants, RIVM" TNO Committee on Hydrogeological Research, pp. 69-86, 1987.
- [16] S. Bézèlguet et E. Des Garets, "Cartographie de la vulnérabilité des nappes de Grande-Terre et de Marie-Galante (Guadeloupe). Phase 1- Définition de la méthode de détermination de la vulnérabilité", Rapport BRGM-51783-FR, 41 p. 2002.
- [17] V. Mardhel, S. Pinson et A. Gravier, "Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines en région Nord-Pas-de-Calais". Rapport BRGM/RP-54238-FR. 113p, 2005.
- [18] B. Delcaillau, "Les fronts de chaîne active - Genèse des reliefs et relations tectonique -érosion-sédimentation", Thèse, Univ. de Caen, 300 p, 1997.
- [19] L. Ribeiro, "Desenvolvimento de um índice para avaliar a susceptibilidade dos aquíferos à contaminação", Nota interna, (não publicada), ERSHA-CVRM, 8 p, 2000.
- [20] L. Aller, T. Bennet, J.H. Lehr, R.J. Petty et G. Hackett, "DRASTIC : A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological settings" US Environmental Protection Agency, EPA/600/2-87-036, 455 p. 1987.
- [21] G. Ewodo Mboudou, A. Ombolo, A. Fouépé Takounjou, A. F. Bon, G. E. Ekodeck "Etude des Paramètres hydrauliques des aquifères de sub-surface du bassin versant de la Mingsosso, région de Yaoundé", *Rév. CAMES-Série A*, Vol. 13, pp 123-127, 2012.
- [22] V. Murat, D. Paradis, M. M. Savard, M. Nastev, E. Bourque, A. Hamel, R. Lefebvre, R. Martel, "Vulnérabilité à la nappe des aquifères fracturés du Sud-Ouest du Québec : Evaluation par les méthodes DRASTIC et GOD", Ressources naturelles Canada, Commission Géologique, p. 16, 2003.
- [23] R.C. Gogu, "Advances in ground water protection strategy using vulnerability mapping and hydrogeological GIS database", Ph.D. thesis. Univ. of Liège. Belgium. 153p. 2000.
- [24] R. C. Gogu, A. Pandele, A. Lonta, C. Lonescu. "Ground water vulnerability analysis using a low geographical information system". MIS/UDMS conference. Well-GIS workshop's Environmental information system for regional and Municipal planning. Prague, pp 35-49, 1996.
- [25] D. Isabel, P. Gelinat et F. Aubre, "Cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines au Québec", *Rev. Sc. Tech. Eau*, 23p. 1990.
- [26] L. Champagne et R.P. Chapuis, "Évaluation de la vulnérabilité à la pollution des formations aquifères de la MRC de Montcalm selon la méthode DRASTIC", *Rev. Sc. Tech. Eau*, Vol. 26, pp. 76 -169, 1993.
- [27] R. M. Mohamed, "Evaluation et cartographie de la vulnérabilité à la pollution de l'aquifère alluvionnaire de la plaine d'El Madher, Nord-Est algérien, selon la méthode DRASTIC", *Sciences et changement planétaires / sécheresse*, vol. 12, n°2, pp. 95-101, 2001.
- [28] J. P. Jourda, M. B. Saley, E. V. Djangoua, K. J. Kouamé, J. Biémi et M. Razack, "Utilisation des données ETM+ de Landsat et d'un SIG pour l'évaluation du potentiel en eau souterraine dans le milieu fissuré précambrien de la région de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) : approche par analyse multicritère et test de validation", *Revue de Télédétection*. Vol. 5, n°4, pp. 339-357, 2006.
- [29] K. J. Kouamé, "Contribution à la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) du District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) : Outils d'aide à la décision pour la prévention et la protection des eaux souterraines contre la pollution", *Thèse Unique de Doctorat. Université de Cocody, UFR Sciences de la Terre et des Ressources Minières*, 250p. 2007.
- [30] A. Boufekane et O. Saighi, "Assessment of groundwater pollution by nitrates using intrinsic vulnerability methods: A case study of the Nil valley groundwater (Jijel, North-East Algeria)", DOI: 10.5897/AJEST2013.1428 Vol. 7(10), pp. 949-960, 2013.

Effect of Selected Motivational Factors on the Job Satisfaction of Civil Servants within Government Devolved Functions in Nakuru County

Daniel Kimori Nyantika¹, Simon Kibet Kipchumba¹, Daniel O. Auka¹, and Benard Odera Asienyo²

¹Department of Business Administration, Faculty of Commerce, Egerton University, Kenya

²Organizational Development and Project Management Consultant, Bistech Systems, Nakuru, Kenya

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

ABSTRACT: Employees' job satisfaction is an old concept in industrial relations and is influenced by a number of factors. Since the promulgation of the Constitution of Kenya 2010, some of the government functions which used to be under the central government have since been devolved to the county governments. These functions include the Ministry of Health, Ministry of Water, Ministry of Agriculture and Ministry of Public works and roads among others. Employees working in these ministries, among others, had their functions devolved to the county governments. The deployment to the counties had adverse effects among employees as exemplified by strikes of the employees of the Ministry of Health. The main objective of this study was to assess the effect of selected job motivational factors on civil servants' job satisfaction within government devolved functions in Nakuru County. The target population was 1912 employees working in the devolved functions. The sample size of the study was 320 systematically picked across the devolved functions. The study used a close ended questionnaire as the main data collection tool. Both Pearson's correlation and regression analyses were used to establish whether the selected motivational factors were related to the exiting level of employees' job satisfaction. The study established that procedural justice and interactional justice contributed significantly to employees job satisfaction compared to communication and supervision.

KEYWORDS: Job Motivation, Job Satisfaction, Procedural Justice, Communication, Supervision and Interactional Justice.

1 INTRODUCTION

The devolved system of government in Kenya as provided for in the Constitution (2010) has the following objectives; To foster national unity by recognizing diversity; give powers of self-governance and participation of the people in the exercise of the powers of the State and in making decisions affecting them; recognize the right of communities to manage their own affairs and to further their development; protect and promote the interests and rights of minorities and marginalized communities; promote social and economic development and the provision of proximate, easily accessible services throughout Kenya; ensure equitable sharing of national and local resources throughout Kenya; facilitate the decentralization of State organs, their functions and services from the capital of Kenya; and enhance checks and balances and the separation of powers.

