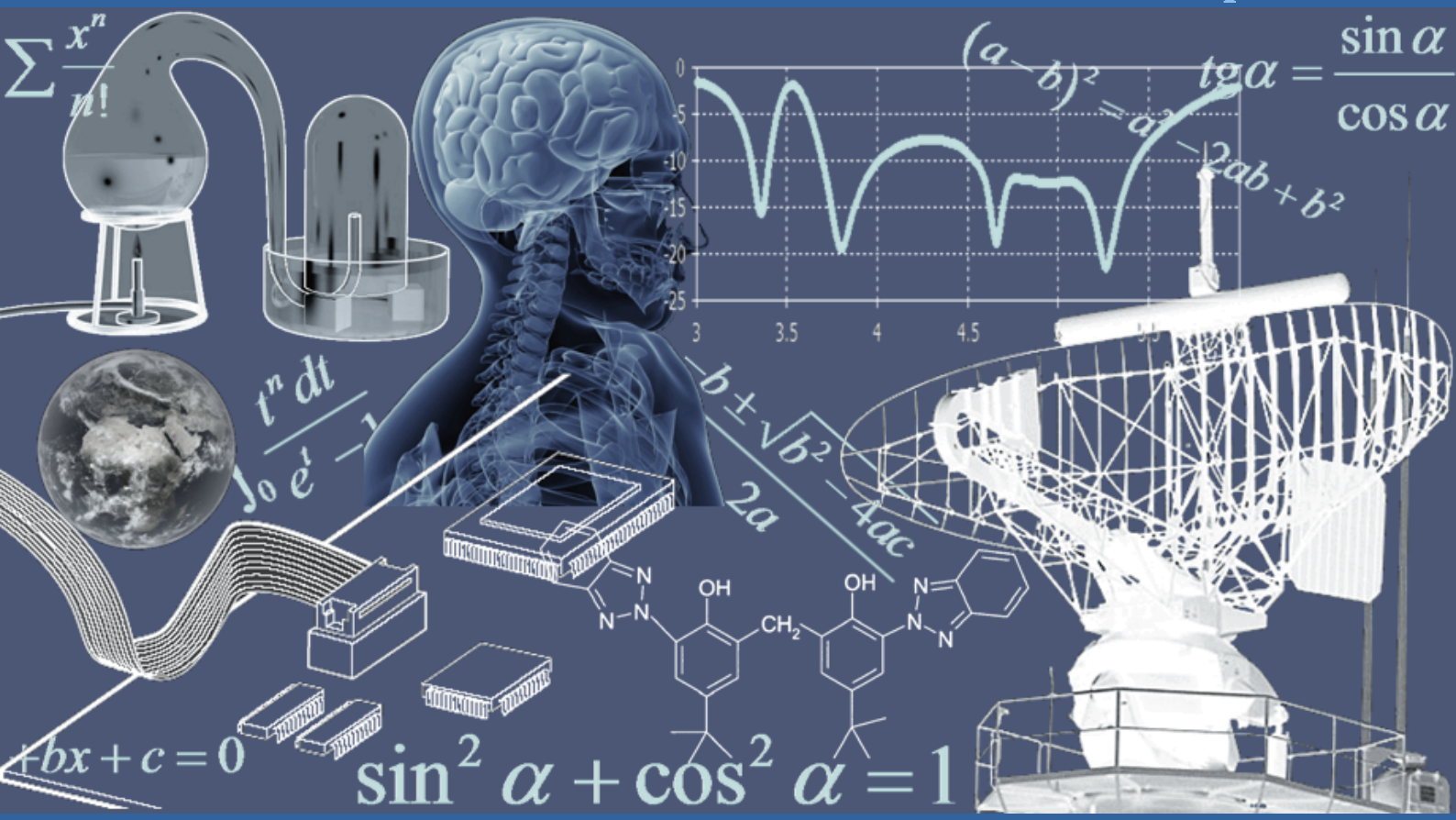
ISSN: 2028-9324
CODEN: IJIABO
Impact Factor: 4.063

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 20 N. 1 April 2017



International Peer Reviewed Monthly Journal

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

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 Pharmaceutics, Physics and Astronomy, Psychology, Social Sciences, Veterinary.

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

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

Editorial Advisory Board

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

Table of Contents

Resistencia a la carbonatación de puentes de hormigón armado con 50 años de vida en servicio en ambiente rural 1-8

F. H. Iloro, N. O. Ortega, L. Esperjesi, and L. P. Traversa

Comité d'audit et rémunération des auditeurs externes au Maroc 9-16

Mohamed Yassine EL HADDAD and Zakaria EZ-ZARZARI

Appropriation des technologies de l'information et de la communication par les Organisations Paysannes: Cas du Groupement Féminin de transformation de noix de karité dans la commune de Ouessè au centre du Bénin 17-27

K. P. Degla, S. G. Nouatin, B. Hepkazo, and B. Dagoud

QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE EN SAISON PLUVIEUSE DES EAUX DE SURFACE DE LA RÉGION DE BONOUA (SUD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE) 28-41

Privat TOHOURI, Germain Miessan ADJA, Gbombélé SORO, Etienne Gabriel AKE, Ives N'guessan KONAN, and Jean Biemi

Une expérience d'implantation des sites des soins communautaires en République Démocratique du Congo 42-51

Hermès Karemere, Félicien Malyra, Liévin Bangali, Pascal Ngoy, and Lara Ho

L'apiculture au Maroc: focus sur la production de miel 52-78

Abdelkarim Moujanni, Abdel Khalid Essamadi, and Anass Terrab

États des lieux et perspectives relatives à la prise en charge psychosociale des patients diabétiques hospitalisés au Centre National Hospitalier Universitaire - Hubert Koutoukou MAGA (CNHU-HKM) 79-89

Sylvie de CHACUS and Stéphanie GOUSSANOU

Acculturation des enfants congolais scolarisés en milieu extra-coutumier de la cité de Lubao: étude menée au moyen d'une planche projective 90-100

Senghor KAPENGA NTAMBWE

Investigation of the Printability of Henna Before and After Miniaturization on Natural Fabrics 101-114

A.A. Ragheb, S. Tawfik, Jacklien Ibrahim Abd El-Thalouth, and M.M. Mosaad

SUR QUELQUES ESPACES IMPORTANTS DE VECTEURS PROPRES DES DISTRIBUTIONS 115-123

Gordien TAMBA OF'R

La distribution des stations service et leur impact dans l'organisation spatiale urbaine de Lubumbashi en RDC 124-133

Guellord Sangwa Kiteba, Musisilwa Lwindi Elias, Asumani Salimini, J. Nsenga Ilunga, and Mayuke Katshongo Jean Paul

Evaluation du potentiel de germination des légumineuses herbacées utilisées pour la fertilisation des sols 134-144

Tetchi Nicaise AKEDRIN, Annick KOULIBALY, GROGA Noël, N'GUESSAN Koffi, and Séverin AKE

Réaménagement holistique et durable de la ville de Mbujimayi par option structure maillée (RD Congo) 145-153

M. Célestin Kayembe

ACCESSIBILITE SPATIALE DES QUARTIERS ABRITANT LES ECOLES DE LA VILLE DE MBUJIMAYI (RD CONGO) 154-169

M. Célestin Kayembe

Performances agro-économiques de la micro-dose d'engrais sur les cultures associées en zone cotonnière de l'Ouest du Burkina Faso 170-186

Kalifa COULIBALY, Mahamadou KOUTOU, Amadou M. DIALLO, and Mamadou SANGARE

Acné et qualité de vie des élèves à Ouagadougou (Burkina Faso) 187-194

Nomtondo Amina Ouédraogo, Gilbert Patrice Tapsoba, Muriel Sidnoma Ouédraogo, Soutongo Sita Sandrine Kabré Ouédraogo, Fagnima Traoré, Nessine Nina Korsaga Some, Lydie Yeri Tioyé, Aissata Bamoko, Barro-Traoré Fatou, Traoré Adama, and Niamba Pascal

Evaluation des Risques de contamination du VIH/SIDA chez les personnels soignants (PS) de l'hôpital général de référence (HGR) de Bagira à Bukavu - RD Congo 195-201

Bonhomme Kalimira Kachelewa and F. Kajiramugabe Maneraguha

Etude des Fractions Glycériques et des phospholipides de trois types d'arachides (Arachis hypogaea) 202-218

J.P.L. OSSOKO, J. ENZONGA YOCA, Y. OKANDZA, G.M. DZONDO, L. PERQUIS, V. ONG-MEANG, V. POINSOT, M.D. MVOULA TSIERI, and F. COUDERC

Effets sectoriels de la politique monétaire et activité économique: cas du Maroc 219-225

Charaf-Eddine Moussir

IMPACT OF MIGRANTS' REMITTANCES ON ECONOMIC GROWTH: CASE OF MOROCCO 226-233

Safaa Tabit and Charaf-Eddine Moussir

Le capital humain et le renforcement de la productivité de l'agriculture en Afrique 234-250

Adel KHADIMALLAH and Zied AKROUT

Influence of school based quality assurance practices on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub County, Kenya 251-266

Francis K. Waweru, Robert B. Mwebi, and Elijah M. Kirimi

Les caractéristiques des diabétiques de type deux dans la ville de Lubumbashi 267-275

Kalunga Tompa Bernard, Guellord Sangwa Kiteba, J. Nsenga Ilunga, Mayuke Katshongo Jean Paul, Upité Mastaki Florry, Musisilwa Lwindi Elias, and Asumani Salimini

Zooplanctons et Macroinvertébrés aquatiques : vers un assemblage de bioindicateurs pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale 276-287

Cosme Z. KOUDENOUKPO, Antoine CHIKOU, Serge H. TOGOUET ZEBAZE, Narcisse MVONDO, Rodrigue U. S. HAZOUME, Pierre K. HOUNDONOUGBO, Guy A. MENSAH, and Philippe A. LALEYE

IMPACT OF HOSPITAL DISCHARGES OF LEACHATE : STUDY AND ECOTOXICOLOGICAL PERSPECTIVE AND SOLUTION STRATEGY 288-302

Z. KASUKU WANDUMA, B. MARESCHAL, C. BOULAND, CH. DE BROUWER, B. EPUMBA, M.E. BIEY, D.A.E. MUSIBONO, A. KITAMBALA KABOKA, C. MULAJI, A.M. MALUMBA, O. MONAMA, T. NKODI, and N. NZUZI PANZU

CENT ANS D'EVANGELISATION DE L'EGLISE CATHOLIQUE : QUELS ACQUIS ET DEFIS ? CAS DE LA PAROISSE DE BOBANDANA, RD CONGO 303-327

Valentin MADIHANO MUNGU-IKO and René BITANGI MUKOMBE

Highly Birefringent Wideband Residual Dispersion Compensating Photonic Crystal Fiber 328-334

Japatosh Mondal and Mohammad Shaifur Rahman

Activate the Economic Side for Saudi Arabia Tourism through the Innovation of Traditional Motifs in Textiles 335-348

Thanaa Alsarhan and Hanan Bukhari

Soutirage de l'énergie le long des lignes à haute tension : technologie profitable pour les pays en développement 349-357

Alphonse Omboua

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE DES INFECTIONS URINAIRES AU SERVICE BACTERIOLOGIE AU C.H.R AL IDRISSI - KENITRA 358-364

Ahlam Qebibo, Meryam Nhiri, Nourdine Rhaim, Abdslam El Akhal, Abeer Esmail, Aicha Faiq, Nabila Oujar, Mohammed Ouhssine, and El Hassan Berny

SUR LES ESPACES TOPOLOGIQUES FINIS ET RESEAUX INFORMATIQUES 365-370

PALUKU KASOKI CLARA

INTOXICATIONS MORTELLES DES GAZ (CO2 et CO) A TCHIGOMA EN CHEFFERIE DE BUNYAKIRI, TERRITOIRE DE KALEHE / SUD KIVU, R.D. CONGO 371-379

P. Materanya, Dieudonné Wafula Mifundu, M. Yalire, Munyololo Wayemba, and N. Kapapa

Ethnicity Cultural And Political leadership with Regard To Instability in Republic of Guinea Conakry 380-385

Toure Cheick A. Mandian, Sity Daud, and Russli Kamaruddin

La performance de l'université publique marocaine: Un concept difficile à cerner 386-399

Mohammed LAMCHAOUAT, Nabil BOUAYAD AMINE, and Khalid ROUGGANI

Effect of maturity stage on morphological and chemical characteristics of Opuntia ficus indica from Morocco 400-410

Jihane Oumato, Saadia Zrira, Mohamed Boujnah, and Bouchta Saidi

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 1-8
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Resistencia a la carbonatación de puentes de hormigón armado con 50 años de vida en servicio en ambiente rural

[Carbontacion resistance of concrete bridges with 50 years of life in service in rural environment]

F. H. Iloro[1], N. O. Ortega[2], L. Esperjesi[1], and L. P. Traversa[1]

[1]Laboratory Training Multidisciplinary for Research Technological (LEMIT),
Commission for Research Scientific (CICBA),
La Plata, Buenos Aires, Argentina

[2]Engineering Department,
Universidad Nacional del Sur,
Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

Copyright © 2017 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: Corrosion it's the most frequent and critical pathology in reinforced concrete structures, the reinforced steel bars lost the locally passive protection; ion chloride or widespread carbonation. The carbonation is the main process of reducing the service life of concrete in urban, rual or mixed atmospheres, free from other aggressive agents. The carbonation resistance is direct function of the characteristics of the emplacement (concentration of CO2, HR, etc.) and the pore grid of concrete (water ratio / cement material, content and type of cement, curing, etc.). In this work the carbonation resistance (RCA) is evaluated and estimated the time of depassivation of the reinforced steel of concrete highway bridges executed with a service life > 50 years, emplaced in a rural environment class A1 (CIRSOC 201) executed with Normal Portland Cement (CPN). The influence of the quality of concrete is analyzed macro and microclimate. The results show a downward trend RCA by model Duracrete and the cement contain rules the carbonation resistance by granting the alkaline reserve under the same microclimatic conditions in most of the structures.

KEYWORDS: durability, carbonation resistance, depassivation, Duracrete.

1 INTRODUCTION

Las obras de hormigón armado interactúan con los ambientes de emplazamiento, originando a lo largo de su vida en servicio algunas patologías que pueden afectar su seguridad, su funcionalidad y/o su estética. Dentro de estos comportamientos anormales, la corrosión de las armaduras es tal vez la patología más importante por el porcentaje de estructuras afectadas, alcanzando un valor promedio a nivel internacional y local del orden del 20% [1-5]. Sin embargo, últimos relevamientos informados han indicado porcentajes más elevados cercanos al 40% [6].

La corrosión se origina por la despasivación de las barras de refuerzo debido al ataque de agresivos como el ion cloruro o por carbonatación. La carbonatación es la reacción química del CO_2 atmosférico con los productos alcalinos del hormigón principalmente con el hidróxido de calcio ($CaHO_2$) originando la disminución del pH a valores < 9 dejando a la barras en condiciones de corroerse [7]. El proceso de corrosión presenta dos periodos, siendo el más significativo y difícil de detectar el periodo de iniciación (Pi) tiempo que tardan las sustancias agresivas y las reactivas en ponerse en contacto. En algunas

Corresponding Author: F. H. Iloro

reacciones el Pi es elevado ya que las velocidades de transporte de las sustancias agresivas en el hormigón es lenta. En el caso de la corrosión es el tiempo en que el frente carbonatado tardan en llegar hasta la armadura y despasivarla. Cuando comienzan a detectarse los signos (manchas de óxido, fisuras, desprendimientos, colapso) comienza el periodo de propagación, tiempo durante el cual se producen las reacciones cuyos resultados pueden llevar a un deterioro inaceptable para la seguridad, funcionalidad o estética de la estructura [8].

Las condiciones del medio ambiente de emplazamiento influyen en el proceso de carbonatación, definidas como condiciones mesoclimáticas como la humedad relativa y la concentración de CO_2, en la estructuras se originan microclimas particularmente en los elementos en contacto con agua de lluvia donde el hormigón superficial pasa a un estado saturado atenuando asi la difusión del CO_2.

La resistencia efectiva a la carbonatación del hormigón está gobernada por su porosidad, el tiempo y tipo de curado, la razón a/mc y el contenido y tipo de cemento determinan la calidad de la porosidad. El cemento otorga la reserva alcalina o cantidad de material carbonatable (CMC), los cementos normales u ordinarios otorgan mayor Rca poseen mayor cantidad de OCa, los cementos adicionados confieren menor resistencia a la carbonatación si bien reducen en forma significativa la porosidad por las reacciones puzolánicas. Metha et al concluyen que existe una competencia entre las reacciones puzolánicas y las del CO_2 con el CSH, disminuyendo así la resistencia a la carbonatación [7]. Experiencias desarrolladas han verificado que el 75 % del CaO existente en el ligante participa en la carbonatación, prediciendo así la cantidad total de CO_2 que puede reaccionar con un mortero u hormigón [9], ecuación 1

$$CO_2 \text{ reac..} = 0{,}75 \times CUC \times CaO \times MCO_2/MCa \qquad \text{ecuación 1}$$

CUC: Contenido de cemento en kg/m^3

CaO: Contenido de CaO del cemento, en porciento

MCO_2: Peso molecular del CO_2,

MCaO: Peso molecular del CaO

DuraCrete propone una clasificación de los hormigones de acuerdo a la R_{ca} obtenida a partir del ensayo acelerado, definida como se indica en la ecuación 2 [10]. En la Tabla 1 se presenta la clasificación CAR y su vinculación con la $R_{ACC,0}$ (expresada en distintas unidades) y la $R_{ACC,0}^{-1}$. De acuerdo a esta clasificación a mayor CAR mayor es la resistencia del hormigón a la carbonatación.

$$CAR = 1 / R_{ACC,0}^{-1} = (\zeta / x_c)^2 \qquad \text{ecuación 2}$$

CAR: resistencia a la carbonatación $[kg/m^3/m^2/s]$.

$R_{ACC,0}^{-1}$: inversa de la resistencia a la carbonatación $[m^2/s/kg/m^3]$ determinada en el ensayo acelerado.

ζ: constante que para las condiciones de ensayo propuestas en la metodología toma el valor de 420 $(s/kg/m^3)^{0.5}$.

x_c: depósito de carbonatación medido en el ensayo [m].

Tabla 1: Clasificación de la resistencia a la carbonatación propuesta por DuraCrete.

Clasificación	$R_{ACC,0}$		$R_{ACC,0}^{-1}$
	$[10^{10}\ kg/m^3/m^2/s]$	$[kg.año/m^5]$	$[10^{-11}\ m^2/s/kg/m^3]$
CAR - 0.1 Baja resistencia	CAR = 0.1	31.7	100
CAR - 0.5 Buena resistencia	CAR = 0.5	159	20
CAR – 1 Buena resistencia	CAR = 1.0	317	10
CAR – 5 Muy buena resistencia	CAR = 5.0	1585	2
CAR – 10 Excelente resistencia	CAR = 10.0	3170	1

Para interpretar la clasificación CAR se debe considerar que el modelo propuesto por DuraCrete para inferir el avance de la carbonatación, basado en un enfoque semi probabilístico (utilizando coeficientes de seguridad), presentado en la ecuación 3.

$$x_{c(t)} = ((2 \cdot C_{s,ca} \cdot t) / (R_{ca}))^{0.5} \qquad \text{ecuación 3}$$

Donde $\mathbf{x_{c(t)}}$ representa el valor de los depósitos de carbonatación; $\mathbf{C_{s,ca}}$ es la concentración de CO_2 en la superficie del hormigón; **t** el tiempo que el hormigón ha estado en contacto con el CO_2 y $\mathbf{R_{ca}}$ es resistencia efectiva a la carbonatación definida según la ecuación 4.

$$R_{ca} = R_{ACC,0} / (k_{e,ca} \cdot k_{c,ca} \cdot (t_0 / t)^{2.nca} \cdot \gamma_{Rca}) \qquad \text{ecuación 4}$$

$R_{ACC,0}$: resistencia a la carbonatación determinada mediante ensayos acelerados.

$k_{e,ca}$: factor ambiental, depende del material y medio de exposición.

$k_{c,ca}$: factor de curado, considera el tiempo de curado.

t_0: edad del hormigón cuando se realiza el ensayo acelerado (28 días).

n_{ca}: factor de edad, depende del material y medio de exposición.

γ_{Rca}: factor de seguridad para la resistencia a la carbonatación.

Los puentes carreteros evaluados se hayan emplazados en ambientes rurales de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Estas estructuras tenían, al momento del relevamiento, una edad de 50 años aproximadamente y presentan similar morfología estructural. El clima predominante es templado, con una temperatura media entre 13° y 17° C, un promedio de lluvias anuales de 1100 mm y una humedad relativa elevada. La clasificación del ambiente según el CIRSOC 201-2005 [11] es clase A2. Se extrajeron muestras de hormigón de elementos protegidos y no protegidos del agua de lluvia, se determinó la profundidad de carbonatación y la concentración de CO_2 in situ.



Fig. 1: Tipología estructural de los puentes evaluados.

2 CAMPAÑA EXPERIMENTAL

Las estructuras evaluadas corresponden a 30 (treinta) carreteros están conformadas por losas apoyadas sobre vigas con varios tramos y distintas luz entre apoyos, la altura promedio de los pilares de 5 m y los anchos de calzada de 13 m aproximadamente.

En los puentes se midieron las concentraciones de CO_2 y la profundidad de carbonatación y se extrajeron muestras de hormigón para determinar en laboratorio la composición (tipo y proporciones de materiales utilizados en la dosificación) y su caracterización mediante la cuantificación de la densidad y la porosidad, calculada como el volumen de agua absorbido en 24 horas, en relación al volumen de la muestra.

2.1 CONCENTRACIÓN DE CO_2 ATMOSFÉRICO

Empleando un equipo Marca TESTO, modelo 445, con sonda infrarroja Se determinó la concentración de CO_2 en las proximidades de las zonas de extracción. Se realizaron 25 lecturas por puente, el valor informado corresponde al promedio, Tabla 2

2.2 PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Mediante teñido con fenolftaleína en disolución al 1% en alcohol etílico se cuantificó la profundidad de carbonatación empleando un calibre Vernier, la estimaciones se realizaron según RILEM [12]. Tabla 2

2.3 CONTENIDO DE CEMENTO

Se efectuó la estimación de las proporciones de los hormigones según la Norma ASTM C 1084-97 (Standart Test Method for Portland-Cement Content of Hardened Hydraulic-Cement Concrete) [13]. Para verificar el error del método se analizaron hormigones de los cuales se poseen las proporciones originales y se compararon con las estimadas, determinándose un error del 6 ± 1 % en la determinación en la cantidad del agregado y en el contenido de cemento [14]. Complementariamente se determinó el agua combinada (Wt) según el método Powers [15] y la absorción en inmersión de agua y la densidad saturada superficie seca según norma IRAM 1674. Tabla 3.

2.4 PERIODO DE PROPAGACIÓN

Para inferir el tiempo de inicio de la corrosión (ti) se utiliza la ecuación 5, que surge de despejar el tiempo (t) en la ecuación 2 y reemplazar el avance de la carbonatación ($x^{d}_{c(t)}$) por el espesor de recubrimiento medido in situ (r), al que se le sustrae un término que representa el margen de seguridad (Δx) y toma el valor de 8 mm para un costo de reparación bajo respecto del costo de diseño y construcción. Tabla 2

$$ti = [((r - \Delta x)^{2} . R_{0,ca}) / (2 . C_{s,ca} . k_{e,ca} . k_{c,ca} . (t_0 / t)^{2.nca} . \gamma_{Rca})]^{1/(1-2n)} \qquad \text{ecuación 5}$$

2.5 RESISTENCIA EFECTIVA A LA CARBONATACION (RCA)

Para estructuras existentes con vida en servicio mayor a 10 años, la R_{ca} se determina a partir de la ecuación 4, considerando que los parámetros $\mathbf{k_{e,ca}}$, $\mathbf{k_{c,ca}}$ y **n** están implícitos en la R_{ca}. Esta metodología no requiere de ensayos acelerados, se corresponde con la composición del hormigón, las tareas de colocación y curado a las que ha estado sometido y con el meso y micro clima de exposición. Según se observa en la ecuación 3, sólo se requiere determinar la profundidad del frente carbonatado (x_c), la concentración de CO_2 del medio ($C_{s,ca}$) y la edad (t) de la estructura. Tabla 2.

La resistencia a la carbonatación de estructuras existentes obtenida a partir de la determinación de la R_{ca} podría asemejarse a la resistencia a compresión del hormigón in situ obtenida en testigos extraídos de las estructuras. La ecuación 3 permite inferir el valor de la R_{ca} para elementos de hormigón interiores o exteriores protegidos de las precipitaciones, porque para estos microclimas se asume que el avance de la carbonatación se ajusta a la ley de la raíz cuadrada del tiempo. Para elementos en contacto con las precipitaciones, el mayor contenido de humedad en el hormigón dificulta el ingreso del CO_2, se reduce significativamente la carbonatación y su avance se aparta de la ley de la raíz cuadrada del tiempo. Este comportamiento no ha sido correctamente interpretado por el modelo DuraCrete. Para contemplar el micro clima asociado a la exposición directa con la lluvia, otros modelos [16], [17] incorporan un término denominado función ambiental (W) que tiene en cuenta la orientación y geometría de los elementos estructurales, el promedio anual de días con una cantidad mínima de precipitación de 2.5 mm por día y la dirección del viento cuando se producen las precipitaciones.

La ecuación 3 ha sido utilizada para inferir la R_{ca} de 30 puentes, estas experiencias forman parte de un trabajo más amplio realizado con la finalidad de evaluar los puentes en servicio y obtener información respecto de parámetros vinculados a la durabilidad. Algunos de los datos relevados han sido utilizados para caracterizar el comportamiento de los hormigones respecto de la carbonatación.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los valores determinados in situ: concentración de CO_2 en el medio ($C_{s,ca}$), recubrimientos (r) y el avance del frente carbonatado real (xc_{Rp} y xc_{Rnp}). También, se incorporan los valores que surgen del modelo DuraCrete,

referidos a la resistencia a la carbonatación del hormigón $R_{0,ca}$, el frente carbonatado inferido (xc_{Mp} y xc_{Mnp}) y los tiempos de inicio de la corrosión (ti_p). Los subíndices "p" y "np" representan las condiciones protegido y expuesto a la lluvia, respectivamente.

Tabla 2: Determinaciones realizadas in situ y las que surgen por aplicación del modelo.

Puente	Determinaciones in situ				Aplicación del modelo			
	$C_{s,ca}$ [ppmv]	r [mm]	xc_R [mm]		$R_{0,ca}$ [kg.año/m^5]	xc_M [mm]		ti_p [años]
			xc_{Rp}	xc_{Rnp}		xc_{Mp}	xc_{Mnp}	
1	386	30	20	5	70	24	3	42
2	357	35	15	10	100	19	2	118
3	359	35	31	5	50	27	3	50
4	356	30	20	5	90	20	2	63
5	373	30	15	0	200	14	1	93
6	339	40	13	1	150	15	2	310
7	385	35	30	5	40	31	3	36
8	367	30	15	0	160	15	2	125
9	365	30	13	1	170	15	1	135
10	370	30	10	0	250	12	1	215
11	386	40	30	7	35	33	4	46
12	360	35	25	8	40	30	3	40
13	367	40	15	4	180	14	2	359
14	356	30	14	3	140	16	2	112
15	368	35	23	5	80	21	2	85
16	375	40	20	1	70	23	2	112
17	373	35	18	5	70	23	2	74
18	365	40	23	5	50	27	3	76
19	368	30	21	6	75	22	2	49
20	363	35	28	3	75	22	2	82
21	370	40	22	5	75	22	2	121
22	358	35	27	8	40	30	3	38
23	365	40	24	6	70	23	2	115
24	372	35	25	3	75	22	2	79
25	375	40	28	4	40	30	3	55
26	367	30	20	6	80	21	2	53
27	375	35	23	5	70	23	2	73
28	364	40	25	3	70	23	2	115
29	371	35	27	4	70	23	2	73
30	374	35	25	4	65	24	2	66

De acuerdo a la clasificación CAR, el 73% de los puentes poseen una resistencia baja respecto de la carbonatación por presentar valores inferiores a 0.76×10^{10} kg/m^3/m^2/s. En estas estructuras, para una edad de 50 años, el avance del frente carbonatado se encuentra entre 20mm y 30mm, valores que están próximos al espesor de recubrimiento de 35mm especificado por el CIRSOC 201-205 o por las distintas normas europeas para la clase de exposición XC3 (moderada humedad, elementos exteriores protegidos de la lluvia). Conviene tener presente que los puentes cumplen una función de importancia socio-económica para el país y deberían alcanzar una vida en servicio próxima a los 100 años.

La profundidad de carbonatación real versus la estimada aplicando el modelo DuraCrete poseen una buena correlación lineal lo cual confirma la validez del mocelo propuesto fig. 2. Sin embargo para los elementos en contacto con agua de lluvia el modelo subestima el comportamiento real. Debe considerarse quizás que las estructuras con más de 20 años en servicio han estado expuestas a variaciones de las condiciones ambientales, principalmente el régimen de precipitaciones.

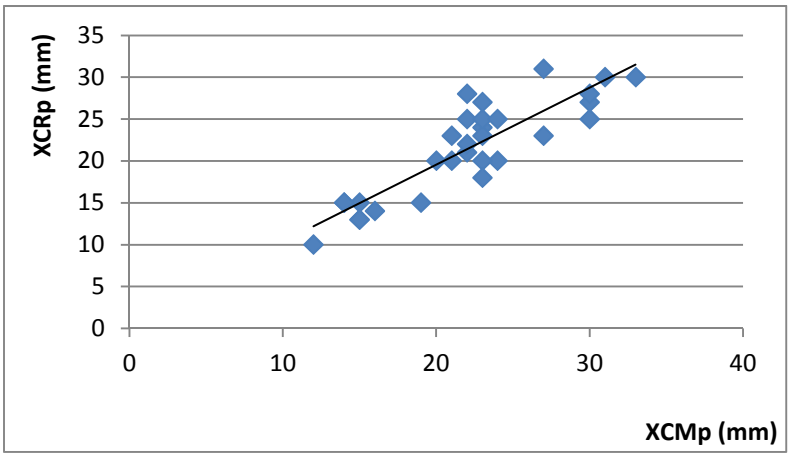


Fig. 2 : Relación entre profundidad de carbonatación real (XCRp) versus el modelo DuraCrete (XCMp)

Los resultados obtenidos en las determinaciones con el método ASTM revelan que algunos hormigones poseen elevadas razones a/cm Tabla 3, debe recordarse por la época de construcción de los puentes el hormigón se realizaba a pie de obra con lo cual los procedimientos de calidad eran difíciles de aplicar. El contenido de cemento determinado muestra variaciones considerables en todos los puentes inclusive a los prescriptos en los reglamentos modernos de construcción como el CIRSOC que prescribe un contenido mínimo de 280 Kg/m^3.

El cemento empleado en todos los puentes corresponde a un cemento portland normal, norma IRAM 50.000 [18]. Si se correlacionan la profundidad de carbonatación real con las propiedades determinadas se observa que el contenido de material carbonatable (CMC) determinado con ec. 1, se verifica que existe una correlación lineal, mayor profundidad a menor contenido de CMC, fig. 3.

Si bien se puede esperar un comportamiento durable poco aceptable por las razones de a/cm, el tipo de cemento empleado permite ofrecer una mayor disponibilidad de OCa, aletargando el proceso difusivo del CO_2 hacia las barras.

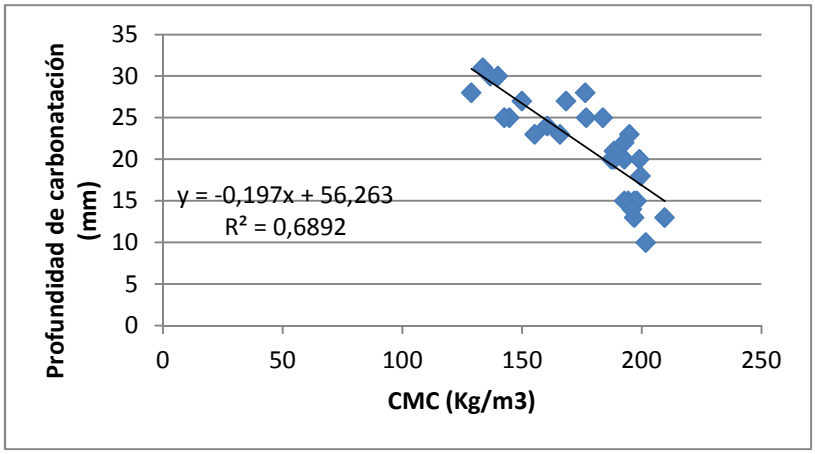


Fig. 3: Correlación profundidad de carbonatación real versus contenido material carbonatable (CMC)

Tabla 3: Determinaciones realizadas

Puente	dsss	Abs. (%)	CUC	CMC	Wt (l)	w/cm
			(Kg/m^3)			
1	2400	6,5	365	192,7	241	0,66
2	2400	5,7	375	198,0	206	0,55
3	2410	6,1	253	133,6	162	0,64
4	2400	4,4	377	199,1	191	0,51
5	2350	4,3	368	194,3	184	0,50
6	2480	4,0	373	196,9	169	0,45
7	2360	6,3	265	139,9	210	0,79
8	2350	4,6	373	196,9	182	0,49
9	2390	6,3	397	209,6	242	0,61
10	2420	4,2	382	201,7	180	0,47
11	2400	5,9	259	136,8	201	0,78
12	2380	6,1	274	144,7	209	0,76
13	2410	4,5	365	192,7	185	0,51
14	2400	4,4	371	195,9	167	0,45
15	2400	4,7	369	194,8	207	0,56
16	2360	5,2	355	187,4	199	0,56
17	2370	6,0	378	199,6	223	0,59
18	2390	7,1	294	155,2	214	0,73
19	2370	6,5	357	188,5	245	0,69
20	2400	4,0	334	176,4	172	0,51
21	2400	4,3	365	192,7	187	0,51
22	2370	6,8	284	150,0	204	0,72
23	2410	5,3	304	160,5	173	0,57
24	2400	4,0	348	183,7	176	0,51
25	2390	6,1	244	128,8	168	0,69
26	2390	4,2	357	188,5	182	0,51
27	2400	5,6	314	165,8	194	0,62
28	2410	5,3	270	142,6	165	0,61
29	2400	4,3	319	168,4	176	0,55
30	2380	5,5	335	176,9	203	0,61

4 CONCLUSIONES

Los puentes estudiados emplazados en un ambiente rural con una concentración promedio de CO_2 de 368 ppmv, en un clima templado, con una temperatura media entre 13° y 17° C, un promedio de lluvias anuales de 1100 mm y una humedad relativa elevada presentan una baja resistencia a la carbonatación según la clasificación del Modelo DuraCrete.

El Modelo DuraCrete para la resistencia a la carbonatación representa con bastante aproximación la profundidad real para elementos protegidos del agua de lluvias, este modelo se emplea para predecir la Rca a partir del ensayo acelerado de carbonatación. Para los elementos que se encuentran en contacto el Modelo subestima la profundidad por lo cual debería ajustarse con un coeficiente que contemple los ciclos de mojado del hormigón que modifican su estado higroscópico.

Los puentes presentan bajas Rca pero los tiempos para el inicio del período de propagación en la mayoría de los casos alcanzan y superan los 100 años, el CIRSOC prescribe para las estructuras de infraestructura una vida útil de 100 años.

De las propiedades de los hormigones evaluadas, el contenido de cemento influye en forma significativa ya que aporta la reserva alcalina para la Rca, en los casos estudiados se trata de un cemento portland normal por la cual la cantidad de material carbonatable es máxima.

REFERENCIAS

[1] N. G. Maldonado "Patología, durabilidad y calidad de hormigones para viviendas de interés social y la normativa nacional en zona de elevado riesgo sísmico". *16º Reunión Técnica AATH, Mendoza, Argentina, 2006.*

[2] A. A. Di Maio, J.D. Sota y L.P. Traversa. "Patología de estructuras de hormigón. Análisis de algunos casos mas relevantes ocurridos en la Argentina en los últimos años". *Proc. III Congreso Iberoamericano de Patología de la Construcción y V Congreso Iberoamericano de Control de Calidad. La Habana, Cuba, 1999.*

[3] L.P. Traversa, A. Gioivambattista, A.A. Di Maio y L. Eperjesi. "Performance of concrete structures in Argentine environments". *Proc. Symposium Structures for the Future. The Search for Quality". IABSE, Río de Janeiro, Brasil, 1999.*

[4] GEHO. Grupo Especial del Hormigón, Proc. Encuentro sobre Patologías de Estructuras de Hormigón. Boletín 10. Madrid, España, 1992.

[5] D. Dal Molin "Fissuras en Estructuras de Concreto Armado: Análisis das manifestacoes típicas e levantamento de casos ocorridos no Estado do Rio Grando do Sul". Curso de postgrado, Universidad Federal de Rio Grando do Sul, Porto Alegre, Brasil, 1988.

[6] L.P Traversa "Evaluación y diagnóstico de Puentes de Hormigón Armando ubicados en ambientes rurales y marinos". 16º Reunión Técnica AATH, Mendoza, Argentina, 2006.

[7] P. K. Mehta y P.J. M. Monteiro "Concreto: estructuras, propiedades y materiales". IBRACON, San Pablo, 674 p. 2008

[8] L. P. Traversa "Patología de las estructuras de hormigón armado". *Ciencia y Tecnología del Hormigón N°11. 2004*

[9] B. Lagerblad "Carbon Dioxide Uptake During Concrete Life Cycle, State of the Art". Swedish Cement and Concrete Research Institute – CBI, www.cbi.se.

[10] DuraCrete. "Final technical report. General guidelines for durability design and redesign". Contract BRPR-CT95-0132, Project BE95-1347. (2000).

[11] CIRSOC 201-2005 Proyecto del Reglamento Argentino para la Construcción.

[12] RILEM Concrete permanent Committee CPC 18 (1984). Measurement of hardened Concrete Carbonation Depth. Materiaux et Construction Vol. 17 Nº 102, p.p. 435-440.

[13] Norma ASTM C 1084-97. "Standard test method for portland-cement content of hardened hydraulic cement concrete". (1997).

[14] Iloro F. H. "Sustentabilidad del hormigón armado: Fijación de CO2 en estructuras en servicio ubicadas en ambientes rurales". V Congreso Internacional y 19a Reunión Técnica Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. Noviembre 2012. Bahia Blanca. Argentina.

[15] T. C. Powers "The non Evaporable Water Content of Hardened Portland – Cement Paste. Its Significance for Concrete Research and its Method of Determination". ASTM Bulletin, pp 68 - 75. 1949.

[16] International Federation for Structural Concrete fib. "Model code for service life design, bulletin 34". ISBN 2-88394-074-6. (2006).

[17] fib Bulletin 65. "Model Code 2010, Final draft-Vol. 2". ISBN 978-2-88394-105-2. (2012).

[18] Norma IRAM 50000 "Cemento, Cemento para uso general. Composición, características, evaluación de la conformidad y condiciones de recepción". IRAM. Buenos Aires, 31 p.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 9-16
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Comité d'audit et rémunération des auditeurs externes au Maroc

[Audit committee and remuneration of external auditors in Morocco]

Mohamed Yassine EL HADDAD and Zakaria EZ-ZARZARI

Département des sciences de gestion, Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales-Agdal, Université Mohammed V, Rabat, Maroc

Copyright © 2017 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 paper is to try to explain in the Moroccan context the impact of the presence of audit committees on the remuneration of external auditors including the auditors.
The sample includes 27 companies divided on four sectors of activity. This limited number of firms studied is due to the requirements of the Dechow, Sloan and Sweeny (1995) model of the earning management, which requires a minimum of six (6) companies by sector.
The analysis of the proposed model via the stepwise method allows in highlighting an indirect relationship between the Audit Committee and the remuneration of the auditors. This relationship is explained by: (1) The size of the company, meaning, the bigger the size of the company, the larger the earnings management, which requires a high remuneration of the auditors. (2) The percentage held by the leaders influence the remuneration received by the auditors.
The results obtained explained by the size of the company (1) and the percentage held by its leaders (2) allow in concluding that the latter foster the establishment of audit committees which in turn allows in increasing the remuneration of the auditors.

KEYWORDS: Total Accruals, Discretionary Accruals, Non-discretionary Accruals, External Auditor, Earning management.

RESUME: L'objectif de cet article est d'essayer d'expliquer dans le contexte marocain l'impact de la présence des comités d'audit sur la rémunération des auditeurs externes notamment les commissaires aux comptes.
L'échantillon choisi comprend 27 entreprises réparties sur quatre secteurs d'activité. Ce nombre limité des firmes étudiées est dû aux exigences du modèle Dechow, Sloan et Sweeny (1995) de la gestion de résultat qui exige un minimum de 6 entreprises par secteur.
L'analyse du modèle proposé via la méthode Stepwise (pas à pas) permet de ressortir une relation indirecte entre le comité d'audit et la rémunération des commissaires aux comptes. Cette relation est expliquée par : (1) la taille de l'entreprise c'est à dire, plus la taille de l'entreprise est grande et plus la gestion de résultat est élevée ce qui nécessite une rémunération élevée des commissaires aux comptes. (2) le pourcentage détenu par les dirigeants influence les rémunérations perçues par les commissaires aux comptes.
Les résultats obtenus expliqués par La taille de l'entreprise (1) et le pourcentage détenu par ses dirigeants (2) permettent de conclure que ces derniers favorisent la mise en place des comités d'audit qui, à leur tour permettent d'augmenter les honoraires des commissaires aux comptes.

MOTS-CLEFS: Accruals Totaux, Accruals discrétionnaires, Accruals Non-discrétionnaires, Audit Externe, Gestion de Résultat.

Corresponding Author: Corresponding Author (email)

1 INTRODUCTION

En raison de la multiplication des scandales financiers ces dernières années, la mise en place des comités de gouvernance au sein des entreprises marocaines devient une nécessité pour accroitre leur compétitivité et leur permettre d'accéder aux places financières internationales.

Etant donné que ces entreprises sont en majeure partie des entreprises familiales, la mise en place des comités de gouvernance notamment le comité d'audit n'était qu'une réponse aux codes de bonne gouvernance des places internationales ou une exigence des multinationales pour ses filiales, vu qu'au Maroc, le premier code n'a été élaboré qu'en 2008 soit 13 ans après le premier rapport de Vienot 1 (1995) en France.

Ainsi, dans le but de réduire les conflits d'agence et l'asymétrie d'information financière, le comité d'audit doit exercer un pouvoir de contrôle sur le processus d'audit. Beasley et Salterio (2001) considèrent que la mise en place des comités d'audit est un mécanisme de contrôle complémentaire du conseil d'administration.

Dans ce sens, plusieurs études s'intéressent à la relation entre le comité d'audit et l'audit externe, Birkett (1986) considère que la première mission du comité d'audit est de préserver l'indépendance des auditeurs externes. Cette indépendance à notre égard peut être traduite en deux niveaux. Le premier niveau relatif au choix de l'auditeur externe qui ne doit s'effectuer que par le comité d'audit mais qui ne sera pas étudié dans notre article. Le deuxième niveau relatif à la rémunération de l'auditeur externe également déterminée et évaluée par le comité d'audit. Ceci est étudié indirectement par Goodwin-Stewart et Kent (2006) qui supposent que les honoraires d'audit sont élevés lors de la présence du comité d'audit.

À l'encontre de cette situation, il s'avère nécessaire d'étudier les interactions entre la présence des comités d'audit et les honoraires perçus par les commissaires aux comptes (auditeurs externes).

Pour ce faire, nous rappelons avant d'entamer la revue de la littérature le rôle et le contexte de la mise en place des comités d'audit au Maroc comparativement à certains pays internationaux. Par la suite, nous présentons le modèle de recherche et la méthodologie adoptée dans les travaux réalisés. Et finalement, nous présentons les résultats empiriques de notre modèle et nous les comparons avec des résultats obtenus précédemment par d'autres chercheurs internationaux.

2 CONTEXTE ET RÔLE DU COMITÉ D'AUDIT

La création des comités d'audit au Maroc est due principalement à la dépendance de certaines entreprises à des groupes internationaux et à leur internationalisation.

En effet, le premier rapport relatif à la gouvernance des entreprises n'a vu le jour qu'en mars 2008 par la commission nationale de gouvernance d'entreprise constituée par le ministère des affaires économiques et générale et la Confédération Générale des Entreprises du Maroc (CGEM). Ce rapport recommande pour la première fois la création d'au moins deux comités de gouvernance à savoir le comité d'audit et le comité de rémunération afin de renforcer la gouvernance des entreprises marocaines pour faire face à la mondialisation et leur permettre de chercher d'autre sources de financements dans les bourses internationales.

Le souci de maitrise des activités de l'Etat a contribué à l'élaboration du code marocain de bonnes pratiques de gouvernance des établissements et entreprises publics en février 2011 par le ministère de l'économie et des finances. Ce code a recommandé la création du comité d'audit au sein des entreprises publiques afin de maitriser les coûts et les risques financiers ainsi que de les doter des organes de gouvernance leur permettront d'accéder aux modes de financement proposés par les places financières.

La réduction des coûts d'agence et l'asymétrie d'information entre managers et actionnaires ont placé les comités d'audit en haut de l'organisation en se rattachant directement soit au conseil d'administration soit au conseil de surveillance.

Dans le même sens, le rapport de *le Blue Ribbon Committee* (1999) a résumé le rôle du comité d'audit dans le renforcement de la confiance des investisseurs via le renforcement de l'indépendance des auditeurs externes et la supervision des travaux des auditeurs internes.

Knapp (1987) affirme que l'objectif final des comités d'audit est de défendre l'intérêt des investisseurs via la réduction du coût d'agence des entreprises caractérisées par une forte asymétrie d'information.

En 2003, Spira a montré que le comité d'audit est un organe rattaché au conseil d'administration dont les missions principales se résument dans la protection des intérêts des investisseurs et de garantir la fiabilité des informations publiées.

Le rôle assigné aux comités d'audit au Maroc via les rapports établis en 2008 et en 2011, est similaire aux rôles énoncés par les rapports de *le Blue Ribbon Committee* qui a pour principal but le renforcement de la confiance des investisseurs, la maitrise des risques financiers, et l'amélioration de la qualité de l'information financière publiée en renforçant également l'indépendance des auditeurs externes (commissaires aux comptes).

3 REVUE DE LITTÉRATURE ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Selon Compernolle (2009), l'audit externe est un dispositif de contrôle de l'information financière permettant aux comités d'audit d'accomplir leurs principales missions. Dans ce sens, et afin d'assurer l'indépendance des auditeurs externes, le comité d'audit a intérêt à fixer la rémunération de ce dernier.

En effet, les honoraires d'audit constituent un moyen de rémunération pour l'auditeur externe et un moyen de pression qui peut être utilisé par l'entreprise pour influencer son indépendance. Pour cette raison, l'un des rôles attribués aux comités d'audit est d'intervenir afin de fixer le montant de ces honoraires. C'est d'ailleurs, le cas des États-Unis où la loi Sarbanes-Oxley (2002), responsabilise directement le comité d'audit de la supervision des travaux des auditeurs externes y compris leurs rémunérations.

De nombreuses études ont montré qu'il y a directement ou indirectement une relation entre la présence des comités d'audit au sein des entreprises et la rémunération de l'auditeur externe. Collier et Gregory (1996), concluent qu'il y a une relation positive entre la présence du comité d'audit et les honoraires versés aux auditeurs externes. Ils montrent l'importance du comité d'audit comme organe préventif contre la réduction des honoraires des auditeurs externes.

Ainsi, Goodwin-Stewart et Kent (2006) montrent que la présence d'un comité d'audit efficace et constitué par des administrateurs indépendants augmente les honoraires des auditeurs externes. Dans le même sens, knechel et Willekens (2006) montrent, sur un échantillon de sociétés belges, que le coût des auditeurs externes est plus important chez les entreprises disposant d'un comité d'audit et d'administrateurs indépendants au sein du conseil d'administration. Dans le même sillon, Broye (2009) confirme les résultats obtenus par Knechel et Willekens (2006) dans le contexte français. Elle trouve qu'il y a une relation de complémentarité entre le comité d'audit et les auditeurs externes. De même, Le Maux (2014) a confirmé les résultats précédents sur un échantillon de 127 entreprises et montre que la présence du comité d'audit suppose une meilleure gouvernance. Une gouvernance traduite par un niveau élevé des honoraires des auditeurs externes créant ainsi une complémentarité entre le comité d'audit et les auditeurs externes.

A la différence des résultats obtenus par les chercheurs confirmant la relation positive entre la présence du comité d'audit et la rémunération des auditeurs externes, Goddard et Masters (2000), ne confirment pas cette relation. Ils trouvent une relation positive entre le comité d'audit et les auditeurs externes jusqu'au 1994, alors qu'en 1995 cette relation a disparu. Ces deux auteurs expliquent cette différence par la forte croissance du marché d'audit en Grande-Bretagne en 1994 et ils concluent que la présence du comité d'audit permet de réduire les honoraires des auditeurs externes notamment lors de l'accroissement de la complexité de l'entreprise.

De ce fait, notre papier tente d'étudier la relation entre la présence des comités d'audit et les rémunérations des auditeurs externes dans le contexte Marocain. Ces auditeurs externes sont nommés à l'instar du cas français et de la loi sur les sociétés anonymes marocaines, des commissaires aux comptes. Donc, notre hypothèse de recherche peut être présentée ainsi :

Hypothèse : *la présence du comité d'audit permet d'augmenter les honoraires des commissaires aux comptes*.

4 MÉTHODOLOGIE ET MODÈLES DE RECHERCHE

4.1 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

4.1.1 ECHANTILLON DE L'ÉTUDE

Les entreprises étudiées sont celles cotées à la bourse de Casablanca et qui appartiennent aux secteurs contenant au moins 6 entreprises pour répondre aux exigences du modèle modifié (Dechow, Sloan et Sweeny, 1995) du Jones (1991) du calcul de la gestion de résultat à l'exception du secteur banque-assurance qui demande une connaissance financière plus particulière.

Ainsi, étant donné que la bourse de Casablanca ne comporte que 75 entreprises cotées dont 18 appartenant au secteur banque-assurance et vu le nombre restreint des entreprises dans chaque secteur d'activité, le nombre d'entreprises qui

répondent à notre critère s'élève à 28 entreprises dont une ne sera pas étudiée en raison de l'absence des données dans la période couverte par l'étude. Ces entreprises appartiennent aux secteurs suivants :

Tableau 1 : Echantillon par secteur

Secteur d'activité	Nombre d'entreprises	Nombre d'entreprises exclues
Agroalimentaire/Production	6	0
Bâtiment et matériaux de construction	8	0
Distributeurs	7	1
Matériel, logiciel et service informatique	7	0
Total de l'échantillon	28 -1 = 27	

Les données utilisées sont issues des rapports d'activité, notes de présentation, notes d'information, notes d'introduction en bourse, résolutions du conseil d'administration et les états de synthèse disponibles dans le site web de la bourse de Casablanca, les sites web des entreprises étudiées et le site web de l'Autorité Marocaine du Marché des Capitaux (AMMC)1. La période couverte par l'étude est de 4 ans allant de l'exercice 2011 jusqu'à l'exercice 2014 afin d'étudier les variations au fil des années.

4.1.2 VARIABLES DU MODÈLE

4.1.2.1 VARIABLE DÉPENDANTE

LAUDITFEES : logarithme naturel des rémunérations perçues par les commissaires aux comptes.

4.1.2.2 VARIABLES INDÉPENDANTES

GESTION DE RÉSULTAT

Pour calculer la gestion de résultat, nous procédons au calcul des accruals totaux (TA) pour extraire la partie discrétionnaire du résultat (manipulations des dirigeants). Ces accruals correspondent à la différence entre le résultat net comptable (RN) et le flux de trésorerie opérationnel (CFO).

$$TA = RN – CFO$$

Pour chaque entreprise i et année t, nous calculons les accruals totaux (TA) par la formule suivante :

$$TA_{it} = \Delta BFR_{it} - DAP_{it}$$

Avec :

***i** = 1 à 27 et **t** = 2011, 2012, 2013 et 2014*

***ΔBFR** = Variation du besoin de fonds de roulement calculée en valeur brute et variation des charges à répartir*

***DAP** = Dotation aux amortissements, aux provisions et aux dépréciations*

Pour pouvoir déterminer la partie non discrétionnaire du résultat (NDC), nous allons calculer les accruals non discrétionnaires en utilisant le modèle modifié (Dechow, Sloan et Sweeny, 1995) du Jones (1991) en retenant un nombre minimum de 6 sociétés par secteur.

A cet effet, nous allons utiliser la formule suivante pour chaque secteur d'activité j et année t :

$$\mathbf{NDA_{jt}} = \alpha_{jt} + \beta.IMMO_{jt} + \gamma 1\ \Delta(CA – CLIENTS)_{jt} + \varepsilon_{jt}$$

Avec :

[1] *Ancien Conseil déontologique des valeurs mobilières (CDVM)*

NDA *= Les accruals non discrétionnaires par entreprise*

IMMO *= Immobilisations incorporelles brutes + charges à répartir*

CA *= Chiffre d'affaires*

CLIENTS *= Créances clients en valeur brute*

Ainsi, la partie discrétionnaire (anormale) du résultat (Discretionary Accruals, DAC) est obtenue par la différence entre le total des accruals (TA) et les accruals non discrétionnaires tels qu'ils sont calculés par le model Jones modifié. Nous obtenons alors :

$$\mathbf{DAC_{it}} = TA_{it} - [\alpha_{it} + \beta.IMMO_{it} + \gamma 1\ \Delta\ (CA - CLIENTS)_{it} + \varepsilon_{it}]$$

AUTRES VARIABLES INDEPENDANTES

PCA (Présence comité d'audit) : variable binaire codée 1 si la firme a un comité d'audit et 0 s'il ne l'a pas.

SIT : Variable muette, 1 si l'entreprise est introduite en bourse ou elle a procédé à une augmentation du capital ou à une émission obligataire et 0 s'il ne l'a pas.

END : (Endettement) dettes financières/capitaux propres.

ACDIRIG : C'est le pourcentage détenu par les dirigeants dans le capital de l'entreprise

SECT : variable muette représentant le secteur d'activité retenu dans notre étude empirique

4.1.2.3 VARIABLES DE CONTRÔLE

Taille : Logarithme naturel du total de l'actif

TAILLECA : taille du conseil d'administration, est égal au logarithme naturel du nombre des membres du conseil d'administration.

ROA : Rentabilité économique de l'entreprise correspond au Résultat d'exploitation/Total d'actif

INDEPCONSEIL : Proportion des membres indépendants dans le conseil : % d'administrateurs indépendants qui siègent au conseil d'administration ou de surveillance.

4.2 MODÈLE DE L'ÉTUDE

Pour étudier notre hypothèse, nous utilisons le modèle suivant :

$$\mathbf{LAUDITFEES_{it} = \beta_1\ PCA_{it} + \beta_2\ END_{it} + \beta_3\ SIT_{it} + \beta_4\ DAC_{it} + \beta_5\ NDA_{it} + \beta_6\ TAILLECA_{it} + \beta_7\ SECT_{it} + \beta_8\ INDEPCONSEIL_{it} + \beta_9\ TAILLE_{it} + \beta_{10}\ NDA_{it} + \beta_{11}\ ROA_{it} + \beta_{12}\ ACDIRIG_{it} + \varepsilon_{it}}$$

Avec i désigne l'ordre d'une entreprise cotée en bourse et t désigne l'année

ε *: Erreur de spécification*

5 RÉSULTATS EMPIRIQUES ET DISCUSSIONS

La variable LAUDITFEES désigne la transformation logarithmique de la variable AUDITFEES donnant les rémunérations perçues par les commissaires aux comptes.

Durant les quatre années, la moyenne des logarithmes des rémunérations des commissaires aux comptes est de l'ordre de 14,88 et la dispersion absolue équivaut à 0,72.

Tableau 2 : statistiques descriptives de la variable LAUDITFEES

Mesures d'accruals	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	médiane	Nullité (t-stat)
LAUDITFEES	108	14,00	16,35	14,88	0,72	14,61	214,231 * *

Le modèle à tester est relatif à l'hypothèse disant que la présence du comité d'audit permet d'augmenter les honoraires des commissaires aux comptes. Pour démontrer cela, nous procédons à des régressions multiples en utilisant la méthode Stepwise (pas à pas). Le tableau 3 permet de présenter, annuellement, les principales mesures de tendance centrale et de dispersion de la variable LAUDITFEES.

Tableau 3 : Statistiques descriptives, par année, de la variable LAUDITFEES

ANNEE	N	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
2011	27	14,03	16,15	14,59	14,84	0,71	0,048
2012	27	14,03	16,35	14,59	14,87	0,72	0,048
2013	27	14,00	16,24	14,61	14,89	0,73	0,049
2014	27	14,03	16,28	14,65	14,91	0,77	0,052

En comparant des coefficients de variation, on constate que la variabilité est quasiment identique durant les quatre années de l'étude.

Pour approfondir notre analyse, nous serons appelés à produire une régression multiple comme spécifié dans le modèle à tester. Les résultats des régressions annuelles sont présentés comme suit :

Tableau 4 : Exploration de la variabilité annuelle de la variable ADC : résultats de régressions multiples (méthode pas à pas). (*, * *, *** désignent une probabilité critique bilatérale inférieure à 0,05, 0,01 et 0,001)

Année	Variable explicative	Coefficient β	Statistique de Student
2011	Taille	0,700	124,534 * * *
	ACDIRIG	0,200	4,086 * * *
2012	Taille	0,701	118,045 * * *
	ACDIRIG	0,183	3,531 * *
2013	Taille	0,700	108,212 * * *
	ACDIRIG	0,175	3,093 * *
2014	Taille	0,701	99,12 * * *
	ACDIRIG	0,153	2,457 *

On constate que pour les quatre années d'études, la rémunération des commissaires aux comptes a été expliquée principalement par deux variables. La première donne la transformation logarithmique du rapport de la taille de l'entreprise au total de l'actif et la seconde est celle associée au pourcentage détenu par les dirigeants dans le capital de l'entreprise. De même, il faut noter leur apport positif dans l'explication de la variable donnant la rémunération des commissaires aux comptes.

A cet effet, on peut déduire que plus la taille augmente, plus l'apport des dirigeants dans le capital social est important et, plus on s'attend à un accroissement des honoraires des commissaires aux comptes auxquels les entreprises étudiées font appel.

Ainsi, l'explication de la variabilité des rémunérations perçues par les commissaires aux comptes tient essentiellement à la taille de l'entreprise en raison de l'importance des opérations, expliquée par une gestion de résultat plus élevée et le poids de l'actif ce qui augmente les honoraires des commissaires aux comptes. Ces constats sont identiques aux résultats trouvés par Piot (2004) qui constate que plus la taille de l'entreprise française est importante plus les heures de travail du commissaire au compte sont élevés ce qui implique une augmentation des honoraires d'audit. Egalement Raournier et Schatt (2011) trouvent le même résultat dans le cas des entreprises Suisse en raison du poids de l'actif circulant.

Pour avancer notre analyse, nous avons étudié la relation entre la taille de l'entreprise et la gestion de résultat en présence des comités d'audit et nous constatons une corrélation positive qui s'est améliorée entre 2011 et 2014.

Tableau 5 : Relation de la régression entre la taille de l'entreprise et la gestion de résultat en présence du comité d'audit. (*, * *, *** désignent une probabilité critique bilatérale inférieure à 0,05, 0,01 et 0,001)

Année	Variable explicative	Coefficient β	Statistique de Student
2011	PCA	0,405	1,278**
2012	PCA	0,419	1,333**
2013	PCA	0,404	1,278**
2014	PCA	0,450	1,444**

Les résultats obtenus tendent vers les constations de Piot et Janin (2007) qui montrent une relation positive entre la taille de l'entreprise, la gestion de résultat et l'existence du comité d'audit.

De même les rémunérations dudit corps de commissaires aux comptes sont corrélées au pourcentage du capital social détenu par les dirigeants de l'entreprise. Ceci se comprend en particulier par la structure du capital et le caractère familier des entreprises marocaines ce qui implique indirectement la présence du comité d'audit. Ce constat a été prouvé par Sidney et Ran (2010) pour le cas des entreprises de Hong Kong, et par Ben Ali et Lesage (2013) pour le cas français. Les premiers auteurs constatent une relation positive entre le pourcentage détenu par les dirigeants et la rémunération des auditeurs externes et les deuxièmes trouvent que les honoraires sont plus élevés lorsque les actionnaires de contrôle appartiennent à la même famille. Cette appartenance selon ces derniers favorise également la mise en place des mécanismes de gouvernance comme moyen de réduction des conflits d'agence et d'asymétrie d'information. Dans ce sens, MARMOUSEZ (2012) constate que les mécanismes de gouvernance tel que le comité d'audit impacte le choix de la composition du collège des commissaires aux comptes ce qui valide notre hypothèse de recherche.