National and county governments are expected to work in consultation, exchange information and respect for respective organs, institutions and structures (Burugu, 2010). This co-operation policy will enhance national unity; harmonize policy formulation, coordination of socio-economic policies, and implementation of legislation, administration of resources and enhancing capacity building and facilitation of county and senate government operations. Each level of government should exercise integrity and respect constitutional functional status and government institutions of every level as the constitution provides for enhanced and closer working relationship. Joint working committees may be formed for negotiation, mediation and arbitration during disputes. The Transition to Devolved Government Act (2012) was established to provide policy and operational mechanisms during the transition period for audit, verification and transfer from the national to the county

government assets and liabilities, human resources, pensions and other benefits of employees of government and local authorities and other related matters including provision of mechanisms for capacity building.

Job satisfaction is an indicator of how well a person is doing his or her job. Job satisfaction is obviously an important factor for all organizations. Companies must continuously improve employee satisfaction in order to stay profitable. Job satisfaction can be defined as an individual's general attitude towards his or her job (Robbins, 2003). Price (1997) defined job satisfaction as the degree to which employees have a positive affective orientation towards employment by the organization. In the year 2013, Kenya Health Workers went on strike to protest against their services being devolved to the County Government instead of being retained at the National Government. The strike was an evidence of their job dissatisfaction with the County government. Following apathy and a feeling of demoralization, health workers and in particular, Doctors slowly started resigning (Saturday Nation, November 2013). Motivational factors as procedural justice (Yughubi et al., 2009), communication (Herrbach et al., 2004), supervision and interactional justice (Stutzer, 2004) affect employees' job satisfaction in terms of their feelings towards the job, benefits of the job and the resultant behavior that comes with such feelings and benefits.

The literature reviewed covers job satisfaction, devolution, and theoretical framework, effect of procedural justice, communication, supervision and interactional justice on job satisfaction. Although many empirical studies have been done on job satisfaction and other motivation areas including work conditions, promotion and recognition, career advancement and salary, there is scanty literature on how procedural justice, communication, supervision and interactional justice affect employees' job satisfaction in the devolved functions in Kenya. Since devolution is still a new concept in Kenya and that the employees working in the devolved functions have already shown resentment on devolution, it is important to carry out a study that will analyze the effect of selected motivational factors on the job satisfaction of civil servants within government devolved functions in Nakuru County.

2 LITERATURE

2.1 MOTIVATIONAL FACTORS

Motivation is the process of initiating and directing behavior based on the persistent effort to satisfy an individual goal or need (Robinnis & Judge, 2011). It is the desire within a person causing that person to act. It is a goal-directed drive, complex and individualized. Managerial strategies and tactics must be broad based to address the motivation concerns of individuals (Mathis & Jackson, 2010). In this study, selected motivational factors; procedural justice, communication, supervision and interactional justice that affect job satisfaction are analyzed.

2.1.1 PROCEDURAL JUSTICE

Procedural justice refers to the neutrality of the formal procedures and the rules that control the system (Nabatchi & Good, 2007). Leventhal et al. (1980) broadened the notion of procedural justice from the earlier focus by Thibaut and Walker (1975), which concentrated on dispute resolution procedures i.e. the process or means by which allocation of decisions are made. Their main focus was on dispute reactions to legal procedures.

In this case, Leventhal et al extended the notion to include non-legal contexts like organizational settings. They broadened the list of determinants of procedural justice far beyond process control and focused on six criteria that procedures should follow to be perceived to be fair i.e. procedures should be applied consistently across people and across time, be free from bias, ensure that accurate information is collected and used in decision-making, have some mechanism to correct flawed or inaccurate decisions, conform to personal or prevailing standards of ethics and morality and ensure that the opinions of various groups affected by the decision have been taken into consideration.

Employers and employees expect from one another justice within an organizational setup. Procedural justice is the legitimized fairness in the organization exhibited by the way employers treat employees. Procedural justice and 'moral alignment' are the most critical factors in fostering or retaining institutional legitimacy, albeit with felt obligation and consent to legal authority also playing a role. The conditions under which a job is performed can be different - from those completely comfortable to those very difficult and dangerous to employees' life and health. Difficult working conditions can be influenced by: (1) external factors that include climate- meteorological conditions, temperature, humidity, drafts, lighting in the workplace, noise and interference, gases, radiation, dust, smoke and other harmful factors; (2) subjective factors that include gender and age of the worker, fatigue, monotony, unfavorable posture during work, etc.; (3) factors related to the organization of production such as duration of the work shift, work schedule, working time, work pace, excessive strain etc.

Danica et al. (2013) observed that there is no significant difference in overall job satisfaction between workers who work in normal working conditions and workers who work in difficult working conditions. Furthermore, it was found out that the satisfaction with working conditions is higher in the case of workers who work in administration than in the case of workers who work in difficult working conditions. And finally, it is discovered that in the case of workers who work under difficult working conditions, the working conditions are an important factor of their overall job satisfaction. So, working conditions as a factor of job satisfaction do not considerably determine overall job satisfaction to make a significant difference between workers who work in normal working conditions and workers who work in difficult conditions.

However, given that it was discovered that the working conditions are an important factor of the overall job satisfaction of workers who work in the difficult working conditions, and given that these workers are less satisfied with this factor in relation to employees who work in normal working conditions, it could be concluded that it is necessary to improve the working conditions of workers who work in difficult working conditions. Improving working conditions relates to the improvement of safety at work, training of workers, control and improvement of machinery and tools, and to provide adequate protective equipment. As a result of these improvements it is possible that satisfaction with working conditions of workers who work in difficult working conditions increases. In that case these workers could become equally satisfied with working conditions as workers who work in normal working conditions which may act favorably on their overall job satisfaction as well as their performance (Danica et al., 2013).

Justice and its implementation is one of the basic needs of man that historically has provided the perfect platform for the development of human societies. Justice theories parallel to the development of evolved human society have been drawn from religious and philosophical ideas to experimental studies. Some experts preferred justice theory rather than the theory of equality, because it focuses on the equitable distribution of income among people to achieve a high level of motivation (Yaghubi et al., 2009). Employees are facing at least two resources in implementation or violation of justice in the organization, the most apparent resource is the supervisor or person's direct manager. The supervisor has the authority to manage subordinates; he could influence some outcomes like increasing the payment or promoting the opportunities of the subordinates. The second resource of the justice or injustice that employees may attribute to is the organization itself, though this resource is more subtle, but it is also important to note (Na'ami et al., 2006).

Alexander and Ruderman (1997) also stated that the sense of justice in the organization (distributive or procedural) would directly influence the displacement and desertion. The feelings of job satisfaction, trusting in managers, and lack of organizational conflicts are also effective. Moreover, those who accept the organizational decisions are more willing to cooperate with managers in organizations. Procedural justice would have been more effective in working relationships with colleagues, or even subordinates, and their loyalty to the organization bringing a sense of equality in the organization (Alexander & Ruderman, 1997). Najibzade, (2006) pointed out that employees usually have feelings of inequality towards their payment in comparison with other three aspects, but they have feelings of equality towards their working environment in comparison with their colleagues and others. Finally, they have relatively positive feelings of equality and above the average levels or almost equal about organizational respect and admiration, and also procedural justice.

2.1.2 COMMUNICATION

Communication plays a vital role for the success of any organization. It enables better relationships within an organization, transmission of information, fostering trust and cooperation among employees, improvement of understanding and co-ordination of work, enhancement of commitment and learning and increasing of overall workplace and individual satisfaction. Communication is, therefore, the process of exchanging information and can be verbal or non-verbal, formal or informal, written or oral.

Pettit et al. (1997) supports the idea that communication plays a major role in one's job usually measured in multidimensional terms. How an employee perceives supervisors communication style, credibility, and content as well as the organization's communication system will to a large extent influence the amount of satisfaction (morale) he or she receives from the job. Carmeli et al. (2002) propose that communication plays a significant role in creating a favorable image. A positive communication climate would increase the level of job satisfaction and this, in turn, would affect job satisfaction positively. In organizations, people communicate with each other in different ways. Messages may move downwards and upwards between hierarchical levels or horizontally among employees at equivalent level (Dwyer, 2005). Communication can occur through informal channels such as grapevines or formal channels such as procedures and official meetings.

Pettit et al, (1997) supports the notion that communication plays a major role in one's job satisfaction which is usually measured in multidimensional terms. How an employee perceives a supervisor's communication style, credibility, and content as well as the organization's communication system will to some extent influence the amount of satisfaction

(morale) he or she receives from the job. Carmeli et al., (2002) propose that communication plays a significant role in creating a favorable image. A positive communication climate would increase the level of job satisfaction and this, in turn, would affect job satisfaction positively (Herrbach et al., 2004).

Communication is the process whereby people within an organization give and receive messages. Many researchers assert that communication in organizations has significant effect on employees' job satisfaction. In organizations, people communicate with each other in different ways. Messages may move downward and upward between hierarchical levels or horizontally among employees at equivalent level. Communication can occur through informal channels such as grapevines or formal channels such as procedures and official meetings.

Effective communication is seen as an essential element of the organizational environment that ought to inform employees of industry challenges, what is happening in the workplace and the company's strategic intent. Beyerlein et al., (2003) states that it is the management's responsibility to align support systems in the strategic design so that employees can communicate their needs and frustrations, as this will keep an organization functioning effectively and make the people who are an organization's greatest resource feel part of the organization. Furthermore, other studies have investigated openness of communication and found its direct relationship with job satisfaction. As people work together they develop some important formal and informal relationships with each other. People are of different personalities and natures, their thinking, perception, and view points are also different. They cannot understand each other until and unless they effectively communicate.

2.1.3 SUPERVISION

Supervision is the action or process of watching, directing, overseeing, superintending, and inspection of work processes at the workplace. A supervisor, therefore, is responsible for making work efficient and hence a resource to the employees. An employee is in constant or regular exchange relations with the supervisor and coworkers (Brandt et al., 2004). Bruk et al (2006) observes that unfair treatment at the place of work is positively associated with psychological strain. Most employees consider relations with supervisors as most stressful (Tepper, 2007). This is because supervisors create stress by ignoring employees' ideas and concerns, withholding information from them and failing to clarify roles and responsibilities (Reece & Brandt, 1999). A positive relationship with the supervisor is an important rationale influencing employees' decisions to remain in the job (Scannapieco & Connell-Carrick, 2007). Employees' perception of supervisors support may influence their perception on job satisfaction in terms of employees' desire to stay.

Bruk et al., (2006) observes that unfair treatment at the place of work is positively associated with psychological strain. An employee may develop stress reactions due to membership of a less cohesive workgroup, having inadequate social support from coworkers, or exposure to hostile acts from coworkers. Most employees consider relations with supervisors as most stressful (Tepper, 2007). This is because supervisors create stress by ignoring employees' ideas and concerns, withholding information from them and failing to clarify roles and responsibilities (Reece & Brandt, 1999). The relationship between supervisors and worker retention is further supported by empirical evidences. It was found that the effect of supportive supervision outweighed the effect of pre-service or in-service training on child welfare worker retention (Scannapieco & Connell-Carrick, 2007). Supportive supervision was found to be related to the improvement of workers' job satisfaction (Munn et al, 1996), lower levels of workers' burnout, and the reduction of stress (Moen & Yu, 2000). Studies also showed that a positive relationship with the supervisor is an important rationale influencing child welfare workers' decisions to remain in the job (Scannapieco & Connell-Carrick, 2007). Workers' perception of supervisors support may interact with workers' perception of job satisfaction in terms of workers desire to stay so that the effect of job satisfaction may be different for workers perceiving different levels (high/low) of supervisor's support.

2.1.4 INTERACTIONAL JUSTICE

Interactional justice is the nature of association between supervisors and subordinates (Mohyeldin & Tahire, 2007). Bies and Moag (1986) introduced the aspect of interactional justice focusing their attention on the quality of interpersonal treatment people receive when procedures are implemented. Interactional justice involves the perception of fairness that affects employees' relationship with peers, subordinates and supervisors (Mohyeldin & Tahire, 2007). Fairness creation is very important for organizations as it affects productivity and behavior of employees. Greenberg, 1990, 1993, observes that interactional justice consists of two types of interpersonal treatment i.e. interpersonal justice which is the degree to which people are treated with politeness, dignity and respect by authorities involved in executing procedures or determining

outcomes and informational justice which focuses on the explanations provided to people that convey information about why procedures were used in a certain way or why the outcomes were distributed in a certain way.