6 CONCLUSION

Cette étude a examiné, dans le cas du Maroc, l'impact de la présence des comités d'audit sur la rémunération des auditeurs externes notamment les commissaires aux comptes pour les entreprises cotées à la bourse de Casablanca qui répondent aux critères de notre étude.

L'analyse multivariée des données collectées montre que la taille influence d'une façon directe les rémunérations perçues par les auditeurs externes. Ceci peut être expliqué par le fait que la taille augmente la gestion de résultat ce qui implique un effort supplémentaire de vérification de la part des auditeurs externes et par conséquent une augmentation des honoraires d'audit. Toutefois, sans l'appui des comités d'audit en raison de leur expertise et leur emplacement auprès des conseils d'administration et des conseils de surveillance, les auditeurs externes ne peuvent augmenter leur rémunération.

Un deuxième facteur influençant la rémunération perçue par les auditeurs externes. Il s'agit du pourcentage détenu par les dirigeants dans le capital des entreprises cotées à la bourse de Casablanca. Selon les résultats obtenus, plus le pourcentage détenu par ces dirigeants est élevé et plus la rémunération des auditeurs externes est importante. Ceci est dû à l'appartenance de ces dirigeants à la même famille des actionnaires majoritaires ce qui favorise la mise en place des organes de gouvernance tels que les comités d'audit pour prouver leur compétence en matière de gestion. En conséquence, une relation indirecte se dessine entre le comité d'audit et la rémunération perçue par les auditeurs externes.

Finalement, nos analyses trouvent que la présence des comités d'audit favorise indirectement l'augmentation des honoraires perçus par les auditeurs externes. Ce constat nous pousse à réfléchir également sur le choix des auditeurs externes comme un deuxième critère de leur indépendance en ouvrant la question « est-ce que le comité d'audit permet de choisir un auditeur externe de renommé ? ».

RÉFÉRENCES

[1] M. VIENOT, "Le conseil d'administration des sociétés cotées", AFEP/CNPF, 1995. [Online]: www.ecgi.org/codes/documents/vienot1_fr.pdf.

[2] M.S. Beasley, S.E Salterio, "the relationship between board characteristics and volontary improvements in audit committee composisition and expericience", Contemporary accounting research, vol. 18, no. 4, pp. 539-570. 2001.

[3] B.S. Birkett. "The recent history of corporate audit committee", The accounting Historians Journal, vol. 13, no. 2, pp. 109 -124, 1986.

[4] J. Goodwin-Stewart, P. Kent, "Relation between external audit fees, audit committee characteristics and internal audit", Accounting and Finance, vol. 46, no. 3, pp. 387-404, 2006.

[5] Blue Ribbon Committee, "Report and recommendations of the Blue Ribbon", Committee on improving the effectiveness of corporate audit committees, 1999.
[6] M.C. Knapp, "An empirical study of audit committee support for auditors involved in technical disputes with client management", The Accounting Review, vol. 62, no. 3, pp. 578-588, 1987.
[7] L. F. Spira, "Audit Committees: begging the question?", Corporate Governance: An International Review, vol. 11, pp. 180–188, 2003.
[8] T. Compernolle, "La construction collective de l'indépendance du commissaire aux comptes : la place du comité d'audit", Comptabilité, contrôle et audit, vol. 15, no. 3, pp. 91-116, 2009.
[9] P. Collier, A. Gregory, "Audit committee effectiveness and the audit fees", European Accounting Review, vol. 5, no. 2, pp. 177-198, 1996.
[10] W.R. Knechel, M. Willekens, "The role of risk management and governance in determining audit demand", Journal of Business, Finance and Accounting, vol. 33, no. 9, pp. 1344-1367, 2006.
[11] G. Broye, "honoraires d'audit et comités d'audit : le cas de la France", Comptabilité, contrôle et audit, vol. 15, no. 1, pp.199-224, 2009.
[12] J. Le Maux, "Effort d'audit et gouvernance : Le rôle des honoraires d'audit", revue Recherches en Sciences de Gestion vol. 3, no 102, pp. 151-170, 2014.
[13] A.R. Goddard, C. Masters, "Audit committees, Cadbury Code and audit fees: an empirical analysis of UK companies", Managerial Auditing Journal vol.15, no. 7, pp. 358-371, 2000.
[14] P.M. Dechow, R. G. Sloan and A. P. Sweeney, "Detecting Earnings Management", The Accounting Review, vol. 70, no. 2, pp. 193-225, 1995.
[15] C. Piot, "effort d'audit et taille de l'entreprise : barème réglementaire et économie, d'échelle dans le commissariat aux comptes des PME-PMI", Finance- Contrôle-Stratégie, vol. 7, no.1, pp. 151-169, 2004.
[16] B. Raournier, A. Schatt, "La relation entre honoraires d'audit et honoraires de conseil des auditeurs dans un contexte post-SOX : Le cas suisse", Comptabilités, économie et société, Montpellier, France, pp. cd-rom, 2011.
[17] C. Piot, R. Janin, "External Auditors, *Audit Committees and Earnings Management in France"*, European Accounting Review, vol. 16, no 2, pp. 429-454, 2007.
[18] L. Sidney, W. Ran, "Family control, audit committee and audit fees", Corporate Ownership and control vol.7, no. 3, pp. 73-85, 2010.
[19] C. Ben Ali et L. Cédric, "les auditeurs financiers face aux conflits d'agence : une étude des déterminants des honoraires d'audit en France", comptabilité, contrôle et audit, vol. 19, no. 1, pp 59-89, 2013.
[20] S. Marmousez, "Etude d'une exception française : les déterminants du choix de la composition du collège de commissaires aux comptes", Comptabilité, contrôle et audit, vol. 18, no. 1, pp.121-151, 2012.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 17-27
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Appropriation des technologies de l'information et de la communication par les Organisations Paysannes: Cas du Groupement Féminin de transformation de noix de karité dans la commune de Ouessè au centre du Bénin

[Appropriation of Information and Communication Technology by farmers' organisations: Case of women association for shea nuts processing in the municipality of Ouessè in Central Benin]

K. P. Degla[1], S. G. Nouatin[1], B. Hepkazo[2], and B. Dagoudo[1]

[1]Département d'Economie et de Sociologie Rurales,
Université de Parakou, 01 B.P. 123 Parakou, Benin

[2]Secteur Communal du Développement Agricole (SCDA), Bohicon, Benin

Copyright © 2017 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 aims at analysing the appropriation of Information and Communication Technology (ICT) by the women association (WA) for processing of shea nuts into shea butter and other by-products in the municipality of Ouessè in central Benin. To achieve this, individual as well as focus groups interviews were used to collect data from the 30 members of this association. In addition, the method of "grading" based on weighted indices was used to analyse the preponderance of ICT uses and their appropriation factors. The results showed that telephone was the dominant ICT used within the WA, and that the transmission of information among members, the search for market information, the advertisements of products, the connection with technical and commercial partners and the restitution of training sessions were the most frequent uses of ICT within this women association. Our study revealed also that appropriation of the ICT has generated for the WA some positive effects in terms of time saving, financial gains, better understanding of information, reliability of information, improvement of product packaging and display, regularity of members to meetings, maintenance of social relations among members, and improvement of their relations with the partners. It appears from these results that appropriation of ICT could contribute to considerably improving the organisation and socioeconomic performances of women associations that were rather, and most often, marginalized in the access to and use of new technologies in rural areas.

KEYWORDS: Appropriation, New Technologies, Farmers organisations, Women association, Benin.

RESUME: Le présent papier analyse l'appropriation des TIC par le Groupement Féminin (GF) de transformation de noix de karité en beurre de karité et dérivés dans la commune de Ouessè au centre du Bénin. A cet effet, une enquête individuelle auprès des trente (30) membres du GF, des focus-groups pour recueillir des informations émanant de la majorité des membres du GF ont été utilisés, et la méthode d'hiérarchisation basée sur des indices pondérés a servi à l'analyse de la prépondérance des usages des TIC et des facteurs d'appropriation
Les résultats révèlent que le téléphone est la TIC prédominante au sein du GF, et que la transmission des informations entre les membres, la recherche de l'information sur les marchés, la publicité des produits, la liaison avec les partenaires techniques et commerciaux, la restitution des formations sont les usages les plus fréquents des TIC dans le GF. L'étude montre également que l'appropriation des TIC a engendré pour le GF des effets positifs en termes de gains de temps, gains financiers, meilleure compréhension des informations, fiabilité des informations, amélioration de la présentation des produits, régularité des membres aux réunions, maintien des relations sociales entre les membres, et d'amélioration des

relations avec les structures d'intervention. Il ressort de ces résultats que l'appropriation des TIC peut contribuer à améliorer considérablement l'organisation et la performance socioéconomique des structures de femmes le plus souvent marginalisées dans l'accès et l'utilisation de nouvelles technologies en milieu rural.

MOTS-CLEFS: Appropriation, Nouvelles Technologies, Organisation Paysanne, Groupement Féminin, Bénin.

1 INTRODUCTION

Au XXIe siècle, les compétences associées aux technologies de l'information et de la communication (TIC) sont importantes pour l'intégration des individus à la société [1], [2]. Ainsi en milieu rural, on admet de nos jours qu'il y a un lien entre les TIC et les sources de revenus. Les TIC facilitent l'obtention et l'échange, par les pauvres, des informations nécessaires à l'élaboration des stratégies relatives aux moyens de subsistance, renforcent la communication au sein des institutions rurales, chargées de prendre des décisions concernant les options relatives aux moyens de subsistance, et enfin donnent aux communautés pauvres la capacité de participer à la prise de décision [3]. L'engouement d'améliorer les conditions de vie et de travail ne peut d'ailleurs se réaliser sans l'utilisation des TIC [4].

Dans les milieux ruraux, l'utilisation des TIC se répand au sein des populations [5], voire des groupements communautaires de développement [6], [7]. L'appropriation des TIC est devenue de nouveaux enjeux pour l'amélioration des organisations paysannes concernant leur performance organisationnelle interne et celle de leurs activités [6]. Plusieurs études sur l'utilisation des TIC ont émergé dans plusieurs pays en développement, en l'occurrence en Afrique subsaharienne [8], [9], [10], soutenant l'étude de [11] pour l'Union Internationale des Technologies qui rapporte que l'Afrique connait l'expansion des TIC la plus rapide au monde.

Mais, force est de constater que peu d'études ont été consacrées à l'analyse de l'utilisation des TIC en milieu rural au Bénin [4], et surtout de celle au niveau des Groupements Féminins (GF) qui restent une forme particulière d'organisation des activités économiques et sociales en milieu rural. Ainsi, l'analyse des questions relatives aux groupements de femmes ne peut jouir que d'un grand intérêt, étant donné que les femmes rurales sont dans la plupart de leur ménage marginalisées du fait de leur accès limité aux principales ressources telles que la terre, le bétail, et aux meilleures opportunités de sources de revenu [12], [13]. Dans le contexte politique actuel d'autonomisation des femmes, l'une de ces questions importantes peut concerner le rôle réel que peuvent jouer les TIC dans l'organisation, le fonctionnement et la réussite des activités de ces GF, pour valoriser et améliorer leurs opportunités économiques, et ce faisant les conditions de vie de leurs membres.

Dans cette optique, la présente étude se propose d'apporter sa contribution dans l'analyse de l'appropriation des TIC en se basant sur l'étude de cas du GF de transformation de noix de karité dans la commune de Ouèssè au centre du Bénin. Le GF est composé de 30 membres organisés et engagés à tirer profit du karité, qui est une plante naturelle de leur milieu, à travers la valorisation de ses fruits que sont les noix de karité, porteuses des vertus médicinales et cosmétiques. Aussi, ce GF utilise-t-il les TIC à l'interne pour les questions d'organisation des membres, et à l'externe pour leur visibilité et celle de leurs produits. Spécifiquement, l'étude décrit l'appropriation des TIC par les femmes du GF, et les facteurs d'appropriation de ces TIC. Les résultats de cette étude pourront constituer une base de données disponible pour tout chercheur, toute organisation non gouvernementale ou tout décideur politique intéressé par les questions de développement des groupements féminins en milieu rural.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 CADRE THEORIQUE

Selon [14], les Technologies d'Information et de Communication (TIC) sont des technologies utilisées dans la collection, processus d'emmagasinage, d'extension, de récupération et de mise en œuvre des données et informations en se servant de microélectronique, optique et télécommunication et ordinateurs. Pour [15], les TIC sont définies comme des technologies utilisées pour faciliter le processus de communication et de transmission des informations par les moyens électroniques. Il ressort de ces définitions que les TIC peuvent être considérées comme un ensemble d'outils et ressources technologiques utilisés pour communiquer, créer, divulguer, mémoriser et traiter l'information dans des formats variés tels que les papiers, voix de conservation, images d'affichage, photos, présentations multimédia, etc.. Cette définition met l'accent aussi bien sur le support créé (emballages, photo ou papier imprimé, affiches de formation, posters) que sur la source ou la technologie

utilisée pour sa création telle que l'ordinateur, l'internet, les technologies de diffusion et d'enregistrement (radio, télévision, enregistreurs, mégaphone) et le téléphone.

L'appropriation sociale des TIC et surtout les logiques qui sous-tendent le processus d'appropriation a fait l'objet de plusieurs recherches. Pendant que [16] se soit penché sur les « significations d'usage », qui font référence aux représentations et aux valeurs qui s'investissent dans l'usage d'une technique ou d'un objet, [17] ont travaillé en particulier sur les processus d'intégration des technologies de communication dans la sphère privée et familiale, et ont développé une « grille d'analyse sociologique de l'usage des TIC » qui met en évidence l'importance des significations d'usages dans l'appropriation des objets techniques. Leurs travaux ont montré que l'insertion sociale d'une TIC, son intégration à la quotidienneté des usagers, dépendaient moins de ses qualités techniques intrinsèques, de ses performances et de sa sophistication, que des significations d'usage projetées et construites par les usagers. D'après [18], l'approche de l'appropriation sociale des technologies a permis de dépasser l'étude du rapport strict de l'usager à l'objet technique pour élargir l'analyse à la prise en compte de la place qu'occupent les pratiques dans les modes de vie. Dans cette perspective, les pratiques sont appréhendées comme faisant partie intégrante de la vie quotidienne : elles viennent s'y intégrer en même temps qu'elles la transforment. [19] a démontré en effet que les individus s'approprient ces outils à des fins d'émancipation personnelle, d'accomplissement dans le travail (cas des professions) ou à des fins de sociabilité (les messageries conviviales). [20] insiste sur la dimension sociale et politique du phénomène de l'appropriation des nouveaux savoirs et des nouveaux outils. Selon lui, on ne peut parler « d'appropriation sociale et collective des connaissances informatiques par un groupe ou une catégorie sociale » qu'à partir du moment où la mise en œuvre des nouveaux outils et des nouveaux savoirs contribue à la transformation du mode de gestion des connaissances propres au groupe ou à la catégorie sociale qui s'approprie l'outil. En d'autres termes, ce sont les acteurs sociaux qui mènent le changement en s'emparant de l'innovation technique pour en orienter les utilisations.

L'appropriation des TIC, dans le cadre de notre étude, peut être vue en termes des utilisations faites des TIC par les membres du GF suivant la volonté d'adapter ces TIC à leurs activités afin de personnaliser leur organisation ou leurs produits, dans une dialectique de créativité et de novation. L'appropriation des TIC n'est non plus individuelle mais inscrite dans une dynamique collective, et les usages sont modelés par le collectif et les pratiques sociales qui leur sont propres. Le processus d'appropriation renvoie donc à des « stratégies collectives d'appropriation sociale » formulées et réalisées par des acteurs sociaux, hiérarchisées suivant les facteurs qui favorisent l'appropriation des TIC dans le groupement.

2.2 ZONE D'ETUDE ET BASE DE DONNEES

L'étude a été conduite dans la commune de Ouessè qui est l'une des six (6) communes du département des Collines. Située entre 8°29'0'' de latitude Nord et 2°26'0'' de longitude Est. (Figure 1), la commune de Ouèssè s'étend sur une superficie d'environ 3 200 km² et dispose d'une population estimée en 2013 à 141 700 habitants. L'agriculture est l'activité dominante et emploie aussi bien les hommes que les femmes. Outre la production agricole les femmes s'adonnent à des activités de transformation de produits agricoles dont celles des noix de Karité dont l'approvisionnement est assuré soit par la collecte directe dans les forêts ou par l'entremise du marché. Dans le contexte politique actuel de l'autonomisation des femmes, plusieurs Organisations Non Gouvernementales se mobilisent pour sensibiliser les femmes rurales à s'organiser en groupements pour pouvoir mieux assurer leur développement socioéconomique. Ainsi plusieurs groupements féminins de transformation de produits agricoles dont le groupement des femmes transformatrices de noix de karité ont vu le jour ces dernières années. L'importance des noix de karité dans les activités économiques des femmes au centre et au nord du Bénin a conduit à choisir le Groupement Féminin (GF) de transformation de noix de karité en beurre de karité et dérivés du village de Kilibo Adjougou dans la commune de Ouèsse qui est la zone d'étude.

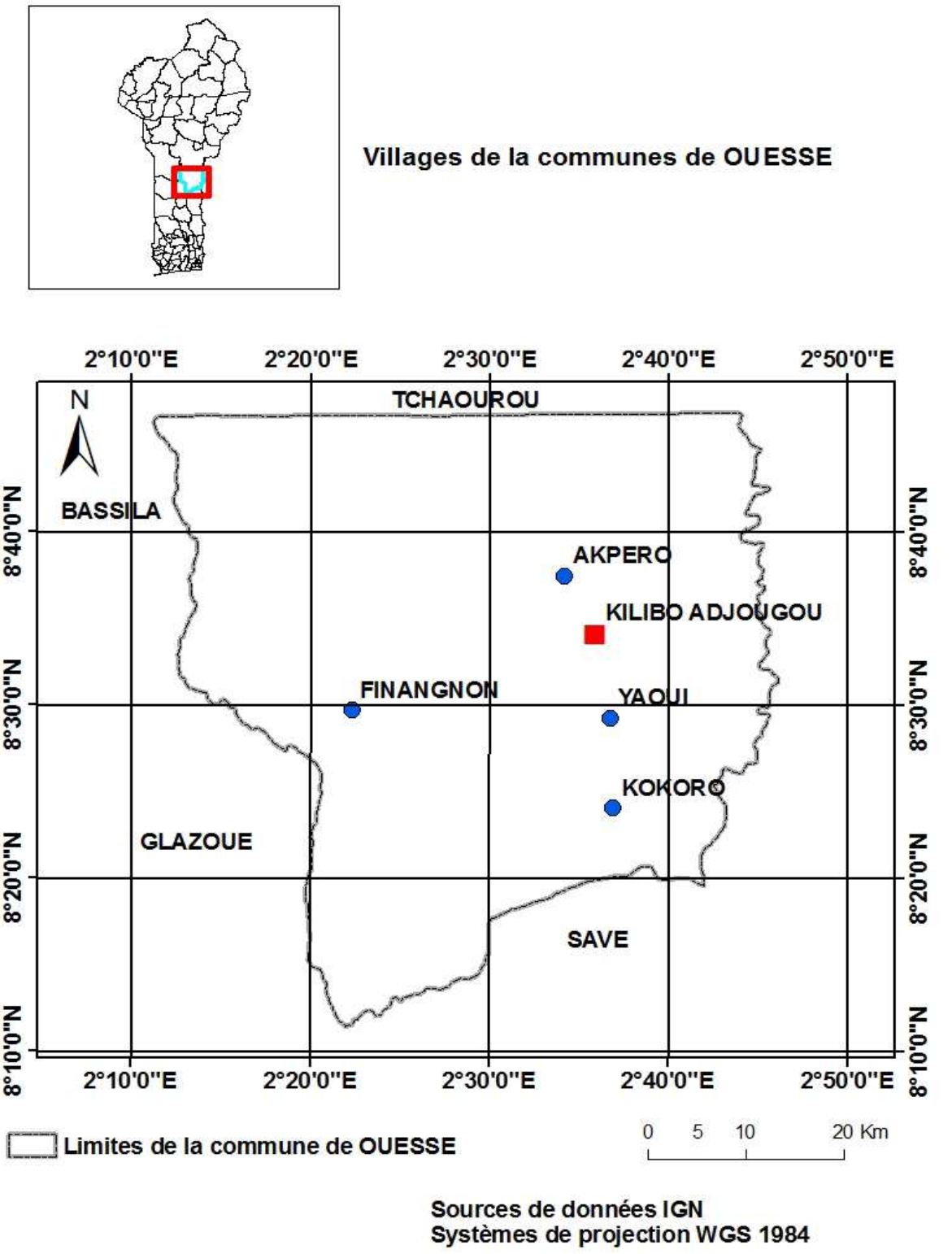


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

2.2.1 DESCRIPTION DU GF DE TRANSFORMATION DE NOIX DE KARITE EN BEURRE DE KARITE ET DERIVES

Créé en 2008 avec un effectif de neuf membres, le Groupement Féminin (GF) de transformation de noix de karité en beurre de karité et dérivés du village de Kilibo Adjougou, a connu ces dernières années un accroissement de son effectif atteignant actuellement trente (30) membres. Le GF a su intégrer l'utilisation des TIC dans ses activités tant du point de vue de l'organisation interne que de la visibilité ou promotion de ses produits au niveau des consommateurs. Les réunions d'activités sont bihebdomadaires, mais peuvent être plus fréquentes dans certaines périodes de pointe de l'année. Outre la transformation des noix de karité en beurre, les activités du GF concernent aussi la production d'une gamme de produits cosmétiques à base de beurre de karité tels que les savons de toilette et de ménage, les pommades de beauté, et les pommades antiseptiques. Du fait des propriétés médicinales et cosmétiques inhérentes aux noix de karité, les produits fabriqués sont bien appréciés des consommateurs. L'absence d'utilisation de composants chimiques dans la fabrication du beurre et de ses dérivés confère également aux produits un caractère de produit biologique, pouvant faciliter leur distribution dans les circuits d'échange internationaux. Un assortiment des produits du GF est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1 : Catalogue des produits du GF

Produits	Photos	Vertus / caractéristiques	Prix /lieux de vente	Observations/composition
Savon de toilette		Lutte contre paludisme, courbature, fatigue	1500 FCFA	Huile de *neem* et de karité et de plantes naturelles
Savon de toilette		Contre fatigue et courbature et entretien du teint	1000 FCFA à Kilibo et chez les détaillants	Beurre de karité et feuille de *moringa*
Pommade de beauté		Contre vergeture, tache cutanée, piqûre de moustique, rend le teint uniforme et rajeuni la peau	2000 FCFA	Huile de cacao, beurre de karité, feuille de citronnelle et autres antiseptiques
Pommade Antiseptique		Lutte contre les infections de la peau	1500 FCFA	Beurre de karité, et feuilles antiseptiques
Beurre de karité		Comestible et utilisé pour l'entretien de la peau et du teint	200 à 2000 FCFA selon la grosseur et le conditionnement	
Savon de lessive		Bon moussage, ne déteint pas les tissus et très économique	1000 FCFA	Huile de karité, déodorant, soude et autres

Source : Données d'enquête, 2014

Sur le plan administratif, le GF est dirigé par un conseil d'administration (CA) de 7 membres chargé de prendre les décisions de fonctionnement du GF, notamment l'organisation des réunions des membres, des activités de transformation et de vente des produits, et la gestion des relations avec les partenaires. Le CA est encadré par l'assemblée générale et l'organe de contrôle. L'assemblée générale réunissant tous les membres est la source de tout pouvoir et de toute autorité du GF ; elle se tient deux fois par an, et consacre les décisions de recherche de partenaires et des résolutions stratégiques. L'organe de contrôle comprend deux membres et se charge de la vérification de la traçabilité des opérations financières du CA.

2.2.2 ECHANTILLONNAGE, COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

L'ensemble des 30 membres du GF a constitué l'échantillon de cette étude. L'enquête individuelle par questionnaire a été réalisée auprès des membres du GF de même que des focus-groupes à l'aide d'un guide d'entretien pour collecter des données. Les focus-groupes ont été organisés pour avoir des informations partagées émanant de la majorité des membres du GF. Les données collectées sont relatives aux TIC connues et celles utilisées par les femmes, les usages, et les critères d'usage. La statistique descriptive a été essentiellement utilisée pour l'analyse des données. Le calcul des indices pondérés a été utilisé comme méthode d'hiérarchisation en s'inspirant des travaux de [21] qui ont utilisé cette approche pour hiérarchiser les contraintes liées aux systèmes de transformation et de conservation des cosettes d'igname dans la commune de Tchaourou au Nord-Bénin. Le calcul des indices se base sur la formule suivante :

$$\text{indice pondéré} \quad = \frac{(\text{rang1} * 5) + (\text{rang2} * 4) + (\text{rang3} * 3) + (\text{rang4} * 2) + (\text{rang5} * 1)}{5} \qquad (1)$$

Les rang1, rang2, rang3, rang4 et rang5 sont le nombre de personnes ayant attribué respectivement 1, 2, 3, 4 et 5 aux facteurs. Le facteur ayant l'indice le plus élevé est la plus importante en termes d'hiérarchisation. Cette hiérarchisation permettra de connaître les TIC dont l'appropriation est plus prépondérante et les facteurs qui favorisent cette appropriation.

3 RESULTATS

3.1 TIC UTILISEES DANS LE GROUPEMENT FEMININ

L'usage des TIC se fait aussi bien de façon collective qu'individuelle. Au niveau collectif, le téléphone cellulaire, les affiches de formation, les emballages et les panneaux publicitaires sont les TIC mentionnées. Par contre, au niveau individuel, une hiérarchisation des TIC a permis d'identifier celles les plus pertinentes et utilisées au quotidien personnellement par les femmes en rapport avec les activités de leur GF (Tableau 2).

Tableau 2 : TIC utilisées dans le groupement féminin

TIC	**TIC personnels utilisées au quotidien**		**TIC personnels utilisées dans les activités du GF**	
	Indice de rang	Ordre	Indice de rang	Ordre
Téléphone cellulaire	98,53	1	80	1
Ordinateur	0	-	60	2
Emballage	16,66	5	60	2
Radio	76,47	2	45	4
Appareil photo numérique	0	-	40	5
Affiche de formation	25	4	15	6
Téléviseur	33,33	3	0	-

Source : Données d'enquête, 2014

Il ressort du tableau 2 que le téléphone cellulaire, le poste radio, le poste téléviseur, les affiches de formation, et les emballages sont, par ordre de prépondérance, les TIC que détiennent et utilisent les femmes membres du GF. Le téléphone cellulaire fait partie des usages personnels au quotidien pour les échanges avec la famille, les proches et les amis. Le poste radio et le poste téléviseur font partie des appareils électro-ménagers d'usage domestique pour être connecté au monde. Les affiches de formation retrouvées dans cette liste sont les supports de formation comportant les indications techniques qui

sont distribués aux femmes après les phases de formation pour servir de support de mémoire. Les emballages sont les étiquettes imagées décrivant les produits du GF qui leur sont distribuées personnellement pour être collées à leur mur à la maison ou être présentées à leurs proches ou leurs visiteurs, en guise de publicité. En rapport direct avec le groupe, le téléphone cellulaire, l'ordinateur, les emballages, et la radio sont les principales TIC utilisées par les femmes membres du GF. Les usages concernent ici le système d'information interne du GF, et le système de communication avec l'extérieur, en l'occurrence les partenaires techniques et commerciaux.

3.2 DIFFERENTS USAGES DES TIC DANS LE GROUPEMENT

De façon concrète, les usages des TIC au sein du GF relatifs à son système d'information interne ou ses relations extérieures sont variés. La transmission des informations entre les membres à l'aide du téléphone cellulaire est l'usage le plus prépondérant. Cela concerne les invitations aux réunions d'activités, aux réunions d'assemblée générale, aux séances de formation, et se base aussi bien sur les messages que sur les appels. La recherche de l'information sur les marchés et les prix, la publicité sur les produits et la liaison avec les partenaires regroupant les usages en lien avec l'activité économique du GF sont aussi les usages courants des TIC, mais de prépondérance plus faible que les usages des téléphones cellulaires. La recherche de l'information sur les marchés et les prix emploient les radios ; les femmes responsabilisées au niveau de la commercialisation sont désignées principalement pour suivre les programmes de diffusion des informations sur les marchés, et sur les stations de radios locale et nationale. Le téléphone cellulaire intervient également ici pour acquérir les informations relatives aux conditions du marché auprès des proches ou d'autres personnes ressources. Pour la publicité des produits, l'appareil photo numérique, l'ordinateur et l'imprimante sont utilisés pour confectionner les emballages des produits et des panneaux publicitaires, représentant eux-mêmes des produits de TIC du fait des informations qu'ils traduisent et communiquent au public. L'ordinateur et l'imprimante sont utilisés pour la liaison avec les partenaires techniques, d'une part pour la préparation des correspondances en papier, et d'autre part pour les échanges via l'internet (e-mail). Ces partenaires qui regroupent des organismes internationaux tels que l'Agence de coopération allemande (GIZ) ou nationaux tels que l'Association Karité Bénin, l'Alliance Globale Karité offrent des supports techniques, matériels et financiers aux membres du GF. Le téléphone cellulaire est également utilisé dans ces relations extérieures, en l'occurrence avec les clients semi-grossistes et détaillants des produits du GF situés dans les centres urbains voisins ou éloignés. Les autres usages des TIC dans le GF sont internes et regroupent par ordre d'importance la restitution des formations aux paires, la sensibilisation des membres sur un sujet ponctuel. La restitution des formations aux paires et la sensibilisation sur un sujet ponctuel se basent sur des affiches de formation élaborées par les partenaires et mises à disposition des responsables du GF pour la circonstance. Le téléphone cellulaire est parfois employé aux fins de sensibilisation des membres, et plus souvent pour des échanges entre les membres sur des sujets ne concernant pas les activités du GF (Tableau 3).

Tableau 3 : Usages des TIC dans le GF

Usages	Indice de rang	Ordre	Outils ou produits de TIC	Niveau d'usage
Transmission des informations entre les membres	72,426	1	Téléphone cellulaire	Interne
Recherche de l'information sur les marchés et les prix	36,364	2	Radio	Externe
Publicité des produits	35,458	3	Emballages, panneaux publicitaires, Appareil photo numérique, ordinateur et imprimante	Externe
Liaison avec les partenaires	25,762	4	Téléphone cellulaire, ordinateur et imprimantes (correspondances saisies et imprimés, e-mail)	Externe
Restitution de formation aux membres	20,608	5	Affiches de formation	Interne
Sensibilisation des membres sur un sujet ponctuel	8,186	6	Affiches de formation, Téléphone cellulaire	Interne

Source : Données d'enquête, 2014

3.3 FACTEURS FAVORISANT L'APPROPRIATION DES TIC DANS LE GF

Les facteurs qui favorisent l'appropriation des TIC regroupent les déterminants de la satisfaction des membres en termes d'utilité des TIC ou de leur influence positive dans l'amélioration du fonctionnement interne du GF ou de ses activités. Le tableau 4 présente la classification par ordre d'importance des facteurs d'appropriation des TIC par les membres du GF.

Tableau 4 : Facteurs d'appropriation des TIC

Critères	Indice de rang	Ordre	Point de satisfaction
Gain en temps	61,33	1	Utilité
Gains financiers	52,67	2	Utilité
Facilité de compréhension des informations	40,67	3	Utilité
Fiabilité des informations	36,66	4	Utilité
Amélioration de la présentation des produits	30	5	Influence positive obtenue
Régularité des membres aux réunions	13,328	6	Influence positive obtenue
Maintien des relations sociales entre membres	6,668	7	Influence positive obtenue
Amélioration du contact avec les structures d'intervention	3,33	8	Influence positive obtenue

Source : Données d'enquête

Il ressort du tableau 4 que les déterminants de l'appropriation des TIC au sein du GF les plus importants en termes de classement sont le gain en temps (la rapidité de circulation), les gains financiers, la facilité de compréhension des informations et la fiabilité des informations. Ces facteurs sont principalement relatifs à l'utilisation du téléphone cellulaire qui, comme précédemment mentionné est prépondérant dans les usages. Les services de réseau de téléphonie mobile ont développé plusieurs options de communication par appels ou par messagerie avec des réductions de coûts dont le GF s'abonne au profit de ses membres. Par exemple, des modalités de 15 SMS gratuits après 3 SMS payants (14 FCFA/SMS), ou encore des forfaits de 20 minutes d'appels aux mêmes coûts qu'environ 4 minutes hors forfait, existant au sein des services de réseaux de téléphonie mobile sont adoptés par le GF. Ainsi, les appels et les messageries par téléphone favorisent une communication rapide, fiable, compréhensive, rapide, et à moindre coûts au sein du réseau des membres du GF. L'appropriation des TIC, que ce soit le téléphone cellulaire ou les autres (en l'occurrence les emballages, l'ordinateur, et imprimante), a également eu des influences positives sur la cohésion interne du GF et une amélioration de sa visibilité de même que celle de ses produits. Ces éléments de satisfaction en termes d'influences positives des TIC sous-tendent les facteurs favorisant l'appropriation de ces TIC. Il s'agit respectivement de l'amélioration de la présentation des produits, la régularité des membres aux réunions, le maintien des relations sociales entre les membres, et l'amélioration des relations avec les structures d'intervention, qui restent attribuables à l'usage du téléphone cellulaire. Ainsi on remarque que l'usage actuel de la téléphonie a induit des effets que les expériences de communication des programmes de réunion de bouche à oreille, faites par le truchement du déplacement d'un responsable dans les maisons des membres au démarrage du GF n'avaient pu donner. Aussi, l'utilisation de l'ordinateur et de l'internet dans les échanges de correspondance en papier ou par e-mail a induit l'amélioration des relations avec les structures d'intervention. En ce qui concerne l'amélioration de la présentation des produits, les emballages avec les étiquettes réalisées à l'aide de l'ordinateur et imprimées, ont permis de mieux valoriser les produits du GF au-delà des produits similaires fabriqués au niveau artisanal (Figure n°2).



Figure n°2 : Photographie de quelques produits présentés par le GF

Source : Données d'enquête, 2014

Il découle des résultats que, non seulement les attributs de la performance des TIC ou des services favorables développés autour d'elles par les promoteurs- comme c'est le cas des services de réseaux de téléphonie mobile, mais aussi les effets positifs attendus de l'usage des TIC justifient leur appropriation par les membres du GF.

4 DISCUSSION

L'utilisation des TIC pour des besoins personnels ou en rapport avec les activités du regroupement est devenue une pratique courante dans le GF de transformation des noix de karité en beurre de karité et dérivés de la commune de Ouèssè au centre du Bénin. Au nombre des TIC utilisées on retrouve le téléphone cellulaire, le poste radio, le poste téléviseur, les affiches de formation, les emballages, l'ordinateur, et l'appareil photo numérique, même si l'utilisation du téléphone cellulaire reste le plus prépondérant. Cette pratique dans le GF confirme les observations faites par [22] et mettant en évidence l'expansion des TIC en milieu rural. Les TIC utilisées au sein du GF servent à différents niveaux d'organisation tant interne qu'externe c'est-à-dire la relation avec l'extérieur. Au niveau interne il s'agit prioritairement de la transmission des informations entre les membres, la restitution des formations et au niveau externe la recherche de l'information sur les marchés et les prix, la publicité des produits, la liaison avec les partenaires techniques et commerciaux, L'appropriation des TIC dans le GF recouvre ainsi plusieurs aspects d'appropriation. La transmission des informations entre les membres du GF et la liaison avec les partenaires techniques et commerciaux s'inscrivent dans le système de communication de la structure, c'est-à-dire du GF. A ce niveau les échanges entre les membres du GF peuvent aller au-delà des préoccupations relatives aux activités du GF et inclure d'autres sujets, corroborant ainsi [19] qui affirme que l'appropriation des outils TIC peuvent se faire dans le cadre de la profession, mais aussi à des fins de sociabilité telles que les messageries conviviales. D' un autre côté l'appropriation des TIC par le GF est relative au domaine des systèmes d'information sur les marchés (SIM). Le GF obtient les informations par les radios, mais aussi, il sollicite et s'intègre aux réseaux par le téléphone, confirmant l'usage et la combinaison des SIM de première génération (SIM1G) et de deuxième génération (SIM2G), comme le soulignent [23] pour la plupart des pays en développement.

Les TIC adoptées jouent différents rôles au sein du GF, ainsi les affiches de formation, qui sont entrées dans les usages du GF lors des restitutions de formation, se montrent être de véritables matériels et moyens indispensables pour le renforcement du capital humain des membres du GF. Mais on peut aussi en déduire que les affiches de formation font plutôt office de matériels de vulgarisation dans le GF, plutôt que des matériels audio-visuels proprement dits tels que les vidéos et autres TIC, appuyant ainsi les observations faites par [24] par rapport aux nouveaux outils en expansion dans la vulgarisation agricole. Dans le domaine du marketing, l'utilisation de l'ordinateur a permis de créer les emballages et les étiquettes spécifiques pour les produits du GF. Ainsi, comme l'a décrit [25], l'appropriation sociale d'une TIC suppose un véritable travail de domestication de la part des acteurs. Une telle domestication des TIC par la spécification des emballages et étiquettes améliore la publicité des produits du GF. La quête de palliatifs et d'opportunités pour générer une valeur ajoutée dans le cadre des activités du GF justifie également l'appropriation des TIC par ses membres comme l'a pu aussi remarquer [26] dans son étude. L'expansion des TIC dans le GF tel que le téléphone mobile pour les échanges d'information entre les membres et avec l'extérieur, l'usage de l'ordinateur pour mieux valoriser les produits à travers l'amélioration des emballages, le présentation des produits peuvent conduire à affirmer que l'appropriation des TIC par les OP modifie les modes de communication, de stratégies et de perceptions des opportunités.

Comme l'a souligné [16], la pertinence des usages et des domaines d'usages peut s'insérer dans la logique des significations d'usages, dans l'appropriation des objets techniques qui font référence aux représentations et aux valeurs qui s'investissent dans l'usage d'une technique ou d'un objet. Ces significations d'usage sous-tendent les facteurs d'appropriation des TIC dans le GF, lesquels facteurs sont ici de deux ordres : les facteurs d'utilité et les facteurs associés aux influences positives des TIC. Les facteurs d'utilité des TIC sont les gains en temps, les gains financiers, la facilité de compréhension des informations, la fiabilité des informations. Les influences positives des TIC justifiant l'appropriation par le GF sont l'amélioration de la présentation des produits, la régularité des membres aux réunions, le maintien des relations sociales entre les membres, et l'amélioration des relations avec les structures d'intervention. Ces deux facteurs d'appropriation s'identifient essentiellement à « l'utilité d'usage perçue » mise en évidence dans le modèle d'acceptation de technologie (*Technology Acceptance Model, TAM*) développé par [27], puis qu'ils se rapportent à la perception que les TIC améliorent la performance, et n'apparaissent ici les facteurs de facilité d'usage. Mais contrairement à [17] qui stipulent que l'insertion sociale d'une TIC dépendait moins de ses qualités techniques intrinsèques, ses performances et de sa sophistication, les résultats de la présente étude révèlent que l'appropriation des TIC repose aussi bien sur leurs qualités intrinsèques, performances que les utilités que les usagers tirent de ces TIC. Au regard des apports positifs résultant de l'appropriation des TIC par le Groupement Féminin de la commune de Ouèsse et qui peuvent se résumer en l'amélioration de la performance du GF en termes d'organisation interne, de cohésion sociale et de la prospérité de ses activités on peut affirmer comme [28] et [29] que l'utilisation efficace des TIC peut aider à transformer la vie des pauvres et des communautés marginalisées.

5 CONCLUSION

La présente étude a analysé l'appropriation des TIC au sein des Organisations Paysannes à travers le cas du GF de transformation des noix de karité en beurre de karité et dérivés, en décrivant les principales TIC et leurs différents usages, d'une part et les principaux facteurs d'appropriation d'autre part. La transmission des informations entre les membres, la recherche de l'information sur les marchés et les prix, la publicité des produits, la liaison avec les partenaires techniques et commerciaux, la restitution des formations sont les usages ou domaines d'usages des TIC les plus fréquents dans le GF. Ces usages recouvrent les domaines des systèmes de communication de la structure, les systèmes d'informations sur les marchés, le renforcement du capital humain, et le marketing. Il ressort aussi de l'étude que, l'appropriation des TIC au sein du GF est déterminée par les gains en temps, les gains financiers, la facilité de compréhension des informations, la fiabilité des informations, l'amélioration de la présentation des produits, la régularité des membres aux réunions, le maintien des relations sociales entre les membres, et l'amélioration des relations avec les structures d'intervention. Ces facteurs d'appropriation se répartissent en deux catégories et sont relatifs à l'utilité des TIC et à leurs influences positives dans l'amélioration de la cohésion interne et les activités du GF. En conclusion, l'appropriation des TIC par le Groupement Féminin (GF) de transformation de noix de karité présente un potentiel pour améliorer ou renforcer l'efficacité du GF, que ce soit en termes de création et de gestion de relations, de l'information sur les marchés, et de marketing. Ce qui laisse suggérer que toute politique visant à faciliter l'accès des populations rurales aux TIC, et à promouvoir leur utilisation contribuerait à améliorer la vie de ces populations et accroitre la performance de leurs activités tant du point de vue sociale qu'économique.

REFERENCES

[1] CETF (California Emerging Technology Fund); *California ICT Digital Literacy Policy Framework*. 2008. [Online] Available: http://www.ictliteracy.info/rf.pdf/ California%20%20ICTPolicy%20Framework.pdf (May 7, 2012)

[2] UNESCO B., *ICT transforming education A regional guide.* 2010. [Online] Available: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001892/189216e.pdf (Februar 10, 2012)

[3] C. O'Farrell, *FAO's Virtual Extension and Research Communication Network*, Exposé à la sixième Réunion consultative d'experts de l'Observatoire du CTA sur les TIC. Wageningen, Pays-Bas : CTA. 2003. [Online] Available : www.cta.int/observatory2003 /ppt_presentations/VERCON.pdf. (September 8, 2014)

[4] G. Nouatin, "L'usage de téléphone portable dans le transfert et l'échange de l'information et des connaissances agricoles dans le Nord-Est du Bénin". *REVUE DEZAN,* Numéro 010, p. 169-182, 2015.

[5] A. D. Sood, *The Mobile Development Report: The Socio-Economic Dynamics of Mobile Communications in Rural Areas and their Consequences for Development*. 2006. [Online] Available : http://cks.in/mdr/Mobile%20Development%20Report_updated.pdf. (June 8, 2009)

[6] L. D. Jeffrey, A.S. Bahaman, A.M.S. Hayrol, and A.H. Musa, "Factors That Influence Attitude Towards ICT Usage among Rural Community Leaders in Malaysia", *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4, p.5214-5220, 2010.

[7] A. H. Musa, A. S. Bahaman, A. M. S., Hayrol, and L. D. Jeffrey, "Perceived Usefulness of ICT Usage among JKKK Members in Peninsular Malaysia". *Asian Social Science*, 7, p.255-266, 2011.

[8] J. Donner, "The use of mobile phones by microentrepreneurs in Kigali, Rwanda: Changes to social and business Networks". *ITID*. 3, pp. 3-19, 2006.

[9] G. Frempong, G. Essegbey, and E. Tetteh, *Survey on the use of mobile telephones for micro and small business development: The case of Ghana*. STEPRI, Accra, Republic of Ghana, 2007.

[10] S. A. Sife, E. Kiondo, and G. J. Lyimo-Macha, "Contribution of mobile phones to rural livelihoods and poverty reduction in Morogoro Region, Tanzania". *EJISDC*, 42, p.1-15. 2010.

[11] L. Chéneau-Loquay, *Modes d'appropriation innovants du téléphone portable en Afrique*, Union Internationale des Technologies, Ministère des Affaires Etrangères et Européennes. République Française., 2010.

[12] F. Ellis, "Household strategies and rural livelihood diversification", *The Journal of Development Studies,* 35:1, 1-38, 1998.

[13] C. H. Gladwin, A. M. Thomson, J. S. Peterson, and A. S. Anderson, "Addressing food security in Africa via multiple livelihood strategies of women farmers", *Food Policy*, 26(2), 177–207, 2001. doi:10.1016/S0306-9192(00)00045-2.

[14] FAO, *The Potentials of Micro-computers in Support of Agricultural Extension, Education and Training*, Rome: FAO, 1993.

[15] CTA, *ICTs -Transforming Agricultural Extension?* An e-discussion 20th August-29th September 2003.

[16] P. Chambat, "Usages des TIC : évolution des problématiques". *Technologies de l'information et société*, vol. 6 (3), p. 249-269, 1994.

[17] P. Mallein, et Y. Toussaint, "L'intégration sociale des technologies d'information et de communication. Une sociologie des usages". *Technologies de l'information et société*, 4, p. 315-335, 1994.

[18] F. Millerand, *Usages des NTIC : les approches de la diffusion, de l'innovation et de l'appropriation*. pp 20. 1999. [Online] Available : http://commposite.org/v1/99.1 /articles/ntic_2.htm (June 10, 2012)
[19] S. Doudou, *Analyse des usages des TIC dans les organisations*. Communication des Organisations ISIC, Université de Bordeaux pp. 30, 2007.
[20] S. Proulx (dir.), *Vivre avec l'ordinateur: les usagers de la micro-informatique.* Montréal, G. Vermette Inc., 168 p. 1988.
[21] P. Y. Adégbola, et E. Sodjinou, *Analyse de la filière de riz au Bénin*. PAPA/INRAB, Porto-Novo, Bénin, Pp 24, 2003.
[22] M. De Bruijn, I. Brinkman, and F. Nyamnjoh, *Side@ ways: Mobile Margins and the Dynamics of Communication in Africa*. Langa & African Studies Centre, Leiden, 2013.
[23] H. David-Benz, J. Egg, F. Galtier, J. Rakotoson, Y. Shen, A. Kizito, *Les systèmes d'information sur les marchés agricoles en Afrique subsaharienne : De la première à la deuxième génération,* Focales, 14. Paris : AFD, 2012.
[24] J. Bentley, P. Van Mele, G. Zoundji, and S. Guindo, *Social innovations triggered by videos: Evidence from Mali*. Agro-Insight, Belgium, 27p, 2014.
[25] A. Jeantet, Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception, *Sociologie du travail*, numéro 3, p.297. pp. 291-316, 1998.
[26] J. Do Nascimento, *Jalons pour une théorie de l'appropriation des NTIC en Afrique,* Dans *Société numérique et développement en Afrique : usages et politiques publiques*. Gemdev et Karthala, p. 229-254, 2004.
[27] F. Davis, R. Bagozzi, and R. Warshaw, "User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models". *Management Science*, Volume 35, 1989, pp. 982-1003, 1989.
[28] J. S. Barber, and W. G. Axinn, "New ideas and fertility limitation: The role of mass media", *Journal of Marriage and Family*, 66, p.1180–1200, (2004).
[29] T. Unwin, *information and communication technology for development*, Cambridge University Press, *ICT4D,* 2009.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 28-41
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE EN SAISON PLUVIEUSE DES EAUX DE SURFACE DE LA RÉGION DE BONOUA (SUD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE)

[PHYSICOCHEMICAL QUALITY IN RAINY SEASON WATER SURFACE AREA BONOUA (SOUTHEAST OF IVORY COAST)]

Privat TOHOURI[1], Germain Miessan ADJA[2], Gbombélé SORO[1], Etienne Gabriel AKE[1], Ives N'guessan KONAN[3], and Jean BIEMI[1]

[1]Département des Sciences et Techniques de l'Eau et du Génie de l'Environnement (DSTEGE), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières. Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan-Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

[2]Département des Sciences et Technologies, École Normale Supérieure d'Abidjan, 08 BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

[3]Laboratoire Central de l'Environnement (CIAPOL), BP 650 Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2017 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 surface water resources in the region of Bonoua are subject to strong anthropogenic pressures created by the development and expansion of agricultural activities and also by the agro-industrial and domestic activities. This impacts the available quantities of these resources that fluctuate throughout the year. Similarly, their quality is thereby also changed. Regarding the quality of these resources how can occur at a given time of year? This concern led in this study to assess the overall quality of surface waters of Bonoua region during the rainy season. It is based on the exploitation of data from a water sampling campaign conducted in July 2014. The data were processed with the Evaluation System of Quality of Waters, referred to as "SEQ-Eau" for determining the overall water quality. The (ACPN) has also been applied to the data for the identification of phenomena causing water pollution. The results show that in general the surface waters in the region are Bonoua of "average quality" to 92.86% and "poor" at 7.14%. The responsible alteration of this deterioration in the quality of surface water is the "acidification" parameter, which contributes to 64%. Alterations "temperature" and "organic and oxidizable materials" expressed as COD and BOD 5 incidentally involved in this deterioration in the respective proportions of 14 % and 22 %. The phenomena causing water pollution is anthropogenic. They are mainly from discharges of domestic and industrial waste water and the use of chemical fertilizers in the plantations. This evaluation of the quality of surface water in the region of Bonoua is a first draft that should be complemented by other studies covering aspects such as pesticides and microbiology for better management.

KEYWORDS: Surface water, overall quality, SEQ-Water, Bonoua Region, Ivory Coast.

RESUME: Les ressources en eaux de surface dans la région de Bonoua sont soumises à de fortes pressions anthropiques suscitées par le développement et à l'extension des activités agricoles et également par les activités agro-industrielles et domestiques. Cette situation impacte les quantités disponibles de ces ressources qui fluctuent tout au long de l'année. De même, leur qualité s'en trouve également modifiée. En ce qui concerne la qualité de ces ressources, comment peut-elle se présenter à une période donnée de l'année ? Cette préoccupation a conduit dans la présente étude à évaluer la qualité globale des eaux de surface de la région de Bonoua en saison pluvieuse. Elle est basée sur l'exploitation des données issues d'une campagne d'échantillonnage d'eau réalisée en juillet 2014. Les données ont été traitées grâce au Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux, dénommé "SEQ-Eau" pour la détermination de la qualité globale des eaux. L'Analyse en Composantes Principales Normées (ACPN) a également été appliquée aux données pour la mise en évidence des phénomènes à l'origine de

la pollution des eaux. Les résultats obtenus montrent en général que les eaux de surface dans la région de Bonoua sont de "qualité moyenne" à 92,86% et de "qualité mauvaise" à 7,14%. L'altération responsable en partie de cette dégradation de la qualité des eaux de surface est le paramètre "acidification" qui y contribue à 64%. Les altérations "température" et "matières organiques et oxydables" exprimées en DCO et DBO_5 participent accessoirement à cette dégradation dans les proportions respectives de 14% et 22%. Les phénomènes à l'origine de pollution des eaux sont d'origine anthropique. Ils sont principalement issus des rejets des eaux usées domestiques et industrielles et à l'utilisation des engrais chimiques dans les plantations. Cette évaluation de la qualité des eaux superficielles de la région de Bonoua est une première ébauche qu'il conviendrait de compléter par d'autres études englobant les aspects tels que les pesticides et la microbiologie pour une meilleure gestion.

MOTS-CLEFS: Eaux de surface, Qualité globale, SEQ-Eau, Région de Bonoua, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie dans tout écosystème [1]. Le maintien de sa qualité est une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants [2] et [3]. Bien que l'on se tourne vers les ressources en eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau potable, les eaux de surface demeurent une ressource très capitale pour le développement durable. Toutefois, ces eaux de surface connaissent une altération de leur qualité, qui aujourd'hui est devenue une préoccupation mondiale. En Afrique, ces eaux connaissent diverses sollicitations ou usages suscités par une démographie galopante, un développement agricole accru et un essor des activités industrielles. Ces paramètres de croissance et de développement, de par leurs actions entament considérablement la qualité de ces ressources superficielles. La croissance démographique que connait la Côte d'Ivoire depuis son accession à l'indépendance a eu pour conséquence l'augmentation des besoins primaires en occurrence l'accès à l'eau potable en milieu rural et/ou urbain. La forte pression démographique sur les ressources naturelles aboutit à une production de plus en plus importante de déchets de toute nature. En effet, les travaux réalisées sur les ressources en eau en Côte d'Ivoire [4], [5], [6] et [7] ces dernières années ont révélé de nombreux foyers de pollution tant au niveau des eaux souterraines qu'au niveau des eaux de surface. Cette pollution est en partie due à l'intensification des activités agricoles, industrielles et domestiques [8], [9] et [10]. Une telle situation est une réalité que connait la région agricole de Bonoua située dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Cette région fait l'objet de cette étude qui vise l'évaluation de la qualité globale des eaux de surface en saison pluvieuse et l'identification des phénomènes à l'origine de pollution de ces eaux.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est située au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Elle se localise entre les latitudes 5° 10' N et 5° 33' N et les longitudes 3° 12' W et 3° 50' W (Figure 1). Avec une superficie de 1864 km^2, la zone d'étude est limitée au Sud par la faille des lagunes, au Nord par l'affleurement du socle cristallin, à l'Ouest par la lagune Potou et la rivière Mé et à l'Est par la lagune Aby et la rivière Bia**.** La végétation très hétérogène de la région, passe des forêts denses humides sempervirentes à une végétation actuelle de type savane [11] et [12]. Dans l'ensemble, cette végétation est abondamment transformée par des cultures industrielles (cacaoyers, caféiers, palmiers à huile, ananas, bananeraies et hévéas) et des cultures vivrières (manioc, igname, banane plantain, etc.). Sur le plan hydrographique, la zone d'étude est drainée par le fleuve Comoé et les rivières Bia, Mé, Soumié et Toumanguié. Ces cours d'eau débouchent tous sur différentes lagunes que sont les lagunes : Ouladine, Potou, Ebbrié, Aby, Kodjobboué, Hébé, Adjin et Ono.

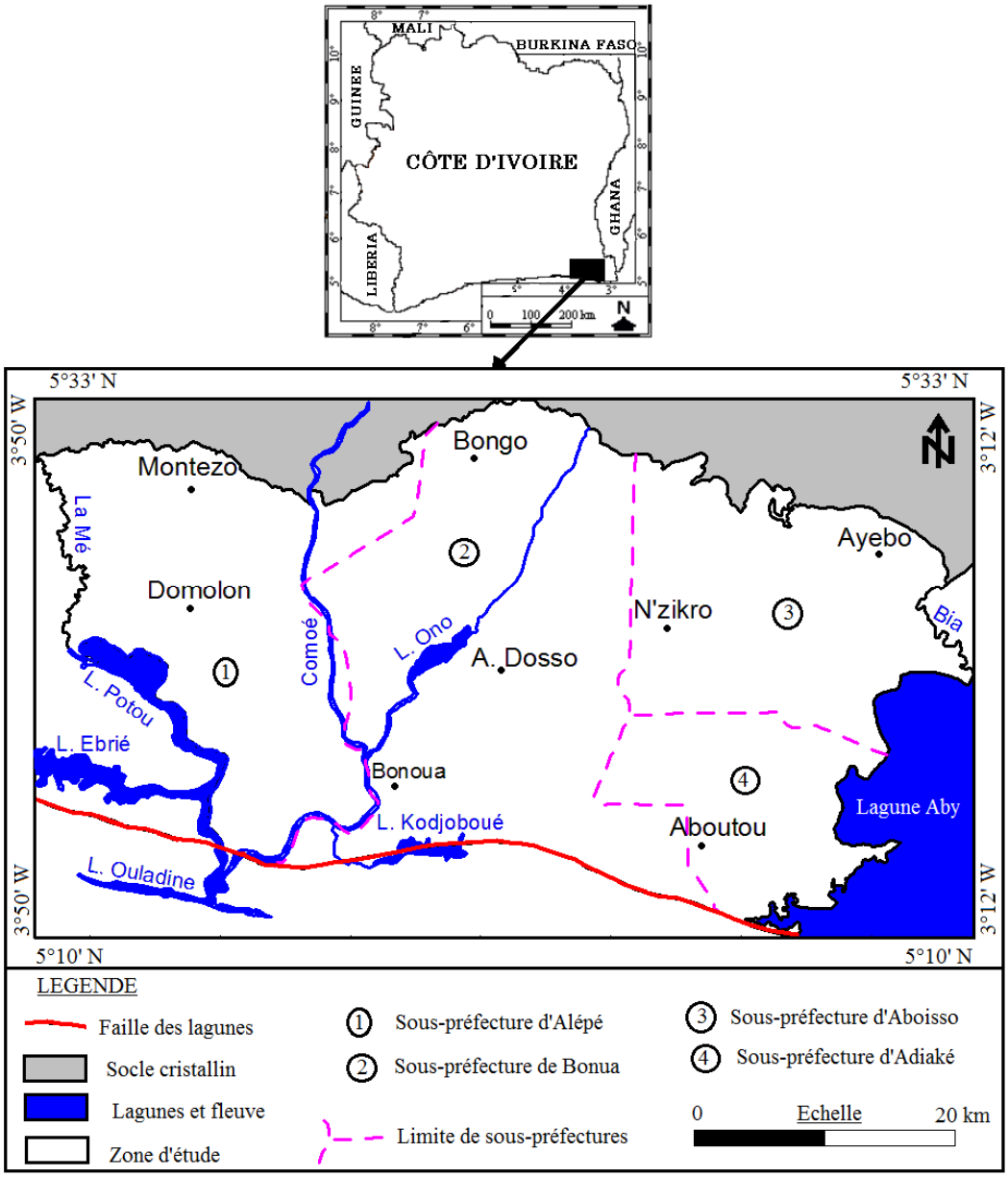


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude [13]

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 DONNÉES ET MATÉRIEL

La réalisation de cette étude a nécessité l'organisation d'une campagne d'échantillonnage et d'analyse hydrogéochimique réalisée sur les eaux de surface en juillet 2014, pendant la grande saison des pluies dans la région de Bonoua. Les prélèvements ont porté sur les eaux des lagunes, des rivières et du fleuve Comoé. Dans cette étude, les cours d'eau échantillonnés sont utilisés pour les activités domestiques des populations. Au cours de cette campagne, les échantillons d'eau ont été prélevés dans des bouteilles en polyéthylène de capacité 1 litre, préalablement lavées à l'acide nitrique puis à l'eau distillée. Sur le terrain, avant de remplir les bouteilles, elles ont été rincées avec l'eau à prélever. La bouteille tenue à l'aide d'une main est plongée dans l'eau jusqu'à 20 cm de profondeur, goulot dirigé à contre-courant, selon les recommandations de [14]. La bouteille remplie à ras-bord est retirée du plan d'eau et fermée hermétiquement à l'aide d'un bouchon afin d'éviter tout échange gazeux avec l'atmosphère ambiante. Pour éviter le mélange des échantillons d'eau, une codification a été adoptée. Ainsi, les échantillons d'eau prélevés sur les eaux des lagunes sont affectés de la lettre "L", les

échantillons d'eau des rivières portent la lettre "R" et ceux du fleuve Comoé sont désignés par la lettre "C". Les échantillons d'eau ont été ensuite transportés dans une glacière à 4°C au laboratoire du Centre Ivoirien Antipollution (CIAPOL) pour analyse dans l'heure qui a suivi le prélèvement. Sur le terrain, la température (T) et le potentiel d'Hydrogène (pH) ont été déterminés à l'aide du multiparamètre de type HACH HQ 40dmulti toutes, les sondes intellical. L'oxygène dissous (OD) a été déterminé à l'aide de l'analyseur d'oxygène dissous portatif HANNA de type HI 941. La conductivité électrique (CE) a été déterminée à l'aide du conductimètre HANNA de type HI 99301 et la turbidité a été déterminée à l'aide du turbidimètre portatif HACH 2100Q. Le repérage des coordonnées (longitudes, latitudes et altitudes) des sites d'échantillonnage a été faite à l'aide du GPS GARMIN Map 60 CSX. Les prises de vue ont été faites à l'aide d'un appareil photo numérique. Au total, 14 échantillons d'eau ont été prélevés pour les analyses chimiques. Ils se répartissent comme suit : 03 échantillons d'eau des lagunes, 02 échantillons d'eau du fleuve Comoé et 09 échantillons d'eau des rivières. Sur les échantillons d'eau, les éléments chimiques tels que les nitrates (NO_3^-), l'ammonium (NH_4^+), les phosphates (PO_4^{3-}), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO_5) et les matières en suspension (MES) ont été analysés. Les méthodes d'analyses utilisées et les normes associées sont celles préconisées par [15] et [16]. L'ensemble des méthodes et normes utilisées sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 1 : Caractéristiques des sites de prélèvement des eaux de surface

Localités	Cours d'eau	Code site	Longitude (d°m's")	Latitude (d°m's")	Altitude (m)
Adiaké	Lagune Aby	L3	-3° 17' 29,005836"	5° 17' 33,349128"	10
Béniakré	Rivière	R6	-3° 25' 35,279976"	5° 27' 30,780036"	57
Bongo v2	Rivière	R2	-3° 30' 47,999988"	5° 29' 25,979892"	41
Kimoukro carrefour	Rivière	R4	-3° 30' 31,080060"	5° 26' 58,379856"	12
Ingrakon	Rivière	R1	-3° 40' 21,720000"	5° 26' 6,000036"	10
Kimoukro	Rivière	R3	-3° 32' 21,779916"	5° 26' 1,440132"	14
Monga	Fleuve Comoé	C1	-3° 39' 31,799844"	5° 28' 35,460084"	5
N'gokro	Fleuve Comoé	C2	-3° 38' 30,839856"	5° 21' 37,920060"	7
Oguédoumé	Lagune Potou	L1	-3° 46' 32,400048"	5° 22' 35,399928"	9
Ono village	Lagune Ono	L2	-3° 34' 20,100216"	5° 22' 43,319856"	10
Soubressi	Rivière	R9	-3° 18' 45,419976"	5° 16' 10,319844"	22
Toumanguié	Rivière	R8	-3° 22' 58,739988"	5° 21' 56,640024"	31
Wourouwourou	Rivière	R5	-3° 30' 20,459988"	5° 26' 51,240048"	23
Babadougou	Rivière	R7	-3° 22' 58,739988"	5° 21' 56,640024"	55

Tableau 2 : Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques [15] et [16]

Paramètres	Méthodes d'analyse	Normes
Nitrates (NO_3^-)	Spectrométrie d'absorption moléculaire	NF T 90-012
Phosphates (PO_4^{3-})		NF T 90-023
Ammonium (NH_4^+)	Chromatographie ionique	NF T 90-15
Demande chimique en oxygène (DCO)	Méthode au dichromate de potassium	NF T 90-101
Demande biochimique en oxygène ($DBO_{5)}$	Méthode de dilution	NF T 90-103
Matières en suspension (MES)	Filtration sur membrane poreuse de 0,45 µm, séchage à 105 °C et pesée	NF T 90-105

3.2 MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

L'approche méthodologique appliquée aux résultats des analyses et aux mesures *in situ* est marquée dans un premier temps par la comparaison des paramètres mesurés aux normes de potabilité de l'OMS [17]. Dans un deuxième temps, les données ont été traitées à l'aide du système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-Eau) pour déterminer la qualité globale de l'eau. Cette approche a l'avantage qu'elle prend en compte simultanément plusieurs paramètres dans l'évaluation de la qualité de l'eau. Elle représente un outil performant servant à résumer un grand nombre de données complexes sur la qualité de l'eau en un message facile à comprendre par le public et les gestionnaires de la ressource en eau [18]. Elle peut en effet indiquer si la qualité globale des eaux constitue un risque potentiel pour diverses utilisations de cette eau, notamment entant qu'eau potable. Le SEQ-Eau détermine si la qualité de l'eau est excellente, bonne, moyenne, mauvaise et très

mauvaise. Cette méthode est basée sur la définition de l'Indice Pondéré de Qualité Globale (IPQG) pour chaque point d'eau échantillonné. Il s'obtient en quatre étapes.

La première étape consiste à définir les altérations ou groupes de paramètres de même nature ou de même effet permettant de décrire les types de dégradation de la qualité de l'eau. Au niveau des eaux de surface, les altérations recommandées sont au nombre de sept (7) [19]. Il s'agit des altérations :

- "température" : elle est caractérisée par le paramètre température (T);
- "acidification" : elle est mise en évidence par le potentiel d'Hydrogène (pH) des eaux;
- "matières organiques et oxydables" : elle se compose de l'oxygène dissous, de la demande biochimique en oxygène (DBO_5), de la demande chimique en oxygène (DCO) et de l'ammonium (NH_4^+);
- "matière phosphorée" : elle est composée des ortho-phosphates (PO_4^{3-});
- "nitrates" : elle est caractérisée par les nitrates (NO_3^-);
- "minéralisation" : elle comprend la conductivité électrique (CE);
- "particules en suspension" : elle regroupe les matières en suspension (MES) et la turbidité (Turb).

La seconde étape de la méthode est réservée à la détermination de l'Indice Pondéré des différents paramètres analysés (IPpa) pour chaque point d'eau. L'IPpa s'obtient par pondération, basée sur l'attribution d'un poids (variant généralement entre 0 et 100) aux différents paramètres analysés selon leur importance dans la dégradation de la qualité de l'eau. Il se calcule à partir de l'équation (1) [19] :

$$\mathrm{IPpa} = \mathrm{Ii} + \left(\frac{\mathrm{Is} - \mathrm{Ii}}{\mathrm{bs} - \mathrm{bi}}\right) \times (\mathrm{bs} - \mathrm{pa}) \qquad (\mathrm{Eq.}\ 1)$$

Avec :

IPpa : Indice pondéré du paramètre analysé ;
Ii : Indice inférieur;
Is : Indice supérieur
bi : borne inférieure;
bs : borne supérieure;
pa : paramètre analysé.

La troisième étape consiste à déterminer l'Indice Pondéré pour chaque altération (IPa). Cet indice s'obtient en faisant simplement la moyenne des valeurs des indices pondérés des paramètres caractérisant ladite altération. Pour les altérations qui sont caractérisées par un seul paramètre, leur indice est identique à celui de leur paramètre.

La quatrième étape de la méthode réside dans la détermination de l'Indice Pondéré de Qualité Globale (IPQG) de chaque point d'eau. Il est défini en choisissant l'indice le plus faible, obtenu sur l'ensemble des altérations considérées pour chaque point d'eau. À cet indice, on fait correspondre la classe de qualité équivalente dans la grille d'évaluation de la qualité globale des eaux. Cette classe représente la qualité globale du site échantillonné. La grille d'évaluation de la qualité de surface fixe 5 classes de qualité définies chacune par un ensemble de valeurs seuils que les différents indices ne doivent pas dépasser. Ces classes sont représentées par des couleurs évoluant graduellement du bleu au rouge (tableau 3).

Une Analyse en Composantes Principales Normées (ACPN) a été également appliquée au traitement des données. Bien que l'ACPN soit une méthode exploratoire et descriptive [20], le but de ce traitement est de déterminer les principaux facteurs qui contrôlent le chimisme des eaux d'une part et leur typologie d'autre part. Cette méthode statistique a été largement appliquée pour enquêter sur des phénomènes de l'environnement et les processus hydrogéochimiques à travers le monde [21], [22], [23], [24], [25], [26] et [27]. En Côte d'Ivoire, cette méthode a été utilisée par [28] sur les eaux souterraines de la région des Lacs, [5] sur les eaux superficielles de la commune de Marcory (Abidjan), [29] sur les eaux souterraines de la région d'Adiaké et [30] sur les eaux des lagunes Aghien et Potou.

L'analyse effectuée a été réalisée sur un tableau de 11 variables (température (T°), pH, conductivité électrique (CE), oxygène dissous (OD), matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène (DBO_5), nitrates (NO_3^-), ammonium (NH_4^+), turbidité (Turb) et phosphates (PO_4^{3-})) et de 14 individus, échantillons prélevés sur le terrain. Le critère de Kaiser [31] a été appliqué afin de déterminer le nombre total de facteurs significatifs. Selon ce critère, seuls les facteurs ayant une valeur propre supérieure ou égale à 1 sont acceptés comme sources possibles de variance dans les données L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA.12 (version d'évaluation).

Tableau 3 : Grille pour l'évaluation de la qualité globale des eaux de surface [19]

Altérations N°	Classes de qualité		Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
	Indices		100 80	80 60	60 40	40 20	20 0
1	Température						
	Température	°C	0 -20	20 -25	25 - 30	30 - 35	35 - 40
2	Acidification						
	pH		6,5 - 8,5		8,5 - 9,2	3 - 6,5 et 9,2-10	
3	Matières organiques et oxydables						
	O_2 dissous	mg/L	7 - 10	5 - 7	3 - 5	1 - 3	0 - 1
	DBO_5	mgO_2/L	0,5 - 3	3 - 5	5 - 10	10 - 25	25 - 1000
	DCO	mgO_2/L	1,5 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 80	80 - 2000
	Ammonium (NH_4^+)	mg/L	0 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 8	8 - 50
4	Matières phosphorées						
	Ortho - phosphates (PO_4^{3-})	mg/L	0 - 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1	1 - 5	5 - 20
5	Nitrates						
	Nitrates (NO_3^-)	mg/L	< 10	10 - 25	25 – 50	> 50	
6	Minéralisation						
	CE 20°C	µS/cm	100 -750	750 -1300	1300 -2700	2700 -3000	3000 -7000
7	Matières en suspension						
	MES	mg/L	< 50	50 -200	200 -1000	1000-2000	2000-10000
	Turbidité	NTU	< 15	15 - 35	35 - 70	70 - 100	> 100

4 RÉSULTATS

4.1 RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX

Les résultats de la détermination *in situ* et au laboratoire des paramètres physico-chimiques des eaux de surface de l région de Bonoua sont présentés dans le tableau 4.

4.1.1 PARAMÈTRES PHYSIQUES

La température des eaux varie de 23,80 °C à 28,80 °C avec une valeur moyenne de 26,19 ± 0,38 °C. La turbidité des eaux oscille entre 0,99 NTU et 112 NTU avec une moyenne de 14,47 ± 8,30 NTU. Les conductivités électriques des eaux sont conformes à la norme OMS, à l'exception de la lagune Aby qui enregistre une conductivité électrique de 725 µS/cm, supérieure à la norme OMS fixée à 500 µS/cm. Le pH des eaux varie de 4,80 à 7,51 avec un pH moyen de 5,92 ± 0,24. Les eaux de surface de la région sont acides. L'oxygène dissous des eaux fluctue de 0,48 mg/L à 7,38 mg/L avec une moyenne de 4,02 ± 0,65 mg/L. Les matières en suspension des eaux varient de 22,50 mg/L à 130,52 mg/L avec une moyenne de 43,14 ± 7,52 mg/L.

4.1.2 PARAMÈTRES CHIMIQUES

Les teneurs en nitrates des eaux sont conformes à la norme OMS de 50 mg/L. Elles varient de 0,10 mg/L à 23,57 mg/L, avec une moyenne de 12,99 ± 1,56 mg/L. Les concentrations en ammonium oscillent entre 0,15 mg/L et 1,52 mg/L pour une moyenne de 0,50 ± 0,10 mg/L. Les teneurs en phosphates sont comprises entre 0,24 mg/L et 0,59 mg/L pour une moyenne de 0,40 ± 0,03 mg/L. La DBO_5 des eaux de surface est comprise entre 0 mO_2g/L et 150 mO_2g/L, avec une moyenne de 18,64 ± 10,48 mO_2g/L. Sur l'ensemble des quatorze sites échantillonnés, cinq (5) soit 35,71 % présentent des concentrations en DBO_5 au-delà de la norme OMS (≤ 6 mO_2g/L). La DCO varie de 2,10 mO_2g/L à 336,10 mO_2g/L, avec une moyenne de 43,89 ± 23,22 mO_2g/L, supérieure à la norme OMS de 10 mO_2g/L. Le rapport DCO/DBO_5 est compris entre 2,09 et 5,16 avec une moyenne de 3,04.

Tableau 4 : Résultats de la détermination in situ et du dosage au laboratoire des paramètres physico-chimiques des eux de surface de la région de Bonoua

Sites de mesure	pH	CE (µs/cm)	T°C	NO_3^-(mg/L)	NH_4^+ (mg/L)	PO_4^{3-} (mg/L)	MES (mg/L)	OD (mg/L)	Turb (NTU)	DBO_5 (mO_2g/L)	DCO (mO_2g/L)	DCO/ DBO_5
L3	7	725	28	24	0,5	0,4	42,05	7,4	11	1	5,16	5,16
R6	5,3	19,73	26	16	0,4	0,4	36,21	0,9	3	3	9,11	3,04
R2	5,9	29,79	25	14	0,5	0,5	30,15	5,8	1,7	0	3,86	-
R4	5,9	30,14	25	14	0,4	0,4	42,72	6,2	4,6	22	49,7	2,26
R1	5,4	20,57	24	10	1	0,3	26,72	4,2	1,2	4	13	3,26
R3	4,8	19,91	25	13	0,5	0,4	24,81	5,4	1,2	18	37,6	2,09
C1	7,5	108,60	27	0,1	1,5	0,6	50,25	5,1	40	4	12	3,00
C2	7,3	104,25	27	8,7	0,6	0,6	130,5	6,6	112	31	68,7	2,22
L1	6,8	64,37	29	21	0,3	0,4	70,45	4,4	15	150	336	2,24
L2	5,3	66,48	27	13	0,2	0,4	23,07	1,1	1	23	53,4	2,32
R9	5,1	19,33	27	9,5	0,4	0,4	25,18	1	1,4	0	2,1	-
R8	5,4	20	25	10	0,2	0,3	38,05	0,5	3,7	2	8,75	4,38
R5	5,6	19,73	26	12	0,3	0,2	22,5	4,9	1,1	3	10,3	3,45
R7	5,5	28,68	27	17	0,2	0,3	41,25	2,7	5,9	0	4,6	-
Min	4,8	19,33	24	0,1	0,2	0,2	22,5	0,5	1	0	2,1	2,09
Moy± ESM	5,92 ± 0,24	91,18 ± 51,34	26,19± 0,38	12,99 ± 1,56	0,50 ± 0,10	0,40 ± 0,03	43,14± 7,52	4,02 ± 0,65	14,47 ± 8,30	18,64 ± 10,48	43,89 ± 23,22	3,04
Max	7,5	725	29	24	1,5	0,6	130,5	7,4	112	150	336	5,16
Écart type	0,86	185,10	1,37	5,61	0,37	0,10	28,33	2,35	29,92	39,21	86,87	-
OMS (20011)	6,5-8,5	≤ 500	≤ 25	≤ 50	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 50	≥ 5	≤ 5	≤ 6	≤ 10	-

**ESM : Erreur standard à la moyenne Moy : Moyenne Max : Maximum*

4.2 RESULTAT DE L'INDICE PONDERE DE QUALITE GLOBALE

Les valeurs des indices pondérés de qualité globale (IPQG) des échantillons prélevés sur les eaux de surface sont présentées sur la Figure 2. L'analyse de celle-ci montre que sur les quatorze (14) sites étudiés :

- un seul site (L1), soit 7,14 % présente une qualité globale mauvaise. Il s'agit de l'échantillon d'eau prélevé sur la lagune Ono;
- treize (13) sites (L2, L3, C1, C2, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 et R9), soit 92,86 % indiquent une qualité globale moyenne.

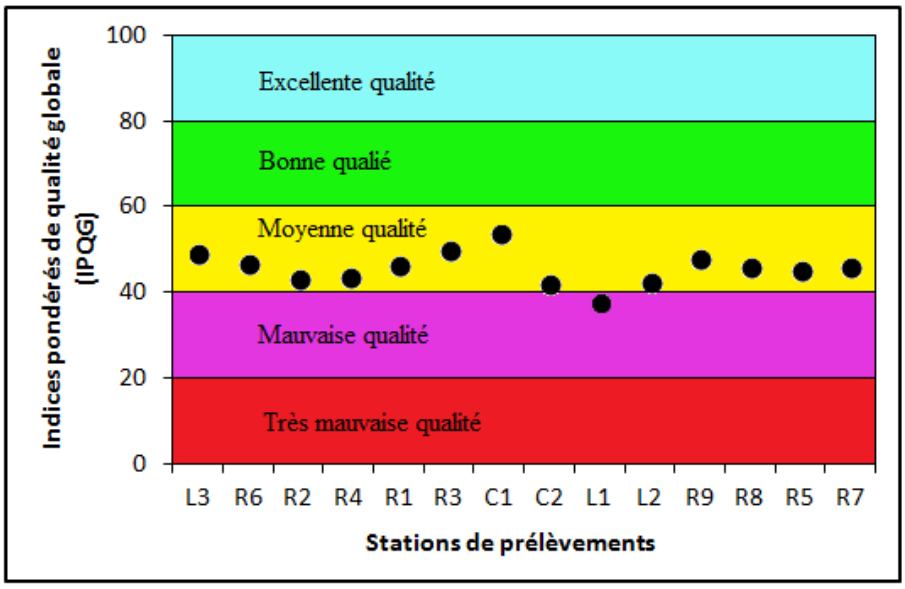


Figure 2 : Valeurs des indices pondérés de qualité globale enregistrées aux différents sites

4.3 RESULTAT DE L'ETUDE STATISTIQUE MULTIVARIEE

Selon le critère de Kaiser, trois facteurs ont été retenus dans l'explication de l'information recherchée (Tableau 5) Le facteur 1 est le plus important, avec une variance exprimée de 38,23 %, ensuite viennent les facteurs 2 et 3, avec respectivement 25,31 % et 15,06 % de la variance exprimée. Ces trois facteurs permettent de représenter de manière significative le nuage de points et contiennent le maximum d'informations recherchées.

Tableau 5 : Valeurs propres et pourcentage de variance exprimée cumulée

	Valeur propre	%Total de Variance exprimée	cumul de valeur propre	% de variance exprimée cumulée
Fact. 1	4,21	38,23	4,21	38,23
Fact. 2	2,78	25,31	6,99	63,54
Fact. 3	1,66	15,06	8,65	78,60

La liaison qui existe entre toutes les variables prises deux à deux et les coefficients de corrélation entre ces différentes variables sont donnés par la matrice de corrélation (Tableau 6). On note des liaisons significatives entre les variables mais à des degrés différents. Ainsi, le pH présente une liaison significative (0,543 à 0,703) avec T°C, OD, Turbidité, PO_4^{3-} et MES. T°C est également en liaison avec DBO_5 (0,567) et DCO (0,569). La turbidité est significativement corrélée à PO_4^{3-} (0,619) et MES (0,933). La DCO et la DBO_5 sont très corrélée avec un coefficient de corrélation (r = 1,000). Ce qui témoigne de leur origine commune. NH_4^+ est positivement corrélé à PO_4^{3-} (0,567) et négativement corrélée à $NO3^-$ (-0,590). PO_4^{3-} est corrélé à MES (0,518).

Tableau 6 : Matrice de corrélation entre les paramètres physico-chimiques

Variables	pH	T°C	CE	OD	Turb	DBO_5	DCO	NH_4^+	PO_4^{3-}	NO_3^-	MES
pH	1										
T°C	**0,543**	1									
CE	0,484	0,413	1								
OD	**0,597**	0,088	0,461	1							
Turb	**0,691**	0,368	0,094	0,390	1						
DBO_5	0,314	**0,567**	-0,074	0,120	0,151	1					
DCO	0,316	**0,569**	-0,073	0,113	0,144	**1,000**	1				
NH_4^+	0,482	-0,169	0,116	0,382	0,286	-0,155	-0,155	1			
PO_4^{3-}	**0,590**	0,167	0,052	0,415	**0,619**	0,037	0,030	**0,567**	1		
NO_3^-	-0,102	0,339	0,470	0,112	-0,345	0,332	0,335	**-0,590**	-0,390	1	
MES	**0,703**	0,479	0,108	0,379	**0,933**	0,407	0,402	0,102	**0,518**	-0,085	1

4.3.1 ANALYSE DE L'ESPACE DES VARIABLES

La projection des variables dans les plans factoriels (F1-F2) et (F2-F3) est représentée respectivement par les figures 3 et 4. L'analyse de la figure 3 montre que le plan factoriel (F1-F2) représente 63,54 % de la variance totale exprimée. Le facteur 1 le plus important (38,23 %) est déterminé par T°C, MES, pH, OD, turbidité et PO_4^{3-}. La présence de T°C et OD rend compte des conditions du milieu. PO_4^{3-} est d'origine superficielle qui pourrait être dû à l'utilisation des engrais phosphatés dans l'agriculture. Le facteur 1 exprime donc le phénomène de la minéralisation anthropique lié au lessivage des terres agricoles. Le facteur 2 est déterminé dans sa partie positive par NO_3^-, DCO et DBO_5 et dans sa partie négative par NH_4^+. Ces variables sont d'origine superficielle, probablement issues aux rejets des eaux usées domestiques et industrielles. Le facteur 3 est déterminé par la seule variable CE. Cet axe met en évidence la minéralisation naturelle des eaux superficielles.

4.3.2 ANALYSE DE L'ESPACE DES INDIVIDUS

La projection des sites de prélèvement dans les plans factoriels F1-F2 et F2-F3 est respectivement donnée par les figures 4 et 5. L'analyse de ces figures montre que les eaux de surface de la région de Bonoua présentent 5 regroupements. La premier groupe prend en compte les points d'eau 2, 4, 6, 10, 11, 12, 13 et 14. Ce groupe caractérise les eaux claires, acides, peu oxygénées, avec de faibles valeurs en PO_4^{3-}. Le deuxième groupe renferme le point d'eau 8. Il est caractérisé par les eaux

turbides, bien oxygénées, avec de fortes teneurs en PO_4^{3-} et des matières en suspension. Le troisième groupe est composé du point d'eau 9 (lagune Potou), riche en NO_3^-, DCO et DBO_5. Le quatrième groupe renferme les points d'eau 3, 5 et 7, riches en ammonium. Le cinquième groupe est composé de la lagune Aby, avec une forte minéralisation.

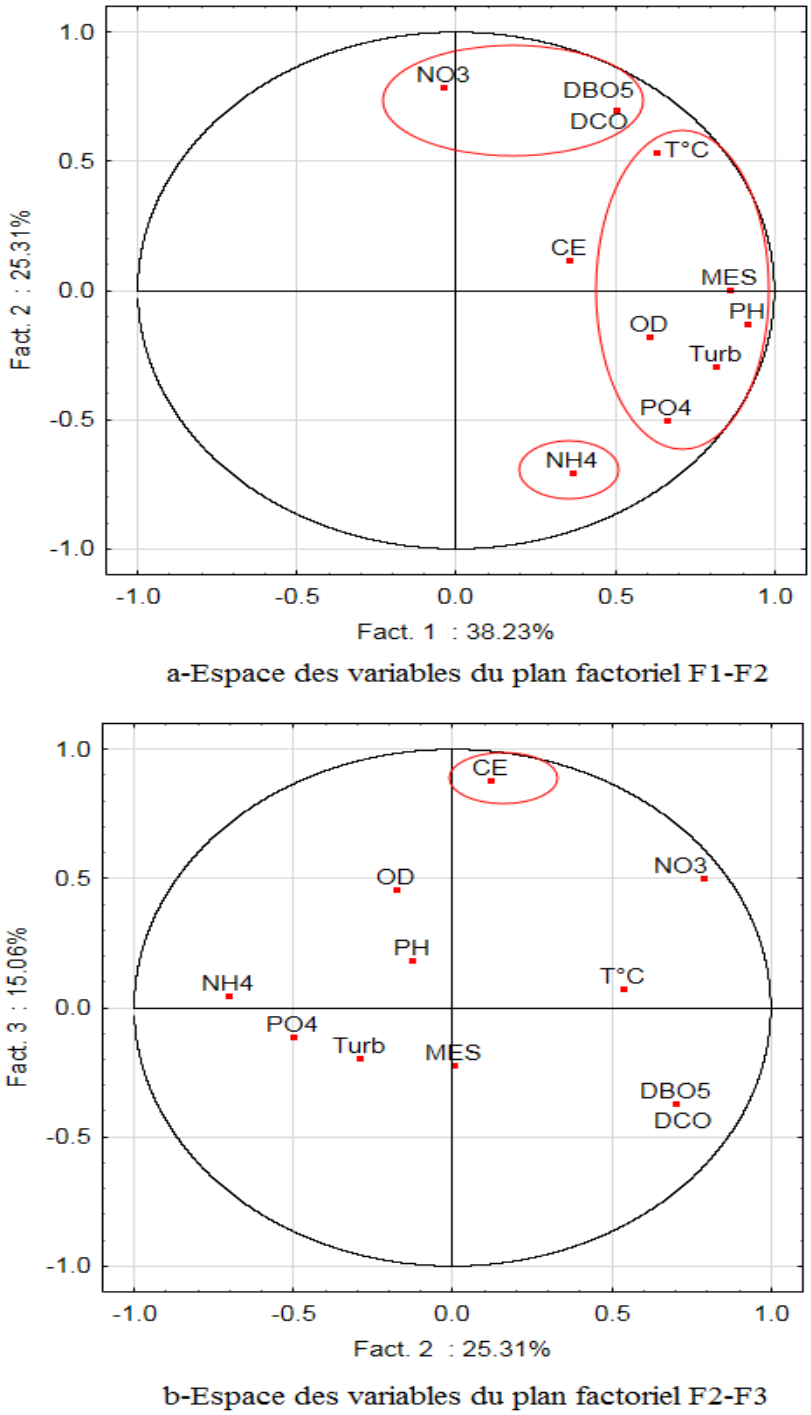
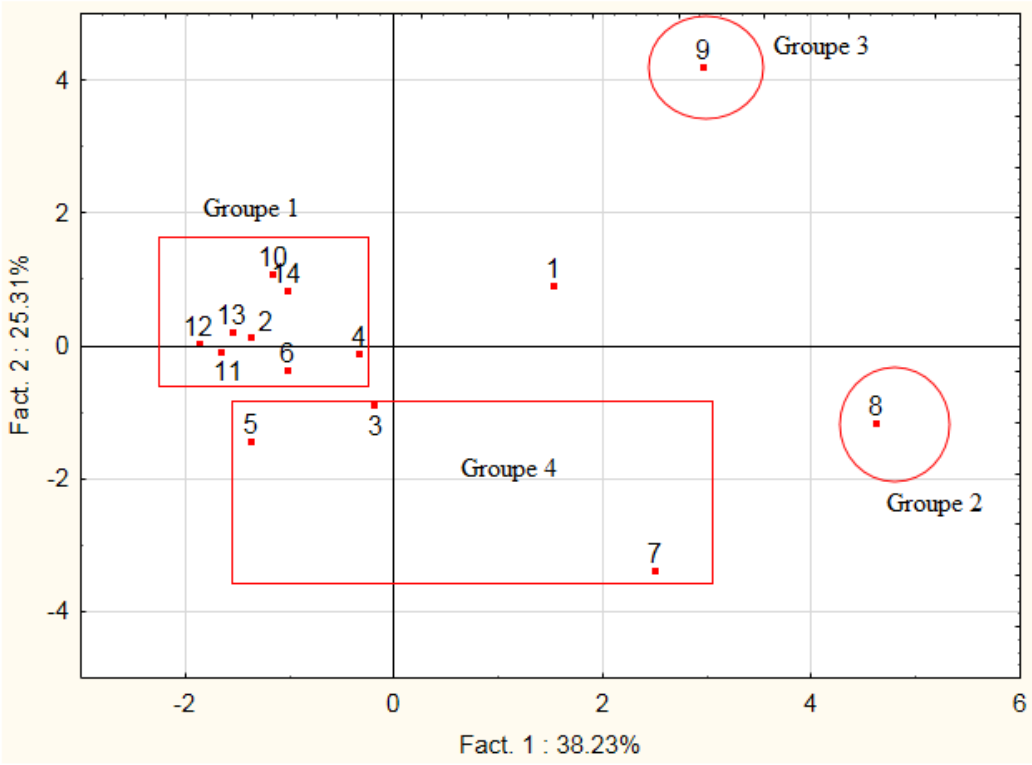
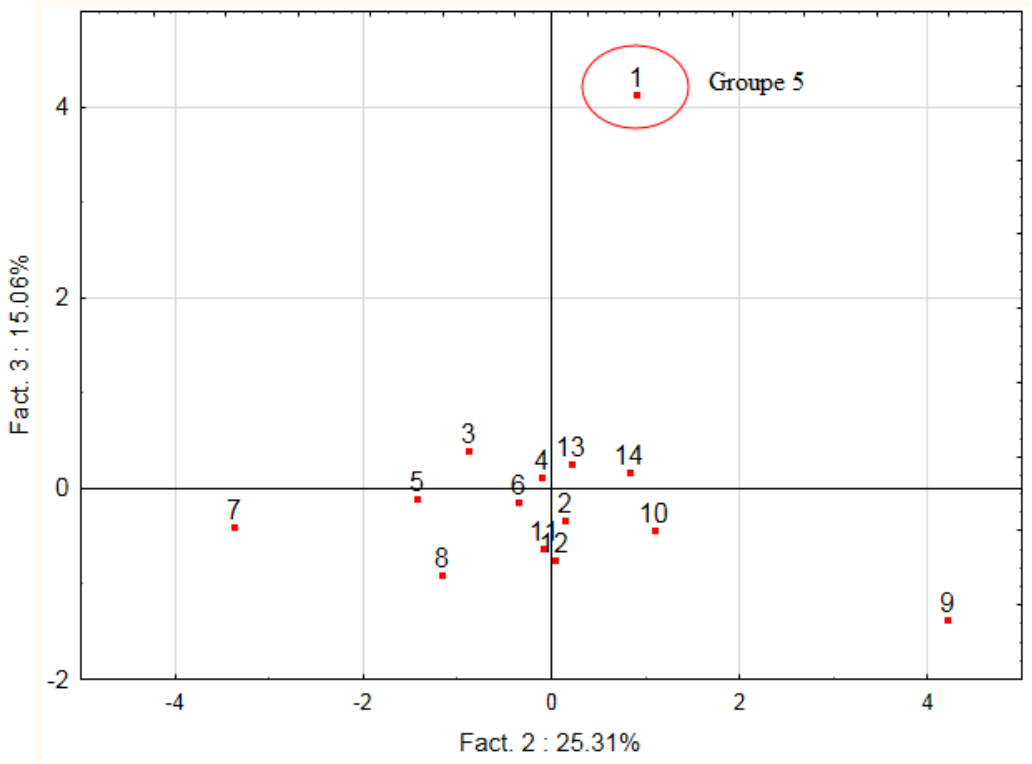


Figure 3 : Projection des variables dans les plans factoriels (a: F1-F2) et (b: F2-F3) des eaux de surface de la région de Bonoua



a-Espace des individus du plan factoriel F1-F2



b-Espace des individus du plan factoriel F2-F3

Figure 4 : Projection des individus dans les plans factoriels (a : F1-F2) et (b : F2-F3) des eaux de surface de la région de Bonoua

5 DISCUSSION

L'étude de la qualité globale des eaux de surface de la région de Bonoua par la méthode "SEQ-Eau" a montré que ces eaux sont de qualité moyenne à mauvaise en saison pluvieuse. La dégradation de leur qualité est liée principalement à l'altération dite "acidification" et accessoirement à celles dites "température" et "matières organiques et oxydables". L'altération "acidification" est observée sur neuf sites de prélèvement des eaux des rivières et lagunes, soit une proportion de 64%. Les pH de ces eaux sont compris entre 4,8 et 5,93 avec une moyenne de 5,4. L'acidité de ces eaux serait due au dioxyde de carbone dissous provenant soit de l'atmosphère, soit des réactions métaboliques des microorganismes et des matières organiques contenues dans ces eaux [32]. Ce résultat montre que les eaux de surface de la région de Bonoua sont légèrement acides contrairement aux eaux des cours d'eau "Banco" et "Mé" [33], dont le pH moyen est de 5,74. Toutefois, comparées aux eaux de surface de la région voisine d'Adiaké dont le pH moyen est de 6,33 [29], ces eaux de la région de Bonoua sont très acides. L'altération "température" est observée au niveau des sites L3 (Lagune Aby) et C1 (Comoé à Monga). Cette altération définit la qualité globale des eaux de surface à 14%. Les températures sont respectivement de 28°C pour le site L3 et de 27°C pour le site C1. Ces températures dépassent de loin la température de 25°C préconisée par l'OMS [17] pour les eaux de boisson. Ces températures élevées pourraient stimuler la prolifération des microorganismes nuisibles qui peuvent causer des odeurs et des goûts désagréables et même rendre l'eau malsaine [34]. Les températures mesurées pour ces eaux de surface seraient influencées par les conditions climatiques [35], notamment la température ambiante ayant régnée dans la région au moment des prélèvements. Les températures observées au niveau de ces deux sites évoluent dans la même gamme que celles déterminées par [33] sur les eaux de surface de la région d'Abidjan-Agboville, par [36] sur les eaux de surface de la partie centrale de la ville d'Ekiti, au Sud-Ouest du Nigéria, par [37] sur le barrage de Moloko (extrême Nord du Cameroun) et par [29] sur les eaux de surface de la région d'Adiaké. Mais, elles s'avèrent supérieures à celles déterminées au Maroc dans les eaux de surface de l'Oued Moulouya [38] et dans celles de l'Oued Boufekrane dans la région de Meknès-Tafilalt [39]. L'altération "matières organiques et oxydables" en termes de DCO et de DBO5 participent à hauteur de 22% à la dégradation de la qualité des eaux. Cela s'observe dans les eaux des sites C2 (Comoé à N'gokro), L1 (Lagune Potou) et L2 (Lagune Ono). En ces sites, les eaux présentent de fortes teneurs en BDO et DCO, avec des concentrations moyennes respectives de 68 et 152,73 mg/L. Ces valeurs élevées de DCO et de DBO révèlent la présence d'une forte charge polluante d'origine organique en ces eaux. Cette pollution peut être d'origine domestique, industrielle, agricole ou bien être le résultat de la décomposition d'animaux ou de végétaux morts [40]. En effet, ces plans d'eau lagunaires sont utilisés par les populations riveraines pour la baignade, la vaisselle, la lessive,… (Figure 2). De plus, ces eaux reçoivent les eaux usées domestiques et celles des industries installées en amont. La pollution d'origine organique des eaux constatée en ces sites est en accord avec la faible concentration d'oxygène dissous (valeur moyenne OD = 4 mg/l). Ces faibles valeurs de l'OD sont dues à l'utilisation de cet oxygène au cours de la dégradation de la matière organique présente dans l'eau par les bactéries.

L'étude statistique (ACP) a montré que la minéralisation des eaux de surface de la région de Bonoua en saison pluvieuse est influencée par une pollution d'origine anthropique. Des résultats similaires ont été mis en évidence par les travaux de [7] sur les eaux de la lagune Ebrié, [41] sur la lagune Ebrié, [42] sur les eaux du Quaternaire de la ville d'Abidjan. En outre, l'ACP a montré que les eaux de surface de la région de Bonoua se déclinent en 5 principales classes.



Figure 5 : Activités anthropiques menées sur les plans d'eau lagunaires Potou (A) et Ono (B)

6 CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer en saison pluvieuse la qualité globale des eaux de surface de la région de Bonoua soumises à des pressions anthropiques. Les données physico-chimiques issues des mesures *in situ* et des analyses en laboratoire ont été comparées aux normes de potabilité de l'OMS. Le résultat a montré que les valeurs moyennes de pH, température, oxygène dissous, turbidité, DBO et DCO dépassent les normes OMS. Par contre, celles des nitrates, de la conductivité électrique, de l'ammonium, des phosphates et des matières en suspensions (MES) sont conformes à ces normes de potabilité. L'application du système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-Eau) à ces données a montré que 92,86% de ces eaux sont de qualité globale moyenne. Seulement 7,14% des eaux sont de qualité globale mauvaise. La détérioration de la qualité globale de ces eaux superficielles de la région de Bonoua est majoritairement due à l'altération acidification et accessoirement aux altérations liées à la température et aux matières organiques et oxydables (DCO et de DBO_5).

Les résultats de cette étude donnent un aperçu sur le groupe de paramètres à l'origine de la dégradation de la qualité globale des eaux superficielles de la région de Bonoua. Toutefois, l'évaluation de la qualité globale de ces eaux doit aussi prendre en compte le volet pesticide et microbiologique, étant donné que la pollution des eaux par les pesticides et les microbes menace la santé humaine autant que la biodiversité aquatique. Ces résultats mettent en relief la forte pression anthropique sur la qualité des eaux de surface de la région de Bonoua.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Centre Ivoirien Anti-pollution (CIAPOL) pour l'analyse des données et le chauffeur SANGARÉ Madou pour sa disponibilité et sa connaissance du terrain.

REFERENCES

[1] Tampo L., Gnazou M., Akpataku V., Bawa L. et Djaneyé-Boundjou G. (2015). Application des méthodes statistiques à l'étude hydrochimique des eaux d'un hydrosystème tropical : Cas du bassin versant de la rivière Zio (Togo). European Scientific Journal, vol. 11 n°14, pp. 204-225.

[2] Haouchine S. (2011). Recherche sur la qualité faunistique et l'écologie des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Kabylie, mém. Magister Sciences bio.

[3] Foto M. S., Zebaze T. S. H., Nyamsi T. N. L., Ajeagah G. A. et Njiné T. (2011). Évolution Spatiale de la Diversité des Peuplements de Macro invertébrés benthiques dans un cours d'eau anthropisé en milieu Tropical (Cameroun). European Journal of Scientific Research, Vol.55 n° 2, pp. 291-300.

[4] Ahoussi K. E., Soro N., Soro G., Lasm T., Oga M. S. and Zade S. (2008). Groundwater Pollution in Africans Biggest Towns: Case of the Town of Abidjan (Cote d'Ivoire). European Journal of Scientific Research, Vol.20, N°2, pp. 302-316.

[5] Ahoussi K. E, Koffi Y. B., Kouassi A. M., Soro G., Soro N. et Biémi J. (2012). Étude des caractéristiques chimiques et microbiologiques des ressources en eau du bassin versant du N'zi : cas de la commune de N'zianouan (Sud de la Côte d'Ivoire). International Journal of Biological and Chemical Sciences, volume 6, n°4, pp. 1854-1873.

[6] Ahoussi K. E., Koffi Y. B., Kouassi A. M., Soro G. et Biémi J. (2013). Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'Ouest montagneux de la Côte d'Ivoire : Cas du village de Mangouin-Yrongouin (sous-préfecture de Biankouman). Journal of Applied Biosciences, volume 63, pp. 4703-4719.

[7] Coulibaly A., Mondé S., Wognin V. A. et Aka K. (2008). State of anthropic pollution in the estuary of Ebrié lagoon (Côte d'Ivoire) by analysis of the metal elements traces. European Journal of Scientific Research, Volume 19, n°2. pp. 372-390.

[8] Abdelbaki C. et Boukli H. F. (2007). Étude du phénomène de dégradation des eaux souterraines du groupement urbain de Tlemcen. Revue des Énergies Renouvelables, Vol. 10, N°2, pp. 257-263.

[9] Bricha S., Ounine K., Oulkheir S., El Haloui N. et Attarassi B. (2007). Étude de la qualité physicochimique de la nappe phréatique M'nasra (Maroc). Afrique SCIENCE, volume 03, n°3, pp. 391-404.

[10] Koné M., Bonou L., Bouvet Y., Joly P. et Koulidiaty J. (2009). Étude de la pollution des eaux par les intrants agricoles : cas de cinq zones d'agriculture intensive du Burkina Faso. Sud Sciences et Technologies, Semestriel n°17, pp 5-15.

[11] Leneuf (1959). L'altération des granites calco-alcalins et des granitoïdes en Côte d'Ivoire forestière et les sols qui en sont dérivés. Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Paris (France), 210 p.

[12] Guillaumet J. L. et Adjanohoun E. (1971). Milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM N°50, pp. 163-391.

[13] Delor C., Diaby I., Simeon I., Adou M., Bamble B.Z., Tastet J.P., Yao B., Konan G., Chiron J.C. et Dommanget A. (1992). Carte géologique de la Côte d'Ivoire au 1/200000. Feuille de Grand-Bassam, Direction de la géologie, Abidjan (Côte d'Ivoire).

[14] Rodier J. (1984). L'analyse de l'eau, 7ème Edition, Ed. Dunod, Paris.

[15] Rodier J., Legube B. et Merlet N. (2009). L'analyse de l'eau. 9° édition, pp. 141-159.
[16] AFNOR (1997). Qualité de l'eau. Tome 1 : Terminologie, échantillonnage et évaluation des méthodes, 3° édition, Paris (France), 34 p.
[17] OMS. (2011). Guidelines for drinking-water quality. Fourth Edition. World Health Organization Publication. Geneva, Switzerland, pp. 307-447.
[18] G. (2003). Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques. Rapport sur «la qualité de l'eau et de l'assainissement en France», 293 p.
[19] SEEE (2008). Fiche sur le nouveau système d'évaluation de la qualité des eaux, Maroc, 5p.
[20] Dagnelie P. (2006). Statistique théorique et appliquée, Tome 2: Inférence à une et à deux dimensions, Bruxelles-université, Ed, De Boeck Larcier.
[21] Anazawa K., Ohmori H., Tomiyasu T. and Sakamoto h. (2003). Hydrochemistry at a volcanic summit area, Norikura, central Japan, Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 67, Issue 18, Supplement 17.
[22] Güler C. et Thyne G.D. (2004). Hydrologic and geologic factors controlling surface and groundwater chemistry in India wells-Owens Valley area, southeastern California, USA. J. Hydrol., Vol. 285, Issues 1-4, 177-198.
[23] Matini L., Moutou J. M. et Kongo-Mantono M.S. (2009). Évaluation hydrochimique des eaux souterraines en milieu urbain au Sud-ouest de Brazzaville, Congo. Afrique Science 05 (1): 82-98.
[24] Belkhiri L., Boudoukha A., Mouni L. et Baouz T. (2010). Application of multivariate statistical methods and inverse geochemical modelling for characterization of groundwater, A case study: Ain Azel plain (Algeria). Geoderma, Vol. 159, Issues 3-4, 390-398.
[25] Tiri A., Belkhiri L., Boudoukha A. et Lahbari N. (2011). Characterization and evaluation of the factors affecting the geomistry of surface water of Koudiat Medouar basin, Ageria, Afr. J. Environ. Sci. Technol, Vol. 5, Issues 5, 355-362.
[26] Hamzaoui A.F., Bouhlila R. et Gueddari M. (2012). Caractérisation des eaux de la nappe des grès du Trias (Sud-Est Tunisien) par les méthodes géochimiques et statistiques. Geo-Eco-Trop., 36: 49-62.
[27] Brinis N., Boudoukha A. et Ahmed Hamela A. (2015). Analyse statistique et géochimique de la dynamique des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines du synclinal de Ghassira (Agérie orientale). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N°22, pp. 123-137.
[28] Soro G. (2010). Évaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraines dans la région des lacs (Centre de la Côte d'Ivoire) : Hydrogéologie et Hydrochimie des aquifères discontinus du District de Yamoussoukro et du département de Tiébissou. Thèse de Doctorat. Université de Cocody, 250 p.
[29] Eblin S. G., Sombo A. G., Soro G., Aka N., Kambiré O. et Soro N. (2014). Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké (Sud-Est côtier de la Côte d'Ivoire). Journal of Applied Biosciences, volume 75, pp. 6259-6271.
[30] Traoré A. (2016). Impacts de la variabilité climatique et du changement de l'occupation et de l'utilisation du sol sur les ressources en eau de l'environnement lagunaire d'Aghien et de Potou (Sud-est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody (Abidjan), Côte d'Ivoire, 241 p.
[31] Kaiser H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis, Educ. Psychol. Meas., Vol. 20, Issues 1, 141-151.
[32] Klein L. (1973). River pollution, chemical analysis. 6th Ed., London, Sciences Direct-Environnement International, London.
[33] Ahoussi K. E. (2008). Évaluation quantitative et qualitative des ressources en eau dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Application de l'hydrochimie et des isotopes de l'environnement à l'étude des aquifères continus et discontinus de la région d'Abidjan-Agboville. Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody (Abidjan), Côte d'Ivoire, 270 p.
[34] Chairi R. (2005). Géochimie organique des eaux de surface de la zone septentrionale de la Sebkha de Moknine, Tunisie orientale. Larhyss Journal, n°4, pp. 17-30.
[35] Aboulkacem A., Chahlaoui A., Soulaymani A., rhazi-filali F. et Benali D. (2007). Étude comparative de la qualité bactériologique des eaux des Oueds Boufekrane et Ouislane à la traversée de la ville de Meknès (Maroc).
[36] Talabi A. O., Afolagboye O. L., Tijani m. N., Aladejana J. A. and Ogundana A. K. (2013). Hydrogeochemical Assessment of Surface Water in the Central Part of Ekiti-State, South western Nigeria. American Journal of Water Ressources, Vol. 1, n° 4, pp. 56-65.
[37] Lewa S., Ombolo A. et Loura B. B. (2014). Caractérisation hydrochimique saisonnière (étiage et crue) et vulnérabilité environnementale de la ressource en eau de la retenue de Mokolo (extrême-nord Cameroun). European Scientific Journal, vol.10, n°.12, pp. 396-413.
[38] Chaoui M. (2013). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et métallique des eaux de surface (Oued Moulouya/Barrage Hassan II) au voisinage de la mine abandonnée Zeïda (Haute Moulouya). Mémoire de Master de l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, 98 p.
[39] Majdouline L., Abdelmadjid S. et Azzedine E. (2013). Évaluation spatio-temporelle du degré de la pollution industrielle oléicole sur les cours d'eaux de l'Oued Boufekrane dans la région de Meknès-Tafilalt (Maroc). J. Mater. Environ. Sci. volume 4, n°3, 432-441.

[40] Aufray R. et Perennou C. (2007). Évolution de la Camargue: Pollution & santé. OBSERVATOIRE CAMARGUE. Version 28/02/2007, 27 p.

[41] Soro N., Ouattara L., Dongo K., Kouadio K.E., Ahoussi K.E., Gbombele S., Oga M.S., Savané I. et Biémi J. (2010). Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire : sources potentielles de pollution des eaux souterraines. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4 (6): 2203-2219.

[42] Ahoussi K. E., Soro N., Kouassi A. M, Soro G. Koffi Y. B. et Zade S. P. (2010). Application des méthodes d'analyses statistiques multivariées à l'étude de l'origine des Métaux lourds (Cu^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}et Pb^{2+}) dans les eaux des nappes phréatiques de la ville d'Abidjan. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 4, (5): 1753-1765.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 42-51
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Une expérience d'implantation des sites des soins communautaires en République Démocratique du Congo

[Integrated community case management: An experience from the Democratic Republic of Congo]

Hermès Karemere[1], Félicien Malyra[2], Liévin Bangali[2], Pascal Ngoy[2], and Lara Ho[2]

[1]Ecole régionale de Santé Publique,
Université catholique de Bukavu,
Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

[2]Département de la santé,
International Rescue Committee,
RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Background: Mortality under 5 in sub-Saharan Africa remains very high. Interventions implemented including community support through the establishment of community care sites aim to improve access to care. The study evaluates the implementation of community care management in the Kabare health zone that be fully supported by International Rescue Committee. Methodology: The study followed a framework based on standards of the DR Congo Health Ministry about the functioning of community care sites. It has used review literature, data analysis from the health information system and mothers interviews. Results: Community care management through care sites improves access to health care. Strict compliance with the Ministry of Health guidance during the implementation of the community care sites is observed. Two constraints facing these directions are identified: the abandonment of some health community workers with closure of their sites as a consequence and the limited funding of the sites; the process didn't meet all the input requirements. Conclusion: The study identifies the health community worker as a key player in the implementation of community care and advocates strengthening the mechanism of his recruitment, his formation, his supervision, his estate and the maintenance of motivation. The study proposes actions to improve the operation and sustainability of community care sites.

KEYWORDS: Access to care, community care sites, community participation, primary care, Kabare, South Kivu, Democratic Republic of Congo.

RESUME: Introduction : La mortalité des moins de 5 ans en Afrique sub-saharienne demeure très élevée. Des interventions mises en place dont la prise en charge communautaire au travers l'implantation des sites des soins communautaires visent l'amélioration de l'accessibilité aux soins. L'étude évalue l'implantation de la prise en charge communautaire dans la Zone de santé de Kabare, une intervention entièrement appuyée par International Rescue Committee. Méthodologie : L'étude est basée sur un cadre de référence s'inspirant des normes du ministère de la santé sur le fonctionnement des sites des soins communautaires. Elle a recouru à la revue documentaire, à l'analyse des données du système d'information sanitaire et à des entrevues auprès des mères. Résultats: La prise en charge communautaire au travers les sites des soins améliore l'accessibilité aux soins de la population. Le respect rigoureux des orientations du ministère de la santé lors de l'implantation des sites des soins communautaires est observé. Deux contraintes face à ces orientations sont identifiées : l'abandon de certains relais des sites communautaires avec comme conséquence la fermeture de leurs sites et ensuite le financement limité des sites ne répondant pas à la totalité des besoins en intrants. Conclusion : L'étude identifie le relais du site des soins

Corresponding Author: Hermès Karemere

communautaires en tant qu'acteur clé dans l'implantation de la prise en charge communautaire et préconise de renforcer le mécanisme de son recrutement, de sa formation, de sa supervision, du maintien de sa motivation et de sa relève. L'étude propose des actions susceptibles d'améliorer le fonctionnement et la pérennité des sites des soins communautaires.

MOTS-CLEFS: Accès aux soins, Sites des soins communautaires, participation communautaire, première ligne des soins, Kabare, Sud-Kivu, République démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Les services de santé constituent un des moyens pour améliorer la santé de la population. Ils visent à organiser la prise en charge des malades, la prévention des maladies et de leurs conséquences et la promotion de mesures favorables à la santé individuelle et collective. L'accès aux services de santé est généralement défini par ses aspects physiques, financiers et culturels [1, 2]. Les pays en voie de développement font face aux barrières d'accès aux soins dont les conséquences sur la prise en charge sont dramatiques, notamment en milieu rural et particulièrement chez les enfants [3]. Selon les statistiques sanitaires mondiales [4], le taux de mortalité des moins de 5 ans reste élevé dans la région africaine (95 décès pour 1000 naissances vivantes) par rapport à la moyenne mondiale (48 décès pour 1000 naissances vivantes) en 2012. Les moins de 5 ans y décèdent principalement du paludisme, des infections respiratoires aiguës et des maladies diarrhéiques[5].

En République démocratique du Congo (RDC), le taux de décès des moins de 5ans a été de 146 décès pour 1000 naissances vivantes en 2012 [4]. En effet, malgré la mise en œuvre de la stratégie des soins de santé primaires depuis 1982, l'utilisation des services de santé en général, et celle des services de survie de l'enfant de moins de cinq ans en particulier demeure faible [6]. Près de 80 % des décès surviennent à domicile, dont 75 % concernent les enfants de 2 à 59 mois [7] . L'atteinte de l'objectif 4 du millénaire (réduire la mortalité infantile) a été ainsi compromise. La stratégie nationale mise en place visant la réduction de cette mortalité a introduit le volet de la prise en charge communautaire des maladies les plus meurtrières de l'enfant en RDC à savoir le paludisme, la pneumonie et les maladies diarrhéiques. Les activités préconisées sont préventives, promotionnelles et curatives. Elles impliquent non seulement les structures de santé mais aussi la communauté dont la participation active s'avère indispensable.

La prise en charge intégrée des maladies de l'enfant (PCIME), comme stratégie prioritaire de réduction de la mortalité infantile et infanto-juvénile, a été progressivement introduite en RDC à partir de 1999. Elle met un accent sur la promotion des pratiques-clés dans la communauté (exemple : allaitement exclusif durant au moins les 4 premiers mois de vie, suivi du calendrier vaccinal) et sur l'organisation des soins des enfants. C'est dans cette perspective que la RDC a adopté la mise en place de la prise en charge communautaire (PCC) à travers les sites des soins communautaires (SSC). Dans plusieurs pays sub-sahariens, l'évaluation de la PCC a montré des résultats variables sur l'accessibilité aux soins et l'utilisation des services [8-11].

Le but du présent travail est d'évaluer l'implantation des sites des soins pour la PCC dans la zone de santé rurale de Kabare par rapport aux étapes d'implantation préconisées par le Ministère de la santé publique en RDC, à la perception de la population et à l'utilisation des services .

2 CADRE THEORIQUE

La Zone de Santé (ZS), niveau opérationnel du système de santé en RDC, comprend un certain nombre de centres de santé et une structure hospitalière de référence. Une équipe cadre coordonne l'ensemble des activités des structures sanitaires. Le centre de santé, porte d'entrée du système sanitaire congolais, offre un paquet d'activités curatives, préventives et promotionnelles. C'est à ce niveau qu'est organisée l'interaction avec la communauté. Afin d'améliorer l'accessibilité aux premiers soins, la PCC a été renforcée au travers l'implantation des SSC ; une approche particulière, innovante et différente de l'organisation de la participation communautaire dans d'autres pays africains [12, 13]. Un SSC est en effet une aire géographique bien définie dans laquelle un ou plusieurs villages d'accès difficile bénéficient des prestations des soins fournis par deux relais volontaires formés et supervisés par l'infirmier titulaire de l'aire de santé. Le SSC vise à assurer les premiers soins adéquats aux populations; la référence des cas avec signes de danger vers le centre de santé; la disponibilité des médicaments essentiels génériques de qualité ainsi que leur utilisation rationnelle ; la notification des cas de maladies ; la surveillance épidémiologique à base communautaire ainsi que les pratiques clés en rapport avec la survie de l'enfant [14, 15]. Un comité de gestion du SSC (COGESITE), émanant des villages couverts par le SCC est installé, comprenant deux relais de site des soins communautaires (RECOSITE) et l'infirmier titulaire (IT) qui les encadre. En RDC, le guide de mise en œuvre des SSC du ministère de la santé publique définit 10 étapes pour l'implantation d'un SSC [15]. Ces étapes

comprennent (1) la commande des médicaments et des intrants pour le futur SSC, (2) l'orientation des équipes cadres aux niveaux provincial et opérationnel sur l'encadrement des SSC, (3) l'identification et la sélection des SSC, (4) la sélection des relais communautaires (agents de santé communautaire) et des membres du conseil de gestion du site pour la sensibilisation et la participation communautaire à la prise en charge de sa santé sur base des critères définis , (5) la formation des formateurs et encadreurs au niveau opérationnel (ZS et IT), (6) la formation des relais des sites, (7)l'orientation des comités de gestion des SSC sur le fonctionnement et l'encadrement des sites, (8) l'installation officielle des relais des sites, (9) les suivis post-formation et (10) l'assurance qualité de mise en œuvre. Avant l'implantation des SSC dans une ZS donnée, la situation de départ de la zone est analysée.

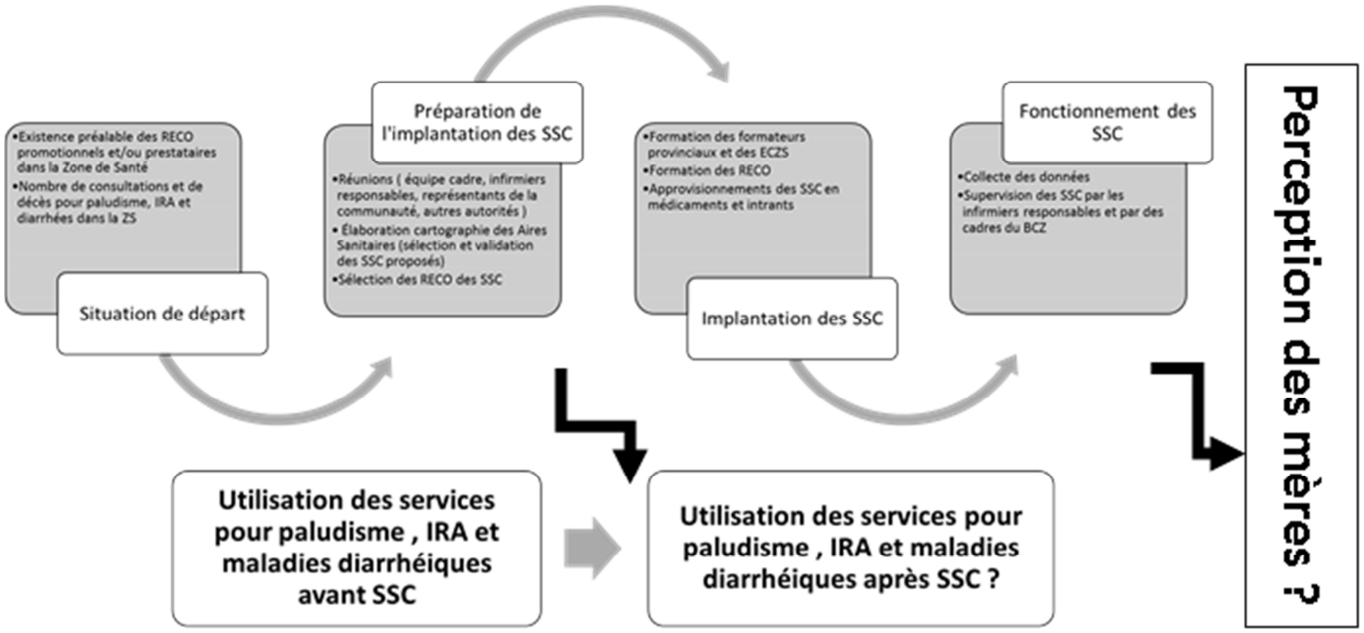


Figure 1. Cadre théorique de l'étude

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE

La ZS de Kabare, localisée dans la province du Sud-Kivu en RDC, a une population estimée à 164550 habitants en 2010. Elle comprend un hôpital général de référence, quinze centres de santé avec quatre postes de santé répartis dans 15 aires de santé [16] . L'appui à l'implantation des SSC par *International Rescue Committee* (*IRC*) fait partie d'un appui global qu'apporte cette organisation à la ZS au travers le financement du *Department for International Development (DFID)* du gouvernement britannique. Le tableau 1 présente les aires de santé ainsi que les structures et les SSC disponibles.

Tableau 1. Aires de santé et SSC dans la ZS de Kabare en 2012

N°	Aires de santé	Sites des Soins Communautaires
1	Bugobe	Mukaba
2	Bwirembe	Mosho III
3	Cibingu	Bubinzi
4	Cirunga	Karambi et Mbonombono
5	Citungano	Lugerero
6	Kalulu	Mungocha
7	Kinjuba	Cikoma
8	Ludaha	Kashugushugu et Ngakwa
9	Mbiza	Kadaku
10	Mbobero	Mufuma
11	Mukongola	Irambo et Cidjo III
12	Mulege	Mulege I
13	Mulengeza	Mugurhu
14	Mushweshwe	Cisirwe et Lugusha
15	Nshanga	
	TOTAL	**18**

3.2 TYPE D'ÉTUDE

Il s'agit d'une étude évaluative réalisée dans la ZS de Kabare entre mai et décembre 2013. Elle est basée sur des principes qui s'appuient sur un ensemble de procédures globales relatives à l'analyse inductive. Ces principes préconisent la définition des objectifs et questions de recherche, la lecture à plusieurs reprises des données brutes et leur interprétation, des résultats provenant directement de l'analyse des données brutes et non de réponses souhaitées par les chercheurs, un développement des éléments nouveaux à partir des données brutes devant être intégrés dans un cadre de référence ou un modèle, des résultats construits à partir de la perspective et de l'expérience des chercheurs et la confiance dans les critères de rigueur des résultats [17].

3.3 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

L'étude a recouru à la revue documentaire, à l'analyse des données du système d'information sanitaire de la ZS de Kabare et aux entrevues individuelles auprès des mères.

3.3.1 REVUE DOCUMENTAIRE

Elle a porté sur les rapports de la ZS des années 2007 à 2012, les comptes rendus des réunions de l'équipe cadre de la ZS (ECZS) et les rapports de supervision des SSC. Les modalités de déroulement de chaque étape d'implantation des SSC ont été analysées à l'aide d'un guide élaboré à partir des directives du ministère de la santé publique relatives à l'implantation et à la gestion des SSC [15]. Les informations issues de la revue documentaire ont été comparées aux directives nationales en vue de dégager des écarts et des contraintes.

3.3.2 ANALYSE DES DONNEES DU SYSTEME D'INFORMATION SANITAIRE

La PCC remonte en 2004 avec la supplémentation en zinc dans la diarrhée aiguë de l'enfant au niveau communautaire. Cependant, la PCC intégrée de trois maladies (paludisme, pneumonie et diarrhée) ne commence qu'en 2008. Ainsi, les données collectées et analysées concernent les années 2007 à 2012. Les variables prises en compte sont : la population totale de la ZS ; le nombre total des consultations pour paludisme, pneumonie et diarrhée chez les moins de 5 ans, le nombre des supervisions des SSC par l'ECZS et le nombre des réunions des COGESITE. Les données, analysées avec le logiciel Excel, ont permis de construire et d'analyser des courbes d'évolution dans le temps de nouveaux cas de 3 pathologies meurtrières.

3.3.3 ENTREVUES INDIVIDUELLES AUPRES DES MERES

La perception de la population bénéficiaire des SSC a été évaluée grâce aux entrevues individuelles. Une liste des mères a été élaborée à partir des listes des moins de 5ans soignés pour fièvre, diarrhée ou toux dans l'ensemble des SSC en 2012. A partir de cette nouvelle liste, au moins deux mères étaient choisies par SSC en fonction de leur accessibilité et de leur disponibilité pour l'entrevue. De manière délibérée, 50 mères ont été retenues en tant qu'informatrices clés dans les 15 aires de santé de la ZS de Kabare. L'entrevue était conduite à l'aide d'un questionnaire ouvert, portant sur la connaissance des rôles des SSC et des tâches des RECOSITE, les causes de recours aux SSC, la participation aux activités organisées par les RECOSITE et les propositions d'amélioration du fonctionnement des SSC. Les informations issues des entrevues ont été encodées dans un fichier Excel avant leur analyse.

3.4 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Le protocole d'étude a été présenté et approuvé à deux niveaux, d'abord à l'ECZS de Kabare et ensuite au bureau d'étude et de planification de la division provinciale de la santé du Sud- Kivu. Le consentement verbal éclairé des personnes interrogées a été systématiquement obtenu.