The explanation for interactional justice is enlightened in the social exchange theory and the norm of reciprocity (Cropanzano & Mitchell, 2005). According to this theory employees anticipate polite, sincere, and frank treatments from the peers and supervisors. On the basis of reciprocity, employees who recognize righteous treatment from supervisors are more likely to exhibit positive attitude and great commitment to the goals of the organization, demonstrate improved job satisfaction, improved job performance and low turnover (Cohen-Charash & Spector, 2002).

2.2 JOB SATISFACTION

In general terms, job satisfaction represents the projection of the extent to which an individual is positively oriented toward his or her job (Cramer, 1996). Organizational change likely alters an employee's job satisfaction (Lock, 1976). Simply put, job satisfaction is connected to how our personal expectations of work are in congruence with the actual outcomes. Job satisfaction is merely an employee's attitude towards his or her job. Consequently, job satisfaction can be seen as containing three components: an affective component, a cognitive component and a behavioral component (Jex, 2002). While the affective component refers to a feeling about a job, the cognitive component represents a belief in regard to a job. Often these two aspects are related. The behavioral component is an indicator for behavioral intentions towards a job such as getting to work in time, working hard, etc.

In explaining job satisfaction and measuring the level of employees' satisfaction, three different approaches have been developed. The first approach turns its attention to the characteristics of the job and it is called the "information processing model" (Hackman & Oldham, 1976). According to this model employees gather information about the job, the workplace and the organization and cognitively assess these elements in order to determine the level of satisfaction (Jex, 2002). The second approach suggests that the measurement of the level of job satisfaction is founded on "social information" – information based on past behavior and what others at work think. It shifts its attention to the effects of the context and the consequences of past behavior, rather than to individual pre-dispositions and rational decision-making processes (Pennings, 1986). Therefore job satisfaction is dependent on how others at work evaluate the workplace. This approach is called the "social information processing model" (Salancik & Pfeffer, 1978). The third approach indicates that job satisfaction relies on the characteristics or the dispositions of the employee. These dispositions can be based on experience or genetic heritage or on both (Jex, 2002).

Job satisfaction is closely related to employee work motivation, which is concerned with the energy an employee is willing to invest in order to achieve a given objective related to his work. Of course, motivation is only one of the factors that determine job satisfaction. Other factors include outside constraints (e.g. time, financial resources, and organizational requirements), and individual skills and abilities. The basic argument is that achievement of objectives increases job satisfaction (because of the psychological need for achievement) (Le Grand, 2003).

Job satisfaction is an affective response to one's situation at work. Thus, teacher job satisfaction refers to a teacher's affective relation to his or her teaching role and is a function of the perceived relationship between what one wants from teaching and what one perceives it is offering to a teacher (Zembylas & Papanastasiou, 2004). Over the last two decades, there have been numerous studies focused on the factors influencing teacher job satisfaction and dissatisfaction (Spear et al., 2000). Like all white-collar jobs, both intrinsic and extrinsic factors have been found to affect teacher job satisfaction. Intrinsic satisfaction for teachers can come from classroom activities with children. Additional factors include developing warm, personal relationships with children, the intellectual challenge of teaching and autonomy and independence (Shann, 1998). In contrast, teachers view job dissatisfaction as principally associated with work overload, poor pay and perceptions of how teachers are viewed by society.

Extrinsic factors that have also been associated with teacher satisfaction include salary, perceived support from administrators, availability of resources, and problems related to teacher load and expectations for assuming extra-curricular assignments (Thompson et al, 1997). These and other aspects of teachers' working environment have been identified as factors that contribute to increased teacher dissatisfaction and to teachers leaving the profession. Research on teacher job satisfaction has examined several of these factors in an attempt to find how they are related to satisfaction in teaching, and what support teachers need so that their working conditions are improved. This is significant because it has been shown that when teachers are not satisfied with their working conditions, they are more likely to leave the profession.

Dissatisfaction with work life, unhappiness, disappointment and lack of enthusiasm negatively affect people's everyday lives, preventing them from getting enough satisfaction from life and possibly impairing their physical and mental health by negatively affecting their environment and relationships with family and friends (Serinkan & Bardakçı, 2009). Consequently,

this may lead to undesired results for the employer such as alienation, indifference to the job, a decreasing sense of attachment to the employing institution, constant complaints about the job, decreasing productivity, absenteeism and quitting the job.

Doughty et al., (2002) studied Nurse Faculty at a small Liberal Arts College assessing perception of Nurse Faculty regarding their work environment. Factors most appreciated by faculty were involvement, coworker cohesion, supervisor support, and autonomy. This study showed that many factors contribute to job satisfaction of Nurse Faculty. Castillo and Cano, (2004) conducted a study at an agricultural college at a large university by using the Herzberg's theory and the Wood Faculty Satisfaction/ Dissatisfaction Scale (WFSDS) to explore the factors that explain job satisfaction. Their findings showed that the work itself was the most important factor that contributed to job satisfaction, with working conditions being the least important. However, they did report that all of the factors of Herzberg's theory were moderately related to job satisfaction. The increase in enrolment and the demands placed on faculty by the community, hospitals, and the college to produce a larger number of nursing graduates appears to be affecting morale and overall job satisfaction.

Public service motivation-job satisfaction relationship depends on an experienced comparability between individual needs and motivation to serve the public interest and the environment of their jobs/organizations is akin to results by Bright (2008) and Wright & Pandey (2008). They all confirm that public service motivation positively affects job satisfaction if the perceived fit between individual motivation and the work environment is high (denoted "mission valence" by Wright and Pandey (2008). But regardless of an experienced fit, it can be argued that when comparing public and private sector employees performing similar jobs in the two sectors there are still reasons for expecting public/private differences in the public service motivation-job satisfaction relationship. Based on usual criteria for distinguishing between public and private sector organizations (Rainey & Bozeman, 2000) and especially the ownership criterion, the public sector may offer better opportunities for serving the public regardless of the specific job being performed. Due to the public ownership, employees in public sector organizations are better able to "donate their effort" to the public and hence derive job satisfaction from fulfilling their pro-social motivation compared with employees in private sector organizations, who donate their effort to a private residual claimant. The environment of the organization means more for establishing a positive public service motivation-job satisfaction relationship than the environment of the job .