4 RESULTATS

4.1 ÉTAPES DE LA MISE EN PLACE DES SITES DES SOINS COMMUNAUTAIRES DANS LA ZS DE KABARE

4.1.1 SITUATION DE DÉPART

Le personnel de l'International Rescue Committee (IRC) a encadré techniquement l'équipe cadre de la zone de Santé (ECZS) de Kabare durant le processus de l'implantation des SSC pour la PCC, de 2007 à 2012. Au 31 décembre 2007, il existe dans la ZS 570 relais communautaires (RECO) en soutien aux activités des soins de santé primaires. Les nombres des nouveaux cas de paludisme, pneumonie et maladies diarrhéiques sont respectivement de 1268, 3528, 8759 en 2007 chez les enfants de moins de 5 ans dans la ZS de Kabare.

4.1.2 PRÉPARATION DE L'IMPLANTATION

Une réunion d'orientation de l'ECZ, des IT et des présidents des comités de développement des aires de santé a eu lieu (11 avril 2007). Elle a déclenché l'élaboration des cartographies des aires de santé par les équipes des centres de santé (12 avril au 25 juin 2007) et leur présentation par les IT (26 au 29 juin 2007) à la réunion de validation au bureau central de la zone de santé (BCZ). Au total 78 SSC ont été proposés. Les membres du BCZ ont ensuite visité les SSC proposés (juillet à septembre 2007). Seulement 33 SSC ont été validés à l'issue des visites, sur base de deux critères : la densité démographique et la difficulté d'accès aux soins dans les centres de santé respectifs. Les leaders et les populations des villages des sites validés ont été sensibilisés. Des élections organisées ont donné lieu à une équipe de 66 RECOSITE dans la ZS de Kabare dont 34 femmes, soit 52 %.

4.1.3 IMPLANTATION PROGRESSIVE DES SSC

Les formateurs de la ZS au nombre de 9 ont été formé sur les SSC (29 novembre au 1er décembre 2007). La formation de 30 encadreurs de sites (2 au 3 décembre 2007) a été suivie de celle des 66 RECOSITE (4 au 8 décembre 2007). Une réunion d'orientation des membres des 33 COGESITE et des leaders locaux a été organisée (9 décembre 2007). Outre les médicaments essentiels, des intrants pour le démarrage de 33 SSC ont livrés aux centres de santé par IRC (31 janvier 2008). Ces intrants sont : 170 minuteurs, 33 balances Salter, 33 registres de supervision (A4), 33 registres de consultations au site (A4), 33 registres de réunions mensuelles des Comités de gestion des sites (A4), 33 Registres d'Utilisation des Médicaments Essentiels et des Recettes (RUMER) , 33 cahiers de dettes au site, 33 armoires de sites avec fermetures à clé, 33 carnets de commande, 33 lampes torches, 33 paires de piles GF, 66 signes distinctifs de RECOSITES (Badges), 33 bidons de 20 litres pour eau potable, 66 gobelets métalliques pour 1ère prise de médicaments, 66 cuillères à soupe, 66 cuillères à café, 2000 fiches individuelles de prise en charge, 792 fiches de rapport du site, 1650 fiches de suivi-supervision, 1980 bons de référence, 33 fiches de consultation préscolaire plastifiées pour l'interprétation du poids et 33 classeurs des fiches et rapports.

La cérémonie de l'installation officielle des RECOSITE est intervenue par site (entre le 5 janvier et le 15 juillet 2008). Le calendrier pour le suivi post-formation et la supervision des sites a été élaboré. Après installation de trois premiers sites

(Cisirwe à Mushweshwe, Ngakwa et Kashugushugu à Ludaha), une grande hésitation de l'ECZS à poursuivre l'installation d'autres SSC a été observée. La préférence d'installation progressive, afin d'identifier les problèmes des sites au vu du fonctionnement des premiers sites installés et le scepticisme sur la disponibilité permanente de médicaments et sur la capacité de supervision d'un nombre important des SSC, motivaient cette hésitation. L'accompagnement technique de l'ECZS par IRC a facilité la poursuite d'ouverture progressive d'autres SSC. Au 12 décembre 2012, 18 SSC étaient fonctionnels.

4.1.4 FONCTIONNEMENT DES SSC ET CONTRAINTES OBSERVEES

Les fréquentes réunions des comités de gestion (8 réunions par mois en 2012) et supervisions (12 supervisions par mois en 2012) des SSC ont assuré l'accompagnement de leur fonctionnement.

L'étude a identifié deux contraintes :

D'abord l'insuffisance des armoires ; une seule armoire des médicaments et intrants décrits plus haut était en effet fournie par SSC, pour les deux RECOSITE. Le relais qui ne disposait pas d'armoire chez lui semblait moins actif et moins motivé, devant se déplacer pour accéder aux médicaments et autres intrants. Le travail dans le village où l'armoire du SSC était installée a été privilégié.

Ensuite, l'abandon des RECOSITES dans certains SSC. En effet, un SSC à Lulamboluli, installé officiellement à Mulengeza, n'a pas fonctionné car les deux RECOSITES n'ont pas été à la hauteur des tâches, jugées par eux exigeantes. Pour pallier à ce disfonctionnement, un autre SSC a été installé en mars 2009 dans la même aire de santé, dans un village avoisinant (Mugurhu). De même, le SSC de Cisirwe dans l'aire de santé de Mushweshwe a été fermé en novembre 2011 à la suite du départ de deux RECOSITE qui s'étaient brusquement orientés vers des professions mieux rémunérées, les obligeant à déménager loin de la ZS de Kabare.

4.2 UTILISATION DES SSC PAR LES MOINS DE 5 ANS DANS LA ZS DE KABARE ENTRE 2007 ET 2012

Les nombres de nouveaux cas du paludisme, de pneumonie et de diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans sont passés respectivement de 1268, 3528, 8759 en 2007, à 908,950 et 3740 en 2012. Les tendances sont représentées par la figure 2.

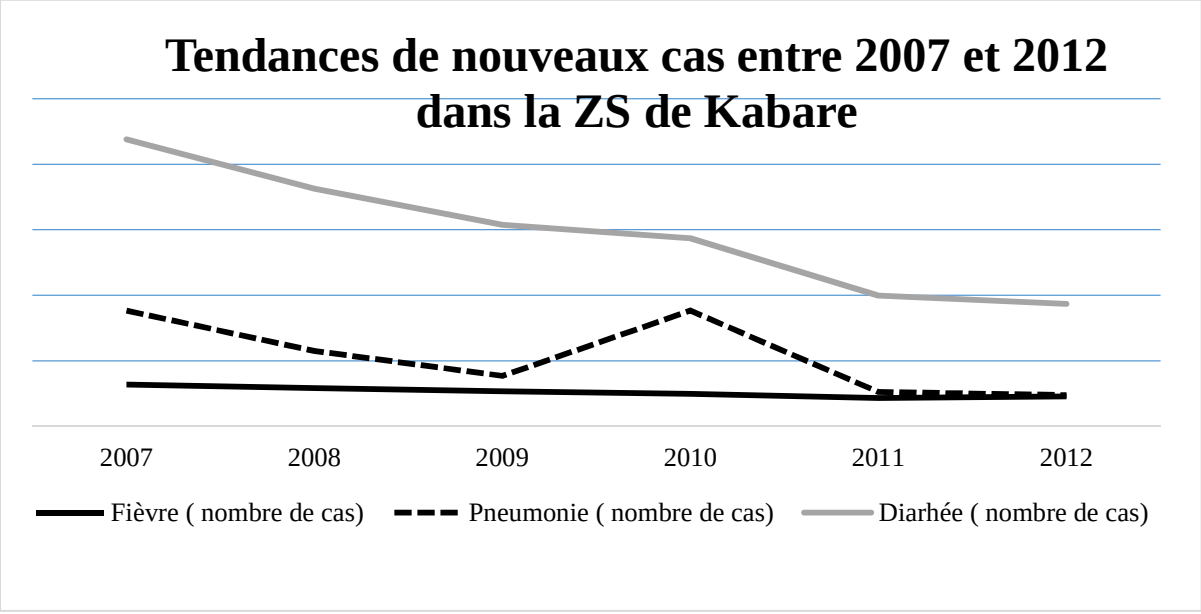


Figure 2. Évolution de nouveaux cas de paludisme, de pneumonie et de diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans dans la ZS de Kabare entre 2007 et 2012

4.3 PERCEPTION DES MERES SUR LES SSC A KABARE ET PROPOSITIONS D'AMELIORATION

L'administration des soins apportés à la population en cas de maladie à tout moment, y compris la nuit ou durant le travail d'accouchement, constitue le rôle des SSC le plus cité par les mères interrogées (n=22), suivi de l'administration des

soins préventifs et promotionnels dont les CPN, CPS, PF, Hygiène, etc. (n=12), la sensibilisation pour le changement de comportement (n=8), la facilitation du transfert au centre de santé (n=5) et l'offre d'équipement et de matériel roulant à la communauté (n=1). La sensibilisation de la communauté (prévention et promotion de la santé en lien avec la consultation préscolaire, la consultation prénatale, l'hygiène, la consommation d'eau potable, l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticide ou la planification familiale) est la tâche des RECOSITE la plus citée par les mères interrogées (n=36), suivi de la vaccination des enfants (n=6), de l'administration des soins aux patients (n=2), de la réalisation des travaux communautaires (n=2), de la collecte d'information dans la communauté (n=1), du transport des médicaments (n=1), du plaidoyer en faveur de la population (n=1) et de l'orientation des patients vers le centre de santé (n=1). Le tableau 2 résume les suggestions proposées par les mères interrogées en vue d'améliorer le fonctionnement des SSC.

Tableau 2. Suggestions pour améliorer le travail des relais et des SSC

Actions	Fréquence de citation (n=50)
1. Multiplier les séances de CCC (y compris la sensibilisation porte à porte)	29
2. Renforcer les compétences des RECOSITE	17
3. Rendre disponible les médicaments et intrants des SSC	16
4. Augmenter le nombre des SSC – plus proches de la population	15
5. Motiver les RECOSITE (payer les relais correctement)	7
6. Impliquer les membres de la communauté aux initiatives locales	5
7. Doter les SSC d'une ambulance	4
8. Améliorer l'attitude des RECOSITE (simplicité, gentillesse, amour du travail)	3
9. Réduire les tarifs des soins dans les centres de santé	3
10. Réaliser le plaidoyer au profit de la population	3

5 DISCUSSION

5.1 LIMITES DE L'ÉTUDE

La présente étude ne permet pas d'analyser l'évolution de la morbidité ni de la mortalité de la population cible faute de données complètes. Certaines études cependant ont démontré le lien entre l'utilisation des services de PCC et la réduction de la morbidité [9, 18-21] . Aussi, des acteurs importants n'ont pas pu être interrogés lors de l'évaluation de l'implantation des SSC pour compléter les explications factuelles sur les éléments observés. C'est notamment les membres de l'ECZS, les IT et les RECOSITES.

L'étude soulève des points de discussion suivants :

- **Une phase d'implantation inachevée**

Des 78 SSC identifiées, 33 étaient choisies et seulement 18 SSC ont été implantées malgré l'approvisionnement du matériel et la formation des RECOSITES pour 33 SSC. La faible implantation des SSC est associée au départ de l'assistance technique de IRC, à la faible implication des autorités administratives et sanitaires, à l'affectation des matériels destinés aux SSC aux besoins des centres de santé et à la faible implication des IT dans les activités communautaires. Ces facteurs corroborent ceux observés dans d'autres études en lien avec les barrières à la PCC [12]

- **Une phase de fonctionnement avec des contraintes**

Deux contraintes auraient pu être prévenues. Premièrement des armoires pour la gestion des médicaments et d'autres intrants ont été insuffisantes par rapport au nombre des RECOSITE, obligeant ces derniers à parcourir une certaine distance pour accéder aux médicaments. Cette contrainte est d'ordre financière et hypothèque la pérennité des SSC. Ensuite, l'abandon de certains RECOSITE par inadaptation aux tâches (travail plus exigeant) ou pour la recherche d'un travail mieux rémunéré dans une zone très éloignée du SSC. La sélection des RECOSITE constitue ainsi un des facteurs clé du succès de l'intervention et devrait être priorisée. Des critères devraient être formalisées, incluant la représentativité des femmes, le niveau d'étude, le travail préalable en tant que bénévole ou les capacités à être formé [12]. Aussi, face au caractère bénévole du RECOSITE, des mesures efficaces pourraient être prises afin de maintenir la motivation initiale et la qualité des prestations des RECOSITES [19, 22]. Parmi ces mesures, les cadres de la ZS pourraient accompagner la communauté à identifier et à appliquer des incitants adaptés au contexte en vue de motiver les RECOSITE. Ces cadres soutiendraient également l'appropriation des interventions au niveau communautaire en aidant chaque RECOSITE à identifier et à former à son tour

son successeur [23], ce qui minimiserait les risques de fermeture d'un SSC en cas d'abandon, comme cela a été observé dans deux villages de la ZS de Kabare.

- **Une perception offrant plus de pouvoir aux RECOSITES qu'ils n'en ont en réalité**

L'étude note une attente démesurée de certaines mères face aux RECOSITES et aux SSC. L'administration des soins d'urgence ou l'offre d'équipement et de matériel roulant à la communauté ne constituent pas la mission des RECOSITES. Les urgences devront être orientées vers les centres de santé ou l'hôpital de référence selon le cas pour une meilleure prise en charge.

- **Une plus-value de la PCC par l'utilisation des SSC**

En considérant le point de départ, le résultat de la figure 3 montre un effet d'amélioration nette en ce qui concerne l'évolution de nouveaux cas de paludisme, de pneumonie et de diarrhée, pouvant être attribuée à une meilleure utilisation des SSC. Cela corrobore d'autres études conduites en Afrique [10, 18, 19, 22, 24]. Nous ne disposons cependant pas de preuves que l'amélioration observée est uniquement associée aux SSC même si les RECOSITE ont fortement sensibilisé les mères à l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticide, à l'hygiène des mains, à l'assainissement des milieux et à l'utilisation des services de santé , y compris les SSC. L'adhésion de la population au changement ou aux traitements proposés est capitale pour l'atteinte des résultats escomptés [25].

- **Une amélioration est encore possible au niveau de la PCC à Kabare**

Afin d'améliorer les rôles des SSC et le travail des RECOSITE, dix activités sont citées dont 4 plus importantes par ordre de fréquence de citation (voir tableau 2). D'abord la multiplication des séances de sensibilisation pour le changement de comportement avec passage porte à porte des RECOSITE. Des thèmes de sensibilisation sont variables et doivent répondre aux besoins réels de la population. Ensuite le renforcement des compétences des RECO, passant par leur formation continue et leur supervision [22, 26], y compris en technologie de communication [11, 19, 27].Le recours aux tablettes pour l'encodage des données, aux vélos et motos pour le transport, aux téléphones, révolutionnent la transmission de l'information et contribue efficacement à la prise en charge de la santé des communautés [28, 29]. L'approvisionnement permanent des SSC en médicaments et autres intrants constitue la 3ème activité. Cette activité nécessite des ressources additionnelles et régulières [30]. Le financement des services et des soins demeure un des goulots d'étranglement à l'accessibilité aux soins de santé de qualité dans les pays dits à faible revenu.

6 CONCLUSION

La présente étude évaluative a le mérite de démontrer que l'implantation de la PCC par le SSC améliore l'accès aux soins et in fine l'utilisation des services préventifs, curatifs et promotionnels de la ZS. L'étude démontre également le respect rigoureux des orientations du ministère de la santé lors de l'implantation des SSC et fait ressortir les limites de ces orientations face essentiellement à deux contraintes : l'abandon des RECOSITE avec comme conséquence la fermeture des SSC et ensuite le financement limité des SSC ne répondant pas à la totalité des besoins en intrants. L'étude identifie le RECOSITE en tant qu'acteur clé dans l'implantation des SSC et préconise de renforcer le mécanisme de son recrutement, de sa formation, de sa supervision, du maintien de sa motivation et de sa succession. Enfin, l'étude confirme les rôles des SSC et les tâches reconnues aux RECOSITE, sauf celles bureaucratiques dont la surveillance épidémiologique et la notification des maladies au niveau communautaire non identifiées par les mères interrogées. L'implantation d'un SSC nécessite un financement et une méthodologie éprouvée, à l'instar de celle définie par le ministère de la santé en RDC. La limite de cette méthodologie d'implantation est qu'elle n'anticipe pas les contraintes. L'étude propose des actions susceptibles d'améliorer le fonctionnement et la pérennité des SSC.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dr Mignon Bugandwa, Médecin chef de Zone de santé de Kabare et Monsieur Mugisho, superviseur de la zone de santé pour leur implication dans la collecte des informations.

REFERENCES

[1] O'Donnell, O., *Access to health care in developing countries: breaking down demand side barriers.* Cadernos de Saúde Pública, 2007. **23**(12): p. 2820-2834.

[2] Haddad, S., A. Nougtara, and V. Ridde, *Les inégalités d'accès aux services de santé et leurs déterminants au Burkina Faso.* Santé, société et solidarité, 2004. **3**(2): p. 199-210.

[3] Shaw, B., et al., *Access to integrated community case management of childhood illnesses services in rural Ethiopia: a qualitative study of the perspectives and experiences of caregivers.* Health policy and planning, 2015: p. czv115.

[4] OMS, *Statistiques sanitaires mondiales 2014.* Organisation mondiale de la santé, 2014.

[5] Strachan, C., et al., *Integrated community case management of malaria, pneumonia and diarrhoea across three african countries: a qualitative study exploring lessons learnt and implications for further scale up.* Journal of global health, 2014. **4**(2).

[6] MSP, *Rapport du Programme national de lutte contre les maladies diarrhéiques.* Ministère de la santé publique - RDC, 2010.

[7] MSP, *Plan national de développement sanitaire 2011-2015.* Ministère de la santé publique - RDC, 2010: p. 21-85.

[8] Marsh, D.R., et al., *Introduction to a special supplement: Evidence for the implementation, effects, and impact of the integrated community case management strategy to treat childhood infection.* The American journal of tropical medicine and hygiene, 2012. **87**(5 Suppl): p. 2-5.

[9] Mukanga, D., et al., *Integrated community case management of fever in children under five using rapid diagnostic tests and respiratory rate counting: a multi-country cluster randomized trial.* The American journal of tropical medicine and hygiene, 2012. **87**(5 Suppl): p. 21-29.

[10] Druetz, T., et al., *Utilization of community health workers for malaria treatment: results from a three-year panel study in the districts of Kaya and Zorgho, Burkina Faso.* Malaria journal, 2015. **14**(1): p. 71.

[11] Oliphant, N.P., et al., *Multi–country analysis of routine data from integrated community case management (iCCM) programs in sub–Saharan Africa.* Journal of global health, 2014. **4**(2).

[12] George, A., et al., *iCCM policy analysis: strategic contributions to understanding its character, design and scale up in sub-Saharan Africa.* Health policy and planning, 2015. **30**(suppl 2): p. ii3-ii11.

[13] Dunia, G.M., *[Implementation of community care sites in the Democratic Republic of Congo: consecration of a double standard in access to care].* Pan Afr Med J, 2013. **14**: p. 158.

[14] Prasad, B.M. and V. Muraleedharan, *Community health workers: a review of concepts, practice and policy concerns.* A review as part of ongoing research of International Consortium for Research on Equitable Health Systems (CREHS), 2007.

[15] RDCongo, *Guide de mise en oeuvre des sites des soins communautaires.* Ministère de la santé publique, 2007.

[16] Kabare, Z., *Rapport annuel 2010.* 2010.

[17] Blais, M. and S. Martineau, *L'analyse inductive générale: description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes.* Recherches qualitatives, 2006. **26**(2): p. 1-18.

[18] Miller, N.P., et al., *Integrated community case management of childhood illness in Ethiopia: Implementation strength and quality of care.* The American journal of tropical medicine and hygiene, 2014: p. 13-0751.

[19] Guenther, T., et al., *Routine monitoring systems for integrated community case management programs: Lessons from 18 countries in sub–Saharan Africa.* Journal of global health, 2014. **4**(2).

[20] Schneider, H., H. Hlophe, and D. van Rensburg, *Community health workers and the response to HIV/AIDS in South Africa: tensions and prospects.* Health policy and Planning, 2008. **23**(3): p. 179-187.

[21] Heggenhougen, K., et al., *Community health workers: the Tanzanian experience*. 1987: Oxford University Press.

[22] Laínez, Y.B., et al., *Insights from community case management data in six sub-Saharan African countries.* The American journal of tropical medicine and hygiene, 2012. **87**(5 Suppl): p. 144-150.

[23] Strachan, D.L., et al., *Interventions to improve motivation and retention of community health workers delivering integrated community case management (iCCM): stakeholder perceptions and priorities.* The American journal of tropical medicine and hygiene, 2012. **87**(5 Suppl): p. 111-119.

[24] Mugeni, C., et al., *Nationwide implementation of integrated community case management of childhood illness in Rwanda.* Global Health: Science and Practice, 2014. **2**(3): p. 328-341.

[25] Gerstl, S., et al., *High adherence to malaria treatment: promising results of an adherence study in South Kivu, Democratic Republic of the Congo.* Malaria journal, 2015. **14**(1): p. 414.

[26] Ameha, A., et al., *Effectiveness of supportive supervision on the consistency of integrated community case management skills of the Health Extension Workers in 113 districts of Ethiopia.* Ethiop Med J, 2014. **52**: p. 65-71.

[27] Haq, Z. and A. Hafeez, *Knowledge and communication needs assessment of community health workers in a developing country: a qualitative study.* Human resources for health, 2009. **7**(1): p. 59.

[28] Braun, R., et al., *Community health workers and mobile technology: a systematic review of the literature.* 2013.
[29] Källander, K., et al., *Mobile health (mHealth) approaches and lessons for increased performance and retention of community health workers in low-and middle-income countries: a review.* Journal of medical Internet research, 2013. **15**(1).
[30] Manongi, R.N., T.C. Marchant, and I.C. Bygbjerg, *Improving motivation among primary health care workers in Tanzania: a health worker perspective.* Human resources for health, 2006. **4**(1): p. 6.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 52-78
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

L'apiculture au Maroc: focus sur la production de miel

[Beekeeping in Morocco: focus on honey production]

Abdelkarim Moujanni[1], Abdel Khalid Essamadi[2], and Anass Terrab[3]

[1]Département d'Agroalimentaire et de Biologie Appliquée
Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1er, Settat, Morocco

[2]Laboratoire de Biochimie et Neurosciences, Equipe de Biochimie et Toxicologie Appliquées,
Faculté des Sciences et Techniques, Université Hassan 1er, Settat, Morocco

[3]Département de Biologie Végétale et d'Ecologie,
Université de Sevilla, Apoo. 1095, 41080-Sevilla, Spain

Copyright © 2017 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: Beekeeping is an agricultural sector that has a special character in Morocco. It is virtually present in different regions. The apiarian potentialities in Morocco are important and remain under exploited. Honey production is stagnating because of many difficulties concerning repopulating colonies despite governmental efforts to modernize the sector. This review is to present a synthesis about the sector of beekeeping and honey production in Morocco. It will allow describing the situations, to understand the challenges faced by the Moroccan beekeeping by focusing on: bee farming, honey production, professional organization, marketing and regulatory issues. The main issues of this sector is the preservation of the Saharan yellow bee, increasing honey production and productivity of the hives, the application of good hygiene practices, enhancing honey quality, regulatory revision, adjusting the current model of professional organization, structuring of honey marketing channels and finally conclude with recommendations and prospects.

KEYWORDS: Beekeeping, Honeys, Morocco, Review, Challenges, Perspectives.

RESUME: L'apiculture est une filière agricole qui a un caractère spécial au Maroc. Elle est pratiquement présente dans les différentes régions du Royaume. Les potentialités apicoles au Maroc sont importantes et pourtant, aujourd'hui, la filière apicole reste sous exploitée avec une production de miel qui stagne à cause de beaucoup de difficultés à repeupler les colonies malgré les efforts de l'Etat en vue de la modernisation de la filière apicole. L'objectif de ce travail de revue et de synthèse est de faire un état des lieux de la filière apicole, en l'occurrence la production du miel en nous appuyant sur le peu de données bibliographiques disponibles. Cet article permettra de mieux appréhender les enjeux auxquelles fait face la filière apicole marocaine. Il sera focalisé sur : l'élevage apicole, la production de miel, l'organisation professionnelle, la commercialisation et aux aspects réglementaires. Les principaux enjeux de cette filière sont la préservation de la race l'abeille jaune saharienne, l'augmentation de la production du miel et de la productivité des ruches, l'application des bonnes pratiques sanitaires apicoles, le renforcement de la qualité du miel, la révision du cadre réglementaire, l'ajustement du modèle d'organisation professionnelle actuelle et la structuration des circuits de commercialisation du miel. Enfin, une perspective a été tracée.

MOTS-CLEFS: Apiculture, Miels, Maroc, Etat des lieux, Enjeux, Perspectives.

Corresponding Author: Abdelkarim Moujanni

1 INTRODUCTION

L'apiculture est une production alimentaire ubiquiste et très ancienne. Les exemples des cueilleurs de miel, que l'on retrouve en Afrique, en Asie, en Amérique et, dans une moindre mesure, en Europe, sont le signe d'une grande ancienneté des usages humains du miel ([1] , [2] , [3]).

En raison de sa diversité floristique, faunistique et paysagère importante, le Maroc est dotée d'un potentiel apicole important et unique lui conférant une grande originalité qui en fait l'une des régions les plus intéressantes sur le plan biologique et biogéographique [4].

L'apiculture au Maroc est principalement une activité de production de miel où se côtoient méthodes modernes et artisanales avec une estimation de la production annuelle de miel d'environ 2500 à 3500 tonnes [5]. Le département de l'Agriculture, qui déploie des efforts importants pour moderniser la filière et venir en aide aux apiculteurs, estime que la production pourrait atteindre 16.000 tonnes à l'horizon 2020 [5]. Pour se faire, l'apiculture marocaine est soutenu activement par le Gouvernement à travers le Plan Maroc Vert (PMV), elle gagne le respect et le soutient des marocains à travers celui qu'ils ont envers l'abeille. Par ailleurs, le Coran et la culture marocaine réservent une place importante voire sacré aux abeilles et aux bienfaits du miel [6].

La production du miel au Maroc joue un rôle socio-économique important comme moyen de lutte contre la pauvreté et source d'approvisionnement du marché domestique. Sur le plan écologique, l'abeille est décisive voire vitale au niveau de la pollinisation des espèces végétales, ce qui permet d'assurer la diversité biologique et la pérennité des espèces végétales [7]. Par ailleurs, la production en question se caractérise par quelques miels aux propriétés biologiques, palynologiques et physico-chimiques uniques et particulières ce qui le qualifie d'être utilisé, outre comme un sucre alimentaire naturel, un facteur préventif voire un remède sanitaire [8].

S'intéressant à ce sujet, Il s'est avéré difficile de trouver des données et des statistiques sur l'apiculture marocaine pour mener une analyse approfondie. Les données sont éparpillées, insuffisantes voire absentes pour certaines périodes. En outre, les publications scientifiques concernant l'apiculture au Maroc sont peu nombreux et quand elles sont trouvables, elles sont soit anciennes [9] soit limitées à une région ([10], [11]). Mais, c'est justement cette contrainte qui a motivé la conduite de ce travail. En effet, cette revue présente une synthèse aussi complète qu'actualisée sur l'apiculture marocaine. Aussi, étant donné que le contrat programme national « 2011-2020 » de la filière apicole du Maroc est à mi-parcours, à l'issue de ce travail, sa substance pourrait contribuer à faciliter l'axée aux données pertinentes et actualisées sur l'apiculture marocaine, de mesurer les évolutions favorables ou défavorables qui ont marqué ce secteur ces vingt dernières années et enfin de proposer des recommandations et des perspectives.

2 ELEVAGE APICOLE AU MAROC

2.1 LES ABEILLES DU MAROC

Au Maroc, trois races d'abeilles prédominent : deux noires *«Apis mellifica intermissa dite tellienne & Apis mellifica major »* ([12], [13]) et une jaune d'or *« Apis mellifica sahariensis »* ([14], [15]). La répartition géographique de ces races est montrée dans la *Figure 1 et le Tableau 1.* Les deux races «d'abeille noire» représentent plus des 2/3 des colonies marocaines avec une prédominance importante de la tellienne. Elles sont caractérisées par leur tendance à l'essaimage, leur agressivité naturelle et une faible productivité observée notamment ces dernières années, en raison de l'insuffisance de travail de sélection. Ceci a entraîné le phénomène de «l'effet de régression » ([16], [17]). La race de couleur jaune d'or, localisée dans les régions subsahariennes, notamment dans les oasis sahariens marocains, se caractérise par sa douceur et sa parfaite adaptation aux conditions dures et chaudes de ces régions arides. Elle est la seule race capable de valoriser le potentiel mellifère de ces régions et de produire avec des performances respectables des quantités satisfaisantes de miel ([16], [18], [19]). L'existence de cette abeille au Maroc, s'explique facilement par son isolement géographique lequel a favorisé sa spéciation en la séparant des autres sous-espèces d'abeilles, Haut Atlas et Anti Atlas, la séparant des abeilles situées plus au nord et à l'ouest comme la « tellienne » et la « major » et le Sahara la séparant des abeilles tropicales africaines [20]

Toutefois, cette race semble être est en voie de disparition car elle est soumise à des contraintes naturelles qui la menacent (sécheresse, traitement antiacridien et baisse du nombre de colonies…). Le Ministère de l'Agriculture a d'ailleurs inscrit la sauvegarde de cette abeille parmi ses priorités pour la filière [21]

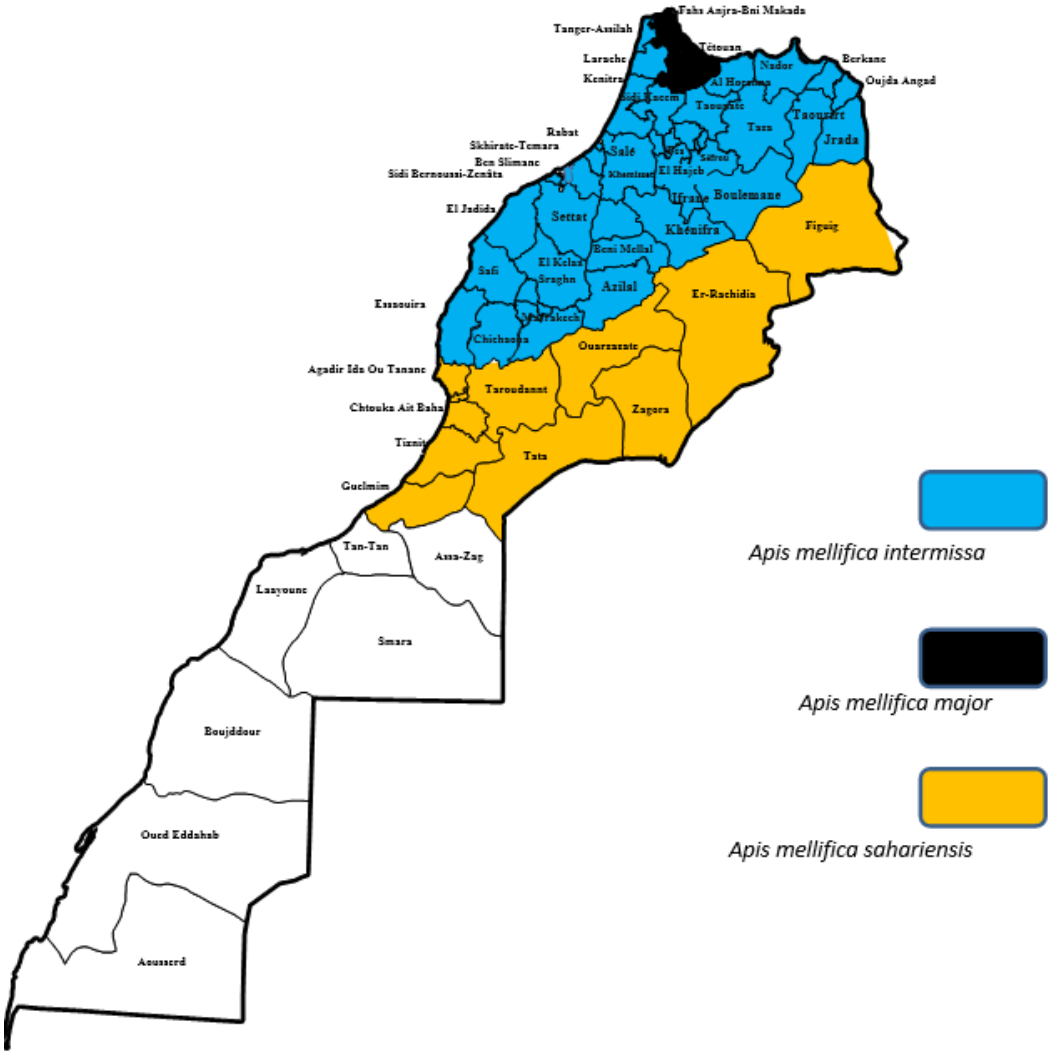


Fig.1. Répartition des races d'abeilles au Maroc. ([14] [18] [19] [22] [31])

Par ailleurs, et suite au manque d'organisation des transhumances, de délimitation des berceaux de race et de conscience des apiculteurs, il y a lieu de noter que les races d'abeilles au Maroc sont dans un stade d'hybridation avancé se traduisant par l'annihilation des effets de la longue sélection naturelle et par conséquent la disparition progressive des races pures et la chute des rendements des ruches ([19], [21], [22]). Ainsi, il s'avère primordial d'entreprendre le contrôle de la pureté raciale des populations apiaires associé à la protection de leur environnement [21].

Tableau 1. Race d'Apis mellifera au Maroc [21b].

Race d'Abeille au Maroc	Distribution géographique	Principales caractéristiques anatomiques	Longueur du proboscis (mm)	**Tempérament** **Agressivité** **Essaimage** **Commentaires**
Apis mellifera intermissa *(Abeille Tellienne) [12], [13] & [19].*	*Nord Afrique (Du Maroc à la Libye) Nord du Maroc*	*Corps long, pigment foncé poils clairsemés*	*6,4*	Fort Forte Essaimage de reproduction avéré Fuite potentiel
Apis mellifera major *[13] & [19]*	*Depuis les montagnes du Rif au nord-ouest du Maroc*	*Corps long, large et sombre avec des marques jaunes*	*7,0*	Moyen -- -- Biologie peu connu. Cette abeille peut être une variété en marron de *l'Apis mellifera intermissa* mais il y a aussi des différences anatomiques.
Apis mellifera sahariensis *[14], [15], [16] & [19]*	*Dans les oasis du Maroc, près de l'extrémité nord du Sahara*	*Les abeilles sont de taille moyenne, corps mince et jaune.*	*6,3*	*Fort* -- -- *Bien adapté aux conditions de son environnement*

2.2 MODES D'ELEVAGE APICOLE AU MAROC

Le mode d'élevage apicole au Maroc est classé globalement en deux types : traditionnel et moderne [5]. L'élevage traditionnel se définit par le recours à un corpus de savoirs et techniques transmis et complété depuis des générations au sein d'un ensemble social et culturel particulier. Il se différencie de l'élevage moderne qui obéit à un seul et même protocole technique standardisé aux normes imposées pour la commercialisation des produits sur le marché national ou international [23].

Les ruches marocaines dites traditionnelles sont des ruches de type horizontal, elles sont fabriquées, selon les régions, à partir du matériel local disponible : ruches en poterie, ruches en bois ; ruches en roseaux, ruches en chaîne liège. Leur confection est manuelle et leur dimension est variable d'un apiculteur à l'autre ([22], [24], [25], [26]). Ce type d'apiculture traditionnelle vise principalement la satisfaction des besoins familiaux d'autoconsommation.

Quant aux ruches modernes, elles sont majoritairement de type «Langstroth type 10 cadres » avec quelques adeptes du type « Dadant type 10 cadres » ([22], [26]).

Avant 2010, l'apiculture marocaine était marquée par la prédominance du secteur traditionnel qui représentait près de 70% de la filière et le reste pour le secteur moderne. Le nombre de ruches traditionnelles a augmenté de 30% sur la période 1989-2004, tandis que les ruches modernes, sur la même période, ont progressé d'environ 10%. Cependant, à partir de 2005 on a assisté à un déclin de ce type de ruche au profit des ruches modernes. Ces dernières ont évoluées de presque quatre fois de 2005 à 2013 [*Figure 2*]. Quant au nombre d'apiculteurs, le constat est encore plus flagrant. En effet, ceux exerçant dans la branche traditionnelle sont restées presque stable de 1889 à 2013 tandis que ceux de la branche moderne ont été multipliés par 30 (de 1.000 à 30.000) *[Tableau 3].* En 2013, ce sont 3500 tonnes de miel qui ont été produites contre 1000 pour l'apiculture traditionnelle [27] *[Tableau 3].*

Aujourd'hui, sur les plus de 54.000 apiculteurs marocains, la branche moderne est en train de surpasser celle traditionnelle et la production se trouve dominée par le secteur moderne [27].

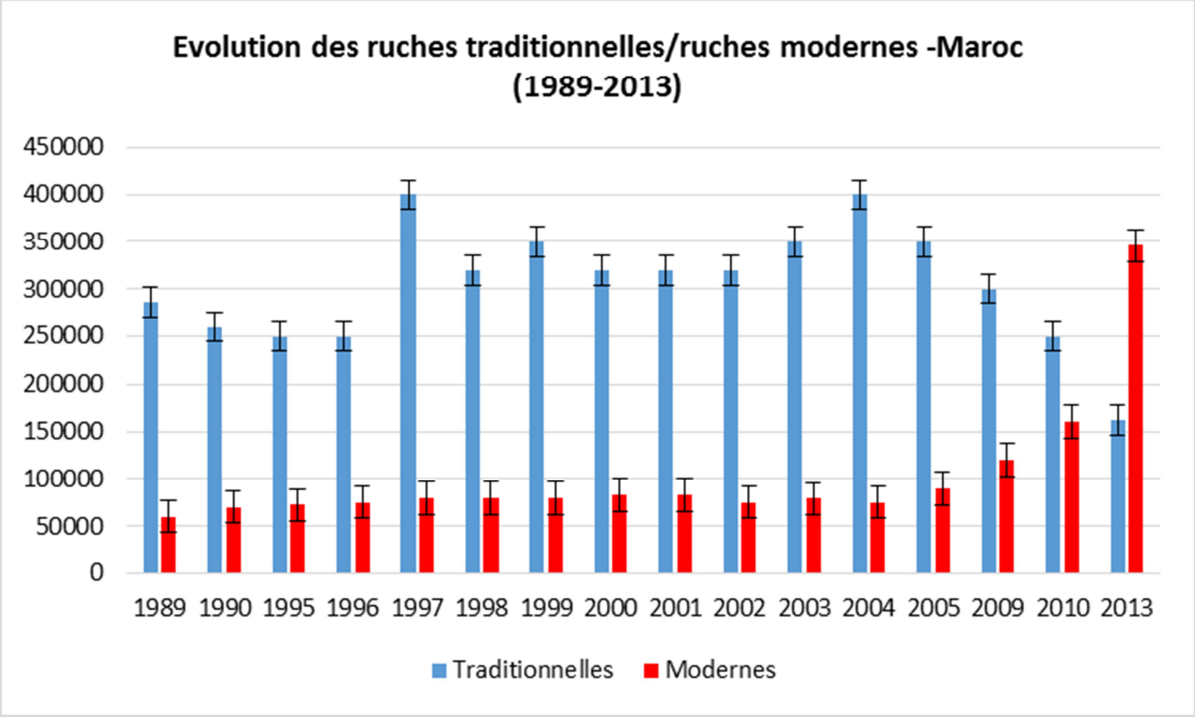


Fig.2. Evolution des ruches traditionnelles par rapport aux ruches modernes au Maroc. (Période 1989-2013) ([27], [28], [29], [30], [31], [32]).

Ce changement de tendance s'explique par l'effet du levier du Plan Maroc Vert (PMV) et de l'Initiative Nationale du Développement Humain (INDH) qui ont contribué à la modernisation de la filière et le développement du secteur moderne. Dans ce sens des aides financières sont octroyées aux coopératives apicoles en tant que groupement d'apiculteurs dans le cadre de l'amélioration génétique du cheptel selon la ruchette de reines d'abeilles reproductrices sélectionnées, ou lors de l'acquisition de matériels d'élevage et de production [33]. De plus dans plusieurs régions du Royaume, dans le cadre de divers programmes ou projets portés par des agences nationales ou régionales, des apiculteurs membres des coopératives ont aussi bénéficié de la distribution des ruches modernes peuplées, du matériel technique apicole [34]. Ainsi, les effectifs des ruches sont estimés en 2013 à plus de 500.000 ruches et environ 54.000 apiculteurs [27].

Sur le plan de l'évolution des indicateurs de performance de l'apiculture marocaine, la ***Figure 3*** fait ressortir une tendance légèrement haussière, durant la période 1989-2013, du nombre d'apiculteurs, alors que le nombre de ruche connaît une linéature plus au moins stable (aux alentours de 400.000 ruches) de 1997 à 2013. La production de miel, par contre, a connu des fluctuations entre hausse, stagnation et baisse durant les dernières quinze années **[*Figure 3*]**. En tous les cas, l'évolution des indicateurs de performance de la filière apicole marocaine reste en deçà des attentes des acteurs institutionnels et professionnels de cette filière [35].

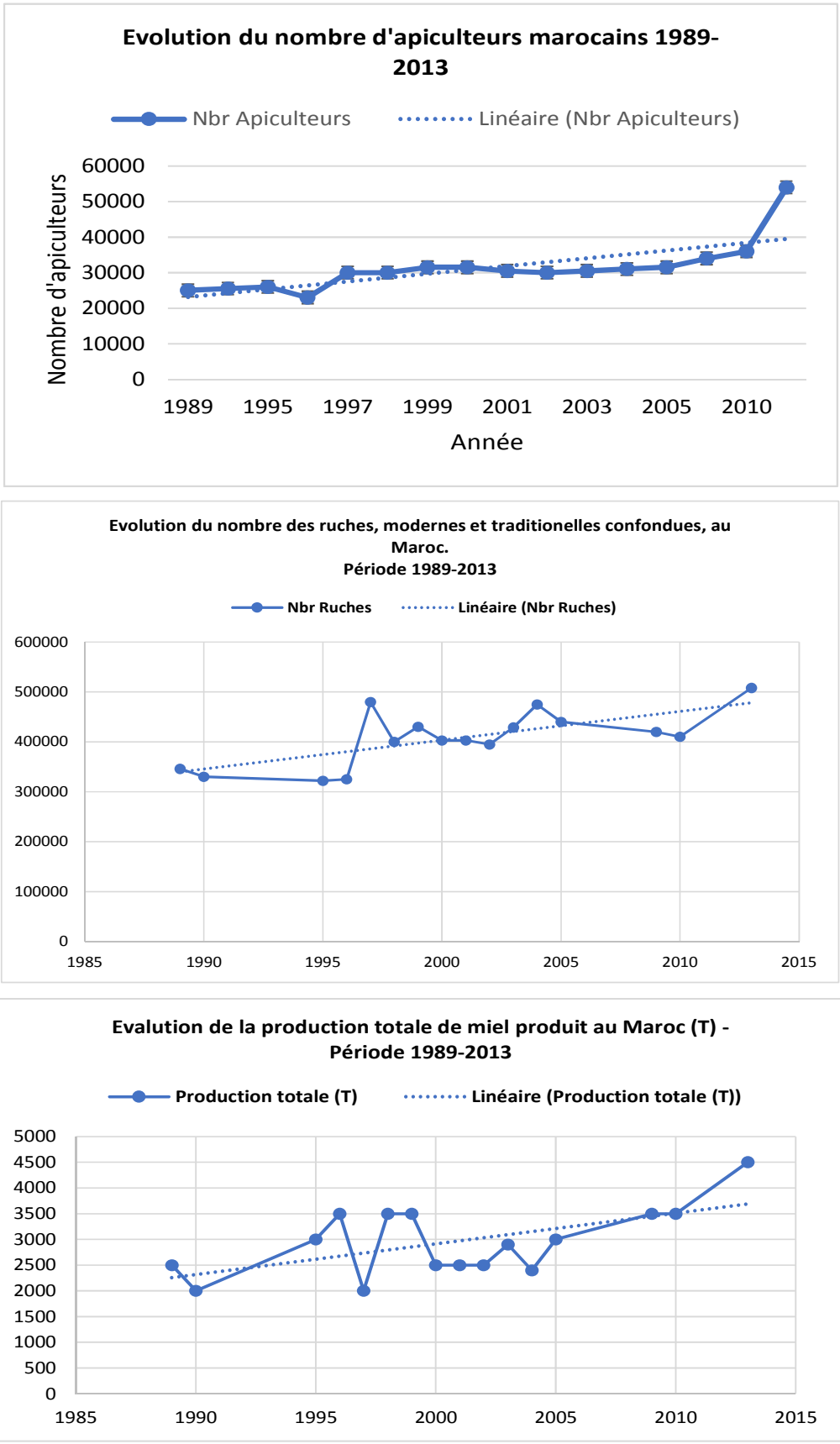


Fig.3. Evolution du nombre d'apiculteurs, de ruches totales, de ruches traditionnelles et de ruches modernes au Maroc (Période de 1989 à 2013) ([27], [28], [29], [30], [31], [32]).

Par ailleurs, bien que les deux modes de production (traditionnel et moderne) soient la base de la gestion de la filière apicole, cette dichotomie reste relative et peut être déclinée d'avantage en deux sous-types : l'apiculteur traditionnel peut être un api-collecteur ou un agri-apiculteur alors que celui moderne peut être un apiculteur intéressé, professionnel [26] ou transformateur [36]. Cet approfondissement typologique pourrait être utile pour préciser les différents statuts de producteurs de miel au Maroc, coordonner d'avantage leur représentation et mieux affiner les stratégies gouvernementales.

2.3 RESSOURCES MELLIFÈRES AU MAROC

Le Maroc, pays méditerranéen du nord de l'Afrique, est classé deuxième mondial en terme de biodiversité des plantes et compte une flore très riche d'environs 7000 espèces végétales dont plus de 4500 plantes vasculaires phanérogames, réparties en 940 genres et 135 familles caractéristiques du bassin méditerrané, des montagnes de l'Atlas, des plaines du Gharb et du Sahara marocain ([37], [38]). Sur le plan territoriale, le Maroc compte des forêts d'Eucalyptus (environ 220.000 Ha), des vergers d'agrumes et de rosacées (environ 74.000 Ha), des cultures fourragères (environ 18.000 Ha), des cultures industrielles (coton, tournesol, colza…), des plantes naturelles de montagne (Thym, Euphorbe, Romarin, Lavande, Armoise…) et des plantes spontanées du sous-bois (environ 5 millions d'Ha) [20].

Outre ces ressources mellifères extraordinaires, le Maroc occupe une place privilégiée parmi les pays méditerranéens avec un savoir-faire traditionnel de production de miel authentique à base de plantes médicinales [39].

Aussi, la *Figure 4* ci-dessous présente les principales plantes mellifères selon les principales zones de production de miel au Maroc. Les périodes de floraison sont variables et s'étalent sur toute l'année [*Figure 5*], ce qui constitue un facteur stimulant pour le développement de l'activité apicole dans les grandes zones bioclimatiques marocaines.

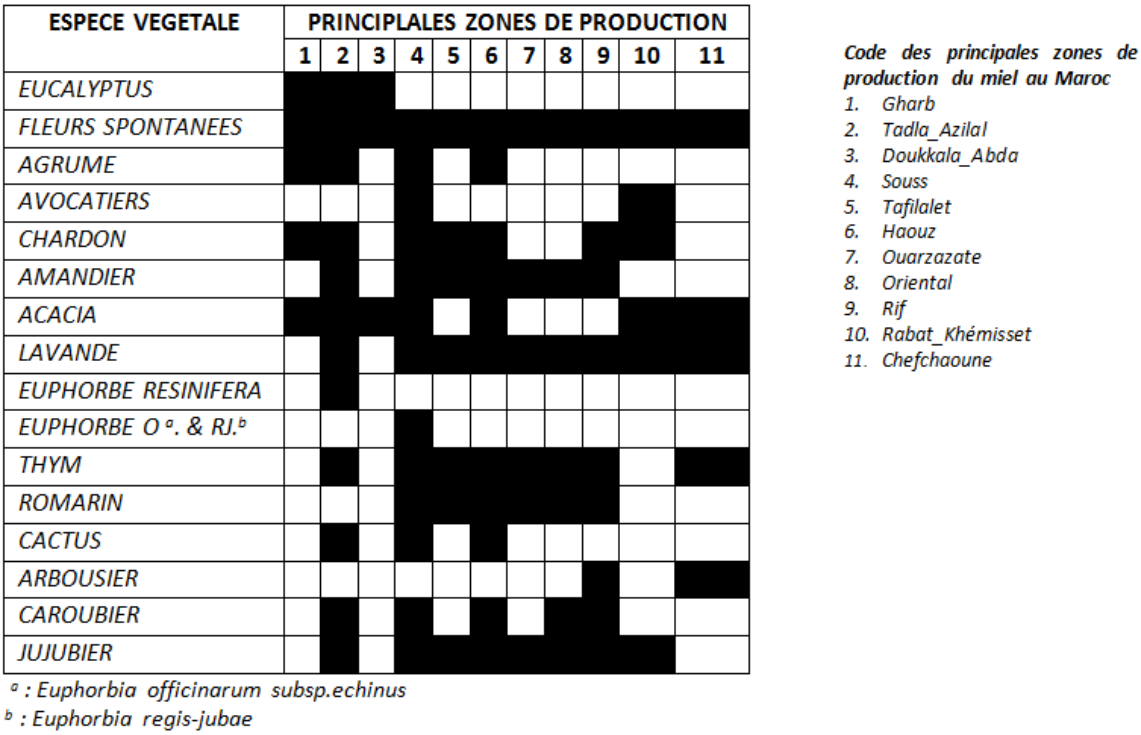


Fig. 4. Principales plantes mellifères au Maroc et leur zone de production ([22], [32], [40])

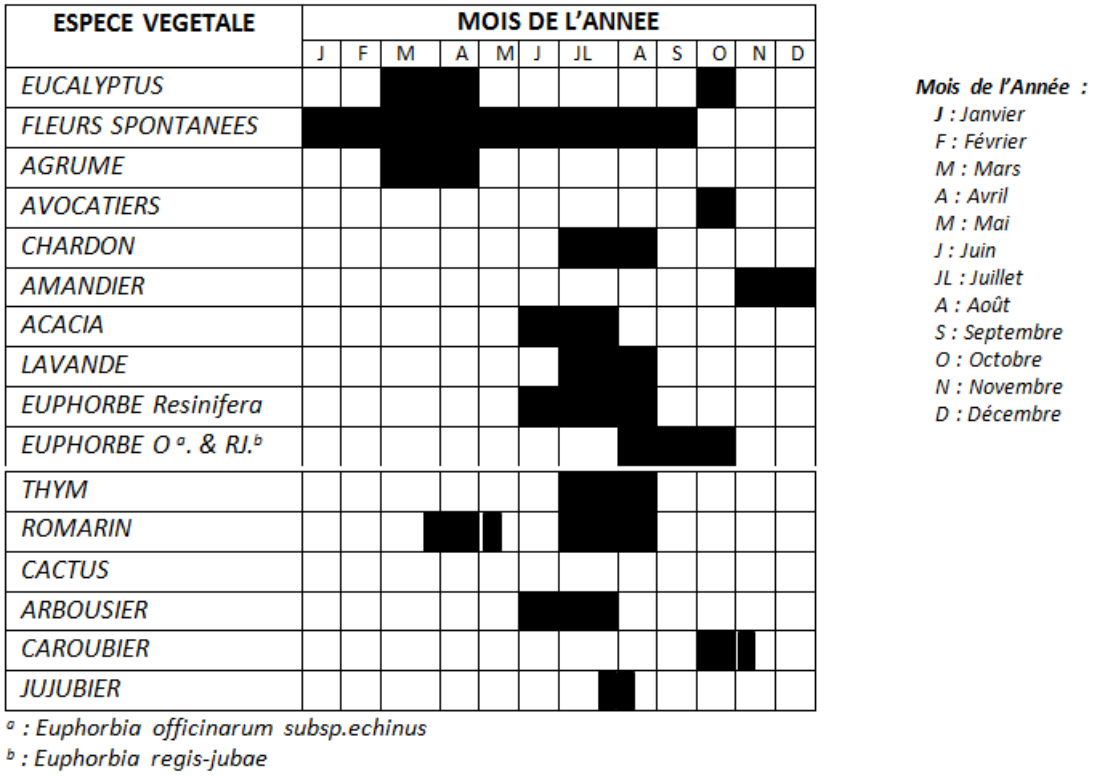


Fig. 5. La répartition dans le temps de la floraison des principales plantes mellifères au Maroc. ([22], [23], [32], [40])

Les *Figures 4 et 5* confirment la disponibilité d'une flore mellifère durant toutes les périodes de l'année et dans plusieurs régions du Maroc. Ces potentialités encouragent la transhumance apicole.

2.4 APICULTURE PASTORALE AU MAROC

Le rayon de récolte des abeilles (2 à 3 kilomètres) limite la production d'un rucher fixe. L'apiculture pastorale est une solution efficace pour augmenter sensiblement de rayon, elle vise le déplacement nocturnes des ruches de site en site, de 50 à 500 km, au gré des miellées ([41], [32]). L'apiculteur moderne, à l'inverse de celui traditionnel sédentaire par essence, essai de suivre les variations de floraisons liées à l'altitude et aux saisons, en commençant par les plaines et vallées bien exposées de Mars à Mai, en rejoignant les floraisons plus tardives de montagne de juin à septembre et enfin faire un retour en plaine pour l'hivernage.

Le schéma de transhumance le plus pratiqué par les apiculteurs marocains se dessine en quatre grands déplacements. Le premier, en printemps (Mars et Avril), cible les cultures d'agrumes dans les régions du Gharb, Berkane, Tadla, Haouz et Souss. Le deuxième déplacement vise les forêts d'Eucalyptus (principalement l'espèce *E. Camaldulensis*), de Mars à Mai, essentiellement dans la région du Gharb. La troisième transhumance se fait sur les Euphorbes résinifères dans la région de Béni Mellal et d'Azilal pendant le mois de Juin et juillet. Enfin, le dernier déplacement, du mois d'Août à septembre, concerne la région du Souss-Massa pour s'installer dans les zones de peuplement de *l'Euphorbia officinarum* subsp. *echinus* et l'*Euphorbia regis-jubae* ([42], [22]).

L'apiculture pastorale est une pratique qui mérite de se développer au Maroc. En effet, ce type d'apiculture suppose l'exploitation rationnelle de la floraison grâce au transport de ruches dans les régions particulièrement mellifères. Toutefois, il faut noter que la réglementation marocaine ne prévoit pas l'obligation de déclaration, aux autorités compétentes territoriales et sanitaires, des déplacements des ruches d'une province à une autre. En outre, le législateur ne prévoit pas l'immatriculation des apiculteurs, ni de déclaration d'emplacement des ruches, ni encore de règles d'implantation des ruches. Néanmoins, l'occupation des zones forestières et des zones protégées nécessite une autorisation de l'administration des Eaux et Forêts.

3 ORGANISATION PROFESSIONNELLE APICOLE (OPAP) AU MAROC

Au Maroc, les coopératives totalisent 13.882 jusqu'à fin 2014 regroupant 461.878 coopérateurs [43]. Le nombre de coopératives actives dans le secteur agricole ne cesse d'augmenter et se compte à plus de 10.000 regroupant des centaines de milliers d'adhérents ([43], [44]). Le gouvernement marocain prévoit de créer 15.000 coopératives agricoles à l'horizon 2020, dans le but de faciliter l'insertion des petits agriculteurs, notamment les apiculteurs, dans le PMV. Cette stratégie implique d'autres départements ministériels en plus de l'Agriculture (Intérieur, Économie et Finances, etc.)

Aussi, les coopératives apicoles représentaient à la fin de l'année 2012, 10% de l'ensemble des coopératives agricoles, la cadence de leur création était ordinaire au départ. En effet, 64 nouvelles coopératives apicoles ont été enregistrées entre 2002 et 2004 (soit une moyenne annuelle de 32 coopératives). Entre 2004 et 2011, cette moyenne explosera puisque 674 coopératives ont été créées (soit une moyenne de 96 coopératives apicoles par an). Cet état des lieux s'explique par le lancement de l'I.N.D.H, ambitieux programme, lancé le 18 mai 2005 soucieux de la situation socioéconomique d'une partie de la population en situation précaire [45]. Cette augmentation va être soutenue par le PMV, sans omettre l'effort entreprit par les départements sectoriels concernés pour renforcer le secteur apicole Marocain.

La distinction des coopératives apicoles se fait remarquer à plusieurs égards tant l'importance des unités que des adhérents ou des capitaux. En 2000, le Maroc comptait 177 coopératives apicoles, en 2012 le nombre a atteint 1.129 avec 13.235 adhérents et 23.385.467 dirhams en capitaux. Le nombre de coopératives apicoles à la fin de l'année 2013 a atteint 1.508 unités soit une augmentation de plus de huit fois celles de l'année 2000 [*Figure 6*].

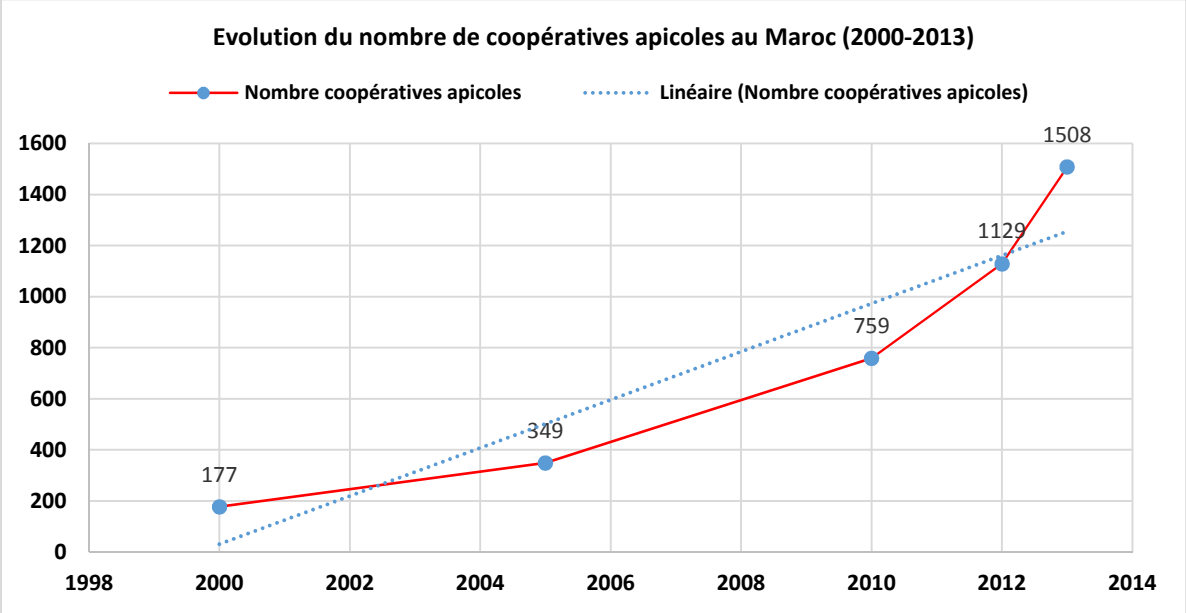


Fig. 6. Evolution du nombre de coopératives apicoles au Maroc. [43]

Concernant le volet territorial, l'analyse de la distribution des coopératives apicoles au niveau du Maroc fait ressortir à la fin de l'année 2013 deux régions, celle de Tanger –Tétouan et celle de Souss-Massa-Draa, qui s'accaparent 28,5 % des coopératives apicoles avec plus de 200 coopératives chacune, alors que les régions de Laâyoune-Boujdour–Sakia Al Hamra, Oued Eddahab –Lagouira et le Grand Casablanca abritent ensemble cinq Coopératives seulement [*Tableau 2*] [46]. Il est à noter que la région du Gharb Chrarda-Béni Hssen, qui a été depuis longtemps renommée zone apicole par excellence, se classe en quatrième place nationale avec 170 coopératives apicoles.

Le regroupement des coopératives en union est aussi un autre élément important à souligner. Le tableau 1 montre que cette nouvelle forme d'organisation a débuté en 2013 avec la création de 23 unions de coopératives dont la région du Souss-Massa-Draa est la première avec six organisations [46]. Cet élan prestigieux en organisation professionnelle s'explique par la maturité des coopératives apicoles marocaines qui désormais forment des groupements territoriaux régionaux à vocation de développement de l'apiculture de « terroirs » réputée par une forte valeur ajoutée.

Tableau 2. Evolution des coopératives apicoles au Maroc (2000-2013). [46]

Régions du Maroc	Nbre coopératives apicoles (Au 31/12/2013)				Nbre Union [a]
Année	2000	2005	2010	2013	2013
Tanger-Tétouan	12	27	143	218	4
Souss-Massa-Draa	25	43	89	214	6
Taza-Al-Hoceima-Taounate	16	54	118	182	2
Gharb-Chrarda-Béni Hssen	22	33	60	170	2
Marrakech-Tansift-Al Haouz	6	19	35	106	1
Rabat-Salé-Zemmour-Zaër	28	40	50	105	2
Meknès-Tafilalet	18	24	44	90	0
Oriental	25	49	75	98	0
Fés-Boulmane	8	21	49	102	1
Tadla-Azilal	9	14	34	82	1
Grand Casablanca	0	0	1	2	0
Chaouia-Ouardigha	4	5	0	22	1
Doukkala-Abda	1	10	20	44	1
Guelmim-Es Samara	3	10	40	70	2
Laayoune-Boujddour-Sakia Lhamra	0	0	0	2	0
Oued Eddahab-Lagouira	0	0	1	1	0
Maroc	**177**	**349**	**759**	**1508**	**23**

[a] *: Nombre d'union de coopérative qui est une forme plus intégrante que les coopératives.*

Cette organisation professionnelle en pyramide a aboutie, en 2011, à la création Fédération Interprofessionnelle Marocaine de l'Apiculture (FIMAP) [47]. Cette dernière, considérée actuellement comme le noyau de la profession, joue un rôle important dans le développement de la filière apicole, surtout qu'elle a conclu un contrat de partenariat avec le gouvernement du Maroc en avril 2011 [33].

Par ailleurs, Il faut noter qu'il existe aussi un Syndicat National des Apiculteurs du Maroc (SNAM) et une Union des Apiculteurs du Maroc (UAPIM) qui s'érigent en tant qu'association nationale représentant les apiculteurs marocains. En tous les cas, la profession apicole au Maroc, malgré les difficultés rencontrées, nécessite des efforts supplémentaires pour renforcer et améliorer davantage sa représentativité. La mise à niveau de la filière apicole doit être porté aussi bien par les pouvoirs publics que par les organisations professionnelles.

Sur le plan de la représentation des OPAP marocaines dans le tissu associatif mondial, l'interprofession apicole marocaine a été l'initiatrice de l'idée d'intégration des organisations professionnelles apicoles maghrébines. Ainsi, en 2012, les cinq pays du Maghreb ont acté la naissance de l'Union du Maghreb Arabe d'Apiculture (UMAAPI). En outre, l'Union des Apiculteurs au Maroc (UAPIM) s'est enregistré comme membre de l'association internationale des apiculteurs « Apimondia » [48] et la FIMAP, UAPIM, Association régional des apiculteurs de l'oriental, Coopérative Al Kahir, Association Apiculteurs de Tamezagh, Coopérative Agricole Chifae, Union des Coopératives et Associations Cercle Tétouan comme membre du réseau de la Fédération des apiculteurs de la Méditerranée [49].

L'on constate un grand dynamisme des OPAP marocaine impulsé par le PMV [50] et l'INDH [44]. Cette dynamique associative observée dans la filière apicole marocaine lui a permis de jouer un rôle socio-économique important en contribuant au développement rural à travers la stabilisation/sédentarisation des populations rurales, la création d'emploi, l'amélioration des revenus et par conséquent la lutte contre la pauvreté. De même ce dynamisme constitue également une composante importante de la modernisation et de la professionnalisation de la filière, de la facilitation de la mise en œuvre des programmes gouvernementaux de développement en l'occurrence les aides et l'encadrement sanitaires du cheptel apicole.

Malgré cela, ce dynamisme, bien que bénéfique, présentent des difficultés à savoir qu'il concernerait le seul modèle des coopératives apicoles, notamment pour la commercialisation du miel [22]. En outre, le dynamisme en question reste mal intégré à l'économie agricole en l'occurrence rurale. En effet, en l'absence d'un dispositif Etat-OPAP structuré et dynamique d'acquisition de références techniques, économiques et statistiques, il serait difficile d'appréhender les besoins réels en matière d'appui technique, de conditions d'installation ou de réorientation d'activité.

D'un autre côté, il y a lieu de noter que l'organisation actuelle de la filière semble être freinée par la multiplicité de ses représentants et par le fait que les apiculteurs sont pour les uns amateurs, et pour les autres professionnels, et manifestent des divergences dans la priorisation de leurs préoccupations. L'organisation de la filière s'ancrera probablement dans la compréhension réciproque des problématiques propres à chaque groupe.

4 PRODUCTION ET ÉCHANGES EXTÉRIEURS

4.1 PRODUCTION ET PRODUCTIVITÉ

L'Etat s'est lancé, depuis 2008, avec le PMV, dans un développement de l'agriculture comme levier de la croissance selon deux principaux piliers [51]. L'un destiné à augmenter l'agriculture à forte valeur ajoutée et à forte productivité, et l'autre, visant à la modernisation, la diversification et l'intensification de l'agriculture paysanne. L'apiculture entre particulièrement dans ce dernier, avec, comme objectif l'atteinte de 16000 tonnes de production à l'horizon 2020 [5]. Cette volonté est appuyée à travers la création de coopératives pour lesquelles sont financées ruches et matériel dès leur création. Elle prend place dans une dynamique plus globale, où d'autres produits sont intégrés, de politiques cherchant à développer les produits dits de terroirs.

Malgré ce dessein, la production annuelle de miel a beaucoup varié, oscillant entre 2500 et 3800 tonnes, avec une stagnation, voire des chutes, ces cinq dernières années [*Figure 3 et Tableau 3*], contrairement à la tendance à l'augmentation observée à l'échelle mondiale [52]. Cet état de blocage de la production marocaine du miel peut s'expliquer par plusieurs facteurs. En premier lieu, les contraintes liées au milieu naturel, notamment les changements climatiques et les sécheresses successives des dernières décennies. Celles-ci ont perturbé le calendrier des floraisons et des miellées. A cela s'ajoutent la déforestation et le remplacement des eucalyptus producteurs de miel par des eucalyptus qui produisent plus de bois que de miel [53]. De surcroît, les apiculteurs ne maîtrisent pas la techniques d'élevage et la lutte contre les maladies des abeilles, notamment la varroase, ni la pratique de la sélection des ruches et de l'élevage des reines.

Quant à la production du miel à l'échelle régionale, la région du Gharb est la région productrice n°1 avec 40% de la production globale en 2005 [54]. Elle est suivie par les régions de Doukkala, de Tadla puis du Sud. Le classement dépend, toutefois, du niveau des pluies dans ces différentes régions. D'ailleurs, en 2007, la région de Tafilalet a détrôné le Gharb où le climat a été moins pluvieux [55]. Ces différences régionales de productivité sont liées à plusieurs facteurs notamment les conditions climatiques, le type d'affectation des parcours, la densité des colonies, l'apparition de maladie des abeilles, le mode d'élevage et le degré de professionnalisme des OPAP.

Face à cette irrégularité de la production marocaine, les pouvoirs publics et les OPAP sont appelés à réfléchir de manière collective pour concevoir de nouveaux modèles de production axée principalement sur l'encouragement ciblé pour l'investissement des jeunes dans l'apiculture pour gagner en professionnalisme, la maitrise des techniques de production et de l'efficacité de gestion sanitaire, le développement d'une apiculture durable et le développement de la productivité des ruches.

Tableau 3. Evolution du secteur apicole au Maroc ([27], [28], [29], [30], [31], [32]).

Année	Nombre Apiculteurs		N.T.A.[c]	Nombre de ruches		N.B.R.[d]	Production (T)		P.T.[e] (T)
	Trad.[a]	Mod.[b]		Trad.	Mod.		Trad.	Mod.	
1989	24000	1000	25000	286000	60000	346000	900	1600	2500
1990	24000	1500	25500	260000	70000	330000	700	1300	2000
1995	24000	2000	26000	250000	72000	322000	1000	2000	3000
1996	20000	3000	23000	250000	75000	325000	1000	2500	3500
1997	25000	5000	30000	400000	80000	480000	700	1300	2000
1998	25000	5000	30000	300000	80000	380000	1100	2400	3500
1999	26000	5500	31500	350000	80000	430000	1100	2400	3500
2000	26000	5500	31500	320000	83000	403000	1000	1500	2500
2001	25000	5500	30500	320000	83000	403000	1000	1500	2500
2002	25000	5000	30000	320000	75000	395000	1000	1500	2500
2003	25000	5500	30500	350000	79000	429000	1100	1800	2900
2004	25000	6000	31000	400000	75000	475000	800	1600	2400
2005	25000	6500	31500	320000	75000	395000	1000	2000	3000
2009	24000	10000	34000	300000	120000	420000	1000	2500	3500
2010	25000	11000	36000	250000	160000	410000	1000	2500	3500
2013	22000	10000	32000	250000	170000	420000	1.000	2800	3800

[a] : *Trad.= traditionnel*
[b] : *Mod.= moderne*
[c] *: N.T.A.= Nombre total d'apiculteurs au Maroc*
[d] *: N.B.R.= Nombre total de ruches au Maroc*
[e] *: P.T.= Production Totale de miel en tonne*

S'agissant de la productivité des ruches marocaines, bien qu'elle soit en étroite relation avec l'animal (abeille), le végétal et le climat, la moyenne, des trois dernières années, est de 10 à 15 kg/ruche/an de miel pour une ruche moderne contre 3 à 5 kg/ruche/an pour la traditionnelle ([22], [23], [32]). Cette faiblesse manifeste de la productivité des ruches traditionnelles est liée principalement à l'impossibilité du transport de ces ruches ce qui limite les possibilités de transhumance des apiculteurs. Par contre, la productivité des ruches modernes présente un potentiel de développement important. Pour se faire, il faut à la fois et concomitamment une augmentation de la production et l'amélioration du rendement des moyens assurant cette production ([22], [31], [32]).

4.2 IMPORTATION

Face à l'insuffisance de la production autochtone pour couvrir les besoins du marché interne, des quantités de miels sont importées surtout pendant le mois du Ramadan. Une moyenne de 1300 tonnes par an accède au marché marocain en provenance principalement de Chine, d'Inde, d'Egypte, d'Espagne et d'Argentine [56]. Les importations de miel vers le Maroc suivent une courbe ascendante depuis 1989 à 2015, avec une évolution de plus de 163% pendant la même période [*Figure 7*]. Sur les quinze dernières années, la majorité (99,8%) des miels importés au Maroc sont conditionnés, le 1,2% restant sont des miels en vrac. Par ailleurs, la Chine se positionne en tête comme premier fournisseur du miel pour la Maroc avec une part de 45% de la totalité des quantités totales importées de 1998 à 2015. Arrive ensuite l'Espagne avec une part de 27%, l'Inde avec 15%, l'Egypte avec 5% et les 8% restants pour les autres pays exportateurs vers le Maroc [56].

Il est à noter que le prix des miels importés est largement inférieur à celui produit localement de 20 à 30% [57]. Ces importations sont associées à des enjeux de traçabilité et d'identification de l'origine des produits. Ceci est lié essentiellement aux modalités de l'étiquetage relatif à l'origine des produits (protection de l'origine et de l'authenticité des miels). Il est à rappeler que la réglementation marocaine relative à l''étiquetage n'exige pas l'obligation de la mention du lieu de récolte mais plutôt le lieu de conditionnement [58].

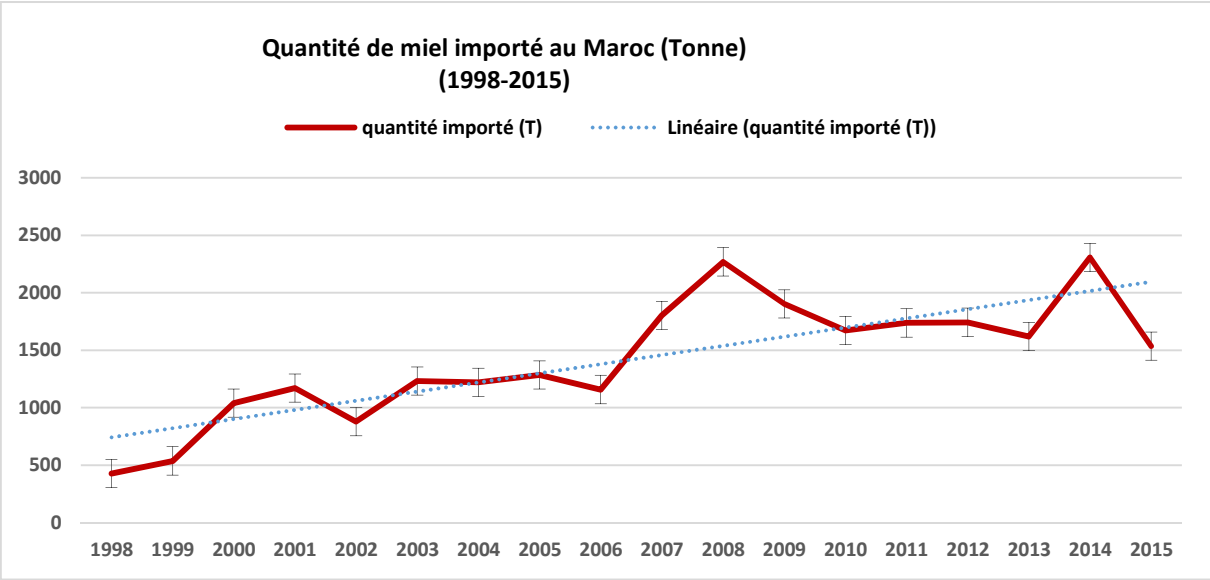


Fig. 7. Evolution des importations de miel au Maroc (période 1998-2015) [56]

4.3 EXPORTATION

Les exportations de miel marocain sont très faibles ne dépassant pas quelques tonnes par an sous forme d'échantillons de miels de terroirs destinés principalement aux foires et expositions dans quelques pays du proche orient et d'Europe ([59], [60]). Toutefois, l'année 2015 a connu une hausse importante des exportations atteignant presque 50 tonnes en comparaison avec la moyenne de 6 Tonnes enregistrée ces 15 dernières années [*Figure 8*]. Cette performance est due probablement aux effets de levier, du maillon de commercialisation de la filière, généré par la stratégie nationale de développement des produits de terroirs.

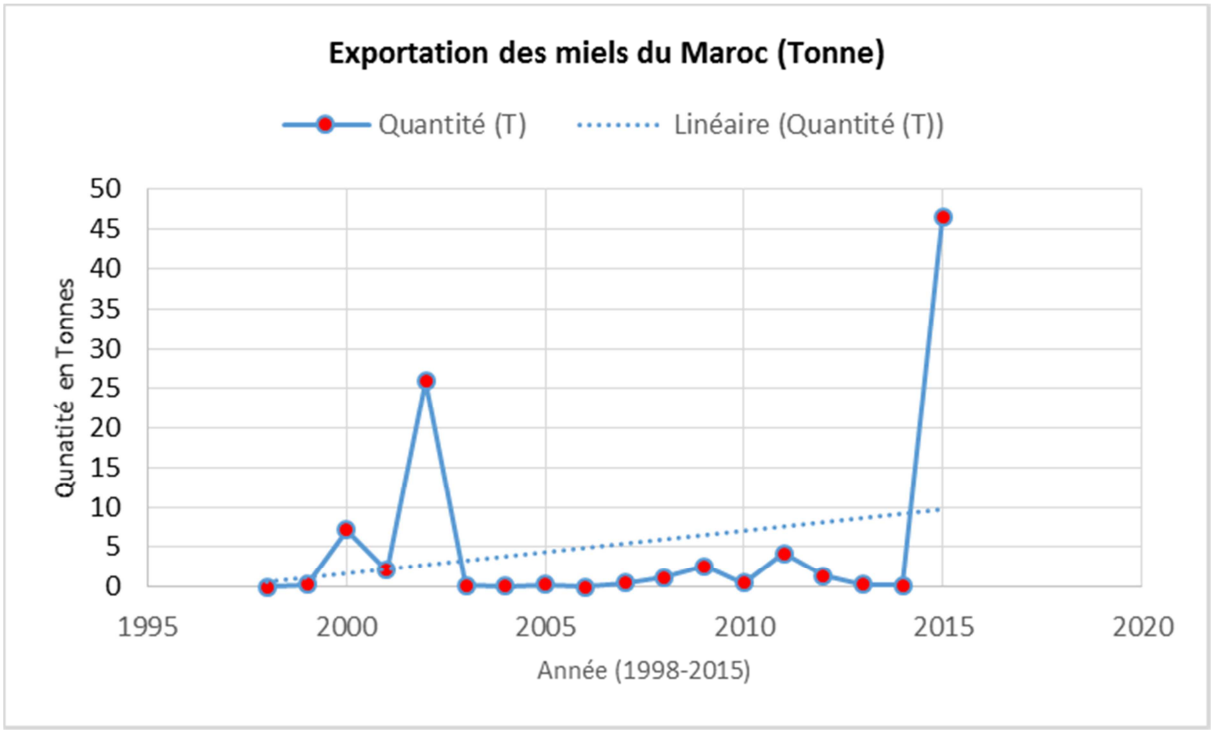


Fig. 8. Evolution des exportations de miel du Maroc (période 1998-2015) [56]

Aussi, le Maroc est actuellement en phase de préparation de l'accès des miels marocains au marché européen par son inscription sur les listes des pays autorisés à l'exportation établie par l'Union Européenne. Les miels doivent provenir d'établissements agréés par l'U.E. Ces listes sont approuvées annuellement par l'Union Européenne et sont établies pour chaque produit animal et produit primaire d'origine animale [61]. En outre, Le Maroc est appelé à présenter, dans le cadre des garanties couvrants les animaux vivants et les produits tirés de ces animaux, un plan de surveillance des résidus chimiques, des contaminants environnementaux et de substances antibactériennes [62]. A ce titre, l'ONSSA, autorité sanitaire reconnue par l'U.E., a réalisé 39 échantillons à ce sujet le courant de l'année 2015 avec un taux de conformité de 98% [63].

5 MIELS DU MAROC

5.1 TYPES DE MIELS

Fruit de la rencontre entre les végétaux méditerranéens et les abeilles butineuses, les miels mono-floraux marocains offrent essentiellement neuf (09) parfums typiques. La caractérisation physico-chimique et palynologique de ces miels a fait l'objet de plusieurs recherches scientifiques portant essentiellement sur l'analyse pollinique, la détermination de la couleur, la composition minérale, la composition en sucre, la composition phénolique et l'activité antioxydant ([64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73]).

Concernent les propriétés médicinales des miels marocains, peu de travaux sont publiés. Les rares articles disponibles démontrent des effets antibactériens et antimycosiques des miels de thym, de caroubier, d'euphorbe, d'oranger, de jujubier, d'acacia, de chardon, d'eucalyptus et de lavande ([74], [75]). Aussi, l'étude de Brahmi et al. (2011) [76] et l'étude de Hessissen et al. (2011) [77] ont montré, à des degrés différents, l'intérêt de l'utilisation de quelques variétés de miels marocains dans la médecine complémentaire et alternative. D'ailleurs, dans la pharmacopée traditionnelle marocaine, les miels d'euphorbe et de thym sont les plus plébiscités par l'appui des connaissances des herboristes ainsi que celles des populations rurales [78].

Les miels les plus prisés sur le marché sont indiqués dans la ***Figure 9****, l*e miel de thym et d'euphorbe sont considérés, dans la tradition marocaine, comme alicament. Dans la région méditerranéenne, les miels de thym sont produits principalement en Grèce, Italie, Maroc et Espagne [79]. Ce miel est caractérisé par une couleur ambrée, presque orange et qui devient plus pâle lorsqu'il passe à l'état cristallisé, et a un goût subtil de la plante de thym qui lui procure une saveur affirmée, précédée par une odeur intense [80]. Le miel de thym compte parmi les plus vertueux sur le plan médicinal. Il présente l'une des activités antibactériennes les plus significatives compte tenu que le thym contient une huile essentielle riche en phénols (thymol, carvacrol) dont les propriétés antibactériennes sont bien connues [81].

Le miel d'euphorbe quant à lui est très apprécié par les connaisseurs. Il provient d'une plante succulente de la famille des euphorbiacées dont quelques espèces sont endémiques du Maroc. Trois types de ce genre de miel sont produits au Maroc : *Euphorbia resinifera* (région du Moyen Atlas avec quelques populations dispersées dans les montagnes du Haut-Atlas et Anti-Atlas), *Euphorbia officinarum subsp. echinus* et *Euphorbia regis-jubae* qui peuplent la région sud-ouest du Maroc [71]. Il est caractérisé par une couleur de jaune doré ambré à jaune claire [71] et un goût fort et prononcé, une saveur âcre, une sensation d'amertume légère en bouche et poivrée au niveau de la gorge. La plante d'euphorbe marocaine avait été étudiée pour ses propriétés antibactériennes [82] avec des résultats qui montraient une efficacité remarquable sur les souches bactériennes de référence. Les recherches de ([69], [75], [83]) ont également démontré une activité antibactérienne avérée de ce miel.

Le miel d'eucalyptus est produit massivement en Australie et à moindre échelle dans de nombreux pays méditerranéens notamment en Espagne, Italie, Liban, Tunisie, Algérie et au Maroc [79]. Il est de couleur orange à nuance ocre jaune ambré [68], dont les arômes pénétrants sont très faciles à identifier. Sa saveur est très caractéristique, avec des notes boisées et une certaine âcreté et un arrière-goût légèrement amer.

Le miel de lavande est délicatement parfumé et d'une belle couleur jaune claire à doré. Sa cristallisation n'intervient que plusieurs mois après sa récolte. Il peut avoir une consistance douce et fine. Son goût, sa texture onctueuse en font l'un des miels les plus prisés par les consommateurs marocains.

Le miel de romarin provient d'une plante mellifère caractéristique de la région méditerranéenne où elle occupe l'une des premières places notamment sur les sols calcaires. Le miel de romarin est caractérisé par une couleur légèrement dorée à orangée, d'une odeur caractéristique assez prononcée et fort agréable avec une saveur aromatique légèrement piquante et vivace.

Le miel d'oranger qui provient d'un fruit typique des climats tempérés est produit principalement au Brésil, USA, Espagne, Italie, Israël et au Maroc lesquels pays sont les plus grands producteurs d'agrumes. Le miel de la fleur d'oranger est le plus populaire au Maroc et présente des caractères organoleptiques très spécifiques. Son odeur est celle de la fleur d'oranger, son arôme fruité d'orange.et sa couleur varie d'un jaune lumineux à un jaune faiblement ambré [70].

Le miel de caroubier renvoi à cet arbre originaire de Syrie qui est devenu très répandu dans la région méditerranéenne et qui était utilisé, depuis l'antiquité, pour ses vertus médicinales. Ce miel se caractérise par un arôme typique qui rappelle le fruit du caroubier, une saveur très particulière et enivrante. À l'état liquide, sa couleur est foncée qui devient plus clair, presque marron noisette, quand il cristallise. Ce miel est utilisé dans la pharmacopée traditionnelle marocaine notamment pour soulager les maux digestifs [78].

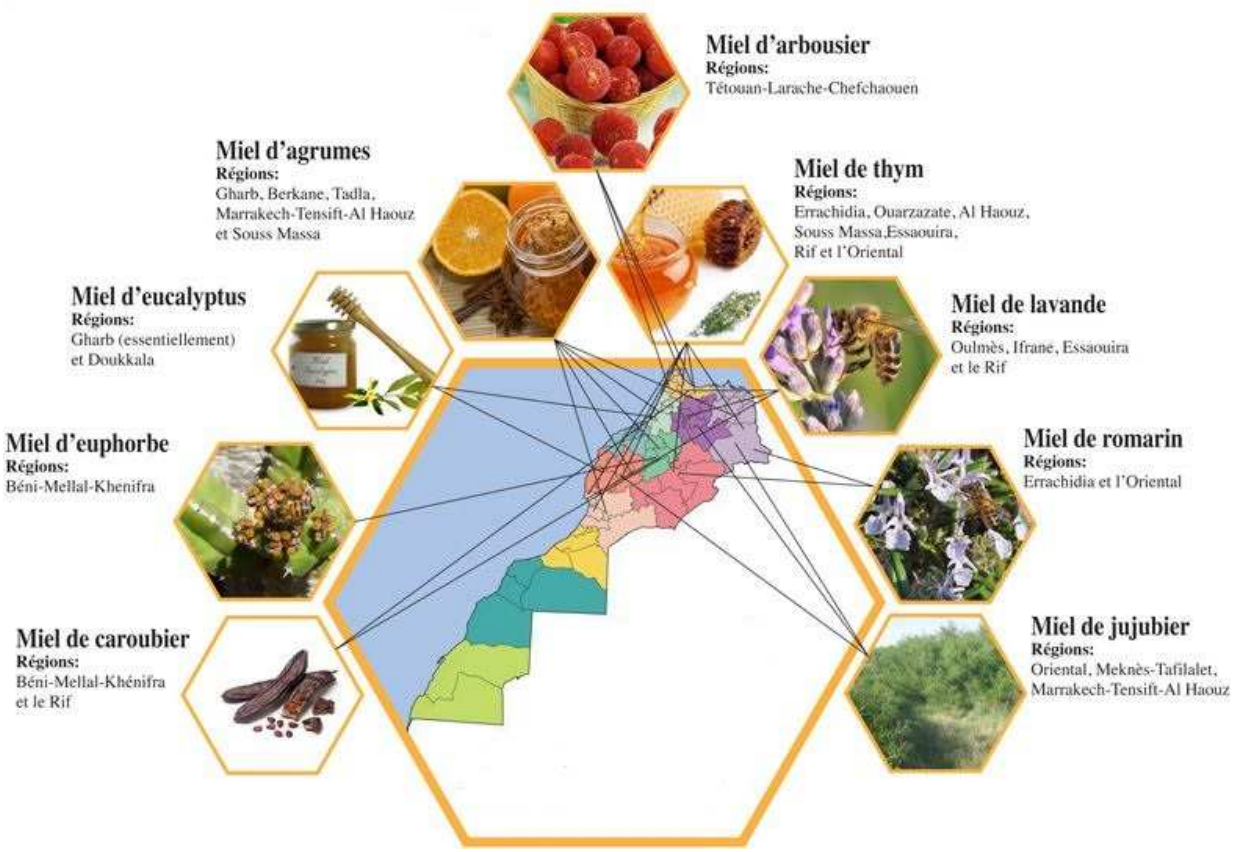


Fig.9. Type de miel selon les régions du Maroc [84]

Force est de constater que le Maroc offre un potentiel exceptionnelle de production des miels de cru (mono-floraux). C'est aux pouvoirs publics d'encourager davantage la production ces types de miels qui sont ceux qui représentent et qui identifient le plus facilement la haute qualité des miels marocains (sur les marchés extérieurs et intérieurs.

5.2 LABELLISATION DE MIEL

La labellisation a été retenue dans le cadre du Plan Maroc Vert, notamment son pilier II [28]. Une stratégie a été arrêtée, en 2011, par l'Agence de Développement Agricole (ADA) pour la valorisation des produits de terroirs marocains [51]. Cette stratégie vise à (a) réorganiser les groupements des producteurs , (b) mettre à la disposition, par l'ADA, des groupements des plateformes régionales de logistique (stockage, conditionnement et showroom de commercialisation), (c) organiser des campagnes de communication institutionnelles au niveau national et international pour mettre en exergue les produits de terroirs typiques [28].

Deux autres points complètent la stratégie en question : en premier lieu le développement des marchés domestiques (aires de vente dédiées dans les grandes surfaces et magasins spécialisés) et extérieurs (participation aux salons et foires internationaux). Ainsi, le chiffre d'affaire réalisé, pour ces produits, dans le réseau des grandes surfaces a progressé de 27% entre 2012 à 2013, passant de 4,5 MDH à 5,7 MDH [85]. En deuxième lieu l'encouragement des groupements à labelliser

leurs produits afin de leurs procurer une identité, garantir leur qualité et se protéger contre la fraude et les usurpations. Le Ministère de l'Agriculture consacre un budget annuel de 3 MDH aux programmes de labellisation notamment pour l'organisation des petits producteurs et l'élaboration des cahiers des charges [86].

La loi 25-06 de juin 2008 relative aux signes distinctifs d'origine et de qualité des denrées alimentaires et des produits agricoles et halieutiques, promulguée par le dahir n°1-08-56 du 23 mai 2008 [87] constitue un tournant important de la valorisation des produits de terroir qui permet leur reconnaissance et leur protection au Maroc. Cette loi a permis de répondre aux soucis de renforcer le positionnement des miels marocains sur le marché mondial, de lutter contre toute usurpation commerciale, d'encourager la structuration de la filière apicole marocaine, de garder la valeur ajoutée dans la région de production pour les populations locales, d'apporter aux consommateurs des garanties sur l'origine et d'attribuer la dénomination des miels marocains spécifiques uniquement aux produits issus des zones géographiques respectant le cahier des charges « Indication Géographique Protégée- IGP ».

Depuis l'entrée en vigueur de la loi précitée, un ensemble de groupements de produits de terroirs a été constitué par les apiculteurs des différentes régions. A ce titre, le Ministère de l'Agriculture a labellisé 37 produits dont 30 Indications Géographiques Protégées (IGP), cinq appellations d'origine et deux labels agricoles ([88], [89]). Les miels labellisés IGP à ce jour sont le « miel d'Euphorbe Tadla-Azilal », le « miel d'arbousier Jbal Moulay Abdessalam » et le « miel d'Euphorbe du Sahara » [90].

Cependant, malgré toutes les avancées soulignées relatives aux développements et la labellisation des produits de terroirs plusieurs difficultés persistent liées notamment [91] :

a. **Aux consommateurs marocains :**

i. Ignorance de la valeur spéciale des miels labellisés,

ii. Perception de la bonne qualité sanitaire des miels circulants dans le circuit informel par rapport à ceux conditionnés et vendus dans les circuits organisés ;

iii. Pouvoir d'achat limité pour une demande de produits différenciés.

b. **Aux producteurs :**

i. Des producteurs de miels pas complètements convaincus et motivés quant à la stratégie de différenciation (en comparaison par rapport à la germination de la filière de l'arganier) ;

ii. Insuffisamment organisés et structurés suite à une certaine méfiance vis-à-vis des structures organisées marquant une préférence aux traditions en matière d'exploitation et à l'autoconsommation.

c. **Aux institutions :** la stratégie nationale du développement et de la promotion des produits de terroirs doit être multisectorielle. Ce n'est plus l'affaire d'un ministère (en l'occurrence l'agriculture) mais de plusieurs. Le ministère de la culture a un rôle majeur autant que les ministères du tourisme, de l'artisanat ou de la communication.

d. **A la commercialisation :** à ce niveau il est primordial de mettre en place un partenariat public-privé efficace jouant en faveur des producteurs. En effet, le secteur de la grande distribution peut jouer un rôle stratégique de leader dans la commercialisation des produits du terroir et par conséquent participer d'une part à éduquer et informer le consommateur marocain et d'autre part favoriser l'internationalisation de ces produits.

6 COMMERCIALISATION ET CONSOMMATION DE MIEL AU MAROC

6.1 CIRCUIT DE COMMERCIALISATION DE MIEL

La commercialisation par sa position de trait d'union entre la production et la consommation joue un rôle important dans le développement d'une filière. En effet, dans l'analyse d'une filière, la commercialisation mérite une attention particulière. Pour l'apiculture marocaine, la commercialisation est le maillon qui présente le plus de contraintes, on dénombre tout d'abord le caractère saisonnier de la demande qui reste liée au mois de Ramadan et des fêtes religieuses, puis une organisation opaque de ce maillon comportant une multitude d'intermédiaires et de voies et enfin, un marché local peu développé [92].

La production du miel marocain est commercialisée selon plusieurs circuits non-organisés ou organisés selon les cas [*Figure 10*] :

- → **Circuit traditionnel** qu'on peut qualifie également de « **circuit informel »** ou encore de **« non-organisé »**. Ce circuit est usité par les apiculteurs traditionnels et une bonne partie des apiculteurs modernes. Il est caractérisé par des relations marchandes basées principalement sur la confiance. Plusieurs lieux de vente dans ce circuit sont possibles : les souks localisés dans les zones de production, les points de vente locaux, les marchés urbains, les abords de routes dans les zones de production et les vendeurs ambulants. les ventes informelles sur internet peuvent être classées dans cette catégorie bien qu'elles ne portent pas le caractère traditionnel.
- → **Circuit moderne (organisé)** emprunté par des producteurs ou des négociants plus ou moins professionnels et structurés (individuels et associations de producteurs). Ils commercialisent le miel via des distributeurs situés dans les centres urbains de certains hôtels et campements touristiques au niveau des chefs-lieux des coopératives (espace de vente). Ce circuit passe aussi à travers les grandes surfaces, les centres de conditionnement et de transformation du miel, les espaces de vente lors d'événements locaux et nationaux des produits de terroirs, mais aussi au niveau des boutiques électroniques.

Seuls 50% de la quantité de miel produit, issue des ruches modernes, sont écoulés selon des circuits identifiés dit circuit moderne organisé. Les 50% restants de la production nationale est en petite partie autoconsommés, sinon écoulée dans les circuits traditionnels à des prix qui oscillent entre 70 DH à 350 MAD [30].

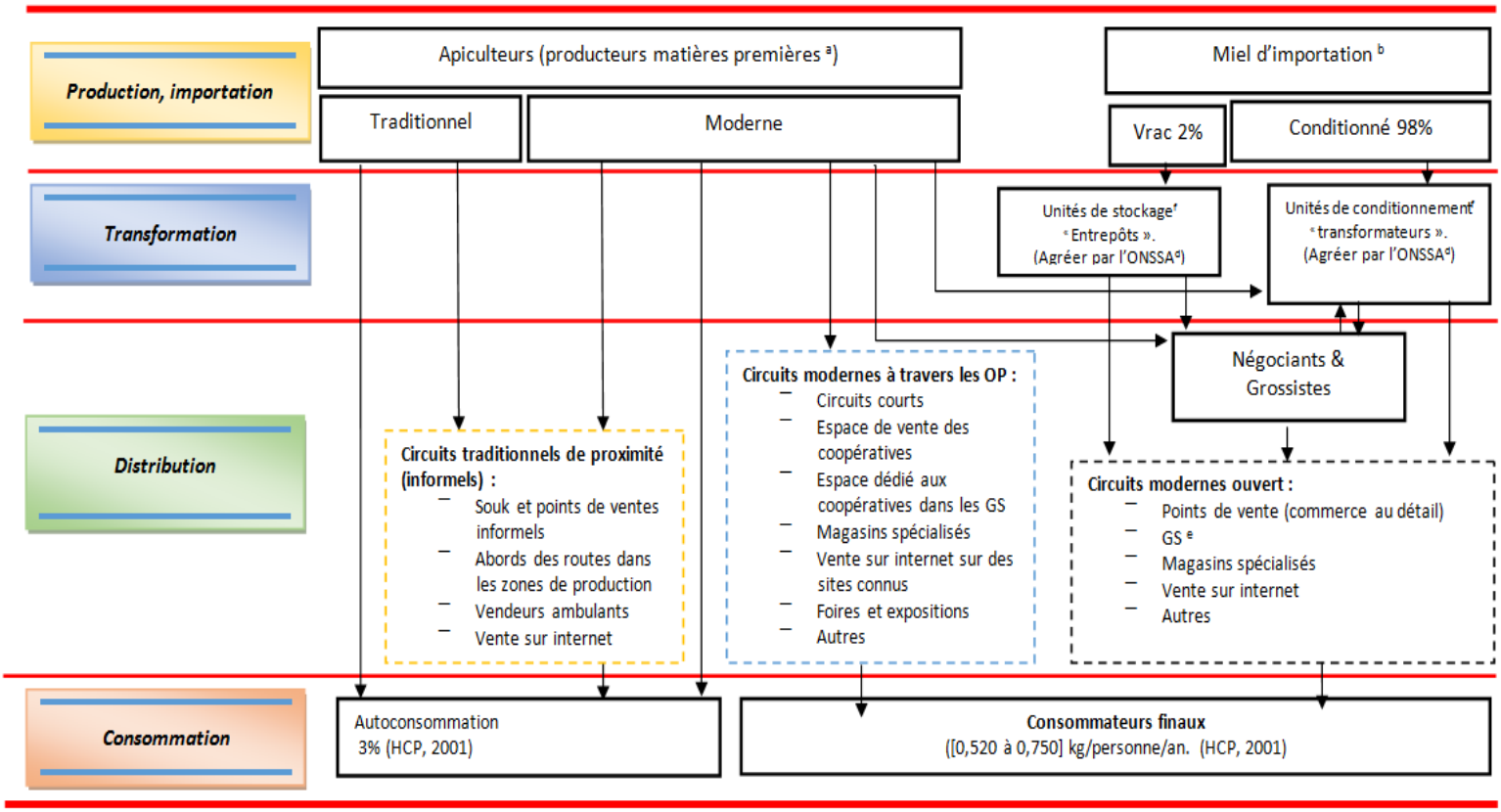
Cet état des lieux démontre le poids important des circuits traditionnels, plus de 250000 ruches (y compris les unités informelles) et plus de 22000 apiculteurs, dans le maillon de commercialisation du miel au Maroc. Ces circuits parallèles et non-structurés dits « informels » pénalisent fortement la filière organisée [57]. Dans le circuit moderne (unité de conditionnements, coopératives, grossistes et négociants), le kilogramme de miel coûte 50 à 300 MAD en fonction, bien entendu, de la saison, de la qualité et du label [93].

Les unités de conditionnements de miel, au Maroc, sont actuellement au nombre de 14, elles sont agréer par l'ONSSA. Ces établissements sont les seuls autorisés à transformer les miels d'importation en vrac, ce qui participe à la maitrise de la traçabilité des miels étrangers par rapport aux miels locaux [94]. Cependant, la traçabilité en question doit être renforcée d'avantage par l'évolution des textes réglementaires actuels relatif aux miels afin d'intégrer l'obligation de spécifier, dans l'étiquetage, la mention de mélange de miels de différentes origines.

6.2 CONSOMMATION DE MIEL

La consommation du miel au Maroc est de (0,520 à 0,750) kg/personne/an [95]. Ce niveau de consommation, sans prendre en compte les corrections dues au circuit informel, se trouve équivalente à la consommation de miel dans les pays voisins notamment l'Algérie avec une moyenne 0,200 kg/personne/an [96] et la Tunisie avec une fourchette allant de (0,170 à 0,200) kg/personne/an [9]. Cependant, la consommation marocaine se situe largement en dessous de la consommation moyenne européenne 610 gramme/personne/an ([52], [97]). A noter que la consommation de miel par les familles marocaines augmente d'une manière considérable pendant le mois du Ramadan, elle représente 90% de la consommation totale annuelle [98].

Il ressort des données avancées que le niveau de consommation du miel au Maroc dispose d'un potentiel important de dévellopement à condition de veiller d'une part à ce que le prix des miels marocains soient accessible et d'autre part à mettre en place une stratégie de communication nationale pour inciter les marocains à consommer le miel le long de l'année. Les exemples de l'adoption du concept « slow food » peuvent aider à faciliter l'accès des petits apiculteurs aux marchés et par conséquent renforcer la consommation de miel au Maroc [99].



[a] : *L'activité d'extraction et de conditionnement de miel est considéré par la législation marocaine comme activité de production primaire. (Loi 28-07, 2010)*
[b] : *Le Miel d'importation est contrôlé par l'ONSSA cf. à la loi 24-89 (B.O. n°4225 du 20/10/1993, page 557)*
[c] : *Les transformateurs de miel au Maroc sont des établissements de conditionnement disposant d'un agrément sanitaire de l'ONSSA et soumis à un contrôle officiel régulier*
[d] : *ONSSA= Office national de Sécurité Sanitaire des produits alimentaires sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture marocain.*
[e] : *GS = Grande surface*
[f] : *consultable sur le site web : onssa.gov.ma*

Fig. 10. Organisation des circuits de commercialisation du miel au Maroc (Auteur, 2016)

7 ASPECT RÉGLEMENTAIRE

7.1 GESTION SANITAIRE DU CHEPTEL APICOLE

La gestion de la santé animale est d'une importance majeure pour l'apiculteur. Du choix du cheptel à sa gestion et son renouvellement, tout doit être mis en œuvre pour une prophylaxie et/ou une gestion précoce des maladies. A ce titre, les abeilles ne manquent pas d'ennemis acharnés. On recense actuellement une trentaine de pathogènes, prédateurs et parasites qui s'attaquent aux ruches. La loque américaine, la loque européenne, la nosémose, l'acariose et la varroa des abeilles sont les maladies ou les organismes nuisibles, visés par le Dahir portant loi n°1-75-292, relative à la santé des abeilles et portant règlement de la déclaration obligatoire. Ces maladies sont dites « à déclaration obligatoire ». ([100], [101]). A ce titre, Le recensement et l'identification des ruchers par les services vétérinaires est obligatoire pour tous les apiculteurs. En plus, les ruchers doivent être soumis à des visites sanitaires annuelles, au courant des mois de janvier et février, effectuées par les services vétérinaires [102].

Par ailleurs, conformément à l'article 14 de la loi n°28-07 relative à la sécurité sanitaire des produits alimentaires, promulguée par le dahir n°1-10-08 du 11 février 2010, les apiculteurs doivent tenir des registres sanitaires (nature et l'origine des aliments pour animaux, liste des médicaments à usage vétérinaire administrés ou d'autres traitements subis par les abeilles, présence de maladies pouvant compromettre la sécurité des produits d'origine animale, tous les contrôles applicables aux abeilles , etc.). Ces registres doivent être conservés par les apiculteurs durant au moins cinq années, et doivent être tenu à la disposition des autorités compétentes.

Du point de vue du contrôle et de la conduite de l'action gouvernementale de santé animale vis-à-vis de la filière apicole marocaine, c'est l'ONSSA qui s'en charge [103]. Cette action se focalise autour de la lutte contre la varroase et porte sur l'homologation de produits chimique de traitement, la vulgarisation des techniques d'utilisation de ces produits et la dotation gratuite de ces produits aux organisations professionnels pour conduire le plan de lutte qui exige deux traitements systématique annuel, à la fin du mois d'août et début septembre et à la fin de décembre et début janvier [104].

Dans la pratique, le recensement et l'identification des ruches, les visites sanitaires annuelles et les registres sanitaires sont partiellement mis en œuvre dans l'attente des résultats du Registre National Agricole (RNA), lancé en 2016, pour affiner un programme national à ce sujet.

Quant au phénomène d'effondrement des colonies d'abeille, bien que cette problématique soit très préoccupante aussi bien en Europe que dans le monde, le Maroc, étant une zone tempérée, pourrait présenter ce phénomène sous sa forme chronique [23]. En tous les cas, il est fort souhaitable que le Maroc désigne un laboratoire de référence relatif à la santé des abeilles afin pouvoir mettre en place un réseau apicole national pour rassembler des données représentatives et comparables concernant la santé des abeilles pour l'ensemble du territoire. A cette fin, il est intéressant de développer un programme de surveillance active et pilote des maladies des abeilles, à l'instar du modèle européen [105].

7.2 SECURITE SANITAIRE, TRAÇABILITE ET FRAUDE

Les produits de la ruche (dont le miel) est définit par l'article 3 de la *Loi 28-07,* de 2010, comme des produits primaires. Ainsi, l'ensemble des activités apicoles connexes relève de la production primaire, à savoir la production de miel (même si cette activité s'étend à des ruchers distants de l'exploitation apicole), la collecte de miel, sa centrifugation et l'emballage et/ou le conditionnement à l'exploitation ([106], [107]). Les autres opérations effectuées hors de l'exploitation (comme la centrifugation, l'emballage ou le conditionnement de miel) ne sont pas considérées comme relevant de la production primaire, y compris celles effectuées pour le compte d'apiculteurs par des établissements collectifs (des coopératives, par exemple) et par conséquent sont soumise à l'autorisation sanitaire ([106], [108]).

De ce qui précède, les apiculteurs sont considérés comme des producteurs primaires et par conséquent ils sont responsables de la sécurité sanitaire du miel produit. En outre, dans le secteur primaire, conformément à l'article 30 du *Décret n° 2-10-473*, la mise en œuvre d'un système d'autocontrôle et remplacé par le contrôle du respect des règles d'hygiène en élevage et en production et la tenue de registre [106]. Cependant, une exception réglementaire existe dans la mesure ou l'article 3 du *Décret n° 2-10-473* décrète que tout apiculteur qui procède à l'approvisionnement direct du consommateur final ou du commerce de détail local fournissant directement le consommateur final, en petites quantités de miel n'est pas soumis aux termes de la réglementation sanitaire, ce qui, à ce jour, laisse une zone d'ambre dans la chaine de contrôle sanitaire du secteur alimentaire [106].

Le contrôle de la qualité du miel est cadré, au Maroc, par une réglementation spécifique qui remonte à 1928. En effet, il s'agit de *l'Arrêté viziriel du 5 mars 1928* portant réglementation de la fabrication et du commerce des sucres, glucoses, miels, confitures, gelées, marmelades [109]. Ce texte apporte une définition réglementaire au miel dans son article 5 comme « *substance produite par les abeilles* ». Toutefois, lorsque pendant la période normale de production du miel (hors les périodes de nourrissement hivernal), les abeilles ont été nourries à l'aide de sucre ou de substances sucrées autres que le miel, le produit obtenu ne peut être désigné que sous la dénomination « *miel de sucre* ». Le miel ne doit donc pas avoir fait l'objet d'aucune addition de produits alimentaires, ni d'aucune addition autre que de miel. Aussi, l'article 6 du *Décret n°6-60-1002 du 16 mai 1960* dispose l'interdiction de fabriquer, d'importer, de détenir en vue de la vente, de mettre en vente ou de vendre, sous quelque dénomination que ce soit, des produits qui, présentent l'aspect du miel et pouvant être destiné aux mêmes usages, ne constituent pas exclusivement de miel [110].

Par ailleurs, pour compléter ces anciens textes, le Maroc a homologué, en 2012, une Norme Marocaine qui est largement en concordance avec la norme Codex STAN. 12-1981 révisé en 1987 et en 2001. Cette norme apporte une définition plus précise que le texte de 1928, elle fixe par ailleurs, des standards de compositions, de contamination et méthodes d'échantillonnage et d'analyse qui s'applique au miel destiné à la consommation directe [111]. En outre, un arrêté fixant les Limites Maximales des Résidus (LMR) des produits phytosanitaires dans les aliments (dont le miel) a été publié le 01/01/2015 [112].

À propos du dispositif de traçabilité du miel importé en fûts, conformément à la *Loi 28-07 de 2010* et ses textes d'application chaque importateur de miel en vrac doit disposer d'une unité autorisée par l'ONSSA pour l'activité de conditionnement de miel. Dans le cas où l'importateur ne dispose pas d'unité, il doit présenter des éléments justifiant que le miel sera conditionné dans une unité autorisée qui est soumise à des inspections régulières des conditions de traitement, de conditionnement, la traçabilité et l'étiquetage du miel conditionné [94].

A ce niveau, force est de constater que la réglementation marocaine de base concernant le miel est ancienne et dépassée, il est donc recommandé d'actualiser cette réglementation, mais aussi de mettre en place une réglementation spécifique relative aux conditionnements du miel en vrac.

Concernant le volet de l'étiquetage du miel, le Maroc dispose d'un cadre réglementaire moderne : le *Décret N° 2-12-389 du 22 avril 2013* [58]. Ce texte dispose que tout produit agricole primaire ou produit alimentaire importé ou destiné à la mise sur le marché doit être étiqueté en langue arabe et éventuellement dans une ou plusieurs autres langues. Le miel n'échappe pas à cette règle de base qui vise à informer au mieux le consommateur et assurer la traçabilité.

Les mentions légales obligatoires qui doivent figurer sur l'étiquette d'un miel préemballé sont : la dénomination de vente (miel ou miel de fleurs ou miel de nectar ou miel de miellat), la date de validité et conditions particulières de conservation, le poids net, le nom et adresse de l'apiculteur (du conditionneur ou du vendeur), le pays d'origine du miel, le n° de lot et le n° d'autorisation ou d'agrément de l'établissement producteur. Ces mentions peuvent être complétées par une origine géographique à condition que tout le miel concerné soit produit dans la zone ou une origine botanique (monofloral, appellation d'origine ou indication géographique). Dans le cas du miel primaire l'obligation d'étiquetage porte seulement sur la dénomination de vente, le lieu de provenance et le cas échéant le n° de lot [58].

Néanmoins, la réglementation marocaine sur l'étiquetage du miel présente une aberrante contradiction entre l'article 7 de l'Arrêté viziriel de 1928 et l'article 7 du nouveau *Décret N° 2-12-389*. Le premier stipule que le qualificatif « pur » ne peut s'appliquer qu'au miel produit par les abeilles, à l'exclusion du miel de sucre, alors que le deuxième ne supporte pas le qualificatif « pur » car ce dernier pourrait laisser croire qu'il existe du miel qui ne soit pas le fruit du travail exclusif des abeilles. Il est donc important de lever cette contradiction.

Si l'enjeu de fraude n'est pas sanitaire, les pratiques ou les négligences de seulement quelques acteurs peuvent avoir des répercussions sur l'ensemble de la filière apicole, nuisant ainsi à la réputation de tous et déstabilisant la confiance des consommateurs. Le *Dahir n°1-83-108 du 5 octobre 1984* portant promulgation de la *Loi n°13-83* cadre les actions de la répression des fraudes sur les marchandises au Maroc notamment le miel. Dans un rapport du Parlement Européen sur les fraudes alimentaires [113], le miel ressort comme un des produits alimentaires les plus susceptibles de faire l'objet de fraudes économiques. La principale fraude du miel consiste en l'ajout de sucre exogène : sucre de canne, amidon de céréales, maïs (maltose) [114]. Mais il existe également d'autres types de fraudes, comme la tromperie sur l'origine botanique ou géographique du miel, produire du miel de nourrissement à 100% et fraude à l'étiquetage. Il est donc, en plus des efforts entrepris par les autorités de contrôle du Maroc (en 2015, de plus de 10128 tonnes de miels et autres produits de la ruches [63]), judicieux de mettre en place un programme national renforcé du contrôle de la qualité et de l'authenticité des miels. D'autre part, l'idée de la mise en place d'un laboratoire spécialisé dans l'analyse et la recherche relative aux produits de la ruche est primordiale pour la filière apicole marocaine. Ce laboratoire dédié aura la capacité d'adopter les nouvelles méthodes d'analyse pour répondre aux besoins croissants d'authenticité et de traçabilité.

8 PERSPECTIVES

Le long du développement de ce travail de revue et de synthèse, les enjeux de la filière apicole marocaine se sont précisés et plusieurs recommandations ont été émises. Reste maintenant à esquisser des perspectives qui vont être présentées en deux grandes catégories : perspectives pour les acteurs et pour le secteur.

8.1 PERSPECTIVES POUR LES ACTEURS

→ ***Economie de l'apiculture au Maroc***

Si l'amélioration des techniques de production est nécessaire pour développer la filière, elle ne peut être pertinente que si les producteurs ont un intérêt économique à faire les investissements nécessaires d'où l'importance de lancer une étude complète sur l'économie de l'apiculture au Maroc. Cette étude devrait se focaliser sur la détermination de la valeur ajoutée de la production de miel et des autres produits de la ruche au Maroc, la valeur de la commercialisation, le poids économique selon la typologie de l'apiculture et des apiculteurs, etc.

→ ***Organisations Professionnelles Apicoles (OPAP)***

Les organisations professionnelles apicoles au Maroc travaillent en cohorte et le succès de leur activité dépend largement de l'engagement des personnes qui y collaborent, la plupart du temps à titre de bénévolat. Il est important alors d'apporter des améliorations à la structure de ces organisations et d'aiguiller leur développement autour de la FIMAP ou tout autre

groupement capable d'assurer une meilleure articulation du Partenariat Public-Privé (PPP) avec une meilleure régionalisation.

→ ***Apiculture traditionnelle***

L'apiculture traditionnelle doit être bien étudiée pour mieux la conserver. Il est donc nécessaire, en plus des études sociologiques déjà entreprises, de mener une étude multidisciplinaire pour cerner les enjeux socio-économique, environnementaux et culturels de cette apiculture. L'objectif est de tracer des actions concrètes de préservation de ce savoirs faire traditionnel marocain tout en la structurant pour gagner en productivité.

→ ***Recherche scientifique, technique et développement***

Malgré l'existence de centres de formation et de recherche qui s'intéresse à l'apiculture (Institut Technique Royal de l'Elevage de Fouarate, station régionale de l'apiculture du Loukkoss, Institut Agronomique Hassan II et Institut National de Recherche Agronomique), le Maroc ne dispose pas d'un établissement de recherche scientifique et technique voire de formation entièrement dédié à l'apiculture et à l'abeille [32]. Par conséquent, il est nécessaire de créer un Centre National de l'Apiculture au Maroc (CENAM) ciblant toutes les disciplines en rapport avec l'apiculture (pathologie des abeilles, des organismes nuisibles (ravageurs) des abeilles, Caractérisation et purification des races d'abeilles locales, élevage (mode d'exploitation, alimentation, agriculture et protection phytosanitaire, pertes hivernales, produits apicoles...). Ce centre ce centre aura comme charge :

- la diffusion des connaissances scientifiques et techniques ;
- l'appui du département du Ministère de l'Agriculture pour la coordination de toutes les actions visant le développement de l'apiculture à travers la mise en place d'un réseau national de coordination apicole ;
- le soutien à l'exécution des programmes de l'Etat en relation avec la filière apicole ;
- Le rôle d'organe d'expertise nationale ;
- L'organisation et la réalisation, en collaboration avec les associations d'apiculteurs d'une part et l'Ordre des Vétérinaires du Maroc, d'un programme de formation et perfectionnement annuels des vétérinaires sanitaires privés et du personnel d'encadrement des apiculteurs et des conseillers apicoles ;
- Le travail en étroite collaboration avec un laboratoire national dédié à la thématique de l'apiculture ;
- L'interface, sur le plan international, avec d'autres instituts de recherche
- la direction de groupes de recherche nationaux et internationaux dans le domaine de l'apiculture.

Les besoins actuels en matière de recherche en apiculture marocaine peuvent se résumer comme suit :

- La biologie des organismes nuisibles, la pathologie et les méthodes durables de lutte et de contrôle des maladies touchant les abeilles et des couvains. Les traitements devront évoluer vers des méthodes dites biologiques (fondées sur la biologie spécifique de Varroa par exemple), préservant davantage les abeilles.
- L'existence du syndrome d'effondrement des colonies
- Programme de recherche sur la caractérisation des différents miels et sur la qualité touchant la pratique apicole, l'extraction et la commercialisation du miel. Celui-ci doit être mis en œuvre et développé afin de promouvoir et de maintenir l'image du miel marocain.

→ ***Réglementation***

Au vu des remarques et recommandations suscitées, plus haut, relative au volet réglementaire, il apparait urgent de doter le Maroc d'une réglementation spécifique à l'apiculture et des textes actualisés couvrant les produits de la ruche. La réglementation en question devrait couvrir (a) l'identification des apiculteurs (Numéro Marocain d'Apiculteur –NMA-) et l'obligation de déclaration des ruches, (b) l'organisation et cadrage des règles d'installation des ruches et de la transhumance apicole au Maroc, (c) la qualité et la sécurité sanitaire du miel et des produits de la ruche et (d) le conditionnement du miel en vrac.

8.2 PERSPECTIVES POUR LE SECTEUR

→ ***Sauvegarde et développement de la race d'abeilles saharienne :***

Considérée comme patrimoine national et international, la race d'abeilles sahariennes doit être sauvegardée. Pour se faire, il est plus que jamais nécessaire de dresser un état des lieux et de rechercher suffisamment de souches pour assurer la conservation de cette sous-espèce via les techniques de sélection et d'élevage de reines [20]. Il s'agit en effet, de la mise en place d'un programme de sélection et d'amélioration génétiques de cette race et de créer son livre généalogique. Ces actions vont rendre disponible, dans le marché, de reines d'abeilles sélectionnées hautement productrices ([22], [30]).

→ ***Transhumance***

Il est nécessaire de lancer une étude sur l'apiculture pastorale au Maroc. Cette étude se fixera comme objectifs la conception d'une transhumance apicole rationnelle sur la base de l'établissement de cartes botaniques des principales plantes mellifères ainsi que leur apparition dans le temps devraient en principe localiser les zones propices. Il est souhaitable aussi d'étendre le système gouvernemental d'incitation et d'encouragement actuel de l'apiculture (Ruchette de reines et matériel apicole) [115] à des subventions d'aide à la transhumance. Ce qui impliquerait sans doute un renforcement de la production du miel au Maroc.

→ ***Bonnes pratiques d'élevage et de production apicole***

La lutte contre les épizooties des abeilles (varroa …) et les autocontrôles sanitaires, désormais prescrits par les bonnes pratiques d'élevage et de production inclus dans la *Loi 28-07*, constituent un défi de taille pour les apiculteurs. Dans ce contexte, il est essentiel que ces derniers puissent bénéficier d'une vulgarisation compétente et d'une formation professionnelle de qualité.

Aussi, compte tenu de la complexité de la situation et des connaissances apicoles spécialisées souvent insuffisantes, de procédures de lutte non uniformisée et des fondements insuffisants pour la prise de mesures de prévention efficaces, la mise en place d'un mandat sanitaire apicole privé pourrait être une solution judicieuse. De tels mandats sont déjà mises en place, au Maroc, pour les bovins, l'aviculture ainsi que les petits ruminants. La responsabilité de la prévention, de la santé des abeilles et les bonnes pratiques de production, étant sous la responsabilité des apiculteurs [108], peut être au moyen d'un mandat de prestations être délégué à des vétérinaires sanitaires mandatés.

→ ***Intrants apicoles***

Parlant de production la tendance est de se focaliser sur les opérations de conduite de l'élevage et d'extraction du miel. Or, la question de la qualité des intrants est souvent occultée. Si aujourd'hui, l'offre est disparate au niveau des prix celui-ci en matière de qualité nécessitent amélioration. Le marché des intrants apicoles doit être organisé voire réglementé.

→ ***Commercialisation***

La réussite de la commercialisation du miel passe nécessairement par l'identification, l'organisation et le développement des circuits de commercialisation de la filière apicole marocaine. La démocratisation de la consommation interne et la projection dans les marchés extérieurs deviennent une nécessité aujourd'hui. Pour se faire il est souhaitable de réaliser des campagnes médiatiques pour faire connaître les types de miel locaux et encourager sa consommation. En outre, la labellisation des miels de terroir, leur caractérisation et la confirmation scientifique de leurs vertus thérapeutiques ne pourra qu'augmenter la confiance du consommateur dans nos miels.

→ ***Apiculture durable***

L'apiculture et l'agriculture devraient être mieux harmonisées de façon à prendre en compte leurs besoins respectifs. Il faut tenir davantage compte du mode de vie des abeilles en ce qui concerne la mise en culture, le choix des variétés, les surfaces écologiques et l'utilisation de pesticides. En outre, il faut prendre en compte l'enjeu de préservation des abeilles dans la définition des actions de gestion d'un territoire. A ce titre, il est nécessaire de mettre en place un programme national pour une apiculture durable conforme à la Stratégie Nationale du développement Durable (SNDD) lancé en 2016 au Maroc [115]. L'apiculture durable se basera sur le principe que l'abeille intervient comme sentinelle et donne l'alerte pour les atteintes à l'environnement et la biodiversité. Une charte des bonnes pratiques apicoles et agricoles en pollinisation qui visera de standardiser la qualité de ce service de pollinisation, de formaliser et de consolider les relations entre apiculteurs et agriculteurs.

9 CONCLUSION

En conclusion, les stratégies d'intervention sur la filière ne peuvent avoir d'impacts réels que si elles s'inscrivent dans une démarche globale de dynamisation de la filière. Elles doivent donc être menées de front au niveau de chaque acteur de la filière. Tous les apiculteurs ne pourront pas suivre la dynamisation de la filière, mais chacun pourra trouver sa place dans le schéma proposé.

A ce titre, il ressort de ce travail que l'apiculture marocaine reste insuffisamment structurée mais présente des potentialités de développement importantes. Or, un développement ciblé, efficace et efficient suppose la prise en considération de facteurs multiples et varié traités dans ce document intégrant un schéma revue de l'actuelle configuration des organisations apicoles marocaines, les divers types d'apiculture marocaine et les écarts significatifs en termes de problématiques de technologie et de santé par rapport aux autres filières animales. La prise en compte, par les pouvoirs publics, des recommandations incluses dans les travaux scientifiques ne peuvent qu'aider à renforcer la stratégie marocaine actuelle de développement de la filière apicole en vue d'améliorer la production de miel au Maroc sur le plan quantitatif et qualitatif mais aussi sa notoriété.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement tous les responsables des organismes marocains et plus particulièrement ceux du Ministère de l'Agriculture, de l'ONSSA, de l'Office de Change, de l'Agence de Développement Agricole et de l'office de Développement de Coopération pour leurs aides précieuses. Nos vifs remerciements sont aussi dirigés aux organisations professionnelles apicoles marocaines pour leur précieuse coopération.