2.3 THEORETICAL AND CONCEPTUAL FRAMEWORK

The study was guided by two theories; Equity Theory and Herzberg's Two Factor Theory. Equity Theory was developed by Adams in 1965. Adams, (1965) defines inequity as "inequity exists for a person whenever he perceives that the ratio of his outcomes to inputs and the ratio of others outcomes to other inputs are unequal". It follows that inequity results not only when a person is under-benefited but also when he is over benefited. An important issue of the equity theory is the emphasis on the individual perception of what exists, even though it may not be real. The perception of inequity is based on comparing the individual's ratio with the other's ratio (e.g. when an employee in another state receives \$4000 more for the same job, no inequity is experienced, but a coworker in the same company with the same abilities and skills, if he or she receives a pay rise, inequity may be experienced).

Equity Theory, as developed by Adams, (1965), considers motivation and job satisfaction as the result of a comparison of a worker's perceived outcomes and inputs (Vinchurb & Koppes, 2011). Traditionally, Equity Theory has been tested by monitoring the reaction of individuals to experimentally induced situations of inequity by intentionally under- or overpaying them (Landy & Conte, 2010). It was expected that underpaid participants would lower the quality or quantity of their output, whereas people who were overpaid would raise the quality or quantity. In general, results supported the underpayment predictions, but not the overpayment ones, which may be due to the fact that inequity due to overpayment is not as stressful as inequity because of underpayment (Landy & Conte, 2010). Equity Theory is relevant to this study because it expresses the relationship between how employees are motivated (which is the input) and their job satisfaction (which is the output).

The second theory is the Two-Factor Theory developed by Herzberg, (1959) which addresses the issue of workplace motivation. The theory introduces two elements or "factors" to account for overall job satisfaction: motivators and hygiene factors. While the presence of motivators in a job can contribute to the increase in the level of satisfaction, the absence of hygiene factors in the workplace can be the cause of dissatisfaction. Hygiene factors allude to the environment and the context of the work. This can include salary, safe working conditions, etc. Motivators are related to the characteristics of the job itself. According to the theory motivators and hygiene factors are non-exclusive. Satisfaction and dissatisfaction cannot be considered as the opposite ends of one continuum. Therefore an increase in the level of job satisfaction does not necessarily imply a decrease in job dissatisfaction, since the elements affecting satisfaction and dissatisfaction are different. The Two-Factor Theory is also often referred to as the Motivation-Hygiene Theory (Davies, 2008). This theory is also relevant

to the study because it uses motivators which describe the characteristics of the job and hygiene factors which is actually the environment in which the job is performed.

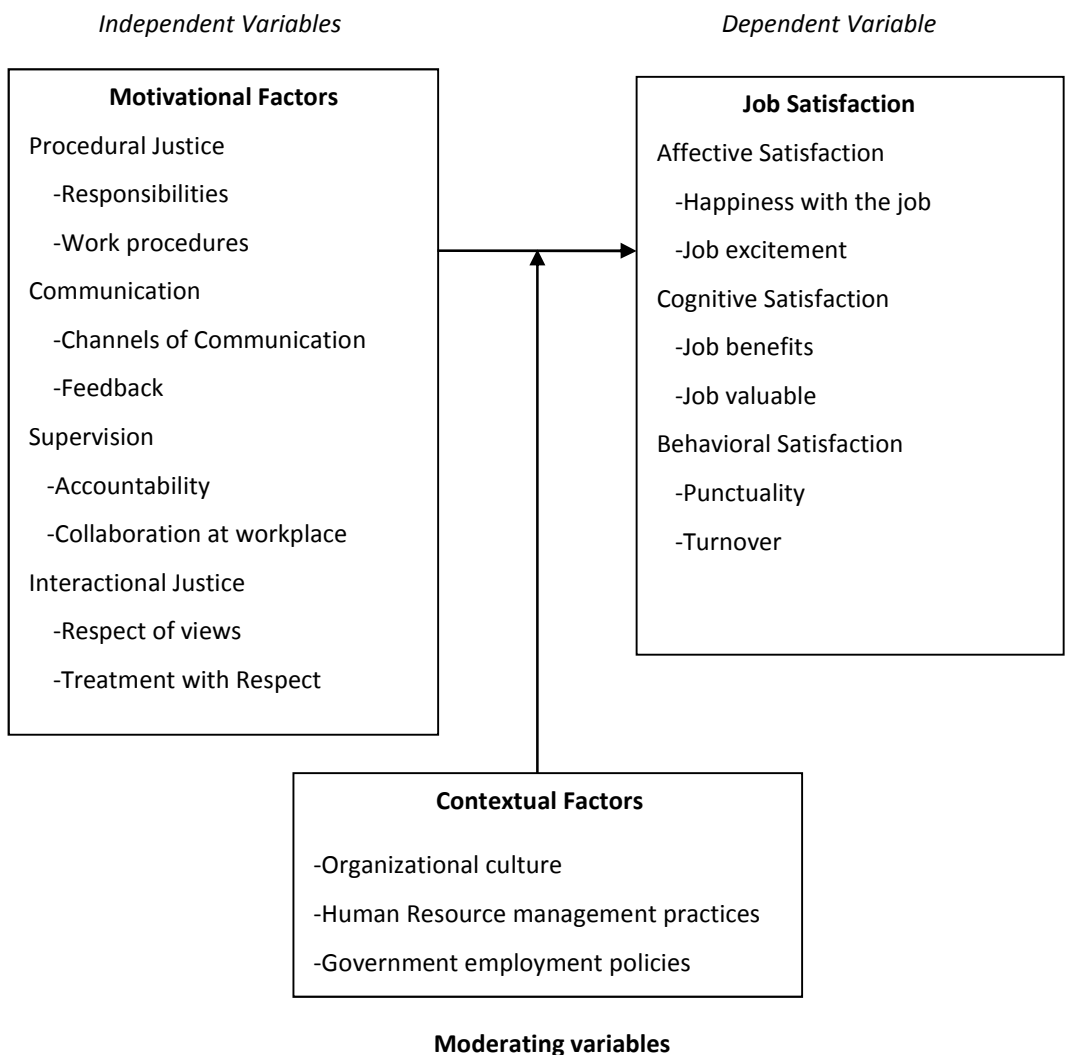


Figure 2.1 Relationship between selected motivational factors, contextual factors and job satisfaction.