CONFLIT D'INTÉRÊT

Il n'y a aucun conflit d'intérêt connu lié à cette publication.

RÉFÉRENCES

[1] J. Barrau, "Les hommes et leurs aliments: esquisse d'une histoire écologique et ethnologique de l'alimentation humaine, » *Temps actuels,* 1983.

[2] E. Crane, "*The world history of beekeeping and honey hunting*," London: Gerald Duckworth & Co, 1999.

[3] C. Viel et J. C. Doré, « Histoire et emplois du miel, de l'hydromel et des produits de la ruche,» *Revue de l'histoire de la pharmacie,* no 337, pp. 7-20, 2003.

[4] Minsitére de l'Envirennement, «Etude nationale sur la biodeversité au Maroc,» Projet GEF 6105/92, 1997.

[5] Département de l'Agriculture, Maroc, «Contrats Programmes pour le développement des filières de production marocaine,» 2016.

[6] K. Bourarach, «L'histoire de l'apiculture et produits de la ruche,» *AgraVet Magazine, no 12,* pp. 2-8, 1996.

[7] B. Bertrand, « *Les ruches de biodiversité, »* Éditions du Terran, 2016.

[8] B. Nicollet, « *Abeille & Nature*, » 28 6 2016.
[En ligne] Disponible : http://www.abeille-et-nature.com/index.php?cat=apiculture&page=apiculture_maroc (Septembre 25, 2016)

[9] M. H. Hussein, «A review of beekeeping in Arab countries,» *Bee World, no 81:2*, pp56-71, 2000.

[10] R. Simenel, «Les Miels des forêts d'arganiers, » Dossier thématique de l'IRD, « Suds en ligne » intitulé « Des forêts et des hommes, » 2011, 26 09 2017.
[En ligne] Disponible : http://www.suds-en-ligne.ird.fr/foret/usages/miel_arganiers03.html (Septembre 22, 2016)

[11] A. Khabbach et al., «Melliferous flora and apiculture in the pre-Rif of the province of Taza (North of Morocco),» *Revista.Luna.Azul, no. 36*, pp. 78-90, 2013.

[12] F. Ruttner, «Les races d'abeilles, in R. H,Cauvin,» *Traite de biologie de l'abeille,* t1, pp. 27-44, 1968.

[13] F. Ruttenr, «Biogeography and Taxonomy of Honeybees,» *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 284 p., 1988.

[14] P. Haccour, «L'abeille saharienne au Maroc,» *La Belgique Apicole, no 25(1-2),* pp. 13-18, 1961.

[15] Ph.J. Baldensperger, « *L'apiculture mediterraneenne*, » 1924.

[16] A. Daoudi et E. Mohssine, « *Discrimination et caractérisation des populations d'abeilles du Maroc*. Rabat: IAV Hassan II, » 1987.

[17] S. Merzouk, *Evaluation of Moroccan bees aggressiveness*, Rabat (Morocco), Institut Agronomique et Veterinaire Hassan II, 1988.

[18] P. Haccour, «Beekeeping in Morocco,» Americam Bee Journal, no 79 (9), pp. 448-450, 1939.

[19] J.M. Cornuet, A. Daoudi, E. Mohssine et J. Frasnaye, «Étude biométrique des populations d'abeilles marocaines,» *Apidologie, no. 19,(4),* pp. 355-366, 1988.

[20] P. Schweitzer, « Année internationale de la biodiversité : un programme pour sauver l'abeille saharienne, Apis mellifera sahariensis…, »Cetam.fr, 05.07.2012, [En ligne] Disponible : http://cetam.fr/site/2010/07/24/sauvegarde-de-labeille-saharienne/ (Septembre 12,2016)

[21] Ministére de l'Agriculture, Rapport national sur les ressources génétiques marocaines, 2003. [En ligne] Disponible : ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1250f/annexes/CountryReports/Morocco.pdf (Septembre 12,2016)

[21b.] R.K. Gupta et al. (eds.), "Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security," in Taxonomy and Distribution of Different Honeybee Species, vol.1, pp. 63-104, DOI 10.1007/978-94-017-9199-1_2, 2014.

[22] M. Aboulal, «La filiere apicole au Maroc,» 2014, Foligno, Italia: 6° Forum de l'apiculture du Méditerranéen, "Apiculture, Bien Commun", 2014. [En ligne] Disponible : http://www.fedapimed.com/pdf/Mohammed Aboulal_La filiere apicole au Maroc.pdf (Septembre 17,2016)

[23] R. Simenel, A. Antonin , A. Crousilles , L. Amzil et T. Yildiz Aumeeruddy, «la domestication de l'abeille par le territoire: un exemple d'apiculture hostile dans le sud marocain, » In Dupé, L.,Lasseur,J. & Poccard-Chaquis Pâturage Techniques & Culture, *Techniques & Culture*, no. 63.2015/1, pp. 258-279, 2015.

[24] C. Aloycol, «the foundation of aprofessional beekeeping institution in Morocco,» *Abeilles et Fleurs, no. 199,* pp. 9-10, 1970.

[25] J.M. Mestre et G. Roussel, « *Panorama de l'apiculture traditionnelle dans le monde et en europe, » in Ruche et abeilles, Architecture, tradition et Patrimoine,* Éd. Créer. 2005.

[26] A. Antonin, Vers la fin de la diversité séculaire d'une apiculture traditionelle? Etude d'une trasition en cours dans la région du Souss Massa Draa, Maroc, mémoir de fin d'étude, Ecole supérieure d'Agro-Développement International, 2012.

[27] Ministére de l'Agriculture, « Apiculture en chiffres en 2013, » In Projet de Fin d'Etudes présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Agronomie, Option : Productions Animales, « Contribution à l'état des lieux et perspectives de développement de deux groupements apicoles au Maroc ; Cas de l'Union Kotb Moulay Abdessalam et l'Union des Coopératives Apicoles Tadla Azilal »,pp. 24-27, 2014

[28] Minsiére de l'Agriculture et de la p, «Situation de l'agricultutre marocaine N°10,» Ministére de l'Agriculture, 2012. [En ligne] Disponible : http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/sam_fr_10.pdf (Septembre 02, 2016)

[29] Direction de l'Elevage, DE, Situation actuelle du secteur apicole et perspective de devellopement, Rabat, Rapport MAPM, 2001

[30] N. Belkadi, « *L'élevage moderne sept fois plus productif, »* L'économiste, *no. 2689* (09.01.2008) [En ligne] Disponible : http://leconomiste.com/article/l-elevage-moderne-sept-fois-plus-productif (Septembre 12, 2016)

[31] S. Tazi, «*Elevage et produits de l'abeille,»* Rapport Direction de l'Elevage, Minsiére de l'Agriculture, Maroc. 2006.

[32] B. Kherrati, « *Guide de l'apiculture au Maroc (En Arabe), »* Éd. Agri-Bys, Rabat, 2011.

[33] Ministére de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM), contrats programmes pour le dévellopement des filiéres de production marocaine, 2016.

[34] Ministére de l'Intérieur, CN-INDH, *Bilan des réalisations de l'INDH, Exercice 2012*, Rabat, 2013.

[35] N. El Aissi, *L'apiculture, encore loin des objectifs du contrat-programme*, L'économiste, 15 08 2016, [En ligne] Disponible : http:www.leconomiste.com/article/998916-l-apiculture-encore-loin-des-objectifs-du-contrat-programme (Septembre 07, 2016)

[36] Comité stratégique pour l'apiculture française, «Réflexion stratégique sur les perspectives de la filiére apicole française à l'horizon 2025,» 17 12 2013 [En ligne] Disponible : http://www.franceagrimer.fr/content/download/30092/267546/file/Plan_strategique_filiere_apiculture_pdf (Septembre 25, 2016)

[37] A. Benabid, « *Flore et écosystèmes du Maroc : Evaluation et préservation de la biodiversité, »* Editions Ibis Press, Paris, 2000

[38] Worl Wildlife Fund, WWF, «Important Plant Areas of the south and east Mediterranean region,» 2014.

[39] A.M. Scherrer, R. Motti et C.S. Weckerle, "Traditional plant use in the areas of Monte Vesole and Ascea, Cilento National Park (Campania, Southern Italy), " *J.Ethnopharmacology, no. 97,* pp. 129-143, 2005.

[40] P. Haccour, «Rapport sur la vulgarisation de l'apiculture au Maroc,» Centre national de Documentaion au maroc, no 30292 F1, pp. 01-12, 1963.

[41] M. Biri, « *Le grand livre des abeilles,cours d'apiculture moderne*, » 2éme Edition, Paris, Edition de Vecchi, 2002.

[42] R. Benjelloun et al. «Apiculture au Maroc et dans la région de Rabat Salé Zemmour Zaer,» Rapport Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 2013.

[43] Office du Développement de la Coopération (ODCo), Maroc, « l*es coopératives marocaines par secteur d'activité*, » 2016, [En ligne] Disponible: http://www.odco.gov.ma/index.php?option=com_content&view=article&id=157 (Septmebre 21, 2016)

[44] S. Ahrouch, «Les coopératives au Maroc; enjeux et évolutions.» *Recma, Revue internationale de l'économie sociale,* no.322, pp. 23-26, 2010.

[45] Initiative Nationale du Devellopement Humain (INDH), Enquête de perception 2005-2001, 78p,2011

[46] Office de Dévellopement et de la Coopération (ODCo), « *Annuaire statistiques des coopératives et unions des coopératives au Maroc*, », www.odco.gov.ma, Rabat, 2014.

[47] Programme ASAPM, Maroc, « *La Fédération Interprofessionnelle Marocaine des Apiculteurs du Maroc, »* 2016, [En ligne] Disponible : https://asapmaroc.wordpress.com/partenaires/fimap/ (Septmebre 21, 2016)

[48] Apimondia, *Liste des membres à part entière et associés d'Apimondia*, 2016.
[En ligne] Disponible : http://www.apimondia.com/fr/federation/membres (Septembre 15, 2016)

[49] APIMED, Fédération des apiculteurs de la Méditerranée FED, *Membres de la FED APIMED*, 2016. [En ligne] Disponible : http://www.fedapimed.com/membres.html (Septembre 15, 2016)

[50] R.Bensouiah et B. Vadon, «Programme d'Appui aux Organisations Paysannes Africaines (PAOPA),» Rapport de mission Maroc du 17 au 22 juin 2013, [En ligne] Disponible : http://www.sfoap.net/fileadmin/user_upload/sfoap/KB/docs/Rapport%20de%20mission%20PAOPA%20n3%20-%20Maroc%20_27%20mai%20-%206%20juin%202013_.pdf (Septembre 1, 2016)

[51] Agence de Développement Agricole (ADA), «Produits de terroirs, un vecteur du developpement local : Bilan,» in *Les produits labéllisés au Maroc*, *La Vie Economique,* no.4750, pp. 6-8, 2014

[52] C. Meneau, «Production et consommation du miel dans le monde,» 2008, [En ligne] Disponible : http://www.apinov.com/includes/pdf/Conferences/Production-et-consommation-de-miel-dans-le-monde-version-reduite-Nov2010.pdf (Septembre 1, 2016)

[53] Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Maroc, « santé de forêt : le psylle à gomme, nouveau ravageur de l'eucalyptus,» 2010, [En ligne] Disponible : ww.eauxetforets.gov.ma/fr/contenu.aspx?detail=yes&Rubrique=9&id=1163 (Septembre 10, 2016)

[54] Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb (ORMVAG), «Plan Agricol Régional du Gharb,» 2006.

[55] L'économiste, « L'élevage moderne sept fois plus productif,» 09/01/2008, no. 2689, [En ligne] Disponible : http://leconomiste.com/article/l-elevage-moderne-sept-fois-plus-productif (Septembre 15, 2016)

[56] Office de Change (OC) du Maroc, «statistique des importations du miel au Maroc.» 2016.

[57] Fédération Interprofessionnelle Marocaine des Apiculteurs du Maroc (FIMAP) in La VieEconomique, « *La production de miel est en baisse*. 17 12 2014, » [En ligne] Disponible : http://lavieeco.com/news/economie/la-production-de-miel-est-en-baisse-32158.html (Septembre 14, 2016)

[58] B.O. no 6152 et BO no 6158, «Décret fixant les conditions et les modalités d'étiquetage des produits alimentaires,» Maroc, 2013.

[59] Office de Change (OC) du Maroc, «statistique des expotations du miel du Maroc.» 2015.

[60] Trade Export Helpdesk, Statistiques des échanges commerciaux entre le Maroc et l'UE, [En ligne] Disponible : http://www.exporthelp.europa.eu/thdapp/display.htm?page=st%2fst_Statistiques.html&docType=main&languageId=fr (Septembre 14, 2016)

[61] Décision d'éxécution UE 2016/601, "Décision amending Decision 2011/163/EU on the approval of plans submitted by third countries in accordance with Article 29 of Council Directive 96/23/EC," notified under document C(19.04.2016) 2187, no. L 103, pp. 43-49, 2016

[62] Directive 96/23/CE du Conseil du 29 avril 1996 relative aux mesures de contrôle à mettre en œuvre à l'égard de certaines substances et de leurs résidus dans les animaux vivants et leurs produits et abrogeant les directives 85/538/CEE et 86/469/CEE et les décisions 89/187/CEE et 91/664/CEE, 1996

[63] Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaire (ONSSA), «Faits et chiffres 2015,» 2016.

[64] A. Terrab, M.J. Dıez et F.J. Heredia, «*Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics,*» *Food Chem. , no. 79,* pp. 373–379, *doi :10.1016/S0308-8146(02)00189-9,* 2002.

[65] A. Terrab, J.M. Vega-Pérez, M.J. Dıez et F.J. Heredia, *«Characterisation of northwest Moroccan honeys by gaschromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components» J. Sci Food Agric. no. 82,* pp. 179–185, *doi:10.1002/jsfa.1011,* 2002.

[66] A. Terrab, M.J. Dıez et F.J. Heredia, *«Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: III. Other unifloral honey types,» Int J Food Sci Technol. no. 38,* pp. 395–402*, doi:10.1046/j.1365-2621.2003.00713.x.*, 2003.

[67] A. Terrab, J.M. Vega-Pérez, M.J. Dıez et F.J. Heredia*,«Characterisation of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis,» Eur Food Res Technol. 218, doi:10.1007/s00217-003-0797-x.* (2003).

[68] A. Terrab, M.J. Dıez et F.J. Heredia, *«Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: I. River red gum (Eucalyptus camaldulensis Dehnh) honey,» International Journal of Food Science and Technology, no. 38,* pp. 379–386, 2003.

[69] M. Naman, M. Faid et C. El Adlouni, «Microbiological and physico-chemical properties of Moroccan honey.» *International Journal of Agriculture and Biology, Vol. 7, no. 5,1560–8530/2005/07–5–773–776* pp. 773–776, 2005.

[70] A. Chakir et et al., *«Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco,» Arabian Journal of Chemistry*, 2011.

[71] I. Bettar et al., *«Characterisation of Moroccan Spurge (Euphorbia) honeys by their physicochemical characteristics,mineral contents and colour,» Arabian Journal of Chemistry* http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.01.003, 2015.

[72] S. Aazza et al., *«Physicochemical characterization and antioxidant activity of 17 commercial Moroccan honeys,» International Journal of Food Sciences and Nutrition, DOI: 10.3109/09637486.2013.873888*, https://www.researchgate.net/publication/259805046, 2014.

[73] Giacomo Luigi Petretto, Carlo Ignazio G. Tuberoso, Gina Vlahopoulou,Alessandro Atzei, Alberto Mannu, Saadia Zrira & Giorgio Pintore, *«Volatiles, color, characteristics and other physico–chemical parameters of commercial Moroccan honeys,» Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters, DOI: 10.1080/14786419.2015.1056186*, http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2015.1056186, 2015.

[74] A. Crousilles, *« Usages, propriétés antibactériennes et physicochimie de miels marocains,»* Thése, Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie, 2014.

[75] E.E.T. Bouhlali et al*., «Evaluation of antioxidant, antibactérial and antifungal activities of eleven monofloral honey samples collected from Morocco,» Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, no. 8(3)*, pp. 299-306, 2016.

[76] S.A. Brahmi, F.Z. El M'Rabet, Z. Benbrahim et al., *"Complementary medicine use among Moroccan patients with cancer : A descriptive study,"* Pan African Medical Journal, vol. 10, 2011.

[77] L. Hessissen, M. Bhour, M. El Kababri et al., *« Utilisation de la médecine alternative en oncologie pédiatrique au Maroc, Journal africain du cancer, »* African Journal of Cancer, vol. 3, no. 3, pp. 163-168, 2011.

[78] J. Bellakhdar, « *La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires, »* Vol. 764, pp. 12 pl. Paris , Ibis Press., 1997.

[79] G. Ricciardelli D'albore, «Mediterranean Melissopalynology.» *Institute of Agricultural Entomology, University of Perugia,Italy* (1998).

[80] F. Damblon, *«Thyme honeys from Morocco. I. General Condition of production and consumption of traditional and industrial honeys in Western Upper Atlas,»* Al Biruniya,vol. 2, no. 1, pp. 7-16, 1986.

[81] N. Guillon, « *Etude de l'actvité antibacterienne du miel, »* p.178, 1996.

[82] A.S., Kamba et L.G. Hassan, "Phytochemical screening and antimicrobial activities of Euphorbia balsamifera leaves, stems and root against some pathogenic microorganisms," African Journal of Pharmacy and Pharmacology, vol. 4, pp. 645-652, 2010.

[83] B. Khiati et al., *«Wound care with Euphorbia honey after nucleation: a case report.»* Clin. Microbiol.no. 2, pp. 6, 2013.

[84] L'économiste, « L'apiculture, encore loin des objectifs du contrat-programme, » Par N.El Aissi , Edition no. 4795, 15/06/2016,
[En ligne] Disponible : http://www.leconomiste.com/article/998916-l-apiculture-encore-loin-des-objectifs-du-contrat-programme (Septembre 27, 2016)

[85] Ndour, Alié Dior, *«Produits du terroir, SIAM 2014,»* La VieEconomique spécial agriculture, le 25 04 2014, no. 4750, pp. 14, 2014.

[86] K. Bendriss, « *La labellisation, une promotion des produits de qualité typique, »* La Vie Economique, no. 4750 du 25 04 2014, pp. 15-16, 2014.

[87] BO no. 5640, «Dahir N°1-08-56 portant promulgation de la Loi 25-06, du 32 mai 2008, relative aux signes distinctifs d'origine et de qualité des denrées alimentaires et des produits agricoles et halieutiques.», 2008

[88] Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM), *«Maroc des terroirs, récolte d'avenir,»* 2013.

[89] Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM), Direction de Développement des Filières de Production (DDFP), « les produits labellisés au Maroc, » Catalogue national, Edition 2015.

[90] Agence de Developpement Agricole (ADA), Commercialisation des produits du terroir 2016, [En ligne] Disponible : http://www.irizar.ma/ada/web/produitlabelisedocument (Septembre 14, 2016)

[91] R. Hamimaz, *«Le développement des produits du terroir au Maroc : quelques préalables, »* In Tekelioglu Y. (ed.), Ilbert H. (ed.), Tozanli S. (ed.). Les produits de terroir, les indications géographiques et le développement local durable des pays méditerranéens. Montpell.» *CIHEAM,* no.89, pp. 271-279, 2009.

[92] A.Y. Barma, « *Grand ménage dans les ruches, » in* LesEco. No. 797, du 04 08 2011, [En ligne] Disponible : http://www.leseco.ma/economie/2373-grand-menage-dans-les-ruches.html (Septembre 14, 2016)

[93] A. El Ouadghiri, « Le Maroc importe un tiers de ses besoins en miel, » in AgriPêche du 22/07/2013, [En ligne] Disponible : http://agripeche.com/2044-le-maroc-importe-un-tiers-de-ses-besoins-en-miel.html (Septembre 14, 2016)

[94] Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaire (ONSSA), «Secteur conditionnement miel, 2016» [En ligne] Disponible : http://onssa.gov.ma/fr/index.php?option=com_content&view=article&id=532&Itemid=559 (Septembre 14, 2016)

[95] Haut Commissariat au Plan (HCP), *«Enquête nationale sur la consommation et les dépenses des ménages, Maroc,»* Rapport de synthése, Royaume du Maroc, 2001.

[96] L.Haderbache et A. Mohammedi, «Etude sur le comportement de consommation du miel en Algérie : attentes et préférences.» *Revue Agriculture,* No. 09, pp. 19 –24, 2015.

[97] FAO Stat., *«Consommation des 10 principaux aliments d'origine animale (2005-2007), Statistics Division FAO 2010,»* 2007, [En ligne] Disponible : http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/ess-yearbook2010/yearbook2010-consumption/fr/ (Septembre 18, 2016)

[98] A. Sylla, « Ramadan : Ces bons produits que l'on consomme… sans modération !, » in Challenge, 02.07.2015, [En ligne] Disponible : http://www.challenge.ma/ramadan-ces-bons-produits-que-lon-consomme-sans-moderation-52474/ (Septembre 24, 2016)

[99] FAO, « *Coopération entre SlowFood et la FAO au Maroc pour célébrer l'Année Internationale du Quinoa*, » [En ligne] Disponible : http://www.fao.org/maroc/actualites/detail-events/fr/c/207677/ (Septembre 14, 2016)

[100] B.O. no. 3388, 3500 , 4970 et 5400, «Dahir édictant des mesures propres à garantir les animaux domestiques contre les maladies contagieuses,» 1977.

[101] B.O. no. 1112, «Arrêté viziriel du 5 janvier 1934 prescrivant les mesures à prendre contre les maladies contagieuses des abeilles,» pp.138, 1934.

[102] B.O. no. 4042,«Arrêté du ministre de l'agriculture et de la réforme agraire n°1612-89 du 20/09/1989,» 1989.

[103] BO no. 5714, «Dahir N° 1-09-20 portant promulgation de la Loi 25-08 portant création de l'Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires (ONSSA),» pp. 358, 2009.

[104] H. Ouhalli, *«Apiculture: varroase, pathologie et premieres donnees sur les traitements au Maroc,» AgroVet Magazine, IAV Hassan II*, 1991.

[105] European Commission, Epilobee, "A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2014, "Report, European Union Reference Laboratory for honeybee health (EURL), Anses, version 2, p. 44, 2016.

[106] B.O. no. 5984, «Décret n°2-10-473 du 7 chaoual 1432 (6 septembre 2011) pris pour l'application de certaines dispositions de la loi n°28-07 relative à la sécurité sanitaire des produits alimentaires,» pp. 2193, 2011.

[107] Commission Européenne (CE), Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs, « Document d'orientation concernant l'application de certaines dispositions du règlement (CE) n° 852/2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires, » pp.14, 2005.

[108] B.O. no. 5822, « Loi n°28-07 relative à la sécurité sanitaire des produits alimentaires, promulguée par le dahir n°1-10-08 du 26 safar 1431 (11 février 2010), » pp.214, 2010.

[109] B.O. no 806, « Arrêté viziriel du 05 mars 1928 portant réglementaion de la fabrication du commerce des sucres, glucoses, miels, gelées, marmelades, » pp. 937-939, 1928.

[110] B.O. no 2535, « Décret 2-60-1002 modifiant l'arrêté viziriel portant réglementaion de la fabrication et du commerce des sucres, glucoses, miel, confitures, gelées et marmelades, » 1961.

[111] B.O. no. 6036, « Norme Marocaine (NM) 08.5.600 relative au Miel,» IMANOR, 2012

[112] B.O. no. 6322bis, «Arrêté conjoint du ministre de l'agriculture et de la pêche maritime et du ministre de la santé n°156-14 du 15 rabia I 1435 (17 janvier 2014) fixant les limites maximales autorisées de résidus des produits phytosanitaires dans ou sur les produits primaire.» Maroc, 01 01 2015. p238.

[113] Parlement Européen, Commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire. *Rapport du 4.12.2013 sur la crise alimentaire, la fraude dans la chaine alimentaire et son contrôle.(2013/2091(INI))*, 2013.

[114] L'Observatoir des Aliments, « *Le miel, fraudes et trafics mondiaux*, 2013, » [En ligne] Disponible : http://www.observatoire-des-aliments.fr/qualite/le-miel-fraudes-et-trafics-mondiaux (Septembre 14, 2016)

[115] Ministére de l'Agriculture, «Investir au Maroc.» 2000. [En ligne] Disponible : http://www.agriculture.ovh.org/investir.htm (Septembre 14, 2016)

[116] Royaume du Maroc, «Stratégie Nationale du développement Durable (SNDD) 2016-2030,» 2016.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 79-89
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

États des lieux et perspectives relatives à la prise en charge psychosociale des patients diabétiques hospitalisés au Centre National Hospitalier Universitaire - Hubert Koutoukou MAGA (CNHU-HKM)

[Inventories of fixtures and perspectives relative to the psychosocial care of the patients diabetics hospitalized in the National University Hospital Center - Hubert Koutoukou MAGA (CNHU-HKM)]

Sylvie de CHACUS and Stéphanie GOUSSANOU

Laboratoire de Psychologie Appliquée, Faculté des Lettres, Arts, et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Copyright © 2017 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 focuses on psychosocial care and support for diabetic patient of National University Hospital Center at Cotonou in Benin. The objective is to enhance the care given to patients at the endocrinology department. Qualitative and quantitative analysis were performed using a cross sectional data collected at the National University Hospital Center. The results of the analysis indicate that the psychosocial support of diabetic patient have taken a last stage hence creating a psychosocial infrastructure by authorities and health care professional will contribute in improving the quality of care and life of diabetic patient.

KEYWORDS: diabetes, faiths, representation of the health, psychology, endocrine.

RESUME: La présente étude qui porte sur la prise en charge psychosociale des patients diabétiques au CNHU-HKM de Cotonou fait l'état des lieux de la situation au Bénin. À cet effet, l'objectif de l'étude est de contribuer à une meilleure prise en charge psychosociale de ces patients hospitalisés au service d'endocrinologie. Ainsi, une étude descriptive transversale et analytique à caractère qualitatif avec quelques données quantitatives a été conduite au service d'endocrinologie du CNHU-HKM. Les résultats obtenus permettent de comprendre que la prise en charge psychosociale du diabète occupe une place de dernier ressort dans le dispositif existant au CNHU-HKM et que la mise en place d'un dispositif d'accompagnement psychosocial par les acteurs de santé contribuera à l'amélioration de la qualité de vie du malade.

MOTS-CLEFS: Diabète, croyances, représentation de la santé, psychologie, endocrine.

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Toute nation pour se développer a besoin de pouvoir compter sur toutes ses ressources humaines disponibles. À ce titre, [1] écrit dans son livre intitulé : « *Les six livres de la République* » qu' « *il n'y a ni richesse ni force que d'hommes* » (p 250). L'auteur traduit ainsi sa lecture humaniste de la politique et de l'économie en affirmant que la vraie richesse n'est pas uniquement matérielle et que la force d'un pays tout entier réside dans sa population. Il paraît dès lors, assez claire que sans hommes, le développement d'une nation ne peut se faire. Les Hommes autant qu'ils soient, pour accomplir ce devoir de développement de leur nation, ont besoin de jouir d'une santé saine et équilibrée. Malheureusement, le contexte sanitaire mondial actuel est tel que les problèmes de santé publique des Hommes sont de plus en plus croissants.

En effet, après une tendance à la hausse de 2002 à 2008, " l'Etat de santé ressentie " des populations de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) a chuté de plusieurs points en 2010 *« Quelles que soient les tranches d'âge, le pourcentage de femmes et d'hommes s'estimant en bonne ou très bonne santé baisse en 2010. Et lorsque l'on considère l'ensemble des sexes, il en est de même pour le quintile de revenu le plus élevé »* [2]. En 2008, 74,9 % des hommes se jugeaient en bonne ou très bonne santé, contre 70,6 % en 2010. Pour les femmes ce taux est passé de 70,1 % à 66,5 % [2]. Ainsi, multiples sont les maladies qui accablent l'Homme et réduisent ses potentialités d'actions. Au nombre de ces maladies, nous avons des Maladies Sexuellement Transmissibles (MST) et des Maladies Non Transmissibles (MNT). Dans le monde, les MNT sont responsables de plus de 60 % des décès et de 47 % de la charge mondiale de morbidité [3]**.** Au nombre de ces maladies chroniques, le diabète est une affection particulièrement importante, car répandue à travers le monde.

Selon certaines croyances, le diabète serait considéré comme une maladie des « riches » dans les pays pauvres et comme une maladie des « pauvres » dans les pays riches [4]. Mais, pour le Secrétaire Général des Nations Unies, Ban Ki-Moon : « *le cancer, le diabète et les maladies du cœur ne sont plus des maladies des riches. Aujourd'hui, elles touchent les populations et les économies des pays les plus pauvres encore plus que les maladies infectieuses. Elles représentent une urgence de santé publique sous-estimée* » [5]. En effet, aujourd'hui les progrès scientifiques, à travers maintes études, ont dévoilé la face de cette pathologie qui s'est imposée dans la population, et constitue un problème de santé publique assez préoccupant. Il n'épargne ni enfant, ni adolescent, ni adultes. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), cette maladie touche quelque 350 millions de personnes dans le monde ; tuant ainsi 3,4 millions de personnes en 2005 et, d'après les projections, le nombre de décès va doubler entre 2005 et 2030 [4]. Notons dans ce sens qu'au Bénin, selon l'enquête sur les facteurs de risque des maladies chroniques effectuée en 2008, le diabète affectait 2,6 % de la population [6}. Caractérisé par un déficit du pancréas qui ne produit pas assez d'insuline, le diabète est une pathologie qui s'installe très lentement pouvant aller jusqu'à dix ans avant les premiers symptômes types. Par sa chronicité, le diabète est susceptible de provoquer bien de complications pour la santé du malade.

Avant l'existence de la Clinique d'Endocrinologie et de Maladies Métaboliques-Nutrition (CEMM-N) au CNHU-HKM, la prise en charge était assurée dans le département de Médecine générale où étaient reçus tous les malades sans distinction de pathologies médicales. Le Service social implanté au lendemain de l'inauguration de l'hôpital en 1963 offrait aux malades hospitalisés à travers la relation d'aide, des prestations de protection et de promotion médicosociales. Les activités étaient entre autres celles de la santé maternelle et infantile, de soutien au malade à travers la *visite au lit du malade et la permanence* (consultation sociale), *des "dons*" *de consommables, de médicaments, et autres dons en nature et en espèce*. L'assistance financière aux malades était possible grâce aux *caisses de "menues dépenses"* et/ou de "*secours immédiats*". Ces activités étaient rendues possibles grâce aux appuis des ministères sous tutelle, des partenaires et ONG nationaux et internationaux.

Avec la création de la CEMM-N puis de celui des Urgences, l'admission du patient diabétique est consécutive à son orientation du service des Urgences, de la consultation de médecine externe et du "Centre de dépistage, de traitement et de suivi des diabétiques". Les complications aigües et chroniques constituent le motif d'hospitalisation. Après l'accueil et l'installation du patient, le médecin procède à l'écoute, l'examen et au diagnostic. Des examens complémentaires sont demandés pour la confirmation et la maîtrise du traitement institué. Les consignes et soins sont exécutés par les paramédicaux et stagiaires. Sous la direction du Médecin-chef, le service collabore avec d'autres spécialités en interne comme la Cardiologie, la Néphrologie, la Chirurgie, l'Ophtalmologie… pour assurer la prise en charge médicale. L'implication du service social apparait officieusement et est réduite à l'appui à la prise en charge financière de l'amputation (acte chirurgical) du patient diabétique à travers le Fonds Sanitaire des Indigents (FSI). Cet appui, non seulement qu'il soit interdit par un texte légal et réglementaire est apporté très tardivement à une phase irrécupérable de la complication. N'ayant ainsi pas d'autres choix que d'apporter cette aide aux malades diabétiques qui, à ce stade risque, le Service social par œuvre d'humanité, fait son impossible pour offrir au moins cette aide aux diabétiques. Par ailleurs, il faut relever que depuis la déconcentration des unités de la Médecine générale, la création de nouveaux services au sein de l'hôpital et la mise en place du FSI, le Service social n'arrive plus à offrir des prestations psychosociales aux patients hospitalisés. La priorité est donnée à la satisfaction de l'effectif grandissant des indigents par la mise œuvre de la procédure de prise en charge. La poursuite de la prise en charge du diabétique se fait selon l'évolution de son état de santé. Lorsqu'elle est favorable, le patient est mis en exéat avec un rendez-vous de contrôle. L'évolution défavorable amène à une nouvelle évaluation avec l'intervention des autres compétences médicales au besoin, ou le transfert du malade dans un autre service : Traumatologie en cas d'amputation, Réanimation, Néphrologie, etc. Les patients dont les complications sont telles les pieds diabétiques et autres plaies diabétiques sont mis en exéat en attendant la cicatrisation complète de la plaie. Ces derniers continuent en "soins ambulatoires" leur pansement. À l'exéat, des conseils sur l'alimentation, l'hygiène et autres relatifs au diabète sont prodigués aux patients. Un rendez-vous de consultation est donné dans un carnet réservé à cet effet et remis aux patients.

1.2 PROBLÉMATIQUE

Pour mener à bien la prise en charge de cette pathologie et de ses complications, les structures de soins ont pour mission d'assurer l'accueil, le suivi et la prise en charge médicale des patients. Également, elles devraient permettre l'accès à une prise en charge globale, ce qui suppose une coordination des aspects médicaux, sociaux, économiques et psychologiques. Mais force est de constater que les patients diabétiques hospitalisés dans le service d'Endocrinologie et des Maladies métaboliques du Centre National Hospitalier et Universitaire-Hubert Koutoukou MAGA (CNHU-HKM) ont des difficultés à bénéficier d'une pareille prise en charge globale. Entre autres difficultés, le manque de prise en charge psychosociale des diabétiques a le plus retenu notre attention.

En effet, ce problème nous paraît assez préoccupant du fait qu'à priori, pour une meilleure et globalisante prise en charge des personnes diabétiques, on ne saurait occulter l'aspect psychosocial, car cette situation représente un paradoxe au regard de l'envergure des prestations de cette institution sanitaire de référence de notre pays et de la présence d'un Service Social Hospitalier au sein du CNHU-HKM. C'est pour cette raison que nous avons décidé, d'explorer la problématique de l'absence d'une prise en charge psychosociale des malades diabétiques du CNHU-HKM à travers le sujet : " États des lieux et perspectives relatives à la prise en charge psychosociale des patients diabétiques hospitalisés au Centre National Hospitalier Universitaire-Hubert Koutoukou MAGA (CNHU-HKM", afin de déceler des pistes de solutions susceptibles de rendre un peu plus globalisante la prise en charge des patients diabétiques de ladite institution sanitaire.

1.3 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

1.3.1 OBJECTIF GÉNÉRAL

Contribuer à une meilleure prise en charge psychosociale des patients diabétiques hospitalisés au service d'endocrinologie au CNHU-HKM.

1.3.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Déterminer la conduite de la prise en charge du diabète au CNHU-HKM, des débuts à nos jours ;
- Analyser la place de la composante psychosociale dans la prise en charge du diabète au CNHU-HKM de Cotonou ;
- Analyser les difficultés à la mise en œuvre du volet psychologique et social de la prise en charge du diabète au CNHU-HKM de Cotonou.

1.3.3 HYPOTHÈSE GÉNÉRALE

L'aspect psychosocial est un élément absent de la prise en charge du diabète telle que pratiquée au CNHU-HKM.

1.3.4 HYPOTHÈSES SPÉCIFIQUES

- La prise en charge psychosociale du diabète occupe une place de dernier ressort dans le dispositif existant au CNHU-HKM.
- La mise en place d'un dispositif d'accompagnement psychosocial par les acteurs de santé participe à l'amélioration de la qualité de vie du malade.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 L'APPROCHE THÉORIQUE

Elle a consisté à faire le point des connaissances sur les thématiques abordées dans cette étude. Ainsi, plusieurs sources d'informations ont été explorées. Le point de départ de notre recherche a été l'exploitation des informations recueillies tant au niveau de la Clinique d'Endocrinologie et de Maladies Métaboliques-Nutrition, des Urgences que du Service Social du CNHU-HKM. Essentiellement des registres et rapports d'activités, la veille légale et réglementaire et autres supports de travail y ont été consultés. Le souci de mieux cerner les différentes problématiques abordées nous a conduits à nous rapprocher du Programme National de Lutte contre les Maladies Non Transmissibles et d'autres Directions techniques des Ministères en charge de la Santé et de la Famille, où, des normes, protocoles, politiques, stratégies et textes aussi bien législatifs, règlementaires et applicables ont été exploitées. Des documents d'origine externe tels que les publications, revues, bulletins et articles des partenaires techniques et financiers du domaine de la santé ont été d'une très grande utilité.

D'autres bibliothèques et services de documentation ont également été visités. Aussi des sites web se rapportant à la problématique de l'étude ont-ils été consultés, et d'autres recherches sur : mobilisation sociale, Technique de négociation et plaidoyer, Psychologie, Santé et Sécurité au travail, Droit de la santé, Méthodologie de la recherche, statistiques, nous ont été d'un apport essentiel.

2.2 L'APPROCHE EMPIRIQUE

Cette approche a été organisée autour de la collecte de données de base et l'enquête faite sur le terrain. Elle s'est appuyée sur l'expérience, l'observation et les entretiens. Elle nous a permis d'envisager la méthode d'enquête à utiliser pour identifier les causes à l'origine des problèmes soulevés et les données nécessaires à la vérification de nos hypothèses de recherche.

2.2.1 NATURE ET DURÉE DE L'ÉTUDE

Il s'agit d'une étude descriptive transversale et analytique à caractère qualitatif avec quelques données quantitatives. L'étude s'est déroulée du 23 mars au 13 juin 2015 au CNHU-HKM, plus précisément en Service d'Endocrinologie et des Maladies Métaboliques.

2.2.2 POPULATION D'ÉTUDE

Elle est constituée de :

- Tout patient diabétique ayant été hospitalisé au moins une fois pendant 72 heures au minimum pendant la période considérée ;
- Le personnel soignant de la Clinique d'Endocrinologie et des Maladies Métaboliques-Nutrition ;
- Le personnel du Service Social du CNHU-HKM.

2.2.3 CRITÈRES D'INCLUSION

- Être âgée de 15 ans ou plus ;
- Être un diabétique, hospitalisé au moins une fois pendant une durée de 72 heures au minimum dans la Clinique d'Endocrinologie et de Maladies Métaboliques-Nutrition au CNHU-HKM ;
- Tout parent d'un malade incapable de répondre aux questions ;
- Le Personnel soignant de la Clinique d'Endocrinologie et des Maladies Métaboliques-Nutrition ;
- Le personnel du Service Social du CNHU-HKM.

2.2.4 CRITÈRES D'EXCLUSION

- Tout patient n'ayant pas donné son consentement ;
- Patient décédé ou non diabétique.

2.2.5 TECHNIQUE ÉCHANTILLONNAGE

Nous avons choisi de prendre en compte l'effectif total de nos groupes cibles répondant aux critères d'inclusion présent dans le Service d'Endocrinologie et de Maladie Métaboliques pendant la période de collecte des données, au regard de leur importance dans la réalisation de l'étude, et, les techniciens supérieurs de l'action sociale de l'effectif du Service social.

Ainsi, la technique d'échantillonnage non probabiliste a été utilisée. Il s'agit de l'échantillonnage typique ou raisonné.

La taille de notre échantillon est constituée de 34 personnes réparties comme suit :

- Patients diabétiques : 18 (10 hospitalisés et 08 patients en traitement ambulatoire) ;
- Médecin traitant : 05 ;
- Infirmier : 06 ;
- Aides-soignants : 03 ;
- Assistants sociaux : 02.

2.3 TECHNIQUES ET OUTILS DE COLLECTE DES DONNEES

2.3.1 MATERIEL DE COLLECTE DE DONNEES

Dans le cadre de l'étude, cinq différents guides d'entretien ont été conçus. Les guides d'entretien au personnel soignant et aux assistants sociaux comportent des questions fermées et quelques questions ouvertes ont permis d'enregistrer les informations relatives à leur appréciation et leur opinion sur l'accessibilité des diabétiques aux soins ; la prise en charge psychosociale des diabétiques et son utilité ; les difficultés selon eux des malades et les axes d'amélioration pour l'effectivité de la prise en charge psychosociale des diabétiques. Le guide d'entretien adressé aux patients diabétiques permet de recueillir entre autres des informations sur leurs connaissances et représentations de la maladie, la connaissance, le rôle et l'utilité du psychologue et de l'assistant social, leur vécu de la maladie et leurs besoins. Pour faciliter l'adhésion des enquêtés, nous avons effectué des «visites au lit du malade" pour les informer et les préparer psychologiquement avec obtention de leur avis. Pour les malades en traitement ambulatoire (pansement), nous avons profité de leurs jours de pansement pour les informer et obtenir d'eux des rendez-vous. Quant aux autres acteurs impliqués, des rendez-vous ont été obtenus après avis favorables.

2.3.2 TECHNIQUE DE COLLECTE DE DONNÉES

Les techniques utilisées pour la collecte de données sont : la revue documentaire, l'observation et l'entretien individuel (face à face avec l'enquêté).

Le guide d'observation **:** cet outil nous a permis de vérifier l'existence ou non des supports d'enregistrement des activités et la qualité de leur remplissage (registres de garde et de permanence, dossiers et rapports médicaux, protocoles et procédures de prise en charge, etc.).

Les guides d'entretien élaborés nous ont permis d'interviewer d'une part les patients diabétiques et d'autre part, le personnel soignant et les assistants sociaux. Ce sont :

- Un guide d'entretien à l'endroit des patients diabétiques ;
- Un guide d'entretien à l'endroit des médecins traitants ;
- Un guide d'entretien à l'endroit des infirmiers du service ;
- Un guide d'entretien à l'endroit des aides-soignants ;
- Un guide d'entretien à l'endroit du personnel du Service Social.

2.4 DÉROULEMENT DE LA COLLECTE DES DONNÉES

Cette opération a été réalisée en deux étapes. La pré-enquête et l'enquête proprement dite.

- la pré-enquête :

Elle a permis de tester nos outils dans tous ses détails et nous a aidés à revoir et reformuler certains items afin d'atteindre les objectifs de notre étude.

- L'enquête proprement dite :

La collecte s'est déroulée du 20 mai au 04 juin 2015 dans l'enceinte du Service d'Endocrinologie et de Maladie Métaboliques : dans la salle de garde des infirmiers, au lit du malade pour certains et dans l'espace réservée à accueillir les malades en soins ambulatoires pour d'autres. Munies du matériel nécessaire pour le bon déroulement de l'enquête, nous avons procédé par interview directe c'est-à-dire que nous nous sommes directement adressées à notre cible en transcrivant les réponses aux questions posées. À la fin de la journée, un point est fait afin de vérifier la cohérence et la complétude des données recueillies. Ainsi, le travail de la journée était évalué et validé afin d'adopter le plan de travail de la journée à venir.

2.5 VARIABLES

- Variable dépendante

Dans notre étude, il s'agit du vécu psychosocial et des déterminants de la maladie.

- Variables indépendantes

Il s'agit dans notre étude des facteurs sociodémographiques :

- Données sociodémographiques (âges, sexes, situation matrimoniale, niveau d'instruction…) ;
- Données liées à la connaissance, les représentations ; etc.

2.6 TRAITEMENTS ET ANALYSE DES DONNEES

Le traitement et l'analyse des données ont été informatisés. SPSS version 20 et Microsoft Excel 2007 ont été les logiciels utilisés. Avant la saisie, il a été d'abord vérifié la cohérence et la vraisemblance des réponses recueillies. Après la saisie, une validation des premières tabulations a été d'abord faite après vérification d'erreurs. Ceci a permis de produire les tableaux analysés dans le présent rapport.

2.7 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES ET DÉONTOLOGIQUES

Notre étude a fortement tenu compte des considérations éthiques suivantes :

- Volonté du patient à participer à l'étude ;
- Principe du non-jugement ;
- Respect de la dignité humaine ;
- Respect de la confidentialité des données recueillies.

3 RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

- **Sexe et âge**

La population d'étude est à prédominance masculine : 72,22 % d'hommes et 27,78 % de femmes. Cette répartition s'expliquerait par le fait que dans la population béninoise, le taux de prévalence du diabète (sucré) est plus élevé chez les hommes que chez les femmes. C'est sans doute ce qui justifie qu'en prévision, la capacité d'accueil des hommes est le double de celle des femmes à la CEMM-N. L'âge moyen pour les deux sexes est de 51 ans avec des extrêmes de 36 ans et 75 ans.

- **Niveau d'instruction et résidence**

Comme niveau d'instruction, 4 diabétiques, soit 22,22 % n'ont aucun niveau d'instruction. 6 soit 33,33 % ont celui du primaire ; 6 aussi, soit 33,33 % ont le niveau secondaire et 2 (11,12 %), celui du supérieur. Ces résultats montrent la proportion non négligeable des diabétiques instruits. S'agissant de leur résidence, respectivement 72,22 % proviennent du Littoral ; 16,67 % de l'Atlantique et 11,11 % du Mono. Ceci démontre quel effort les patients doivent faire avant d'accéder aux soins lorsqu'on ne fait plus de doute sur les faibles capacités financières de la plupart des Béninois, en particulier du diabétique à cause de sa maladie, et le coût du transport dans nos villes.

- **Statut professionnel et couverture sociale des diabétiques**

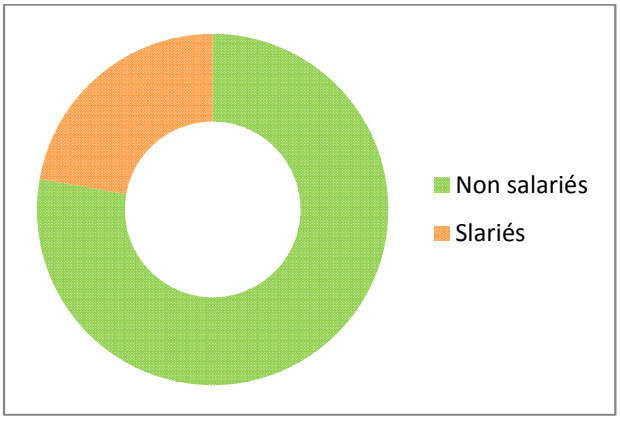


Fig. 1. Répartition des diabétiques selon leur statut professionnel et leur couverture sociale

Il ressort de ce graphique que plus de 75 % des diabétiques (14 sur les 18) ne sont pas salariés. Aussi, 14 diabétiques (77,78 %) sur les dix-huit enquêtés n'avaient-ils ni prise en charge, ni assurance maladie. Les examens para cliniques étant à la charge exclusive des patients, cela explique le fait que certains de ces examens très déterminants pour la maîtrise des

complications n'étaient pas réalisés. Ces résultats montrent la très grande proportion des diabétiques qui ne bénéficient d'aucun privilège de protection sociale pour amoindrir le coût des exigences financières de leur prise en charge.

- **Effectivité de la prise en charge psychosociale des patients diabétiques**

Tous les enquêtés ont répondu unanimement (100 %) par la négation à la question de savoir *si la prise en charge psychosociale des patients diabétiques est effective au CHNU-HKM*. Justifiant leur déclaration l'un d'eux s'exprime en ces termes : « Aucun dispositif n'a été mis en place à cette fin. Pas d'assistant social, ni de psychologue convié à cette tâche ».

- **Les Raisons de l'absence des interventions d'un psychologue dans la prise en charge des diabétiques**

Relativement à la question posée au personnel soignant et aux assistants sociaux de savoir *ce qui à leur avis expliquerait l'absence de l'intervention d'un psychologue dans la prise en charge des diabétiques au CNHU-HKM*, les réponses se présentent comme suit :

Tableau 1 : Répartition du personnel soignant et assistants sociaux selon ce qui expliquerait l'absence de l'intervention d'un psychologue dans la prise en charge des diabétiques au CNHU-HKM.

Modalités	Effectif	%
Inexistence de texte	09	62,5
Absence de recrutement	07	37,5
Total	16	100

Source : *Données de l'enquête*

De ce tableau on comprend que 62,5 % des enquêtés attribuent l'absence des interventions d'un psychologue au fait qu'il n'existe pas de texte en la matière tandis que, 37,5 % l'associe à l'absence de recrutement. Cette situation est le présage d'un manque de texte réglementaire en la matière et partant, d'une absence d'intervention d'un psychologue en Service d'Endocrinologie et des Maladies Métaboliques ; ce qui a été déjà prouvé par la description de la conduite de la prise en charge des diabétiques depuis la création du CEMM-N jusqu'à nos jours telle que abordée plus haut.

- **L'absence d'un accompagnement psychosocial des hospitalisés par le personnel du service social se présente comme suit :**

À la question de savoir si les assistants sociaux du Service Social assurent la prise en charge psychosociale des diabétiques, 100 % des enquêtés, c'est-à-dire le personnel du Service Social enquêtés et le personnel soignant, ont répondu par la *négation*. Ainsi, des raisons concernant la quasi-inexistence de l'accompagnement psychosocial aux diabétiques sont évoquées dans l'encadré suivant :

Encadré 1: Raisons évoquées à propos de la quasi-inexistence de l'accompagnement psychosocial aux diabétiques.

- Cela constituerait trop de charges pour le peu du personnel existant ;
- Une telle activité n'est point formalisée dans notre service ;
- Absence de planification ;
- Pas de recrutement dans ce sens ;
- Exclusion du Fonds Sanitaire des Indigents ;

Source : *Données de l'enquête*

Paradoxalement, quant à la question d'avoir l'avis des enquêtés sur la nécessité d'un accompagnement psychosocial au profit des diabétiques, tous (patients diabétiques, personnel médical et paramédical de la CEMM-N) ont répondu à 100 % par l'affirmative. Dans ce même ordre d'idée, le tableau suivant résume leur avis sur le rôle de la prise en charge psychosociale au profit des diabétiques.

Tableau 2 : Répartition du personnel soignant et des assistants sociaux selon leur avis sur l'importance de la prise en charge psychosociale au profit des diabétiques.

Modalités	Effectif	%
Très utile	07	30,44
Indispensable	06	26,08
Urgente	04	17,39
Nécessaire	04	17,39
Utile	01	4,35
Opportun	01	4,35
Total	23	100

***Source** : Données de l'enquête*

De ce tableau on comprend que majoritairement soit à 56,52 %, le personnel soignant de la CEMM-N pense que la prise en charge psychosociale au profit des diabétiques est très utile et indispensable. Il faut noter que toutes les variables utilisées dans le tableau ci-dessus (prises globalement) ne sont que *synonymes* du terme « très utile » utilisé à 30,44 %. En somme, le personnel soignant reconnait la nécessité de procéder à une prise en charge psychosociale des diabétiques.

L'hypothèse n° 1 met en relief l'inexistence d'un texte réglementaire au plan national comme étant la cause de l'absence des interventions d'un psychologue en SEMM. Pour la vérifier, l'avis des personnes interrogées au cours de notre enquête est présenté dans le tableau 1. Il ressort de l'analyse dudit tableau que les médecins ont reconnu à 62,5 % l'inexistence de texte comme étant la source de l'absence d'interventions d'un psychologue dans la CEMM.-N. Pour ce qui est des 37,5 % restant, ils associent le problème à l'absence de recrutement. Remarquons que cette deuxième cause est incluse dans la première, car, le recrutement d'un personnel suppose à priori qu'il soit préalablement prévu ; que le besoin ait été, exprimé, et que la nécessité soit reconnue et jugée par les autorités compétentes. En effet, des directives nationales et internes relatives à la prise en charge des diabétiques existantes (Protocoles et stratégies, Normes, et Plan stratégique), aucune mention du psychologue n'y est faite des acteurs comme il est le cas du nutritionniste dans certaines. On pourrait donc s'interroger sur le fait de savoir si la question avait été une préoccupation des acteurs de la santé, lors de l'élaboration des directives. De même, en parcourant la conduite de la prise en charge du diabétique telle que pratiquée depuis sa création jusqu'à nos jours au CNHU-HKM, on se rend bien compte qu'aucun psychologue n'est formellement impliqué dans la prise en charge du patient diabétique. Par conséquent, nous pouvons affirmer que notre hypothèse n° 1 est vérifiée. Ainsi, l'aspect psychosocial est un élément absent de la prise en charge du diabète telle que pratiquée au CNHU-HKM.

L'hypothèse n° 2 explique l'absence d'un accompagnement psychosocial des diabétiques hospitalisés par plusieurs causes dont l'absence d'interface entre le Service Social et le Service d'Endocrinologie et des Maladies Métaboliques. Quand on analyse les données relatives au problème spécifique n° 2, on se rend compte que tous les enquêtés à 100 % reconnaissent qu'il n'y a pas une implication du Service Social dans les activités de la CEMM-N et qu'eux-mêmes (personnel soignant) ont déjà assez de charges pour se livrer à une telle activité au profit des diabétiques. En effet, faudrait qu'il y ait une implication du Service Social Hospitalier dans la prise en charge des diabétiques pour qu'on parle soit d'interface entre le SSH et la CEMM-H, soit de planification d'activités de relation d'aide et donc d'accompagnement psychosocial. Ainsi, l'absence de recrutement dans ce sens ne saurait justifier l'ineffectivité de cette activité par les assistants sociaux quand on sait que la prise en charge sociale et économique est la mission primordiale, le rôle principal que doit assurer l'assistant social en milieu hospitalier. L'exclusion des diabétiques du Fonds Sanitaire des Indigents évoquée comme raison démontre aisément la méconnaissance des attributions et missions du Service social hospitalier dans la prise en charge des diabétiques par le personnel soignant de la CEMM-N ; alors que cette même prise en charge est qualifiée de très utile, nécessaire et indispensable par le personnel soignant de la CEMM-N. Ainsi, on peut affirmer que notre hypothèse n° 2 est vérifiée. Donc, la prise en charge psychosociale du diabète occupe une place de dernier ressort dans le dispositif existant au CNHU-HKM.

4 DISCUSSION

Les résultats d'un certain nombre d'études récentes mettent en évidence l'importance des facteurs psychosociaux dans la gestion du diabète. Les recherches indiquent que la co-morbidité psychologique est prévalente chez les personnes atteintes de diabète, ce qui a un impact négatif sur le bien-être, le contrôle glycémique et la prise en charge autonome. D'après [7], la dépression est malheureusement courante chez les personnes atteintes de diabète et souvent mal diagnostiquée.

Des études récentes, notamment l'étude DAWN [8], montrent que, d'une façon générale, le soutien psychologique est inadéquat tant chez les enfants que chez les adultes atteints de diabète. Ces résultats corroborent nos hypothèses en apportant la preuve que la connaissance croissante des implications psychologiques pourrait amener une amélioration significative de la gestion psychosociale des personnes atteintes de diabète.

Selon [9], le soutien psychologique peut contribuer à améliorer le suivi du traitement et le bien-être des personnes atteintes de diabète et que, globalement, les interventions psychologiques étaient efficaces pour améliorer le contrôle glycémique chez les personnes atteintes de diabète de type 2.

Pour certains chercheurs, les personnes atteintes de diabète sont responsables de la majorité de leurs soins. Certains des aspects de la vie quotidienne, et notamment des aspects aussi fondamentaux que l'alimentation et l'activité physique, sont affectés par le diabète [10]. Ces résultats vont dans le sens que nos affirmations et confirment le fait que selon la théorie des croyances relatives à la santé, certaines connaissances sont nécessaires pour pouvoir se soigner mais celles-ci ne sont pas toujours garantes de soins autonomes optimaux. Ainsi, l'éducation des patients s'impose donc comme une question thérapeutique complexe. La nature holistique de la gestion autonome du diabète implique également un bien-être mental afin de maintenir et d'optimiser les changements mis en application dans la vie quotidienne, une tâche difficile lorsque des problèmes psychologiques interfèrent. La prise en charge psychologique et l'éducation sont donc des aspects essentiels des soins du diabète.

L'un des objectifs importants des soins médicaux est en soi, le bien-être psychologique et les facteurs psychosociaux qui jouent un rôle important dans la mise en œuvre de tous les aspects de la gestion du diabète. Le diabète est un facteur de risque supplémentaire du développement de troubles psychologiques et impose une charge psychologique à vie. Un mauvais état psychologique provoque une souffrance, et peut lourdement interférer avec la gestion autonome quotidienne du diabète. Il est également associé à de mauvais résultats médicaux et à des frais élevés. Les problèmes de comportement et d'ordre psychologique peuvent souvent être adressés en dialoguant avec le patient et en effectuant une évaluation et un conseil psychologiques.

En effet, si la prise en charge des diabétiques en Service d'Endocrinologie et de Maladies Métaboliques se veut plus globalisante, il est clair qu'elle doit dépasser le niveau médical et intégrer une série d'autres aspects de prise en charge de la maladie, dont l'aspect psychosocial. De même, si on espère pouvoir soutenir les patients diabétiques dans leur vécu de la maladie, il faudrait penser à un moyen de subventionner leurs dépenses, car elles sont assez exorbitantes.

Ainsi, au terme de la présente étude, il se dégage pour la CEMM-N une urgence en matière de collaboration avec le service social hospitalier afin d'intégrer l'aspect psychosocial dans la prise en charge et de rendre un peu plus globale la prise en charge aux diabétiques en plaidant aussi pour le recrutement d'un psychologue interne à la CEMM-N.

Toutefois, la mise en œuvre de ces solutions reste tributaire à une volonté manifeste des autorités sanitaires au plus haut niveau en passant par la base qui n'est plus à convaincre.

Par ailleurs, il convient de notifier que les moyens en termes de ressources matérielles, financières et humaines mis à disposition de la CEMM-N ne lui permettent pas d'atteindre de manière plus objective et efficiente sa mission dont l'étendue est nationale. Par conséquent, pour améliorer la prise en charge des diabétiques, la CEMM-N **doit** se battre durement pour que ses plaidoyers soient entendus et réalisés. Il doit également avoir la clairvoyance de se tourner vers le Service Social Hospitalier (SSH) afin que de la synergie de leurs efforts naisse un résultat d'actions assez bénéfique aux patients diabétiques.

En ce qui concerne la faiblesse du mécanisme d'information et de soutien du patient diabétique dans le système de prise en charge, nous dégageons trois axes de solutions :

- **Le renforcement de l'information et la motivation du diabétique hospitalisé :**

Rendre plus disponible et accessible l'information au sein de la CEMM-N au CNHU-HKM et motiver les diabétiques à l'autogestion et au suivi de la maladie est un atout favorable pour la réduction de la morbi-mortalité chez les diabétiques.

Pour une information et une communication efficaces, le ministère de la Santé et le Programme National de Lutte contre les Maladies Non Transmissibles (PNLMNT) doivent élaborer une politique de communication assortie d'un plan opérationnel de communication qui est un instrument de partage d'informations et de mobilisation de ressources. Il doit également procéder à la planification ainsi qu'au financement des activités sur les bonnes conduites, attitudes et pratiques, la prévention du diabète et de ses complications. Il faut en fait communiquer davantage sur la maladie (radio, télé, campagne de sensibilisation à grande échelle) afin de permettre aux populations de mieux comprendre la maladie. En outre, il faudra renforcer voire rapprocher les délais de dépistage systématique au sein de la population afin que les malades à risque se reconnaissent malades plus tôt, à un stade moins compliqué compte tenu du caractère silencieux de la maladie.

Aucun niveau de la prévention ne doit être occulté. Si la prévention tertiaire et quaternaire doivent être apportées aux diabétiques en hospitalisation au CNHU-HKM, celles primaire et secondaire sont indispensable en l'endroit de toute la population béninoise au regard des conséquences avilissantes qui frappent non seulement les familles intéressées, mais aussi freinent l'essor de notre pays.

- **La mise en place d'un Fonds pour la prise en charge des diabétiques** : le diabète compte tenu de son caractère chronique est exclu du Fonds sanitaire d'aide aux indigents géré par le SSH. Tout comme pour le VIH/SIDA, la dialyse (insuffisance rénale) et le cancer, il va falloir que les pouvoirs publics s'activent et réfléchissent à la mise en place d'un programme impliquant le volet économique pour subventionner les différentes charges liées au traitement du diabète dont les analyses corolaires fréquemment demandées sont souvent très exorbitantes, mais vitales pour le patient.

- **Le renforcement des capacités du personnel de la CEMM-N et du SSH :**

Le diabète est une maladie que l'on ne peut pas guérir, mais que l'on peut soigner de mieux en mieux. Les acteurs de la prise en charge doivent être formés de manière adaptée, qu'ils soient médecins, infirmières, ou autres… Ce renforcement de capacité doit tenir compte de nouvelles approches et conceptions de la santé.

- La formation du personnel soignant et des assistants sociaux à la notion de l'éducation thérapeutique du patient (ETP*)* : il s'agit de former tous ceux qui sont impliqués dans le processus de traitement du diabétique à cette notion qui permet de considérer la maladie et le malade comme un tout et rendre plus globale sa prise en charge afin d'améliorer réellement sa qualité de vie en dépit de la maladie. **«**L'éducation thérapeutique du patient devrait permettre aux patients d'acquérir et de conserver les capacités et compétences qui les aident à vivre de manière optimale leur vie avec leur malade. Il s'agit, par conséquent, d'un processus permanent, intégré dans les soins, et centré sur le patient. L'éducation implique des activités organisées de sensibilisation, d'information, d'apprentissage de l'autogestion et de soutien psychologique concernant la maladie, le traitement prescrit, les soins, le cadre hospitalier et de soins, les informations organisationnelles, et les comportements de santé et de maladie. Elle vise à aider les patients et leurs familles à comprendre la maladie et le traitement, coopérer avec les soignants, vivre plus sainement et maintenir ou améliorer leur qualité de vie » [11] .
- La prise en charge psychosociale des patients diabétiques : nécessite des aptitudes qui vont au-delà des simples connaissances générales dont sont souvent investis les Assistants sociaux. Elle requiert de leur part des savoirs plus spécifiques relatifs à cette cible complexe, au regard de la chronicité, des problèmes physiques et psychologiques auxquels ils doivent faire face continuellement. Ainsi l'approche du travail social sera basée sur la tradition humaniste et mettra en évidence le caractère unique de la personne et de son expérience. Les consultations sociales permettront entre autres d'anticiper un changement en réduisant l'impact des événements stressants. Aussi permettront-elles également d'appliquer des méthodes conçues spécialement (thérapie comportementale et cognitive…) pour modifier les pensées négatives et améliorer l'estime de soi ; d'identifier les problèmes/troubles psychosociaux qui nécessitent une attention spéciale et des soins de santé mentale spécialisés (comme la dépression, l'anxiété, les troubles de l'alimentation, l'abus de substances, l'activité professionnelle, la dynamique familiale, la facilitation d'adaptation, l'éducation, l'emploi) et comprendre l'impact sur le bien-être émotionnel, les comportements en termes de soins autonomes et les résultats cliniques.

- **La synergie entre la CEMM-N et le SSH :** pour mettre en place des mécanismes qui impliquent ou intéressent les patients diabétiques qui sont bien souvent oubliés dans les décisions de l'administration et les directives nationales. Elle permettra en outre d'identifier les aspects non perçus et conjuguer les approches de solutions pour la satisfaction des patients.

5 CONCLUSION

La CEMM-N du CNHU-HKM est une institution sanitaire de référence au Bénin en termes de prise en charge des patients diabétiques. Il contribue ainsi à la prise en charge des maladies chroniques dans notre pays.

Cependant, au cours d'un séjour effectué à la CEMM-N, force a été de constater que ce service est confronté à différents problèmes, dont la quasi-inexistence d'accompagnement psychosocial au profit des patients diabétiques. Une situation qui suscite des interrogations alarmantes au regard des complications psychosociales de la maladie et au vu du paradoxe de la présence d'un service social hospitalier au CNHU-HKM. Conformément à notre étude, cette situation trouve sa source dans quelques difficultés dont : l'absence d'interventions d'un psychologue, l'absence d'un accompagnement psychosocial des hospitalisés diabétiques par le Service social du CNHU-HKM et la faiblesse du mécanisme d'information et de soutien du patient diabétique dans le système de prise en charge. Ces situations résultent respectivement de l'inexistence de texte au

plan national qui prévoit l'intervention du psychologue, de la non-implication du service social hospitalier dans le processus de prise en charge du diabétique et de l'exclusion du patient diabétique du Fonds sanitaire d'aide aux indigents.

REFERENCES

[1] Bodin, J., Les *six livres de la république*, Paris, 1576.

[2] N. Célant, S. Guillaume et T. Rochereau, Enquête *sur la santé et la protection sociale 2012,* Les Rapports de l'IRDES, 2012.

[3] The World Health Report, *Shaping the future*, 2003.

[4] Planète Santé, *Epidémie de diabète : une bataille sur tous les fronts*, 2012. [Online] Available: http://www.planetesante.ch/Mag-sante/Ma-sante-au-quotidien/Epidemie-de-diabete-une-bataille-sur-tous-les-fronts, (05 juillet 2015).

[5] S. Besançon, A. Sidibé, B. Traoré, D. Amadou, " Injecter de l'aide dans une région oubliée ", *Diabetes Voice*, Volume 59, Mars 2014.

[6] H. Lawin, V. Hinson, D. Amoussou-Guénou et B. Fayomi, "Activité professionnelle et équilibre du diabète chez les artisans à cotonou", Bénin, *Journal International de Santé au Travail*, Vol. 1, 2012.

[7] F. Snoek et E. Ballegooie, " Prise en charge psychosociale des personnes atteintes du diabète : Ce que disent les directives", *Diabetes Voice*, Juin 2004, Vol 49, 2004.

[8] Martha M. Funnell, MS, RN, The Diabetes Attitudes, Wishes, and Needs (DAWN) Study, *Clinical Diabetes*, Vol. 24, n°4, pp. 154-155, 2006. [Online] Available: http://dx.doi.org/10.2337/diaclin.24.4.154.

[9] S. Besançon, "Un problème majeur de santé publique"*, Equilibre,* Novembre-Décembre, 2006.

[10] R. J. Anderson, K. E. Freedland, R. E., Clouse, et P. J. Lustman, "The prevalence of co-morbid depression in adults with diabetes: a meta-analysis", *Diabetes Care* ; Vol. 24, pp. 1069-78, 2001.

[11] OMS,*. Therapeutic Patient Education – Continuing Education Programmes for Health Care Providers in the field of Chronic Disease,* 1996. [Online] Available: http://medphar.univ-poitiers.fr/santepub/images/staff_2011/0413_ETP.pdf, 44 p. En ligne, (03 Juin 2015).

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 90-100
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Acculturation des enfants congolais scolarisés en milieu extra-coutumier de la cité de Lubao: étude menée au moyen d'une planche projective

[Acculturation of Congolese children enrolled in an extra-customary environment in the city of Lubao: Study conducted by a projective board]

Senghor KAPENGA NTAMBWE

Institut Supérieur Pédagogique (ISP) de Kabinda, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this article is to examine one of the major issues that concern today Congolese educational partners: the acculturation of young Congolese. We show that there behind this lies the whole problem of training program content must be assessed if they are compatible with the ancestral socio-cultural imperatives or constitute obstacles to progress. Faced with the need to think locally, consider globally and act locally, Congolese must defend their cultural heritage without fail to open the demands of a new world to build a society where traditional and modern values are well integrated. This is indeed the kind of knowledge the content of communications tied to our specific realities we seek not knowledge tied to the cult of good importing foreign models. Projective board used for this purpose as technical production data, not only to identify the attitudes of subjects approached, but shows that the actual behavior verify unequivocally the young Congolese opening of school capacity in non-urban on modernity as well as their desire to remain themselves.

KEYWORDS: Culture, Acculturation, Personality, Projection.

RESUME: La visée de cet article est de scruter l'un des problèmes majeurs qui préoccupent aujourd'hui les partenaires éducatifs congolais: l'acculturation des jeunes congolais. Nous y montrons que derrière cela, se pose toute la problématique des contenus de programme de formation qu'il faut apprécier s'ils s'avèrent compatibles avec les impératifs socioculturels ancestraux ou constituent des freins au progrès. Face à la nécessité de penser localement, examiner globalement et agir localement, les congolais doivent défendre leur patrimoine culturel sans manquer de s'ouvrir aux exigences d'un monde nouveau en vue de construire une société où les valeurs ancestrales et modernes sont bien intégrées. C'est bien là le type de savoir au contenu des communications attachées à nos réalités spécifiques que nous recherchons et non un savoir attaché au culte du bon importateur de modèles étrangers. La planche projective utilisée à cet effet comme technique de production des données, permet non seulement de déceler les attitudes des sujets approchés, mais montre encore que les comportements réels vérifient sans équivoque la capacité d'ouverture des jeunes congolais scolarisés en milieu non urbain sur la modernité tout autant que leur souci de demeurer eux-mêmes.

MOTS-CLEFS: Culture, Acculturation, Personnalité, Projection.

1 INTRODUCTION

Les sociétés du sud qui ont entretenu et entretiennent encore des échanges avec les sociétés du nord, connaissent le phénomène de l'acculturation selon des modalités variables. Ce processus d'acculturation est nettement en marche dans

Corresponding Author: Senghor KAPENGA NTAMBWE

notre société, en ville comme au village où il est maintenu et même amplifié par l'école à travers ses multiples programmes de formation à contenu généralement importé de l'étranger.

L'un des domaines dans lesquels ce phénomène d'acculturation est ordinairement vécu, est la médecine. En effet, face aux problèmes de santé individuelle et même publique, chaque personne se comporte de façon spécifique en vue d'obtenir la guérison.

En milieux congolais non urbains, les populations font de plus en plus face au choix à opérer entre la médecine moderne et la médecine ancestrale pour espérer recevoir des soins de qualité. Dès lors, pouvons-nous affirmer que les jeunes congolais scolarisés en ce milieu non urbain, sont-ils plus engagés dans un processus d'acculturation sans retour et qu'ils sont perçus comme ayant une personnalité qui se caractérise par une attitude ambivalente ? Seule une enquête en milieu coutumier pourrait nous permettre de répondre à cette interrogation.

Bien qu'ils soient quotidiennement aux prises avec les éléments culturels anciens et qu'ils évoluent habituellement dans un contexte coutumier, assez résistant aux influences socioculturelles modernes, nous pensons que les jeunes congolais scolarisés en ce milieu non urbain seraient considérablement acculturés. La manière de penser et d'interpréter la vie quotidienne, les place dans une situation de blocage social car la façon dont s'élabore le processus de cette acculturation produit en eux un impact négatif sur la construction de la réalité. Pour cela, leur personnalité serait caractérisée par un comportement ambivalent du fait d'être placés très tôt, à l'école, qui produit et véhicule les éléments culturels mélangés.

Cette étude Cette étude qui situe dans le domaine de l'ethnopsychologie, vise à scruter le niveau d'acculturation de ces sujets pour dégager les divers liens que pourraient avoir ces deux mécanismes : conservatisme et acculturation en vue de permettre aux partenaires éducatifs d'en tenir compte dans l'élaboration des contenus des programmes de formation conçus pour ces derniers. C'est qui permettrait leur insertion harmonieuse dans notre société.

Cette étude se justifie dans ce sens qu'elle montre que former les jeunes congolais en général et en particulier ceux de milieux non urbains, doit répondre au souci de les inculquer les connaissances qui les aident à s'accommoder aux exigences du milieu dans lequel ils évoluent et parvenir à réaliser aisément une double intégration : celle de l'homme face aux changements rapides de son époque et celle de l'homme qui se nourrit à la sève traditionnelle nécessaire.

En effet, les questions relatives aux réactions des jeunes en situation d'acculturation, permettent non seulement de réunir des informations relatives à leurs désirs lorsqu'ils cherchent à assimiler les nouveaux modèles comportementaux, mais aussi aident à connaître la ou les causes de la déception qui les détourne des modèles ancestraux et constitue la raison de leur désintéressement de plus en plus accentué aux valeurs culturelles ancestrales. Tout cela, c'est-à-dire l'attrait ou la répulsion, l'espoir ou la déception peut être éclairé si l'on évite le cantonnement de la formation à l'acquisition de connaissances non contextualisées. A notre sens, c'est en cela que pourrait réellement se situer le bien-fondé de l'idée de l'éducation à la nouvelle citoyenneté prônée par les dirigeants actuels de notre pays.

La présente réflexion s'articule autour de trois points. Le premier parle de la terminologie adoptée et la projection comme mécanisme psychologique. Le deuxième concerne la méthodologique suivie. Le troisième et le dernier point quant à lui, présente les résultats. Ces résultats sont interprétés et expliqués de manière à permettre une compréhension aisée par une analyse thématique des récits recueillis basés sur un modèle actanciel des personnages identifiés dans la planche projective exploitée comme matériel.

2 TERMINOLOGIE

Parmi les termes autour desquels se fonde la présente étude, il y a la culture, l'acculturation, la personnalité et la projection.

2.1 CULTURE

La culture est un terme diversement commenté. La culture est tout éventail des activités de génération en génération par divers processus d'apprentissage [1]. Elle exprime aussi un ensemble des connaissances, des comportements, des objets qui constitue l'héritage commun d'une société. [2]

On peut également la comprendre comme étant la totalité des valeurs et des réponses spécifiques-intellectuelles, matérielles, psychologiques, institutionnelles, spirituelles et éthiques-inventées par un groupe humain pour résoudre les problèmes de son monde de vie et s'y adapter, solutions qui orientent son mode d'expérience et sa vision du monde et qui le différencie des autres groupes. [3]

Dans ce travail, nous préférons la synthèse donnée ci-après qui est plus explicite et mieux adaptée au phénomène sous examen. En effet, la culture est … tout ce qui constitue un style de vie, une échelle de valeurs, une manière d'établir la communication avec le monde visible et invisible au moyen des œuvres et de l'imaginaire humain dans une société donnée, de sorte que la culture se donne ainsi à voir comme une matrice identitaire, reconnaissable à un acte de vivre, d'être, de se poser dans le monde. [4]

De façon simple, nous pouvons dire que toute manière particulière dont chaque groupe social a dû adapter ses comportements aux exigences de son environnement, constitue ce que nous appelons ''culture'', c'est-à-dire l'ensemble des réponses sociales aux exigences des milieux, aux besoins de l'homme. C'est pourquoi, il est nécessaire que les institutions éducatives y puisent l'essentiel de leurs actions par rapport aux contenus de formation à donner à la jeunesse.

2.2 ACCULTURATION

Etymologiquement, le terme ''acculturation'' évoquerait un processus à sens unique, dans lequel la culture influencée se moulerait à l'image de la culture influente. Ce sens lui a été réservé dans bon nombre d'usages. [5]

Pour la différencier d'un autre terme qui lui est plus proche : ''l'assimilation'', il importe de noter que l'acculturation recouvre ces phénomènes qui se produisent lorsque les groupes d'individus appartenant à des cultures différentes se retrouvent en contact direct continu, avec changements consécutifs dans les structures culturelles organisationnelles de l'un des deux groupes. Par contre, l'assimilation désigne le stade final auquel peut aboutir, dans certains cas, un processus d'acculturation, lorsque l'une des cultures en présence cède complètement la place à l'autre. [6]

Aussi, on évoque cette notion d'acculturation pour parler du contact de cultures comme un contact entre ensembles présentant un certain degré d'intégration, dans lequel les échanges vont se situer à un niveau plus fondamental qu'un simple mécanisme d'emprunts. Mais, dans la plupart des situations d'acculturation, rien ne permet de postuler que les changements se font dans le sens d'assimilation. Ainsi, lorsque nous approchons cette notion d'acculturation avec la personnalité de certaines gens en situation de contact, nous convenons qu'elle influence leurs comportements.

2.3 PERSONNALITÉ

Plusieurs études d'études sociologiques, anthropologiques et psychologiques... parlent de la personnalité dans un sens ou dans un autre. Par exemple, le sociologue l'utilise pour examiner les idéaux d'une société ; l'anthropologue le manie pour déceler au sein d'une culture, ses particularités et ses ressemblances avec d'autres cultures, tandis que le psychologue l'exploite en vue de comprendre le comportement humain confronté aux problèmes culturels.

Au niveau des psychologues, les significations qu'on confère à ce mot varient selon les écoles ou les courants de pensée psychologiques de leurs auteurs. Par exemple, en psychologie génétique, il va de pair avec le développement du ''moi'' ; en psychologie physiologie avec la construction et le tempérament ; en psychologie différentielle avec les différences entre les personnes ; en psychologie sociale avec la personnalité comme aboutissement des relations entre l'individu et la culture.

La personnalité est l'unité intégrante d'un homme avec tout l'ensemble de ses caractéristiques différentielles permanentes et ses modalités propres de comportement. Ici, le penchant est tourné du côté plus psychique que du côté social. [8]

Elle apparait enfin comme ce qui permet de prédire ce que fera un individu dans une situation donnée. Cette façon de se comporter faisant penser à une résultante de l'hérédité et des effets du milieu environnant. [9]

Pour bien comprendre ce terme personnalité au sens psychologique, il convient de le dissocier de celui qui lui est connexe, c'est-à-dire la personne.

Le terme ''personne'' désigne l'individu humain concret alors que celui de la ''personnalité'' est une constitution scientifique élaborée par le psychologue en vue de se faire une idée au niveau de la théorie scientifique, de la manière d'être et de fonctionner qui caractérise l'organisation psychophysiologique que nous appelons personne humaine. [10]

Ici, la question n'est pas de savoir si c'est telle ou telle autre formule que l'on doit choisir pour exprimer le mieux une réalité qui serait la personnalité ; mais plutôt de préciser ce que nous avons à l'esprit quand nous parlons de la personnalité. Pour nous, la personnalité résulte de l'interaction de la constitution héréditaire et de toutes les forces du milieu depuis le moment de la conception. Ceci, souligne l'importance des caractères héréditaires et des facteurs du milieu où la personne se trouve.

Quand on rentre dans le domaine éducatif, on se rend bien compte que ce qu'on fait dans ce processus éducatif, c'est d'aider chaque enfant à épanouir sa personnalité et à réaliser au maximum ses possibilités. Mais, l'influence de ce processus ne s'arrête pas là, elle continue même à l'âge adulte. A mesure que l'individu est en contact avec d'autres cultures, il est régulièrement dans la situation de désapprendre des modèles qui ont cessé d'être efficaces et apprendre de nouveaux modèles qui sont mieux adaptés à la situation nouvelle. Ici, certains modèles de comportement sont en général retravaillés et transformés jusqu'à ce qu'ils soient plus ou moins compatibles avec la personnalité sans quoi l'individu risque de tomber dans la dichotomie et l'ambivalence.

A propos de ces comportements ambivalents, « le sentiment d'insécurité est plus manifesté chez ceux qui ont commencé par vivre dans une culture et qui ont essayé de s'adapter à une autre. Tous ceux qui ont travaillé sur le phénomène d'acculturation connaissent bien ces individus qu'ils traitent des ''marginaux'' et dont les systèmes de valeurs et d'attitudes les plus anciens se sont étiolés et obscurcis, faute de pouvoir se renforcer en s'exprimant constamment dans leurs comportements explicites, ambivalents. [11]

Signalons qu'en dehors de l'influence de la culture, la personnalité est déterminée aussi par d'autres facteurs : héréditaires, environnementaux, les conditions professionnelles, etc. Par rapport à cela, il y a lieu de parler des changements socioculturels et structure de la personnalité en focalisant l'attention sur les multiples circonstances et accidents qui entourent l'homme et l'affectent à tel point que sa personnalité change dans le temps et dans l'espace.

Dans le cas de la société traditionnelle congolaise, les facteurs responsables de ce changement sont nombreux, notamment :

- L'organisation administrative européenne qui s'était opposée à l'organisation coutumière en entraînant le mépris des institutions coutumières par les autorités coloniales ;
- La mise en valeur économique du pays, créant de nouvelles conditions de vie ;
- Les missions religieuses qui ont attiré les congolais au christianisme en leur faisant abandonner les prescriptions que comportaient les institutions sociales traditionnelles ;
- L'école avec sa puissance transformatrice a fait que sans pour autant devenir occidentale, la personnalité du congolais n'est plus restée purement traditionnelle. Elle est aujourd'hui une mosaïque désordonnée d'éléments traditionnels et d'autres éléments divers presqu'exclusivement occidentaux, souvent mal assimilés.
- Les progrès technologiques actuels qui exercent leur attrait sur le congolais et lui présentent un nouveau système des normes et modèles existentiels.

Nous comprenons par-là que la structure de la personnalité de quelqu'un se modèle chaque fois qu'il est aux prises avec des changements sociaux divers. Ainsi, lorsque les études sont faites sur l'acculturation, c'est surtout pour chercher à connaître l'intégration sociale de l'homme au niveau tant au personnel que communautaire.

2.4 LA PROJECTION

Comme mécanisme psychologique, la projection est en employée en psychologie dans trois domaines différents :

- En psychologie générale comme phénomène normal, c'est-à-dire n'étant pas lié nécessairement à un contexte pathologique. C'est un moyen ou mécanisme qui consiste à expulser hors de notre conscience ou notre inconscience, les sentiments, les besoins qui sont agréables ou désagréables. Ici, la personne attribue à d'autres personnes, objets ou choses de l'environnement ses propres intentions, ses intérêts, ses qualités, ses sentiments, ses attitudes, ses tendances, bref, les manifestations de son ''moi''.
- En psychanalyse comme phénomène névrotique. Dans ce sens, on lie la projection soit au mécanisme de défense soit à la paranoïa. Elle renvoie d'une part au mode de méconnaissance avec en contre partie la connaissance en autrui de ce qui est formellement méconnu en soi-même, d'autre part, à un processus d'expulsion presque réel. Le sujet jette hors de lui ce dont il ne veut pas être et retrouve ensuite dans le monde extérieur ce dont il voudrait être.
- En psychologie appliquée avec les tests de projection comme instruments ou technique d'étude de la personnalité d'un individu, on cherche à analyser entre autres son comportement adaptatif, son comportement expressif et son comportement projectif. Même si c'est difficile de dissocier à tout moment ces trois aspects, il est possible que l'un ou l'autre de ces trois aspects arrive à dominer dans l'une ou l'autre analyse. Dans cette étude nous considérons la projection du point de vue de la psychologie appliquée.

Parmi les conditions qui favorisent la projection, nous relevons notamment :

- La structuration d'un matériel : on demande au sujet de constituer un matériel. Dans ce cas, la production du sujet révèle l'aspect dynamique de sa personnalité en mettant en scène le portrait de son contenu psychologique.
- La complétion des stimuli : le mot que le sujet donnera complète non seulement le sens, mais exprime, traduit aussi ses propres problèmes.
- L'interprétation d'image ou de figure quelconque : tout comme dans celle d'identification d'un dessin, les problèmes ou thèmes soulevés par le sujet sont généralement relatifs à ses préoccupations. Dans la présente étude, nous avons l'interprétation d'image comme mode de production de la projection.

3 METHODOLOGIE

Notre cadre de recherche est la cité de Lubao. L'étude a été menée à l'aide de la méthode d'enquête. Un test projectif du type Thematic Aperception Test (T.A.T.) a été utilisé pour produire les données et l'analyse thématique de contenu a servi pour le traitement de ces dernières.

3.1 PARTICIPANTS

La planche projective a été administrée à 171 élèves finalistes des écoles secondaires choisis et interrogés sans distinction dans les cinq écoles publiques de la cité de Lubao, chef-lieu du territoire du même nom dans la province de Lomami en R.D.Congo. Ces établissements sont : Institut de Lubao, Institut technique social Kangoyi, Institut technique commercial Tuendeleyi, Institut technique agricole Tumbulayi et Institut scientifique math-physique Muanana. Nous avons travaillé avec un échantillon à choix raisonné tiré d'une population finie.

[...] Dans cet échantillon, il y a le souci de représentativité parce que le chercheur tient à inclure les individus les plus susceptibles d'apporter une information pertinente. [12]

Les sujets approchés représentent des cultures généralement homogènes du fait d'être nés et grandis dans ce milieu, ils étudient dans ce même milieu non urbain. Parmi eux, 147 étaient des garçons et 24 étaient des filles. Ces caractéristiques donnent à penser que les données recueillies sont probablement, dans l'ensemble, le reflet de la population observée. Le détail suivant résume les informations sur la répartition des élèves contactés dans ces cinq écoles.

Sur les 171 élèves finalistes qui ont été approchés, 97 sont des écoles officielles. Parmi eux, 55 sujets dont 45 garçons et 10 filles sont de l'Institut de Lubao et 42 répondants dont 34 garçons et 8 filles sont de l'Institut technique social Kangoyi. Ce groupe est suivi de 58 sujets qui sont des élèves des écoles catholiques. Dans ce groupe, l'Institut technique agricole Tumbulayi a 41 participants dont 40 garçons et 1 fille. Pour la seule protestante retenue, il y a eu 16 élèves finalistes, tous des garçons.

3.2 MATÉRIEL

Pour parler avec les élèves concernés par la présente étude, nous avons utilisé la technique projective. Il s'agit de la planche d'un test projectif du type T.A.T. (Thematic Aperception Test) du laboratoire de psychologie expérimentale de l'Université Officielle du Congo actuellement Université de Lubumbashi (1968) du Professeur Dr. J.A. QUAKEELBEN. [11]

Cette planche a été construite autour du thème de la médecine dans le sens moderne et traditionnel. En tant que telle, la médecine est le point de rencontre de conceptions modernes et traditionnelles. La médecine au sens moderne, représente ici la culture occidentale et la médecine au sens traditionnel symbolise la culture africaine.

Grâce à son adaptation au contexte de notre société du fait que ses images se rapprochent de plus près de notre milieu congolais en général et en particulier du milieu congolais non urbain dans lequel ce problème d'acculturation se pose, cette planche projective nous a permis de parcourir la gamme de réactions chez nos enquêtés et de voir la souplesse avec laquelle ils passent d'un niveau de réactions à un autre et de cerner leurs blocages. Elle nous a permis aussi d'avoir des résultats qualitatifs.

La vue de face de cette planche montre et définit fonctionnellement les personnages suivants d'un récit mythique :

- un vieux papa guérisseur traditionnel avec ses racines en mains. Il s'occupe du malade ;
- un médecin qui veut secourir le patient. Il se méfie du vieux guérisseur traditionnel ;
- un malade étendu au lit ;
- une sœur religieuse et un assistant social prêts à apporter de l'aide au médecin ;
- quelques gens du village qui suivent la cène de près.

3.2.1 DÉROULEMENT

L'administration de l'épreuve a été réalisée collectivement en classe par école à tous les élèves approchés. A chacun de nos 171 élèves approchés, nous avions remis une planche projective et une fiche individuelle qui contenait des informations sur : l'identité générale, les études faites, le séjour à l'étranger, les caractéristiques de milieu de vie, la construction du récit.

Sans donner de descriptions, la tâche à accomplir consistait à mettre au verso de la fiche individuelle, les récits imaginés en observant l'image :

- raconter ce qui se passe sur cette image ;
- dire comment cette scène s'est-elle produite ;
- imaginer ce qui est arrivé avant cette scène ;
- dire ce que pensent les personnages sur scène, ce qu'ils disent ;
- dire ce que sera la fin de cette histoire.

3.2.2 DÉPOUILLEMENT

L'analyse de contenu des récits produits par les enquêtés a consisté à dégager des connotations communes et formuler les synthèses d'où jailliront les signifiés.

Selon le modèle actanciel d'analyse adopté, la première tâche dans ce type de dépouillement a consisté à chercher l'organisation interne du récit. La deuxième tâche a été celle de l'analyse des thèmes contenus dans les récits. [13] Un thème est un complexe d'influences, d'émotions, de besoins, d'objets, d'actes orientés selon certains vecteurs et aboutissant à une issue. [14]

Nous signalons qu'après la récupération des protocoles, notre intérêt a été de tirer ceux qui étaient bien remplis par les participants et laisser de côté ceux qui étaient à récits illisibles. Ainsi, sur 171 protocoles, seuls 165 protocoles bien remplis ont été retenus et 6 protocoles ont été déconsidérés.

4 RESULTATS

4.1 ORGANISATION INTERNE DES RÉCITS

Les personnages ci-après ont été retenus conformément à l'examen de l'organisation interne des récits. Il s'agit du héros, de l'opposant, du destinateur, de l'adjuvant et des villageois.

4.1.1 LE HÉROS

Les résultats de la présente étude révèlent que le vieux papa ''guérisseur traditionnel'' a été retenu comme héros de la scène. Sur 165 participants, 68 sujets, soit 41,2% de l'ensemble l'ont décrit comme acteur principal dans la scène à laquelle ils ont donné le titre de « conflit entre deux médecines » : la médecine traditionnelle et la médecine moderne.

Le rôle joué par ce héros de la scène vise, selon eux à guérir le malade grâce aux racines d'arbres. Ce rôle est opposé à celui qu'il joue habituellement dans la vie courante dans son milieu, celui de ''tuer'' les gens. Ainsi, plusieurs qualifications lui sont collées, notamment grand sorcier, tueur d'hommes, diable, malfaiteur, magicien, devin, vieux du village, spécialiste de la médecine traditionnelle. Telles sont les connotations qui entourent le concept de guérisseur traditionnel dans ce milieu extra-coutumier de Lubao.

4.1.2 L'OPPOSANT

Dans les récits de 63 sujets, soit 38,1% de l'ensemble, le médecin est considéré comme opposant du vieux guérisseur traditionnel. Ils le décrivent comme celui qui s'oppose à ses succès, lui barre la route et le discrédite. Ces répondants reconnaissent en lui un grand spécialiste, un sage, un grand intellectuel et savant, un fin guérisseur. C'est en lui qu'ils placent leur confiance.

4.1.3 LE DESTINATEUR

Le malade, étendu au lit est l'homme responsable de la situation conflictuelle. C'est à cause de lui que guérisseur, médecin, sœur religieuse et assistant social se sont rencontrés ; chacun croyant travailler pour sa guérison. Telle est la manière que ce personnage est dépeint par presque tous les participants.

4.1.4 L'ADJUVANT

La sœur religieuse et l'assistant social sont identifiés comme des adjuvants dans 34 protocoles, soit 20,6% des participants. Ils les considèrent qu'ils sont venus apporter de l'aide au médecin. Les trois travaillent pour guérir le malade et sont identifiés comme représentants de la médecine moderne. Ce sont eux qui sont capables de guérir, contrairement au guérisseur traditionnel.

4.1.5 LE VILLAGEOIS

Ils sont perçus par les participants en des termes similaires. Entant que résidents de ce village, ils vivent la scène chacun à sa manière.

4.2 ANALYSE THÉMATIQUE

L'analyse thématique réalisée indique d'une manière générale que la configuration des récits produits tournent autour de la médecine comme thème général évoqué par les participants à l'enquête.

Ce thème central a engendré chez nos enquêtés d'autres thèmes particuliers : la médecine moderne, la médecine ancestrale, la complémentarité entre les deux médecines, la complémentarité entre la prière et les deux médecines, le conflit entre les deux médecines ainsi que la sorcellerie. Le tableau suivant montre la manière dont ces thèmes particuliers se répartissent et leurs poids :

Tableau 1 : Distribution des thèmes particuliers

N°	Thèmes particuliers	f	%
1.	Médecine moderne	50	30,3
2.	Conflit entre médecine moderne et médecine ancestrale	45	27,27
3.	Complémentarité entre médecine moderne et médecine ancestrale	44	26,66
4.	Médecine ancestrale	12	7,27
5.	Sorcellerie	08	4,84
6.	Complémentarité entre la prière et les deux médecines	06	3,63
	Total	165	100

En observant ce tableau, nous relevons que la diversité des interprétations qui ont été données par les répondants, confirme que notre souci de fournir aux sujets un stimulus ambigu à partir duquel ils pourraient exprimer leurs réactions personnelles à une situation d'acculturation, a été atteint. Passons maintenant à l'analyse thématique proprement dite.

4.2.1 MÉDECINE MODERNE

Sur 165 récits analysés, un groupe hétérogène de 50 sujets constitué des garçons et des filles, soit 30,3% de l'ensemble, a identifié et choisi explicitement ce thème sans tenir compte de la médecine traditionnelle ou tout simplement en la méprisant.

Globalement, ces participants ont une image positive de la médecine moderne. Pour eux, celle-ci est tributaire du développement ; elle est celle du moment et la médecine ancestrale appartient au passé car elle met le monde en régression. Ces sujets pensent complètement en termes d'une culture moderne et industrialisée et ignorent la tradition dans laquelle ils plongent leurs pieds. Certains parmi eux encore, louent la médecine moderne à cause de son organisation, son équipement matériel riche et la qualité de ses soins efficaces, comme il en ressort de ces quelques extraits tirés des récits analysés :

-''...Les personnages qui sont sur cette image nous apprennent à ne pas faire retour à la société traditionnelle. Cette scène s'est produite comme un remède à ceux qui ne songent qu'à vivre selon la société traditionnelle parce qu'ils freinent le développement suite à cet attachement trop exagéré aux coutumes ancestrales. Elle cherche à détacher la population de la culture traditionnelle afin que celle-ci se développe...''. (S'exprime l'un des répondants de ce groupe).

–''...Jadis, même aujourd'hui, les soins se donnent de deux manières. Mais avec la modernisation, le peuple a jugé bon d'abonner les soins indigènes pour s'intéresser aux soins modernes parce qu'avec l'évolution de l'homme, le moderne prime sur le traditionnel. Pour avoir une bonne santé, la population met l'accent sur les soins médicaux modernes et refuse les soins traditionnels car ceux-ci mettent le monde en régression...'' (Soutient un autre répondant).

-''...Dans cette scène, il est question d'un malade qui est amené chez un féticheur pour qu'il soit guéri. Ce féticheur a échoué dans son traitement et est détesté par la famille du blessé. Son entourage regrette pourquoi il l'avait conduit chez un féticheur qui ne pouvait rien faire vu qu'il s'intéresse surtout aux personnes qui ont des problèmes de la sorcellerie. C'est alors qu'on est allé contacter le médecin qui peut bien le soigner...'' (Pense ainsi quelqu'un d'autre du même groupe).

Ces avis et bien d'autres encore émis dans le même ordre d'idées, aident à comprendre que cette attitude positive de ces participants vis-à-vis de la médecine moderne peut expliquer entre autre par le contenu de leurs programmes de formation scolaire conçu selon un modèle culturel étranger. Ce qui fait d'eux de meilleurs élèves et adeptes de la culture étrangère facilement délogés de leur culture traditionnelle.

4.2.2 MÉDECINE ANCESTRALE

Un petit nombre des répondants, 12 au total, soit 7,27% continuent à défendre et à placer leur confiance en la médecine ancestrale. Pour eux, cette médecine a apporté et apporte aujourd'hui encore satisfaction dans le traitement des maladies ; la durée de soigner les malades à l'aide cette technique est très brève.

Pour ce groupe, l'illustration nous est donnée par les extraits ci-dessous tirés de quelques récits. Il s'agit de :

-''...Cette scène montre qu'ici chez-nous au village, quand quelqu'un s'est fracturé, on emploie la méthode traditionnelle pratiquée par le féticheur qui guérit les fractures dans quelques jours. Ce féticheur que nous voyons connaît la sorcellerie et peut guérir une personne sans difficulté. C'est pourquoi moi qui vis ici au village, j'apprécie cette méthode. C'est la seule méthode ici chez nous, le médecin bouffe notre argent pour rien et il trompe les gens...'' (Avis d'un sujet attaché à cette médecine).

–''...Au moment où le papa s'est cassé le bras, il y avait un vieux féticheur qui se sentait capable dans ce domaine mais le papa a jugé bon d'aller à l'hôpital... Comme son bras n'était pas guéri à l'hôpital, il avait jugé bon d'aller contacter le féticheur. Celui-ci a essayé avec ses médicaments traditionnels, alors dans deux jours seulement le bras était guéri...''. (Propos d'un autre défenseur de la médecine traditionnelle).

L'attachement profond de ces sujets à la tradition peut se comprendre dans le sens que le fait de rester longtemps en contact permanent avec la tradition et d'avoir bénéficié de certains avantages de la médecine ancestrale, poussent les concernés à conseiller chaque fois le recours à cette dernière.

4.2.3 COMPLEMENTARITE ENTRE LA MEDECINE MODERNE ET LA MEDECINE ANCESTRALE

En ordre d'importance, ce sous thème vient en deuxième position. Il est évoqué par 44 sujets, soit 26,6% de l'ensemble qui, dans leurs récits préfèrent qu'on utilise les deux techniques à la fois en vue de guérir le malade. Pour eux, le médecin et le féticheur se complètent. Ceux qui se font se font soigner à l'hôpital doivent comprendre ceux qui consultent les guérisseurs, et vice versa.

Voici les extraits tirés des quelques récits reprenant ces idées :

-''...Cette image montre qu'il s'agit d'une maman qui est venue à l'hôpital avec son frère qui souffre gravement pour qu'il soit soigné par l'infirmier. Ce dernier commençait à le soigner. De l'autre côté, le docteur coutumier voulait aussi guérir ce

malade avec quelques racines d'arbres en mains. Donc, tous deux s'occupaient du traitement de la personne malade, l'un après l'autre. Pour moi, je ne trouve pas d'inconvénient, il faut les associer pour une guérison assurée...'' (Point de vue d'un approché).

–''...Dans cette scène, on cherche à guérir une personne en associant deux cultures (africaine et occidentale) afin de mieux vaincre cette maladie. Comme à tout problème qui se pose, il y a toujours de spécialistes pour le résoudre, dans celui-ci, nous avons les médecins et le féticheur qui cherchent tous à rendre au malade une bonne santé. Les médecins se servent des médicaments, tandis que le féticheur utilise les racines d'arbres et les feuilles. Ça, c'est un bon exemple pour nous, car tout ce qui est moderne ou ancestral n'est pas nécessairement bon ou mauvais et vice versa...'' (Paroles d'un partisan de la symbiose).

Ce que nous venons d'entendre nous convainc que nos enquêtés vivent un temps de rencontre culturelle qui n'épargne ni personne, ni un quelconque domaine de la vie. Cette attitude est adoptée dans le but d'établir l'équilibre en vue de confirmer la personnalité. Ces sujets sélectionnent les données culturelles en présence pour se faire un modèle propre pour leur adaptation à la vie moderne.

4.2.4 COMPLEMENTARITE ENTRE LES DEUX MEDECINES ET LA PRIERE

Quelques participants à notre enquête, au total 6 répondants, soit 3,63% dans l'ensemble révèlent que quand on est malade, l'union du médecin avec le féticheur et le prêtre formerait une bonne équipe pour traiter le malade et l'aiderait à bien se rétablir. A ce propos, voici ce que déclare l'un d'eux :

-''...Il s'agit d'un médecin, d'un prêtre et d'un féticheur face à un homme malade. Ce qui les pousse tous trois à s'efforcer de trouver les moyens possibles leur permettant de faire face à cette maladie qui a atteint leur voisin. Celui-ci ne connaissait pas le moyen qu'il fallait utiliser pour soigner sa maladie. Raison pour laquelle le médecin, le prêtre et le féticheur se rencontrent ici. Tous trois, ont le souci de traiter le malade enfin de sauver ce cas...''. (Avis d'un sujet qui soutient le mariage de techniques)

Ce groupe des participants est conscient qu'on ne réussit pas tout seul. Il est donc important de travailler justement dans le sens de la conscientisation de tous. C'est pourquoi, ils préfèrent l'utilisation de tous ces trois moyens à la fois et redoutent l'emploi d'une seule technique.

4.2.5 SORCELLERIE

Huit sujets, soit 4,84% accordent une importance particulière à la sorcellerie dans l'explication de la scène leur présentée en image à travers cette planche projective. Dans bien de cas, chez beaucoup de gens vivant en milieu non urbain, la compréhension de la maladie et du décès n'est pas seulement expliquée sur le plan physiopathologique. Ce qui fait que certains sujets ont évoqué le thème de la sorcellerie. En voici les extraits de deux protocoles de ce groupe :

-''...Cette image montre qu'il y avait dans un village, un vieux sorcier qui était contre un certain homme parce que celui-ci était riche. Alors, le vieux sorcier voulait le tuer, et avait des fétiches pour l'éliminer. C'est ainsi que cet homme s'est cassé le bras. Cette fracture était pour lui un lever de rideau pour sa mort. Le sorcier disait qu'à la suite de cette fracture, il y a des microbes et on ne saura pas le traiter à l'hôpital. Là même, les infirmiers disaient que cette maladie a une cause surnaturelle ; peut-être il y a quelqu'un qui a fétiché contre le malade pour qu'il meurt. Le sorcier visait cet homme jusqu'à le tuer...'' (Dit un répondant).

–''...La cause de cet accident est due à la sorcellerie, car pour nous les nègres, africains, toute mort ou tout accident a ou s'explique toujours par des causes multiples dont une d'elles est la sorcellerie...'' (Mots d'un autre partisan de cette thèse).

Ces idées soutenant la sorcellerie, montrent bien l'enracinement des certains individus dans les pratiques et croyances ancestrales.

4.2.6 CONFLITS

Le groupe des sujets qui pensent aux conflits, est composé de 45 répondants, soit 27,27%. L'idée de confrontation entre le féticheur et l'équipe qui représente la médecine moderne, c'est-à-dire le médecin, la sœur religieuse et l'infirmier habite les esprits de certains enquêtés. Leur réaction montre que la médecine moderne et la religion sont intimement liées pour le congolais qu'ils voient dans la sœur, le symbole à la fois de la médecine occidentale et du christianisme.

L'extrait ci-dessous illustre bien ce cas : -''...Dans cette scène, le féticheur veut concurrencer le médecin et ses serviteurs. Ceux-ci disent qu'ils réussiront à traiter la fracture, tandis que le féticheur à son tour demande qu'on lui donne le malade pour le guérir. Il emploie toutes ses forces diaboliques pour que le médecin lui cède place, mais ce dernier fait tout pour ne pas céder le malade au féticheur...''.

Ce caractère conflictuel auquel ces sujets ont fait allusion, rend compte de la situation d'ambivalence dans laquelle ils se trouvent. En effet, la culture ancestrale leur impose ses modèles pendant que la culture moderne véhicule les siennes à travers les programmes d'enseignement auxquels ils sont soumis. D'où, l'idée du conflit qui influe sur leur comportement.

4.3 ESSAI D'INTERPRÉTATION

Que peut-on comprendre de ces résultats présentés et analysés ci-dessus ? Nos avis sur ces informations se résument en ceci :

Ces jeunes scolarisés en milieu non urbain de la cité de Lubao, nés au village, grandis et étudiant dans ce même milieu, sont acculturés. Dans le cas des soins médicaux, ces élèves sont moins affectés par les normes ancestrales ; ils préfèrent la médecine moderne face à laquelle ils sont tantôt promptement convaincus de sa supériorité, tantôt (très peu) la préfèrent tout en attribuant certains avantages à la médecine ancestrale. Ils perçoivent en elle un moyen efficace de guérison.

Cela montre que l'école joue un rôle important dans l'acculturation des jeunes congolais scolarisés en milieu non urbain. Ceci se justifie par le nombre inférieur de répondants qui ont opté pour la médecine ancestrale. Dès lors, le milieu non urbain n'est plus le pur représentant et le défenseur de la tradition qui résiste à ce qui est nouveau quand bien même il est établi que c'est au village que l'on trouve ceux qui restent encore fidèles à la tradition. Cette irréversible ouverture d'esprit oblige tous les partenaires à la formation des jeunes congolais à abandonner le cantonnement des programmes dans un conformisme inadéquat et tendre vers la conception de contenus de formation favorisant l'acquisition de connaissances contextualisées. Ce qui faciliterait l'intégration de leur personnalité. C'est ce que nous considérons en disant que : «éduquer quelqu'un, c'est lui apprendre à se tirer d'affaire en lui indiquant la voie à suivre».

5 CONCLUSION

Quand on regarde la formation des jeunes congolais en général et de ceux du milieu non urbain en particulier, les contenus de programmes de formation plongent les apprenants dans une acculturation dégradante comme dans une éternelle liturgie journalière sans salut.

Ce constat nous invite nous congolais à prendre au sérieux l'éducation scientifique telle qu'elle se pratique ailleurs dans d'autres pays : Chine, Canada, Afrique du Sud, Corée du Sud...qui étaient avec nous presque dans les mêmes conditions vers les années 70, 80, mais qui sont aujourd'hui de loin avancés que nous !

Dans n'importe quelle société, vivre ensemble sous l'effet de l'acculturation, exige un minimum d'organisation d'un enseignement contextualisé, si rudimentaire soit-il, c'est-à-dire avoir des formes d'enseignements les mieux adaptées à engendrer si possible le moins de dérapages et d'autres faux pas. Voilà qui nous pousse à conclure en disant : former les jeunes congolais de tous les milieux doit répondre à un souci de les équiper d'un bagage intellectuel qui leur permet d'être non seulement des hommes instruits, mais aussi des gens qui inventent sans arrêt des manières d'être utiles à leur communauté grâce à un fourmillement d'initiatives et de réalisations, connues ou inconnues sans être délogés de leurs milieux de vie.

REFERENCES

[1] J. Beattie, Introduction à l'anthropologie sociale, Paris, Payot, 1972, p. 32
[2] J. Moquet, Africanité, Traditionnelle et moderne, Présence Africaine, 1967, p. 41
[3] P. Mabiala Mantuba-Ngoma, « Les pesanteurs culturelles du développement en République Démocratique du Congo », (sous dir) de Manfred Schulz, Les Porteurs du développement durable en R.D. Congo, Ed. du CEPAS, Ed. du Spektrum, Kinshasa, Berlin, 2009, p. 414
[4] B. Bayili, Culture et inculturation. Approche théorique et méthodologique, L'Harmattan, Paris, 2008, p. 20
[5] Cl. Dubois et al. Grand dictionnaire Encyclopédique, Larousse, Aà Beauce, Tome I, Librairie, Larousse, 1982, p. 64
[6] M. Richelle, Aspects psychologiques de l'acculturation, Elisabethville, Katanga, CEPSI, 1959, p. 12
[7] J. Stoetzel, La psychologie Sociale, Paris, Flamarion, 1963, p. 139
[8] H. Piéron, Vocabulaire de psychologie, Paris, PUF, 1968, p. 321

[9] La personnalité, Paris, PUF, 1961, p. 3
[10] J. Nuttin, La structure de la personnalité, Paris, PUF, 1965, p. 50
[11] A. Lubamba, Etude de deux thèmes d'acculturation au moyen d'une planche projective, UOC, FPSP, Lubumbashi, 1970, p. 20, Mémoire inédit.
[12] S. Kitenge, Pour une recherche scientifique apaisée en sciences humaines, Deutschland, Editions universitaires européennes, 2015, p.78
[13] A.J. Greimas, « Eléments pour une théorie de l'interprétation du récit mythique », in Revue Communication, n° 8, Paris, Seuil, 1966, pp. 28-29.
[14] D. Anzieu, Les méthodes projectives, Paris, PUF, 1970, pp.139-140.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 101-114
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Investigation of the Printability of Henna Before and After Miniaturization on Natural Fabrics

A.A. Ragheb[1], S. Tawfik[2], J.I. Abd El-Thalouth[2], and M.M. Mosaad[2]

[1]Textile Research Division, National Research Centre, Cairo, Egypt

[2]Faculty of Applied Arts, Helwan University, Cairo, Egypt

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A novel nanoscale henna natural dye with particle size less than 100 nm were successfully prepared by using ultrasonic stirrer. Henna natural dye as ecofriendly dye was studied to clarify the impact of nature of nano-size color particles on size, shape, and particle distribution of the natural dye. The work was extended to study the K/S and overall color fastness properties of the printed natural fabrics (wool, silk and cotton) in presence and absence of mordant. Results showed that the K/S values of nano scale samples acquire higher values when compared to that of the original samples, irrespective of the nature of the fabric used. Mordant for example Alum that incorporated with original henna can be omitted, and substituted by nano-henna without mordant on printing silk and cotton fabrics. Results also shows that the pre-mordanting acquired K/S values higher than the simultaneous mordanting irrespective of the kind of fabric used, or dye particles size used, or henna concentrations. While on using tannic acid as a mordant, color fastness to rubbing, and perspiration properties of nano dye is found to be better than that of the original.

KEYWORDS: Textile, Printing, Nanotechnology, Henna dye, natural fabrics.

1 INTRODUCTION

Worldwide, growing consciousness about organic value of eco-friendly products has generated renewed interest of consumers towards use of textiles (preferably natural fiber product) dyed or printed with eco-friendly natural dyes. Natural dyes are known for their use in coloring of food substrate, leather as well as natural fibers like wool, silk and cotton as major areas of application since pre-historic times[(1)].

On the hand, based on their origin, natural fibers can also be classified as cellulosic (from plants) like cotton[(2)]; and protein (from animals) like wool[(3,4)]or silk[(5)].

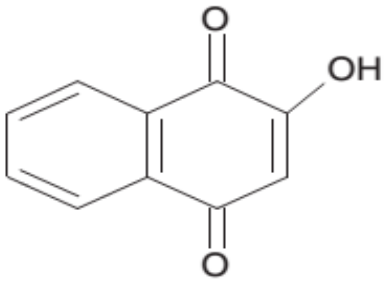
The word 'natural dye' covers all the dyes and pigment derived from the natural sources like plants, animal and minerals. Natural dyes can be used to dye different natural and man-made materials [(6)].

Textile coloration using natural dyes found to yield poor color, have inadequate fastness properties. To overcome such hassle, mordants are used. Metal ions of mordants act as electron acceptors for electron donors to form co-ordination bonds with the dye molecule[(7)]. Because of the chemistry associated with dyes from natural materials, it is necessary to utilize fibers, which have dye sites that can bond molecularly with these dyes[(8)]. Cotton has no inherent affinity for most natural dyes. However the affinity of cotton can be modified to make it dyeable with natural dyes by the use of metallic salts mordants) or the process of cationization which creates positively charged sites on cotton or by addition of NaOH or enzymes[(9)]. Further, these dyes can directly dye protein fabrics under acidic pH since they have basic amino groups in the same manner as synthetic acid dyes.

The word Henna has its origin in the Arabic word Al-Hinna. In botanical terms it is, Lawsoniainermis, commonly known as Mehdi/Mehandi is a shrub or small tree frequently cultivated in India, Pakistan, Egypt, Yemen, Iran and Afghanistan. Henna is

Corresponding Author: J.I. Abd El-Thalouth

an ancient dye, evidence being the Egyptian mummies found in the tombs that had their nails dyed with henna. It is also used in many countries for dyeing hair, eyebrows and fingernails during religious festivals and marriages etc. the powdered leaves of this plant (aqueous paste) are used as a cosmetic for staining hands, palms, hairs and other body parts. Nowadays it is used to gardening as well as fabrics to dye including silk, wool, and leather. The dye component present in the leaves of henna is "Lawseone" Lawsoniainermis is belonging to the familyLagthraceais identified as 2 hydeoxel 1,4, naphthoquinone. with Color Index Number 75480; Natural Orange 6[10, 11] .



Scheme (1): Coloring component of henna (L. inermis) leaves –Lawesone.

Henna is an organic red pigment, yellow crystals. It originates from the primary glucosides, the hennosides, in the course of drying of the leaves and the oxidation of a glycone thus liberated. The leaves also contain flavonic pigment (luteoline) of yellow color and tannins (6% of gallic acid) which play the role of organic mordant [12] .Henna is consider as a disperse dye, and has Antibacterial properties of henna dyed wool fabrics against E. coli and S. aureus are also reported [11, 13] .

The urgent need for innovative technology, as alternative for the conventional production process, for achieving lower cost, cleaner production process and products, as well as attaining improved lifetime, better quality and performance properties is actually a global necessity. Nanotechnology occupies a top position among frontier technologies that responds to this need.Nanotechnology is the science and technology of designing, constructing and creating of novel nano-scale structure, 1nm to 100 nm in size, with huger quality, novel performance properties, along with fewer defects compared with those of the bulk material.

The present work is undertaken with a view to harness nanotechnology as one of the most important frontier for development printing natural fabrics using eco-friendly natural color namely henna. Role of miniaturization of the used natural dye on their printability of wool, silk and cotton in presence and absence of mordant will be investigated. Besides comparative studies of the K/S and overall color fastness properties of the printed goods before and after miniaturization will be done.

2 EXPERIMENTAL

2.1 MATERIALS

Fabrics

- Cotton fabric:Mill desized, bleached and mercerized cotton fabrics 165 g / m^2 produced by Misr/Helwan for Spinning and Weaving Company, Helwan, Egypt.
- Wool fabrics: Mill scoured 100% wool fabric supplied by Misr Company. for spinning and weaving (Mehalla El-Kubra) 210 g / m^2 , Mehalla, Egypt.
- Silk fabrics: Mill scoured natural Silk fabric of plain weave 60 g / m^2 supplied by El-Khateib Company, Souhag, Upper Egypt.

Dyestuff: natural Coloring substance turmeric (Henna) [which have been purchased from local market] was extracted according to the procedure described latter.

Thickening agents: Commercial synthetic thickening agent, namely Printofixthickener MTB 01 EG liq manufactured by CLARIANT company was also used.

Mordants: Alum [hydrated double sulfate of potassium hydrogen sulfate ($KAl(SO_4)_2.12\ H_2O$], and tannic Acid.

2.2 METHODS

2.2.1 EXTRACTING OF NATURAL COLORING MATTER

100 g. henna dry powder were added to 1000 ml. water and subjected to boiling under reflux for 30 min. The mixture was left to cool at room temperature and then filtrated off. The filtrated solution was concentrated using a laboratory Rotavapour.

2.2.2 PREPARATION OF NANO PARTICLES OF HENNA NATURALDYE USING ULTRASONIC STIRRER

Different amount "X" (3, 5, or 7gm) of filtrated solution of Henna were suspended in 100ml distilled water under stirring then the solution were set to motion in the Ultrasonic stirrer (The probe is turned to resonate at specific frequency, 20 KHZ $\pm$100 HZ). The Ultrasonic stirrer was operated for 60 min at ca 80˚C to reach the nano-size.

2.2.3 PREPARATION OF THE PRINTING PASTES

The extracted henna color was subjected to minimization using Ultrasonic stirrer as previously mentioned. Different printing pastes containing natural henna color before and after minimization were prepared according to the following recipes:

Dye suspension original or nano sample *	20 g
Urea	2.5g
Thickener	2.5g
Binder	5g
Sodium dihydrogen phosphate dehydrate	0.5g
Mordant **	X
Distilled water	Y
Total	100

** 20g was taken from each dyeing solution (original or nano-size) containing henna color at a concentration of 3, 5, or 7 g dye in 100 ml water.*
*** The mordant was incorporated direct in the printing paste.*

2.2.4 MORDANTING OF NATURAL FABRICS

Mordanting of the natural fabrics (cotton, wool or silk) were conducted using two different techniques; either pre-mordanting or simultaneous i.e. added directly to the printing paste were used.

2.2.5 PRINTING TECHNIQUES

The aforementioned three different fabrics, i.e. wool, cotton, or silk were printed with the prepared printing pastes via screen, i.e. screen printing technique.

After printing and drying the printed goods were subjected to steaming at 115˚C for 10 minutes for silk, and for 20 minutes for both cotton and wool followed by thoroughly washing and finally air-dried. At the end, the fabrics were assessed for K/S and overall fastness properties.

2.3 TESTING, ANALYSIS AND MEASUREMENTS

2.3.1 TRANSMISSIONELECTRONIC MICRO-SCOPY (TEM) [14]

Particle shape and Size were obtained using aJEOLJEM 1200. Specimens for TEM measurements were prepared by dissolving a drop of colloid solution on a 400 mesh copper grid coated by an amorphous carbon film and evaporating the solvent in air at room temperature. The average diameter of the natural dye nanoparticles was determined from the diameter of 100 nanoparticles found in several arbitrarily chosen areas in enlarged microphotographs.

2.3.2 COLOR STRENGTH AND FASTNESS

The color strength (K/S) of the samples was evaluated by light reflectance technique using Shimadzu UV/Visible spectrophotometer[15].and the color overall fastness properties: i.e. to washing, perspiration or rubbing fastness were assessed according to standard methods[16].

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 DEPENDENCE OF THE SIZE OF HENNA PARTICLES ON ITS CONCENTRATION

To start with TEM investigation of the particles size of the henna color, Figures 2, 3 and 4 show the TEM micrographs of henna at original size, i.e. before subjecting to ultrasonic stirring at a concentration of 3, 5 and 7%. Figures 5, 6 and 7 represents the particle size after subjecting to ultrasonic stirring for 60 min, at Ca 80 ˚C.

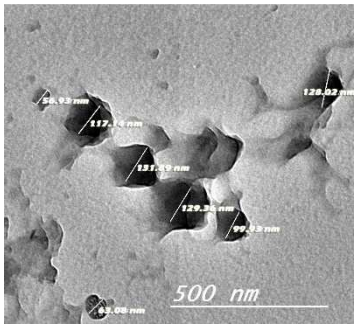


Fig (2): 3% original henna

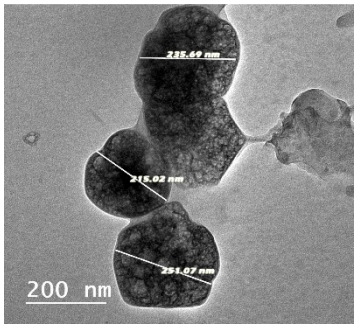


Fig (3): 5% original henna

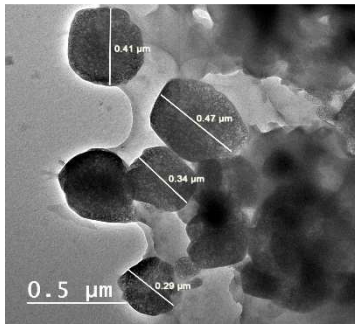


Fig (4): 7% original henna

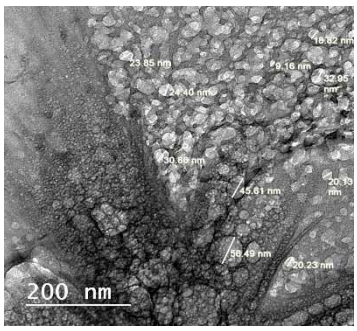


Fig (5): 3% nano henna

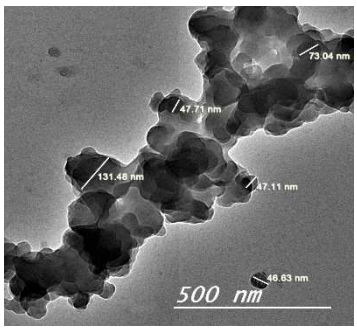


Fig (6): 5% nano henna

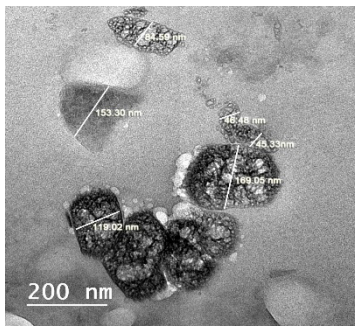


Fig (7): 7% nano henna

A close examination of figure 2 which represent the TEM at a concentration of 3% before subjecting to ultrasonic stirring signifies an average particle size of 103.7 nm. Indeed this average covers a wide distribution of size particles ranging from 56.9 to 131.9 nm. While figures 5 represents TEM micrograph of the same sample after subjecting to ultrasonic technique. Figures 3,4 and figures 6, 7 represent the TEM before and after miniaturization at concentrations of 5 and 7 % respectively.

While table (I) summarize the effect of concentration of henna on the particle size before and after nonfiction.

Table I: Comparison between henna particle size before and after miniaturization using ultrasound based technique

Dye	Con. of dye	Original size			Nano size			Percent decrease
		Average size of dye particle	Max. size of dye particle	Min. size of dye particle	Average size of dye particle	Max. size of dye particle	Min. size of dye particle	
Henna	3%	103.7	131.9	56.9	28.1	56.5	9.16	72.90%
	5%	223.9	251.1	215	69.2	131.5	46.6	70.41%
	7%	377.5	470	290	102.9	153.3	45.3	72.74%

Conditions: Time of stirring 60 min, temperature of stirring ca 80°C.

It is clear from the micrographs that the size, shape and particle size distribution of nano-dye rely on dye concentration.

It is also clear that by Increasing the dye concentration from 3 to 7gm/100ml water increases the average of dye particle size from 28.1 nm to 102.9nm at nano-form, and from 103.7nm to 377.5nm at original form. With greater tendency of the nanoparticles to aggregate / agglomerate.

The decrease percentage of miniaturization of particle size are (72.90%, 70.41%, 72.74%) at dye concentrations' (3, 5, and 7) respectively.

There is also noticeable gradual increments in the nanosized henna particles by increasing the henna concentration within the range studied. This suggest that increased amounts of henna in cases of its higher concentrations seem to protect its particle sizes from the action of mechanical and thermal energies involved in miniaturization. Once this is the case, the protection would be remarkable at higher henna concentration.

3.2 EFFECT OF MINIATURIZATION OF HENNA COLOR TO NANO-SIZED ON ITS PRINTABILITY ON NATURAL FABRICS

To investigate the effect of decreasing the particle size of henna to the nano-form on its printability on natural fabrics, printing pastes containing the aforementioned three concentrations before and after miniaturization were prepared in presence or absence of mordants. The prepared pastes were applied to print the aforementioned three natural fabrics according to the procedure described in the experimental section. Given below the results obtained along with the appropriate discussion.

3.2.1 COMPARISON BETWEEN ORIGINAL AND NANO-SIZE: (IN ABSENCE OF MORDANT)

Table II represents the data of K/S obtained using different concentrations of henna before and after miniaturization.