The independent variables of the study include; Procedural justice, communication, supervision and interactional justice. These factors are selected for the study because they are closely related with Herzberg’s Two-Factor Theory which is the main theory of this study. The dependent variable is employees’ job satisfaction measured in terms of affective, cognitive and behavioral manifestations of satisfaction. Affective satisfaction influences individuals’ cognitive processes such that their resulting behaviors may be either affectively or cognitively driven. With only a few exceptions, a vast number of studies have consistently found job satisfaction to be significantly associated with turnover (Vroom, 1964). The moderating variables are; organizational culture, human resource management practices and government employment policies. When procedural justice, communication, supervision and interactional justice are well managed in the devolved Government functions under controlled organizational culture, human resource management practices and government employment policies, then employees will be satisfied with their jobs leading to increased manifestation of excitement, happiness, a feeling of the job being valuable and beneficial, improved punctuality and low turnover.

3 METHODS

The research adopted a descriptive survey research design. According to Mugenda, (2009), a survey research design describes relevant aspects of the phenomenon of interest from various perspectives. The study collected information from

employees working in devolved functions of the following ministries within Nakuru County; Ministry of Health, Ministry of Water, Ministry of Agriculture and Ministry of Public works and roads. There were 976 employees in the Ministry of Health, 289 employees in the Ministry of Water, 235 employees in the Ministry of Agriculture and 412 employees in the Ministry of Public Works and Roads forming a target population of 1912 employees. Thus, 320 employees working in the devolved functions in Nakuru County formed the sample for the study. Proportionate stratified sampling of employees in each of the devolved function was derived. A close ended questionnaire based on Likert-type Scale was used as the main mode of data collection.

The relationship between each of the factors that affect employees’ job satisfaction and the level of job satisfaction was tested using a Pearson’s correlation. The combined effect of the factors and employees level of job satisfaction was tested with the regression model below.

$$y = \alpha + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \varepsilon$$

Where;

y= employee job satisfaction

α =constant

β₁ ... β_{4d} = parameter estimates

X₁ = Procedural justice

X₂ = Communication

X₃ = Supervision

X₄ = Interactional justice

ε = the error of prediction.

4 RESULTS

This section presents results of hypotheses testing about the relationship between the aspects of motivational factors: procedural justice (PJ), communication (Comm.), supervision (Sup) and interactional justice (IJ); and job satisfaction. The section also presents results on the effect of motivational factors on job satisfaction.

To determine the effect of motivational factors and job satisfaction, Pearson’s product-moment correlation was used. The results of the analysis are presented in Table 4.12.

Table 4.12: Correlation of motivational factors and job satisfaction

		PJ	Comm.	Sup	IJ	Job satisfaction
PJ	Pearson Correlation	1	.522**	.505**	.634**	.675**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	255	255	255	255	255
Comm.	Pearson Correlation	.522**	1	.516**	.403**	.328**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	255	255	255	255	255
Sup	Pearson Correlation	.505**	.516**	1	.639**	.483**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	255	255	255	255	255
IJ	Pearson Correlation	.634**	.403**	.639**	1	.769**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	255	255	255	255	255
Job satisfaction	Pearson Correlation	.675**	.328**	.483**	.769**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	255	255	255	255	255

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

HO₁ There is no significant relationship between procedural justice and job satisfaction of the employees working in the devolved functions.

The analysis to test HO₁ was conducted using Pearson's Correlation. The results are shown in Table 4.12. The study established a strong positive correlation ($r=0.675$) and significant relationship ($P=0.000\leq 0.05$) between procedural justice and job satisfaction indicating that procedural justice significantly affected employees' job satisfaction in the devolved functions. Hence, the HO₁ was rejected. When the County Government recognizes and enhances procedural justice in the devolved functions, there will be a positive improvement in the employees' job satisfaction measured affectively, cognitively and behaviorally.

HO₂ There is no significant relationship between communication and job satisfaction of the employees working in the devolved functions.

The study used Pearson's correlation to test HO₂. As shown in Table 4.12, the study established a weak positive correlation ($r=0.328$) and significant relationship ($P=0.000\leq 0.05$) between communication and job satisfaction indicating that communication positively affected employees' job satisfaction in the devolved functions. The hypothesis (HO₂) was, therefore, rejected.

HO₃ There is no significant relationship between supervision and job satisfaction of the employees working in the devolved functions.

The analysis to test HO₃ was conducted using Pearson's Correlation. The results are as shown in Table 4.12. The study established a moderate positive correlation ($r=0.483$) and a significant relationship ($P=0.000\leq 0.05$) between supervision and job satisfaction indicating that supervision significantly affected employees' job satisfaction in the devolved functions. The null hypothesis (HO₃) was rejected. Recognition and enhancement of supervisory skills in the devolved functions, will realize a positive improvement of employees' job satisfaction in the County Government.

HO₄ There is no significant relationship between interactional justice and job satisfaction of the employees working in the devolved functions.

Pearson's correlation was used in the analysis to test HO₄. The study established a strong positive correlation ($r=0.769$) and a significant relationship ($P=0.000\leq 0.05$) between interactional justice and job satisfaction. The HO₄ was, therefore, rejected. When the County Government promotes interactional justice in the devolved functions, there will be a significant improvement in employees' job satisfaction and therefore performance.

HO₅ There is no significant relationship between the combined effect of procedural justice, communication, supervision and interactional justice and job satisfaction of the employees working in the devolved functions.

The study used a multiple regression analysis to test HO₅. The results of the analysis are presented in Tables 4.13a and 4.13b.

Table 4.13a: Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.81	0.66	0.65	0.33

The R² value indicates how much of the dependent variable, "job satisfaction", was explained by the independent variables, "procedural justice, communication, supervision and interactional justice". In this case, the R Squared is 0.66 indicating that 66% of the variation in job satisfaction is explained by the independent variable. The difference, that is, 34% of the variation in job satisfaction is explained by factors that are not included in this study.

Table 4.13b: Full Regression Model

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig (p).
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.29	0.15		8.71	0.00
	PJ	0.31	0.04	0.36	6.88	0.00
	Comm.	-0.05	0.03	-0.08	-1.70	0.09
	Sup	-0.04	0.05	-0.04	-0.76	0.45
	IJ	0.48	0.04	0.60	10.97	0.00

a. Dependent Variable: Job satisfaction

As indicated in Table 4.13b, from the unstandardized coefficients, the following equation was developed:

$$y = 1.29 + 0.31x_1 - 0.05x_2 - 0.04x_3 + 0.48x_4 + \epsilon$$

From the full regression model, the standardized coefficients indicate that procedural justice and interactional justice have a positive effect on job satisfaction whereas communication and supervision have a negative influence. Further, the results indicate that interactional justice has a greater effect on job satisfaction (Beta=0.60) followed by procedural justice (Beta=0.36), communication (Beta=-0.08) and supervision (Beta=-0.04). In conclusion, therefore, the hypothesis (HO₅) that there is no significant relationship between the combined effect of procedural justice, communication, supervision and interactional justice and job satisfaction is rejected. This is because procedural justice and interactional justice have a positive effect on job satisfaction.

5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

5.1 CONCLUSIONS

The aim of this study was to assess the effect of selected motivational factors on job satisfaction of civil servants within government devolved functions in Nakuru County. The study established that all aspects of the selected motivational factors affect job satisfaction. However, it was established that HO₁ which stated that there is no significant relationship between procedural justice and job satisfaction was rejected since there was a strong positive correlation ($r=0.68$) and a significant relationship ($p=0.000 \leq 0.05$). This indicates that procedural justice significantly affects job satisfaction.

Further, HO₂ which stated that there is no significant relationship between communication and job satisfaction, after computation of a Pearson correlation, was found to have a weak positive correlation ($r=0.33$) and a significant relationship ($p=0.000 \leq 0.05$). This indicates that there is no significant relationship between the two.

HO₃ which stated that there was no significant relationship between supervision and job satisfaction, at the computation of the Pearson correlation, indicated a moderate positive correlation ($r=0.48$) and a significant relationship ($p=0.000 \leq 0.05$). This indicates that supervision moderately affected job satisfaction. Recognition and enhancement of supervision in the County will improve job satisfaction.

HO₄ which stated that there was no significant relationship between interactional justice and job satisfaction was rejected since there is a strong positive correlation ($r=0.77$) and a significant relationship ($p=0.000 \leq 0.05$). This shows that interactional justice significantly effected job satisfaction. Therefore, the promotion and enhancement of interactional justice will improve job satisfaction in the County.

HO₅ which stated that there was no significant relationship between the combined effects of procedural justice, communication, supervision and interactional justice and job satisfaction was rejected. As shown in the results of the analysis model summary, 66% of the variation in job satisfaction is explained by the independent variable, motivational factors. Further, from the full regression model it was established that procedural justice (Beta=0.36) and interactional justice (Beta= 0.60) have a positive effect on job satisfaction whereas communication (Beta=-0.08) and supervision (Beta=-0.04) have a negative influence.

5.2 RECOMMENDATIONS

5.2.1 RECOMMENDATION FOR PRACTICE AND POLICY

On the basis of the findings of this study, the following recommendations are important as far as assessment of the effect of selected job motivational factors on civil servants' job satisfaction within government devolved functions in Nakuru County is concerned.

First, Civil Servants working in the devolved functions should be encouraged to take advantage of the liberalized Higher Education to sharpen their skills which will be a great asset both to the employees and the County Government in terms of performance and service delivery. The County Government should also come up with more innovative ways of sourcing for partnership for purposes of employing young and qualified individuals to fill the existing gaps that are likely to cause a succession problem in future upon retirement of the older employees. Secondly, the study recommends that the County Government embraces a culture of procedural justice in terms of equal treatment of employees. The decision-making process should be done on the basis of accurate information achieved by developing an information system sensitive to inaccurate information thus improving performance and service delivery.

Thirdly, the County Government should adopt new ICT technologies in its communication system which will enhance effectiveness in service delivery. Fourth, the County Government should re-design supervisory processes geared towards achieving fairness in dealing with employees in order to foster cohesion and accountability. This can be done by training both supervisors and employees for new skills that will assist in improving service delivery. The supervisors should also see themselves as coaches and mentors for them to positively influence employees.

5.2.2 RECOMMENDATION FOR FURTHER STUDIES

A study on the factors affecting employee job satisfaction and its effect on turnover in the devolved functions to the County Governments in Kenya should be conducted. This is because the study did not concentrate on employees' turnover. The findings from this study will shed more light on which factor most affects employees' turnover.

REFERENCES

- [1] Adams, J. S. (1965). Inequity in social exchange. In L. Berkowitz (Ed.), *advances in experimental psychology pp. 267-299. New York: Academic Press.*
- [2] Adams, J. S. (1963). Toward an understanding of inequity. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 67, 422-436.*
- [3] Alexander, S., & Ruderman, M.(1997). The role of procedural and distributive justice in organizational behavior. *Social Justice Research,1(2) ,177-198.*
- [4] Beyerlein, M.M., Klein, G. & Broedling, L. (Eds.) (2003). *The Collaborative Work Systems Fieldbook: Strategies for Building Successful Teams.* San Francisco: John Wiley & Sons
- [5] Brandes, P., Dharwadkar, R., & Wheatley, K. (2004). Social exchanges within organizations and work outcomes: The importance of local and global relationships. *Group and Organization Management, 29(3), 276-301.*
- [6] Bright, Leonard (2008): "Does public service motivation really make a difference on the job satisfaction and turnover intentions of public employees?", *The American Review of Public Administration, 38 (2), 149–166.*
- [7] Bruk-Lee, V. & Spector, P. E. (2006). The social stressors-counterproductive work behaviors Link: Are conflicts with supervisors and coworkers the same? *Journal of Occupational Health Psychology, 11(2), 145-156.*
- [8] Burugu, N. J. (2010). *The County: Undersanding Devolution and Governance in Kenya.* Lecor Nairobi
- [9] Carmeli, A., GILAT, G., and WEISBERG, J. (2006), "Perceived External Prestige, Organizational Identification and Affective Commitment: A Stakeholder Approach", *Corporate Reputation Review, 9(2), 92 -104.*
- [10] Cohen-Charash, Y. & Spector, P. E. (2001). The role of justice in organizations: A meta-analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 86(2), 278-321.*
- [11] Cramer D. (1996). Job satisfaction and organizational continuance commitment: a two-wave panel study. *Journal of Organizational Behavior 1996;17:389–400.*
- [12] Cropanzano, R., Mitchell, M. S. (2005). Social exchange theory: An interdisciplinary review. *Journal of Management, 31, 874-900.*
- [13] Danica, Bakotic; Tomislac, Babic (2013). Relationship between Working Conditions and Job Satisfaction: The Case of Croatian Shipbuilding Company. *International Journal of Business and Social Science 4(2); February 2013*
- [14] Davies. S.J. (2008) *Security Supervision and Management: the Theory and Practice of Asset Protection.* Elsevier Inc., Oxford

- [15] Doughty J, May B, Butell S, Tong V (2002). "Work environment: A profile of the social climate of nursing faculty in an academic setting", *Nursing Educ. Perspectives*, 23(4): 191–196.
- [16] Herrbach, O. & Mignonac, K. (2004), "How Organisational Image Effects Employee Attitudes", *Human Resource Management*, 14(4), 76-88.
- [17] Jex, S.M. (2002). *Organizational Psychology: A Scientist-Practitioner Approach*. John Wiley & Sons, New York
- [18] Le Grand, Julian (2003). *Motivation, Agency, and Public Policy: of Knights and Knaves, Pawns and Queens*. New York: Oxford University Press.
- [19] Leventhal, G. S. (1980). What should be done with equity theory? New approaches to the Study of fairness in social relationship. In K. Gergen, M. Greenberg & R. Willis (Eds.), *Social exchange: Advances in theory and research*, 27-55.
- [20] Locke EA. (1976). The nature and causes of job satisfaction. In: Dunnette MD, editor. *Handbook of industrial and organizational psychology*. Chicago: *Rand McNally*; 1976. p. 1297–349.
- [21] Mathis, R. L., & Jackson, J. J. (2010). *Human Resource Management*, 13th Ed., South-western, USA.
- [22] Mohyeldin, A. & Tahire, S. (2007). Links between justice, satisfaction and performance in the workplace, *Journal of Management Development*, 26(4), 294-311.
- [23] Mugenda, O. M. & Mugenda, A. G. (1999). *Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*, ACT Press, Nairobi.
- [24] Na'ami, A., & Shokrkon, H. (2006). Analyzing the simple and multiple relationship of organizational justice with organizational civil behavior among the employees of an industrial organization in Ahvaz city. *Journal of Educational Sciences and Psychology*, 3(13), 79-92.
- [25] Nabatchi, T. B., B., L., & Good, D. H. (2007). Organizational justice and workplace mediation: A six Factor Model. *International Journal of conflict management*, 18(2), 148-176.
- [26] Najibzade, S. (2006). *Analyzing the employee's perception based on Adams equity theory, related fields and their relationship with organizational commitment* (MA thesis). Islamic Azad university-Larestan Branch, Shiraz University.
- [27] Pettit, J.D., Goris, J.R., & Vaught, B.C. (1997). "An Examination of Organizational Communication as a Moderator of the Relationship between Job Performance and Job Satisfaction", *Journal of Business Communication*, (34), 81-98.
- [28] Pennings, J.M. (1986). *An Organizational Behavior Approach*. Markus Wiener Publishing Inc., America
- [29] Price, J. L., (1997). Handbook of Organizational Measurement, *International Journal of Manpower*, 18, 1997, 303- 558
- [30] Reece, B. L., & Brandt, R. (1999). *Effective human relations in organizations (7th ed.)*. Boston, MA: Houghton Mifflin Co.
- [31] Robbins, S.P.; Odendaal, A. and Roodt, G. (2003). *Organisational Behaviour, Global and Southern African Perspectives*. (Cape Town, Pearson Education, 2003).
- [32] Robbins, S. P. & Judge, T. A. (2011). *Essentials of Organizational Behavior (11th Ed.)*, New York, USA.
- [33] Salancik, G. R. and J. Pfeffer (1978), "A Social Information Processing Approach to Job Attitudes and Task Design," *Administrative Science Quarterly*, 23, 224-253.
- [34] Scannapieco, M., Connell-Carrick, K., & Painter, K. (2007). In their own words: Challenges facing youth aging out of foster care, *Journal of Child Adolescent Social Work*, 24, (9), 423-435.
- [35] Scannapieco, M., Schagrin, J., & Scannapieco, T. (1995). Independent living programs: Do they make a difference? *Child and Adolescent Social Work Journal*, 12(5), 381-389.
- [36] Serinkan, C., Bardakçı, A., (2009). Job satisfaction and burnout levels of faculty members in Pamukkale University. *Journal of Social Sciences* 21, 115–132.
- [37] Shann, M. (1998). Professional commitment and satisfaction among teachers in urban middle schools. *The Journal of Educational Research*, 92, 67–73.
- [38] Spear, M., Gould, K., & Lee, B. (2000). *Who would be a teacher? A review of factors motivating and demotivating prospective and practicing teachers*. Slough: NFER.
- [39] Stutzer, A. (2004). The role of income aspirations in individual happiness. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 54, 89–109.
- [40] Tepper, B. J. (2007). Abusive supervision in work organizations: Review, Synthesis, and research agenda. *Journal of Management*, 33, 261-289.
- [41] Thibaut J. W. & Walker L. (1975). *A Psychological Analysis*, Lawrence Erlbaum Associates, Hilldale, NJ.
- [42] The Constitution of Kenya 2010
- [43] Thomason JA, Kolehmainen-Aitken R-L and Newbrander WC (1991). Decentralization of health services in Papua New Guinea: A critical review. In: Thomason J, Newbrander WC and Kolehmainen-Aitken R-L. *Decentralization in a developing country: The experience of Papua New Guinea and its health service*. Canberra: Australian National University, National Centre for Development Studies, 1991.

- [44] Vandenberghe, Wouter (2009). "The mediating effect of job satisfaction and organizational commitment on self-reported performance: More robust evidence of the PSMperformance relationship", *International Review of Administrative Sciences*, 75 (1), 11-34.
- [45] Wright, Bradley E.; Pandey, Sanjay K. (2008): "Public Service Motivation and the Assumption of Person—Organization Fit Testing the Mediating Effect of Value Congruence", *Administration & Society*, 40 (5), 502–521.
- [46] Yaghubi, M., Saghaeian Esfahani, S., Abolghasem Gorgi, H., Norouzi, M., & Rezaei, F. (2009). The relationship between organizational justice and job satisfaction among the employees of selected hospitals of Isfahan University of Medical Sciences. *Journal of Scientific Research of Health Management*, 12(35), 25-32.
- [47] Zembylas, M., & Papanastasiou, E. (2004). Job satisfaction among school teachers in Cyprus. *Journal of Educational Administration*, 42, 357–374.