Table II: Effect of miniaturization of henna color to nano-sized on K/S in absence of mordant

Fabric	Dye Con. %	Without mordant		
		In original Form	In nano Form	% increase
Wool	3	1.85	1.98	7.03%
	5	2.44	2.84	16.39%
	7	2.50	2.94	17.60%
Silk	3	1.62	1.65	1.85%
	5	2.04	2.58	26.47%
	7	2.29	3.12	36.24%
Cotton	3	0.82	1.08	31.71%
	5	1.50	1.81	20.67%
	7	2.04	3.18	55.88%

It is clear from the data of Table II that the K/S is oppositely related to the size of the nano particles. Decreasing the particle size is accompanied by substantial enhancement in color strength.

The increase in K/S on decreasing the particle size to the nano-scale may be due to the virtue of their small nano-scale size and large surface area which make the particle defuse faster in the interior of the printed fabrics and distributed themselves on the fabric surface during printing. In so doing, they produce prints with strong color shade and, therefore, higher color strength compared with the original particles which acquire relatively larger size.

In addition, as the concentration of the henna dye increases, the K/S value increases irrespective of the particle size either (original or nano size). For example in original-form the increase of K/S from 1.85 to 2.44 to 2.50, while in nano-form increases from 1.98 to 2.84 to 2.94.

It is clear from the data that irrespective of the fabric used; the K/S values of nano samples are higher than original samples. Moreover, the highest K/S was obtained at 7% of henna concentration in both original and nano-form.

Proteinic fabrics i.e. wool and silk acquire high affinity for natural colors than cellulosic fiber.

3.2.2 COMPARISON BETWEEN ORIGINAL AND NANO-SIZE OF HENNA DYE IN PRESENCE OF PRE-MORDANT WITH (ALUM OR TANNIC ACID)

Irrespective of the kind of fabric used; the K/S values of nano printed samples are higher than original samples, this phenomenon holds true in order to a matter is reduced in size, it changes its characteristics, such as color and interaction with other matter. Moreover, the highest K/S values obtained on using a concentration of 7% of henna dye.

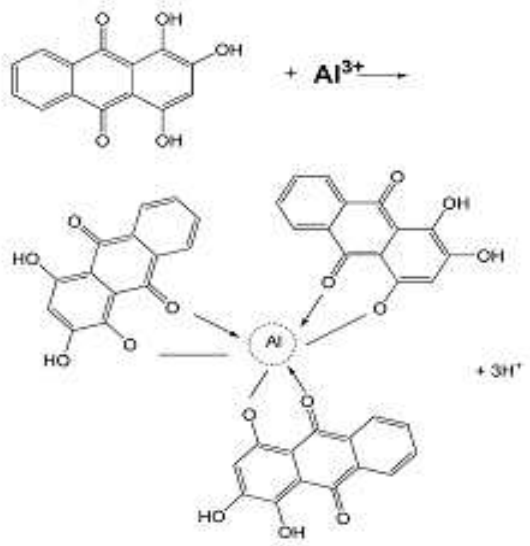
Table III represent the effect of nature of mordant (Allum or tannic acid) on the K/S of the fabrics printed with henna dye before and after miniaturization.

Table III: Effect of miniaturization of henna color to nano-sized on K/S in presence of (Allum and Tannic acid) as a mordant

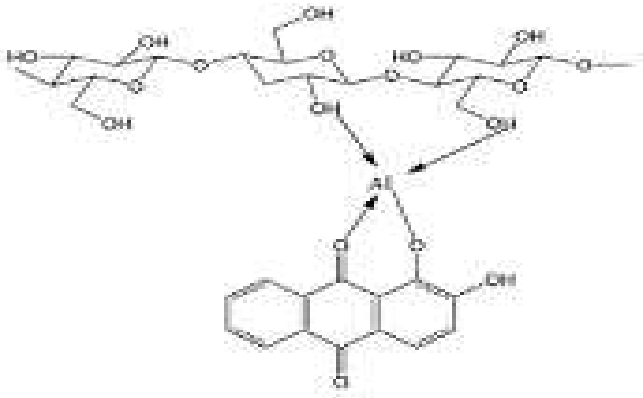
Fabric	Dye Con. %	With Allum			With Tannic acid		
		In original Form	In nano Form	% increase	In original Form	In nano Form	% increase
Wool	3	2.28	2.62	14.91%	2.71	3.08	13.65%
	5	2.42	2.93	21.07%	3.85	3.96	2.86%
	7	2.44	3.96	62.30%	4.23	5.99	41.61%
Silk	3	1.46	1.51	3.42%	4.00	4.39	9.75%
	5	1.88	2.32	23.40%	4.42	4.76	7.69%
	7	1.92	3.84	100%	4.71	4.98	5.73%
Cotton	3	0.85	0.96	12.94%	1.88	2.05	9.04%
	5	1.69	1.79	5.92%	2.65	2.70	1.89%
	7	1.94	2.58	32.99%	2.82	4.38	55.32%

The former results are referred to the influence of sonication of dye that leads to particle size reduction. Grinding increases the specific surface area (ssa) of the ground particles due to particle size reduction [(17)]. A feasible technique for particle-size reduction is ultrasound. Cavitational collapse sonication in solids leads to micro-jet and shockwave-impacts on the surface, together with inter-particle collisions, which can result in particle-size reduction [(18)].

Alum, (Aluminum potassium sulfate), is the most common aluminum-based mordant used in dyeing cellulose fibers. Metal complex formation between dyes and Al^{3+} is shown in Scheme(2) The connection between fiber and metal- dye complex is illustrated in Scheme(3). Alum usually refers to a hydrated double sulfate of potassium hydrogen sulfate ($KAl(SO_4)_2.12\ H_2O$), which confers evenness and brightness on dyed fabrics[(19)].



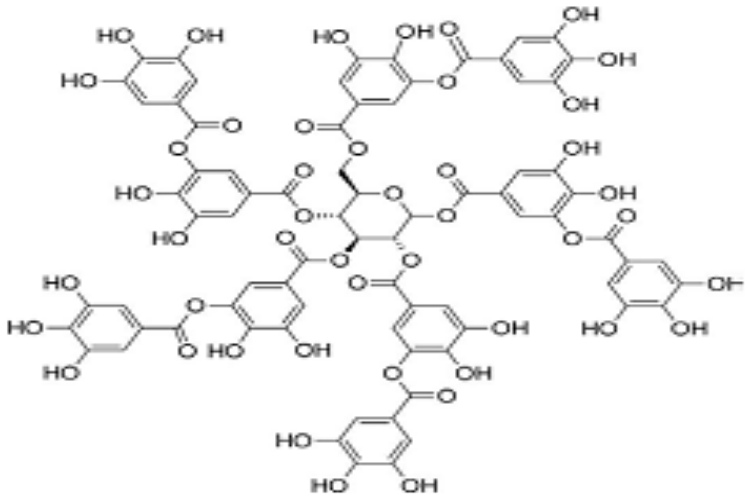
Scheme (2): Nature of bonding between a natural dye and Al^{3+}



Scheme (3): The connection among cellulose, mordant and natural dye

Another agent used to improve the color fastness of natural dyes on textiles is tannic acid.

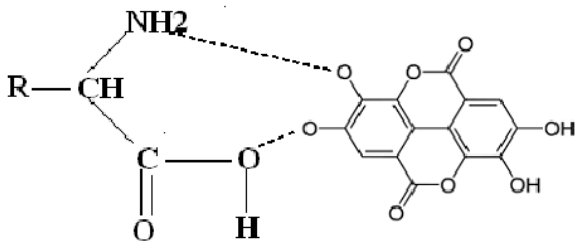
Tannic acid or tannins are used as a primary mordant for cotton and cellulosic fibers as they do not have much affinity for metallic mordants. A cotton fabric treated with tannic acid can absorb all types of metallic mordants. Tannic acid forms a color lake with dye inside the fiber which fixes dye to fibers more strongly.



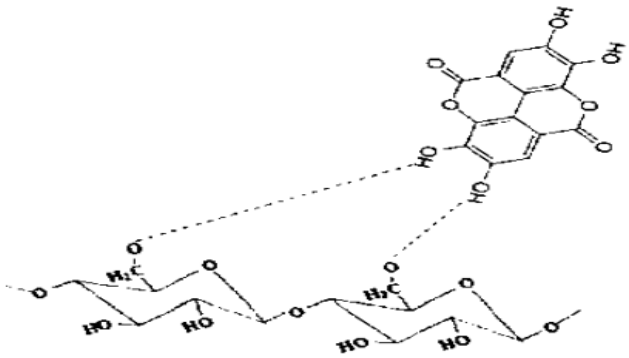
Scheme (4): Structure of Tannic acid

Tannins form following three type of bonds with proteins (eg., wool and silk) and cellulose fibers.

1. Hydrogen bonds between the phenolic hydroxyl groups of tannins and both the free amino and amido groups of proteins.
2. Ionic bonds between the suitably charged anionic groups on tannin and cationic groups on protein.
3. Covalent bonds formed by the interaction of any quinine or semi-quinone groups in the tannins and any other suitable reactive groups in the protein or other polymer.



Scheme (5): Reaction of protein (wool/silk) petide chain with natural tannins



Scheme (6): Reaction of cellulose with natural tannins

3.2.3 COMPARISON BETWEEN NANO-DYE AND ORIGINAL DYE WITH MORDANT

To investigate the possibility of using nano-dye instead of using mordants with original dye. Different samples (wool, silk or cotton) were printed with different mordants (alum or tannic acid) incorporated with original henna dye, while other samples printed with only nano-henna dye for comparison.

Table (IV): comparison between printing dye in nano-form, and dye in original form incorporate with mordant

Nature of fabric	Dye conc. %	K/S of Nano dye	K/S of original dye incorporate with mordant	
			Alum	Tannic acid
Wool	3%	1.98	2.00	2.46
	5%	2.48	2.06	2.95
	7%	2.94	3.17	3.09
Silk	3%	1.65	1.20	2.27
	5%	2.58	1.45	2.71
	7%	3.12	1.94	3.17
Cotton	3%	1.08	0.94	1.66
	5%	1.81	1.41	2.14
	7%	3.18	2.37	2.96

It is clear from the data of table IV that; Nano-henna dye could be used successfully instead of the original dye incorporated with Alum mordant when applied on silk and cotton fabrics. The K/S values of the nano-henna acquired higher than original dye incorporated with Alum mordant when applied on silk and cotton fabrics. For example K/S increases from 1.20 to 1.65, from 1.45 to 2.58 and from 1.94 to 3.12 with using henna at concentrations (3, 5, and 7%) on silk in (original henna incorporated with alum) and nano-henna respectively.

3.2.4 COMPARISON BETWEEN ORIGINAL-DYE, NANO-DYE, AND NANO-DYE INCORPORATED WITH NANO-TANNIC ACID AT DYE CONCENTRATION 5%

3.2.4.1 ON USING TANNIC ACID MORDANT

It is clear from figure (8)that, irrespective of the fabric used, the dye and Tannic acid mordant in nano-form acquired the highest K/S values, followed by the dye in nano-form, while the dye in original form acquired the lowest values.

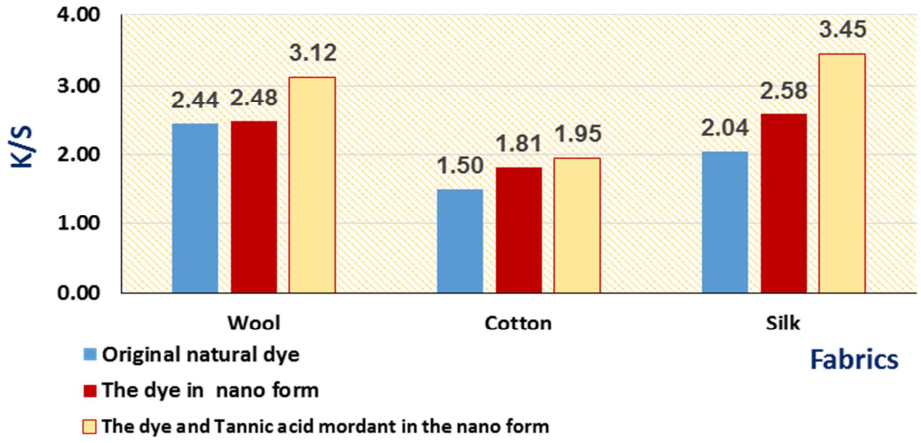


Fig. (8):Comparison between K/S of henna dye in original and nano- size and nano-dye incorporate with nano-tannic acid

For example, the K/S of the silk samples was 2.04, 2.58 and 3.45 for original-form, nano-form, and (dye and mordant) in nano-form respectively. In case of the wool the data represent that, the dye in nano form has slightly increase in K/S.

While in case of Cotton samples, Cotton has no inherent affinity for most natural dyes, as previously reported [9].

It is clear that the nano-form of the dye incorporate with nano-tannic acid gives the highest percent increase of K/S by 30% than original form and by 7.73 % than nano-dye.

3.2.4.2 ON USING ALUM MORDANT

The same trend as tannic acid was obtained with using Alum on silk and cotton fabrics. While using on wool fabrics the nano-henna acquired the highest K/S values irrespective the dye concentration used, as shown in table V

Table (V): Comparison between original-dye, nano-dye, and nano-dye incorporate with nano-Alum

Nature of fabric	Dye conc.	K/S of		
		Henna in original form	Henna in nano form	(Henna and Alum) in nano form
Wool	3%	1.85	1.98	2.16
	5%	2.44	2.48	2.30
	7%	2.50	2.94	2.81
Silk	3%	1.62	1.65	2.34
	5%	2.04	2.58	2.74
	7%	2.29	3.12	3.83
Cotton	3%	0.82	1.08	1.31
	5%	1.50	1.81	1.95
	7%	2.04	2.58	2.74

3.2.5 EFFECT OF MORDANTING TECHNIQUE ON K/S OF PRINTING HENNA COLORANT IN ORIGINAL FORM

To study techniques of mordanting (pre-mordanting and simultaneous mordanting) of Alum/Tannic acid mordants and their effects on printing henna in original form, on wool, silk or cotton samples, and compared with non-mordanted samples, The K/S values were remarked as shown in Table (VI).

Table(VI): Comparison between using pre-mordanting and simultaneous mordanting on K/S of printed original-form

Nature of fabric	Dye conc. %	K/S of samples without mordant	K/S of samples with Alum mordant		K/S of samples with Tannic Acid mordant	
			I	II	I	II
Wool	3%	1.85	2.28	1.98	2.71	2.46
	5%	2.44	2.42	2.41	3.85	2.95
	7%	2.50	2.44	2.65	4.23	3.09
Silk	3%	1.62	1.46	1.12	4.00	2.24
	5%	2.04	2.10	1.46	4.42	2.65
	7%	2.29	1.92	2.23	4.71	3.55
Cotton	3%	0.82	0.85	0.94	1.88	1.66
	5%	1.50	1.69	1.41	2.65	2.14
	7%	2.04	1.94	2.37	2.82	2.96

(I): K/S of the mordant was applied via padding technique.
(II): K/S of the mordant was incorporated direct in the printing paste.

On using Alum mordant: on printing wool samples, the highest K/S values was obtained at 7% concentration of henna dye irrespective of mordanted technique used. While on printing silk and cotton samples the highest K/S was obtained at 5% of henna on using pre-mordanted technique and 7% on using simultaneous technique.

On using tannic acid mordant: the highest K/S values was obtained at 7% of henna dye irrespective of the mordanted technique or fabric used.

3.2.6 COMPARISON BETWEEN USING PRE-MORDANTING AND SIMULTANEOUS MORDANTING ON K/S OF PRINTED NANO-FORM

Table (VII): Comparison between using pre-mordanting and simultaneous mordanting on K/S of printed nano-form

Nature of fabric	Dye conc. %	K/S of samples without mordant	K/S of samples with Alum mordant		K/S of samples with Tannic Acid mordant	
			I	II	I	II
Wool	3%	1.98	2.62	2.00	3.08	2.45
	5%	2.48	2.93	2.60	3.96	3.20
	7%	2.94	3.96	3.17	5.99	3.40
Silk	3%	1.65	1.51	1.43	4.39	2.29
	5%	2.58	2.32	1.80	4.76	2.37
	7%	3.12	3.84	2.24	4.98	3.57
Cotton	3%	1.08	0.96	1.16	2.05	1.73
	5%	1.81	1.79	1.77	2.70	2.54
	7%	2.58	3.38	2.55	4.38	3.17

(I): K/S of the mordant was applied via padding technique.
(II): K/S of the mordant was incorporated direct in the printing paste.

It's clear from the data of Table (VII); On using Alum mordant: the highest K/S values was obtained at 7% concentration of henna dye irrespective of mordanted technique or fabrics used. In addition, Pre-mordanted technique acquired higher K/S values than simultaneous technique.

On using tannic acid mordant: the highest K/S values was obtained at 7% concentration of henna dye irrespective of mordanted technique or fabrics used.

3.2.7 EFFECT OF MINIATURIZATION ON FASTNESS PROPERTIES OF HENNA PRINTED SAMPLES

The color fastness properties of the natural fabrics printed with henna in presences of different mordants (Alum or Tannic acid) or without mordant were measured. Table (VIII) represents the data for the K/S values and the color fastness to washing, to rubbing, and to perspiration for deferent fabrics (Wool-Silk-Cotton) printed with henna before and after miniaturization.

Table (VIII): Color strength (K/S) and overall fastness properties of wool, silk, cotton printed with henna before and after miniaturization

a) On wool Before miniaturization

Samples before miniaturization				Washing fastness		Rubbing fastness		Perspiration			
								Acidic		Alkaline	
Printed fabric	Mordant	Dye conc. gm / 100 ml H_2O	K/S of Printed fabric	Alt.	St.	Dry	Wet	Alt.	St.	Alt.	St.
Wool	Without mordant	3	1.85	4-5	4-5	4	4	3-4	3-4	4	4
		5	2.48	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3-4	4	4
		7	2.50	4-5	4-5	4	3	3-4	3-4	4	4
	With Alum	3	2.28	4-5	4-5	4-5	4	3-4	3-4	4	4
		5	2.42	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4	4	4	4
		7	2.44	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4	4	4	4
	With Tannic acid	3	2.71	4-5	4-5	4	4	3-4	3	4	4
		5	3.85	4-5	4-5	4	4	3-4	3	4-5	4
		7	4.23	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3-4	4-5	4

Alt. : Alteration St.: Staining

b) On wool After miniaturization

Samples After miniaturization				Washing fastness		Rubbing fastness		Perspiration			
								Acidic		Alkaline	
Printed fabric	Mordant	Dye conc. gm / 100 ml H_2O	K/S of Printed fabric	Alt.	St.	Dry	Wet	Alt.	St.	Alt.	St.
Wool	Without mordant	3	1.98	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4-5	4
		5	2.84	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4-5	4
		7	2.94	4-5	4-5	4	3	4	4	4-5	4
	With Alum	3	2.62	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4	4
		5	2.93	4-5	4-5	4-5	3-4	4	4	4-5	4-5
		7	3.96	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4	4-5	4-5
	With Tannic acid	3	3.08	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3-4	4-5	4
		5	3.96	4-5	4-5	4	3	4	4	4-5	4-5
		7	5.99	4-5	4-5	4	3-4	4	4	4-5	4-5

On silk:

a) Before miniaturization

Samples before miniaturization				Washing fastness		Rubbing fastness		Perspiration			
								Acidic		Alkaline	
Printed fabric	Mordant	Dye conc. gm / 100 ml H_2O	K/S of Printed fabric	Alt.	St.	Dry	Wet	Alt.	St.	Alt.	St.
Silk	Without mordant	3	1.62	4-5	4-5	4	4-5	4	4	4	4
		5	2.04	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4
		7	2.29	4-5	4-5	4	4	4-5	4	4	4
	With Alum	3	1.46	4-5	4-5	4	3-4	4	4	4	4
		5	2.10	4-5	4-5	3-4	3	4	4	4	4
		7	1.92	4-5	4-5	3	2-3	4	4	4-5	4-5
	With Tannic acid	3	4.00	4-5	4-5	3-4	3	4	4	4	4
		5	4.42	4-5	4-5	3-4	3	4	4	4	4
		7	4.71	4-5	4-5	3	3	4	4	4	4

Alt. : Alteration St.: Staining

b) After miniaturization

Samples After miniaturization				Washing fastness		Rubbing fastness		Perspiration			
								Acidic		Alkaline	
Printed fabric	Mordant	Dye conc. gm / 100 ml H_2O	K/S of Printed fabric	Alt.	St.	Dry	Wet	Alt.	St.	Alt.	St.
Silk	Without mordant	3	1.65	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4	4-5	4
		5	2.58	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		7	3.12	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5
	With Alum	3	1.51	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	4
		5	2.32	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
		7	3.84	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
	With Tannic acid	3	4.39	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
		5	4.76	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5
		7	4.98	4-5	4-5	3-4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5

Alt. : Alteration St.: Staining

On cotton

a) Before miniaturization

Samples before miniaturization				Washing fastness		Rubbing fastness		Perspiration			
								Acidic		Alkaline	
Printed fabric	Mordant	Dye conc. gm / 100 ml H_2O	K/S of Printed fabric	Alt.	St.	Dry	Wet	Alt.	St.	Alt.	St.
Cotton	Without mordant	3	0.82	4-5	4	4-5	4-5	4	3-4	4	4
		5	1.50	4-5	4	4-5	4-5	4	3-4	4	4
		7	2.04	4-5	4	4-5	4	4	3-4	4	4
	With Alum	3	0.85	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4
		5	1.69	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4	4
		7	1.94	4-5	4-5	4-5	3-4	4	3-4	4	4
	With Tannic acid	3	1.88	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4
		5	2.65	4-5	4	4-5	4	4	4	4	4
		7	2.82	4-5	4	4-5	3-4	4	4	4-5	4

Alt. : Alteration St.: Staining

b) After miniaturization

Samples After miniaturization				Washing fastness		Rubbing fastness		Perspiration			
								Acidic		Alkaline	
Printed fabric	Mordant	Dye conc. gm / 100 ml H_2O	K/S of Printed fabric	Alt.	St.	Dry	Wet	Alt.	St.	Alt.	St.
Cotton	Without mordant	3	1.08	4-5	4	4-5	4-5	4	4	4	4
		5	1.81	4-5	4	4-5	4-5	4	4	4-5	4
		7	2.58	4-5	4-5	4-5	4	4	4	4-5	4
	With Alum	3	0.96	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4
		5	1.79	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		7	3.38	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
	With Tannic acid	3	2.05	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		5	2.70	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		7	4.38	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5

Alt. : Alteration St.: Staining

Before miniaturization. The table's data shows that washing properties ranging from very good to excellent whereas the rubbing and perspiration ranging from good to very good. While after the miniaturization: the overall properties ranging from very good to excellent.

With respect to fastness properties, there is a tendency of improvement of the perspiration and rubbing fastness while keeping the washing fastness unaltered after miniaturization of the henna dye.

4 CONCLUSIONS

- Nanoscale henna natural dye with particle size less than 100 nm were successfully prepared by using ultrasonic starrier.

- Increasing the dye concentration from 3 to 7gm/100ml water increases the average of dye particle size from 28.1 nm to 102.9 nm at nano-form, and from 103.7nm to 377.5nm at original form. With greater tendency of the nanoparticles to aggregate / agglomerate.
- Irrespective of the fabric used, the K/S values of nano-henna samples are higher than original-henna samples.
- Nano-henna in presence or absence of mordant acquired higher K/S values than original-henna.
- Nano-henna dye could be used successfully instead of the original dye incorporated with Alum mordant when applied on silk and cotton fabrics.
- On using tannic acid mordant: the highest K/S values was obtained at 7% concentration of henna dye irrespective of mordanted technique or fabrics used or dye particles size used.
- Washing fastness properties are not significantly affected by miniaturization but rubbing and perspiration properties have a better values on using nano-henna than original henna.

REFERENCES

[1] Samanta A.K. & Konar A.; "Dyeing of Textiles with Natural Dyes": Natural Dyes, Dr. Kumbasar E.A. (Ed.), (2011), ISBN: 978-953-307-783-3, InTech.

[2] Rattee I.; "Landmarks in the Technology of Coloration and Implications for the Future", Journal of the Society of Dyers and Colorists, (1985), 101 (2), pp.46-53.

[3] Lewis D.M.; "Wool Dyeing", Society of Dyers and Colorists, England, (1992).

[4] Ryder M.L.; Scientific American, (1987), (1), pp.100.

[5] Lewin M. & Pearce E.M.; "Handbook of Fiber Chemistry", Marcel Dekker Inc., New York, (1998),2nd Ed.

[6] Wakida T., Choi S., & Tokino S.; "Effect of Low Temperature Plasma Treatment on Color of Wool and Nylon 6 Fabric Dyed with Natural Dyes.", Textile Research J., (1998),68, pp. 848-853.

[7] Mogkholrattanasit R., et. al.; "Dyeing Fastness and UV Protection Properties of Silk and Wool Fabrics Dyed with Eucalyptus Leaf Extract by the Exhaustion Process.", Fibres and Textiles, (2011), 19, pp. 94-99.

[8] Bliss A.; "A Handbook of Dyes from Natural Materials." McGraw-Hill Inc., New York, (1981).

[9] Gupta D., Gupta P.; "Convention on Natural Dyes.", Colourage,(2002), 49, pp. 87-89.

[10] Color Index, Society of Dyers and Colorists, Bradford, UK, (1971). 3rd Ed., 3, pp.3234.

[11] Yusuf M. et al.; "Dyeing studies with henna and madder: A research on effect of tin (II) chloride mordant ", Journal of Saudi Chemical Society (2015), 19, 64-72.

[12] Gulrajani M.L., Gupta D.; "Natural Dyes and their Application to Textiles". Indian Institute of Technology, Delhi, (1992).

[13] Dev V.R.G., Venugopal J., Sudha S., Deepika G., & Ramkrishna S.; "Dyeing and antimicrobial characteristics of chitosan treated wool fabrics with henna dye." Carbohydrate Polymers, (2009), 75 (4), pp. 646–650.

[14] El Naggar M. ; (M.Sc).Thesis submitted to Faculty of Science,Al- Azher university,(2003).

[15] Neves J., "TechnologiaTextil", LLS Edn., Porto, Portugal, Vol. l (1982).

[16] The Society of dyer and colourists; "Standard methods for the Assessment of colour fastness of textiles", Third Report of the fastness tests coordinating committee, Yorkshire, England, (1955), 71, p.24.

[17] Franco F., Maqueda L.A.P., Rodriguez T.L.P.; "The Effect of Ultrasound on Particle Sizeand Structural"Disorder of a Well-Ordered Kaolinite. J. Colloid &Interf. Sci., (2004), 274, pp. 107-117.

[18] Peters D.; "Ultrasound in Materials Chemistry." J. Material Chem.,(1996), 6, pp.1605.

[19] Dominique C.; " Natural Dyes: Sources, Tradition, Technology and Science.", London : Archetype Pulications Ltd, (2007).

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 115-123
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

SUR QUELQUES ESPACES IMPORTANTS DE VECTEURS PROPRES DES DISTRIBUTIONS

[ON SOME IMPORTANT SPACES OF VECTORS VALUES DISTRIBUTIONS]

Gordien TAMBA OF'R

Département de Mathématique et Informatique, Université Pédagogique Nationale,
Centre International des Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA),
Kinshasa, Ngaliema, BP 885, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: We define some important spaces of vector valued distributions which will be useful in the study of evolution problems in general, particularly in the NAVIER-STOCKES equations of fluid mechanics, one meets with some of these spaces.

KEYWORDS: Spaces, Evolution problems, Density, Green's formula, Imbedding.

RESUME: Nous définissons quelques importants espaces des vecteurs propres des Distributions, lesquels sont souvent utilisés dans l'étude de problèmes d'évolution en général, spécialement dans les équations de NAVIER-STOKES en Mécanique des Fluides.

MOTS-CLEFS: Espaces, Problèmes d'évolutions, Densité, Formule de GREEN, Inclusion.

INTRODUCTION

Nous savons que les Distributions $T \in \mathcal{D}'(\Omega)$ ont des valeurs scalaires c'est-à-dire $T(\phi) \in \mathbb{R}$ (respectivement $\mathbb{C}$), $\forall \phi \in \mathfrak{D}(\Omega)$. Mais dans l'étude de problèmes d'évolutions (problèmes dépendant de temps) tels que les équations paraboliques et hyperboliques de Physique-Mathématiques [4][5][6], les vecteurs propres des fonctions (espaces vectoriels et les vecteurs des distributions en résultent.

D'où, notre approche de cette présentation des vecteurs propres de distributions sera motivée par le besoin spécifique qui sera utilisé dans l'étude des équations de l'évolution, laquelle a quelques nouvelles difficultés en se référant à la source originale, Laurent Schwartz [1][2][3].

RAPPELS : DÉFINITIONS ET PROPOSITIONS [3][10][18]

Ces propositions sont prises sans démonstrations.

DÉFINITION [0.01] :

Pour $1 \leq p \leq \infty, \mathbb{L}^{\infty}(\boldsymbol{O}, \boldsymbol{T}; \boldsymbol{V}) \equiv \mathbb{L}^{p}(]\boldsymbol{O}, \boldsymbol{T}[; \boldsymbol{V})$ est un espace linéaire pour toutes les fonctions classes d'équivalence de vecteurs propres $\boldsymbol{w}$: $]\mathbf{0}; \boldsymbol{T}[\hookrightarrow \boldsymbol{w}(\boldsymbol{t}) \in \boldsymbol{V}$ lesquelles sont mésurables tels que $\|\boldsymbol{w}(\boldsymbol{t})\|_{V} \in \mathbb{L}^{p}(]\boldsymbol{O}; \boldsymbol{T}[)$ c'est-à-dire :

Corresponding Author: Gordien TAMBA OF'R

- Pour $1 \leq p < \infty$,

$\mathbb{L}^p(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}) = \{w: w:]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[\hookrightarrow \boldsymbol{V}\ mesurable, \int_0^T \|w(t)\|^p{}_V\, dt < +\infty\}$ ayant la norme usuelle : $\forall w \in \mathbb{L}^p(]\boldsymbol{O};\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$,

$$\|w(t)\|_{\mathbb{L}^p(]\boldsymbol{O};\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})} = (\int_0^T \|w(t)\|_V{}^p\, dt)^{\frac{1}{p}}$$

- Pour $p = \infty$

$\mathbb{L}^p(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T},\boldsymbol{V}) = \{w: w:]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[\hookrightarrow \boldsymbol{V}\ mesurable, \|\boldsymbol{w(t)}\|_{\boldsymbol{V}}$ est essentiellement bornée sur $]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[, c'est à\ dire\ \|\boldsymbol{w(t)}\|_V \in \mathbb{L}^p(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})\}$ ayant la norme usuelle : $\forall w \in \mathbb{L}^\infty(]\boldsymbol{O};\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$,

$$\|w(t)\|_{\mathbb{L}^\infty(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})} = ess_{0<t<T}\|w(t)\|_{\boldsymbol{V}}$$

PROPOSITION (0.02) [18][26]

1. Pour $1 \leq p \leq \infty$, $\mathbb{L}^p(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$ défini au 0.0.1. est un espace de Banach.
2. Si **V** est un espace de Hilbert avec le produit scalaire $<.,.>$ et p=2, alors $\mathbb{L}^{\boldsymbol{p}}(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}) = \mathbb{L}^{\boldsymbol{2}}(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$ est un espace de Hilbert équipé du produit scalaire $<.,.>_{\mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})}$ par :

$$< \mathrm{u}, \mathrm{v} >_{\mathbb{L}^2(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})} = \int_{\boldsymbol{0}}^{\boldsymbol{T}} < \mathrm{u(t)}, \mathrm{v(t)} >_{\boldsymbol{V}} dt$$

3. Pour un espace de Banach séparable **V** et pour $1 \leq p < \infty$, $\left(\mathbb{L}^p(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})\right)' = \mathbb{L}^q(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}')$ avec $\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=1,\ 1<p\leq\infty$ tel que :

$$< w, z >_{\mathbb{L}^q(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}')\boldsymbol{x}\mathbb{L}^{\boldsymbol{p}}(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})} = \int_0^T < w(t), z(t) >_{V\boldsymbol{x}V'} dt$$

4. Si V est réflexif (**V''=V**) et $1 < p < \infty$, alors $\mathbb{L}^p(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$ est réflexif ;
5. Pour p=1, les propriétés suivantes équivalentes dans $\mathbb{L}^1(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$;
   - $w \in \mathbb{L}^1(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}) \Longrightarrow \int_0^T w(t)dt\ \in \boldsymbol{V}$ est bien défini et appartient à **V**.
   - $\left\|\int_0^{\mathrm{T}} \mathrm{w(t)dt}\right\|_{\boldsymbol{V}} \leq \int_0^{\mathrm{T}} \|\mathrm{w(t)_V}\|\mathrm{dt}$
   - $\forall \mathrm{L} \in \boldsymbol{V'}$,

$$< L, \int_0^T w(t)dt >_{\boldsymbol{V'xV}} = \int_0^T < L, w(t) >_{\boldsymbol{V'xV}} dt$$

Soit $\mathfrak{D}(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[) = C_0^\infty(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[) = \{\phi: \phi \in C_0^\infty(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[), supp\phi CC]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[\}$ est sous-espace compact de $]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[$.

DÉFINITION (0.0.2) [10][6][11]

Un espace continue et linéaire S : $\mathfrak{D}(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[) \to V$ de $\mathfrak{D}(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[)$ dans un espace de Banach **V** est appelé Distribution de vecteurs propres sur $]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[$ laquelle est évaluée dans un espace de Banach **V**, c'est-à-dire :

- S : $\mathfrak{D}(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[) \to \boldsymbol{V}$ est un espace linéaire à valeurs

$S(\phi) \in \boldsymbol{V}\phi \in \mathfrak{D}(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[)$;

- Continuité de S :

$$\phi_n \to \phi \text{ dans } \mathfrak{D}(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[) \Rightarrow S(\phi_n) \to S(\phi) \in V$$
$$\Rightarrow \|S(\phi_n) - S(\phi)\| \to 0$$

PROPOSITION (0.0.3.)

Soit S : $\mathfrak{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[) \to \boldsymbol{V}$ un espace linéaire de $\mathfrak{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$ dans un espace de Banach **V**. Alors les propriétés suivantes sont équivalentes :

1. S est une distribution de vecteurs propres sur $]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[$ à valeurs dans **V**, c'est-à-dire $\boldsymbol{S} \in \mathfrak{D}'\big((]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[);\boldsymbol{V}\big) = \mathcal{L}(\mathfrak{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[);\boldsymbol{V})$
2. ∀ Intervalles compacts $K = [a,b]CC]0,T[$, la restriction

   $S_K = S \downarrow_{D_K} (]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$ de S à $\mathfrak{D}_K(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[) = \{\phi: \phi \in \mathfrak{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[), supp(\phi)CK\}$ est continue, c'est-à-dire ∀KCC$]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[$,

   $\boldsymbol{S_K} * \boldsymbol{\phi} = \boldsymbol{S} * \boldsymbol{\phi}$, ∀$\phi \in \mathfrak{D}_{\mathrm{K}}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)\boldsymbol{C}\mathfrak{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$

   $\|\mathrm{S_K} * \phi\|_{\boldsymbol{V}} \leq \boldsymbol{C_K sup_{t\in K}}|\boldsymbol{\phi}(\boldsymbol{t})|$ ∀$\boldsymbol{\phi} \in \mathfrak{D}_{\mathrm{K}}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$

   $\Rightarrow$ ∀KCC$]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[, \boldsymbol{\phi_n} \to \boldsymbol{\phi} \in \mathfrak{D}_{\mathrm{K}}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[) \Longrightarrow \|\boldsymbol{S_K} * \boldsymbol{\phi} - \boldsymbol{S_K} * \boldsymbol{\phi_n}\|_{\boldsymbol{V}} \leq \boldsymbol{c_K}\mathrm{sup_{t\in k}}|\boldsymbol{\phi}(\boldsymbol{t}) - \boldsymbol{\phi_n}(\boldsymbol{t})| \to \mathbf{0}$ lorsque $\mathrm{n} \to \infty$

   $\Rightarrow \boldsymbol{S_K}: \boldsymbol{\mathfrak{D}_K}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[) \Longrightarrow \boldsymbol{V}$ est continue ∀KCC$]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[$

   $\Rightarrow \mathrm{S}: \mathfrak{D}_{\mathrm{K}}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[) \to \boldsymbol{V}$ est continue

PROPOSITION [0.0.4.][13][17][22]

Soient **V, W** deux espaces de Banach tels que $\boldsymbol{V} \hookrightarrow \boldsymbol{W}$, l'inclusion étant continue de V dans W, alors

$\mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}) \hookrightarrow \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{W})$ C'est-à-dire

1. $S \in \mathfrak{D}'(]0,T[;V) \Longrightarrow S \in \mathfrak{D}'(]0,T[;W)$;
2. $S_n \to S\ dans\ \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}) \Rightarrow S_n \to S\ dans\ \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{W})$

   $\Rightarrow S_n * \phi \to S * \phi$ dans W.

   $\Rightarrow \|S * \phi - S_n * \phi\|_w \to 0$ ∀$\phi \in \mathfrak{D}_K(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$

DÉFINITION [0.0.3]

Soit $S \in \mathfrak{D}'(]0,T[;V)$ une distribution de vecteurs propres à valeurs dans **V**. alors le plan $\phi \in \mathfrak{D}_K(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[) \hookrightarrow (-1)^m \langle S, \frac{d^m\phi}{dt^m}\rangle \in \boldsymbol{V}$ est une distribution de vecteurs propres à valeurs dans **V**, laquelle nous notons

$\frac{d^m S}{dt^m} \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$ et appelée la m[ième] dérivée de S.

Alors la m[ième] dérivée $\frac{d^m S}{dt^m} \in \mathfrak{D}'\ (]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$ est définie, $\forall m \in \mathbb{N}$ par $\langle \frac{d^m S}{dt^m}, \phi\rangle = (-1)^m \langle S, \frac{d^m\phi}{dt^m}\rangle$ dans **V** ∀$\phi \in \mathfrak{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$ c'est-à-dire les distributions de vecteurs propres $\mathfrak{D}'\ (]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$ sont indéfiniment différentielles.

PROPOSITION [0.0.5]

$\forall m \in \mathbb{N}, \frac{d^m}{dt^m}: \mathfrak{D}'\big(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}\big) \to \mathfrak{D}'\big(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}\big)$ est continue de $\mathfrak{D}'\big(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}\big)$ dans $\mathfrak{D}'^{(]0,T[;V)}$, c'est-à-dire $S_n \to S$ dans $\mathfrak{D}'\big(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}\big)$

$$\Longrightarrow \frac{d^m S_n}{dt^m} \longrightarrow \frac{d^m S}{dt^m} \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$$

DÉFINITION [0.0.4.] [13][17]

Un ensemble d'un espace linéaire partout continue S de $\mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$ dans **V** d'un espace vectoriel des distributions de vecteurs propres sur $(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$ à valeurs dans V, lequel noté $\mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$. Alors par définition ;

$$\mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}) = \mathcal{L}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$$

$\mathcal{L}(\mathcal{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V}))$ étant l'espace linéaire de l'espace linéaire continue de $\mathcal{D}(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[$ dans V. $\forall S \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V})$; $V, \forall\phi \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$

$$S(\phi) = S.\phi = \langle S,\phi\rangle \in \boldsymbol{V},$$

$S.\phi$ et $\langle S,\phi\rangle$ étant alternatif, équivalentes notations pour $S(\phi)$ utilisées.

ESPACE $\mathbb{E}(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V},\mathbb{W})$ [6][14][18]

DÉFINITION 1.1.

Soit **V** et **W** deux espaces de Banach séparables tels que $\boldsymbol{V}\hookrightarrow\boldsymbol{W}$ l'inclusion étant dense et continue de **V** dans **W**. Alors l'espace $\mathbb{E}(\mathbb{O},\mathbb{T},\mathbb{V},\mathbb{W})$ est défini, pour $1<p,q<\infty\ avec\ \frac{1}{p}+\frac{1}{q}=1$, par :

$$\mathbb{E}(\mathbb{O},\mathbb{T},\mathbb{V},\mathbb{W})=\{u;u\in\mathbb{L}^p(O,T,V),\frac{du}{dt}\in\mathbb{L}^q(O,T,W)\}\quad(1.1.1)$$

dans lequel on a défini la norme :

$$\|u\|_{\mathbb{E}(\boldsymbol{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V},\boldsymbol{W})}=\|u\|_{\mathbb{L}^p(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})}+\left\|\frac{du}{dt}\right\|_{\mathbb{L}^q(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{W})}\qquad(1.1.2.)$$

où $\frac{du}{dt}\in\mathbb{L}^q(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{W})$ ayant un sens pour $u\in\mathbb{L}^p(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$ si $\exists v\in\mathbb{L}^q(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{W})$ tel que :

$$\int_O^T v(t)\phi(t)dt=-\int_O^T u\frac{d\phi}{dt}dt\ \ \forall\phi\in\mathcal{L}\ \text{alors}\ v=\frac{du}{dt}\in\mathbb{L}^q(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{W})$$

Pour $1<q,p<\infty$ avec $\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=1\ et\ v\to w$ une inclusion dense et continue,

$\mathbb{E}(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V};\mathbb{W})$ est un espace de Banach. (1.1.4)

ESPACE DE HILBERT $\boldsymbol{W_1}(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$[6][12][16][18][27]

Soient **H** et **V** deux espaces (séparables) de Hilbert tels que $\boldsymbol{V}\hookrightarrow\boldsymbol{H}$, l'inclusion étant dense et continue, c'est-à-dire :

1. $\boldsymbol{VCH}$;
2. $\boldsymbol{V}\ est\ dense\ dans\ \boldsymbol{H}$
3. $u_n\to u\ dans\ V\Rightarrow u_n\to u\in H$ (1.1.5)

Identifions **H** à son dual **H'**, c'est-à-dire **H=H'**, nous avons $\boldsymbol{V}\hookrightarrow\boldsymbol{H}=\boldsymbol{H}'\hookrightarrow\boldsymbol{V}'$ avec la correspondance de l'inclusion continue de **V** dans **H** et **H** dans **V', V** étant un sous espace dense de **H**.
1.1.6

DÉFINITION 1.1.2.

Pour tout $0<T<\infty, W_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ un espace linéaire,

$$W_1(\mathbb{O},\mathbb{T},\mathbb{V})=\left\{u:u\in\mathbb{L}^2(0,T,V),\frac{du}{dt}\in\mathbb{L}^2(0,T,V')\right\}\qquad(1.1.7)$$

ayant la norme $\|.\|_{W_1(0,T;V)}$ définie par :

$$\|u\|_{W_1(\boldsymbol{0},\boldsymbol{T},\boldsymbol{V})}=(\|u\|^2{}_{W_1(\boldsymbol{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})})^{\frac{1}{2}}+\left\|\frac{du}{dt}\right\|^2{}_{\mathbb{L}^2(\boldsymbol{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}\prime)})^{\frac{1}{2}}\qquad(1.1.8)$$

où $\frac{du}{dt}\in\mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}')$ définie par 1.1.3 avec V'=W et p=q=2, c'est-à-dire pour $v\in\mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}')$,

$$\int_0^T v(t)\phi(t)dt=-\langle u,\frac{d\phi}{dt}\rangle=-\int_0^T u\frac{d\phi}{dt}\ \forall\phi\in\mathfrak{D}(]0,T[)\qquad(1.1.9)$$

$$\mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}')\to\mathfrak{D}'(]0,T[)\to\mathfrak{D}'(]0,T[;V')\qquad(1.1.10)$$

$$\mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}')\to\mathfrak{D}'(]0,T[;V')\qquad(1.1.11)$$

THÉORÈME 1.1.1.

$W_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{W})$ défini par 1.1.7 et 1.1.8 est un espace de Hilbert.

PREUVE

Il suffit de montrer que toute suite de Cauchy dans $W_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ est encore convergente dans $W_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{W})$.

Soit u_n une suite de cauchy dans $W_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$, alors

- (u_n) est une suite de Cauchy dans $\mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ lequel est un espace de Hilbert (voir proposition 0.0.3), donc **V** est un espace de Hilbert
- (u'_n) est une suite de Cauchy dans $\mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}')$ lequel est encore un espace de Hilbert (voir proposition 0.0.3) d'où **V'** est un espace de Hilbert.

D'où, $\exists u \in \mathbb{L}^2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ et $v_1 \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V'})$tel que

$u_n \to u \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$

$u'_n \to u_1 \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V'})$

La preuve est terminée si nous montrons que $v_1 = \frac{du}{dt} = u'$.

En effet $u'_n \to u \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}) \hookrightarrow \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \to u_n \to u \to \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \to u_n \to u \in \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'})$,

Par proposition 0.0.3 d'où $\boldsymbol{V} \hookrightarrow \boldsymbol{H} = \boldsymbol{H'} \hookrightarrow \boldsymbol{V'}$, avec l'inclusion continue et dense de V dans H et l'inclusion continue de H' dans V', $\mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \to \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'})$ par la proposition 0.0.2.

$$\Rightarrow u_n \to \frac{du}{dt} = u' \in \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \qquad (1.1.12)$$

Mais

$$u'_n \to v_1 \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}) \hookrightarrow \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \to u'_n \to v_1 \in \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \qquad (1.1.13)$$

d'où, de 1.1.12 et 1.1.13 $u'_n \to \frac{du}{dt} \in \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'})$ et

$u'_n \to v_1 \in \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'}) \Leftrightarrow v_1 = \frac{du}{dt} = u' \in \mathfrak{D}'(]\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}[;\boldsymbol{V'})$, d'où l'unicité de la limite.

D'où, $u_n \to u \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$, et

$u_n \to \frac{du}{dt} \in \mathbb{L}^2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V'}) \Longrightarrow u_n \longrightarrow u \in W_1(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$

Par conséquent, $W_1(\mathbb{O},\mathbb{T},\mathbb{V})$ est un espace de Hilbert.

REMARQUE 1.1.1

Les espaces $\mathbb{E}(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V};\boldsymbol{W})]$ et $W_1(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$ sont utilisés dans les problèmes d'évolution des équations paraboliques.

Considérons un résultat important dans l'étude des équations d'évolution parabolique.[6][9][16][18][27]

PROPOSITION 1.1.1

Soit **H, V** deux espaces de Hilbert avec $\boldsymbol{H} \longrightarrow \boldsymbol{H} = \boldsymbol{H'} \longrightarrow \boldsymbol{V'}$ l'inclusion $\boldsymbol{V} \longrightarrow \boldsymbol{H}$ étant dense et continue et ainsi que $\boldsymbol{V'} \longrightarrow \boldsymbol{H'}$.

Pour $u \in W_1(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$ défini par (1.1.7)-(1.1.8), $v \in V, 0 < T < \infty$,

$$\langle u'(*), v\rangle_{V_{X'V}} = \frac{d}{dt}\langle u(*), v\rangle_H \in \mathfrak{D}'(]0,T[) \qquad (1.1.14)$$

où, $\langle *,* \rangle_{V'XV}$ est la dualité entre **V** et **V'** et $\langle *,* \rangle_H$ le produit scalaire dans **H**.

PREUVE

Etant donné que $u \in \mathbb{L}^2(\mathbf{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}'), t \to \langle u'(t),v\rangle_{V'xV}$ est bien une fonction de $\mathbb{L}^2(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$, nous avons

$$\int_0^T \langle u'(t),v\rangle_{V'xV}\,\phi(t)dt = \int_0^T \langle u'(t)\phi(t),v\rangle_{V'xV}\,dt = \langle \int_0^T \langle u'(t)\phi(t),v\rangle_{V'xV}\,dt\rangle_{v'xv} = -\langle \int_0^T \langle u'(t)\phi(t),v\rangle \quad dt\rangle_{v'xv}$$

(1.1.15)

$$=-\int_0^T \langle u'(t)\phi(t),v\rangle_{V'xV}\,dt\ \forall\phi\mathfrak{D}'(]0,T[)$$

Mais $u(t) \in \boldsymbol{V} \hookrightarrow \boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}' \Longrightarrow u(t) \in \boldsymbol{H} \equiv \boldsymbol{H}'\ \forall t \in]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[\ et\ v \in \boldsymbol{V} \Longrightarrow v \in \boldsymbol{H} \Longrightarrow \langle u(t),v\rangle_H, \langle *,*\rangle$ étant un produit scalaire dans $\boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}'$ alors $\boldsymbol{V} \hookrightarrow \boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}' \hookrightarrow \boldsymbol{V}'$ avec une inclusion continue, v étant dense dans H 1.1.17, d'où, de 1.1.15 et 1.1.16, $\forall\phi \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$,

$$\int_0^T \langle \boldsymbol{u}'(\boldsymbol{t}),\boldsymbol{v}\rangle_{\boldsymbol{V}'\boldsymbol{xV}}\,\phi(t)dt = -\int_0^T \langle u(t),v\rangle_{\boldsymbol{H}}\,\phi'(t)dt = \int_0^T \frac{d}{dt}\langle u(t),v\rangle_{\boldsymbol{H}}\,\phi(t)dt$$

$$\Longrightarrow \int_0^T \left[\langle u'(t),v\rangle_{V'xV} - \frac{d}{dt}\langle u(t),v\rangle_{\boldsymbol{H}}\right]\phi(t)dt = 0\ \forall\phi\mathfrak{D}\quad (]0,T[)$$

$$\Longrightarrow \langle\langle u'(t),v\rangle_{\boldsymbol{V}'\boldsymbol{xV}} - \frac{d}{dt}\langle u(t),v\rangle_{\boldsymbol{H}},\phi\,\rangle_{\mathfrak{D}'(]0,T[)*\mathfrak{D}\quad (]0,T[)} \Longrightarrow \forall\phi\mathfrak{D}\quad (]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$$

$$\Longrightarrow \langle u'(*),v\rangle_{V'xV} - \frac{d}{dt}\langle u(*),v\rangle_H \Longrightarrow \forall\phi \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$$

$$\Longrightarrow \langle u'(*),v\rangle_{V'xV} = \frac{d}{dt}\langle u(*),v\rangle_H \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$$

ESPACE DE HILBERT $\mathbb{W}_2(\boldsymbol{O},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$ [3][6],[17]

DÉFINITION 1.1.3.

Soit **V** un espace Hilbert séparable tel que $\boldsymbol{V} \to \boldsymbol{H} = \boldsymbol{H}' \to \boldsymbol{V}'$ avec une inclusion dense et continue 1.1.5 et 1.1.6.

Alors pour $0 < T < \infty$, $\mathbb{W}_2(\mathbf{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})$ un espace linéaire,

$$\mathbb{W}_2(0,T;V) = \left\{u: u \in \mathbb{L}^2(\mathbf{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}), \frac{d^2u}{dt^2} \in \mathbb{L}^2(\mathbf{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})\right\}$$

ayant la norme $\|*\|_{\mathbb{W}_2(\mathbf{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V})}$ définie par (1.1.18)

$$\|u\|_{\mathbb{W}_2(0,T;V)} = (\|u\|^2{}_{\mathbb{L}^2(0,T;V)} + \left\|\frac{d^2u}{dt^2}\right\|^2{}_{\mathbb{L}^2(0,T;V)})^{1/2} \qquad (1.1.19)$$

Où $\int_0^T \frac{d^2u}{dt^2}(t)\phi(t)dt = \int_0^T u(t)\frac{d^2\phi}{dt^2}(t)dt\ \ \forall\phi \in \mathfrak{D}'(]\mathbf{0},\boldsymbol{T}[)$

THÉORÈME 1.1.2

$\mathbb{W}_2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ défini par 1.1.18 et 1.1.19 est un espace de Hilbert.

PREUVE

La preuve est similaire à celle de $\mathbb{W}_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$. Elle est obtenue par remplacement de u'_n par u''_n et v_1 par v_2, $\frac{du}{dt}\ par\ \frac{d^2u}{dt^2}$, etc. Ainsi se termine la preuve.

REMARQUE 1.1.2

$\mathbb{W}_2(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ est utilisé pour l'étude des équations d'évolution du type hyperbolique.

DENSITÉ ET INCLUSION

Nous retenons ici quelques résultats importants sans leurs preuves.

THÉORÈME 1.1.3 [DENSITÉ]

Soient **V, W** deux espaces de Banach séparables avec $\boldsymbol{V \to W}$, l'inclusion étant dense et continue de **V** dans **W**. Soit l'espace $\mathbb{E}(\mathbb{O}, \mathbb{T}; \mathbb{V}, \mathbb{W})$ défini aux 1.1.1 et 1.1.4

Soit

$$\mathcal{D}(]O,T[) \equiv C^{\infty}(]O,T[,V) = \{\phi: \phi \in C^{k}(]O,T[,V) \forall k \in \mathbb{N}\} \quad (1.1.20)$$

Alternativement, $\mathcal{D}(]O,T[) = \{\phi: \exists \psi \in \mathcal{D}(]O,\infty[,V)\}$ à support compact dans $\mathbb{R}$, $\phi = \psi \downarrow_{[0,T]}$ (1.1.21)

Alors $\mathcal{D}([0,T];\ V)$ est dense dans $\mathbb{E}(\mathbb{O}, \mathbb{T}; \mathbb{V}, \mathbb{W})$

THÉORÈME 1.1.4 [DENSITÉ]

$\mathcal{D}([\boldsymbol{0},\boldsymbol{T}];\ \boldsymbol{V})$ défini au 1.1.20 est dense dans $\mathbb{W}_1(\mathbb{O}, \mathbb{T}; \mathbb{V})$ (respectivement $\mathbb{W}_2(0,T;V)$) défini au 1.1.7 et 1.1.8 (respectivement 1.1.18 et 1.1.19.

THÉORÈME 1.1.5

Soient **H, V** deux espaces de Hilbert séparables avec $V \to H = H' \to V'$ (voire 1.1.6). Alors $\mathbb{W}_1(0,T;V) \longrightarrow C^0(]O,T[,H)$, c'est-à-dire $u \in \mathbb{W}_1(0,T;V)$, $\exists v \in C^0(]O,T[;H)$ tel que *v=u* sur $]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[$ et $\exists C > 0$ tel que $\|u\|_{C^0(]O,T[,H)} \leq C\|u\|_{\mathbb{W}_1(0,T;V)}$ (1.1.21)

COROLLAIRE 1.1.1

Pour $u \in \mathbb{W}_1(\boldsymbol{0},\boldsymbol{T};\boldsymbol{V}) \to C^0(]\boldsymbol{O},\boldsymbol{T}[;\ \boldsymbol{H})$ avec $[0,T]C[0,+\infty[, u(0) \in H, u(t) \in H$ appelée traces de u. (1.1.23)

De même nous retenons le résultat sans preuve.

La relation $u \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O}, \mathbb{T}; \mathbb{V}) \to u(0) \in H$ est une surjection de $\mathbb{W}_1(\mathbb{O}, \mathbb{T}; \mathbb{V})$ dans H. (1.1.24)

FORMULE DE GREEN [6] [18] [13] [12] [10] [1]

THÉORÈME 1.1.6

Soient **V, H** deux espaces de Hilbert séparables tels que V soit un sous espace de **H et** $\boldsymbol{V \to H = H' \to V'}$**,** l'inclusion étant continue. Pour $u, v \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V})$ avec $[0,T]C[0,+\infty[$, la formule suivante est dite de GREEN :

$$\int_0^T \langle u'(t), v(t)\rangle_{V'xV}\, dt + \int_0^T \langle u(t), v'(t)\rangle_{V'xV}\, dt = \langle u(T), v(T)\rangle_H - \langle u(0), v(0)\rangle_{\boldsymbol{H}} \quad (1.1.25)$$

où $\langle *,*\rangle_{V*V'}$ (respectivement $\langle *,*\rangle_{V*V'}$) est la dualité entre **V'** et **V** (respectivement **V** et **V'**), $\langle *,*\rangle_{\boldsymbol{H}}$ le produit scalaire dans l'espace de Hilbert **H**.

PREUVE [6]

Les relations :

$$f_1: t \in]0,T[\to \langle u'(t), v(t)\rangle_{V'xV} = f_1(t) \in \mathbb{L}^2(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V}) \quad (1.1.26)$$

$$f_2: t \in]0,T[\to \langle u(t), v'(t)\rangle_{VxV'} = f_2(t) \in \mathbb{L}^2(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V}) \quad (1.1.27)$$

$\forall u, v \in \mathbb{W}_1(0;T;V)$

De 1.1.23, $u, v \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V}) \Rightarrow u(0), v(0) \in H$ *et* $u(t), v(t) \in H$

De la définition 1.1.2, $u, v \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V}) u \Longrightarrow, v \in \mathbb{L}^2(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V})$ et $u', v' \in \mathbb{L}^2(\mathbb{O}, \mathbb{T}, \mathbb{V}')$

$$\int_0^T \langle u'(t), v(t)\rangle_{V'*V}\, dt \in \mathbb{R}$$

$$\int_0^T \langle u(t), v'(t)\rangle_{V'*V}\, dt \in \mathbb{R} \quad (1.1.27)$$

Aussi, de 1.1.20 et 1.1.21

$$u, v \in \mathcal{D}([0,T],V) \Rightarrow u^k(t), v^k(t) \in V \to H, \forall k \in N, \forall t \in [0,T]$$

D'où, $\forall u, v \in \mathcal{D}([0,T],V)$

$$\langle u(t), v'(t)\rangle_{V'XV} = \langle u'(t), v(t)\rangle_{\boldsymbol{H}} \qquad (1.1.28)$$

$$\langle u(t), v'(t)\rangle_{VXV'} = \langle u(t), v'(t)\rangle_{\boldsymbol{H}}$$

et : $\int_0^T \langle u'(t), v(t)\rangle_H \, dt + \int_0^T \langle u(t), v'(t)\rangle_H \, dt = \int_0^T [\langle u(t), v(t)\rangle_H + \langle u(t), v(t)\rangle_H] dt$

$= \int_0^T \frac{d}{dt}[\langle u(t), v(t)\rangle_H] \, dt = \langle u(t), v(t)\rangle_H|_0^T = \langle u(T), v(T)\rangle_H - \langle u(0), v(0)\rangle_H$ 1.1.29

Mais $\mathcal{D}([0,T],V)$ est dense dans $\mathbb{W}_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$ par le théorème 1.1.4 et $\mathbb{W}_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}) \to C^0(]O,T[,H)$ par le théorème 1.1.5.

D'où, $\forall u, v \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V}), u(T), v(T), u(0), v(0) \in H$ et la fonctionnelle bilinéaire continue s'annulant sur $(\mathcal{D}([0,T];\, V))^2$, c'est-à-dire

$(u,v) \in (\mathcal{D}([0,T],V))^2 \to \left[\int_0^T [\langle u(t), v'(t)\rangle_H + \langle u'(t), v(t)\rangle_H\right] dt - \langle u(T), v(T)\rangle_H + \langle u(0), v(0)\rangle_H] = 0$ et peut être prolongée par à une fonctionnelle bilinéaire continue s'annulant sur

$\mathbb{W}_1(0,T;V) x \mathbb{W}_1(0,T;V)$ c'est-à-dire $\forall u, v \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$,

$$\left[\int_0^T [\langle u(t), v'(t)\rangle_H + \langle u'(t), v(t)\rangle_H\right] dt - \langle u(T), v(T)\rangle_H + \langle u(0), v(0)\rangle_H] = 0 \qquad (1.1.31)$$

$\langle u'(t), v(t)\rangle_H$ (respectivement $\langle u'(t), v(t)\rangle_H$) est identifiée avec $\langle u'(t), v(t)\rangle_{V'xV}$ (respectivement $\langle u'(t), v(t)\rangle_{V'xV}$) (1.1.32).

En vertu de l'inclusion continue $V \to H = H' \to V'$ et la densité de V dans H.

Alors le résultat 1.1.25 suit 1.1.31 $\forall u, v \in \mathbb{W}_1(\mathbb{O},\mathbb{T};\mathbb{V})$.

REFERENCES

[1] L.Schawrtz, 1966, théorie des distributions, Hermans, Paris.
[2] L.Schawrtz, 1967, Distributions à valeurs vectorielles, Ann de l'Inst Fourier, Paris.
[3] R.A.Adams, 1975, Sobolev Spaces, Academic Press, New York
[4] O.Pironneau, 1988, Méthodes des éléments finis pour les fluides, Masson, Paris.
[5] L.Tatar, 1978, Topics in Non Linear Analysis, Publication livre Math. D'Orsay. Dept de Math.Orsay.France : Université de Paris-Sud.
[6] P.K. Bhahacharryya, 2012, Distributions-Generalized functions with applications en Sobolev Spaces, De Gruyter. Germany.
[7] H. Brezis, 1983, Analyse fonctionnelle : Théorie et Applications, Masson, Paris.
[8] R.M. Dudley, 2002, Real Analysis and Probability, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
[9] W. Rudin, 1991, Functionnal Analysis, Mc Graw Hill, USA.
[10] L. Schawrtz, 1966, Théorie des Distributions, Hermann, Paris.
[11] E. Roubine, 1990, Distribution-Signal, Eyrolles.
[12] C. Zuily, 2010, Problèmes de Distributions, Cassini.
[13] C. Zuily, 2010, Distributions et Equations aux dérivées partielles, Hermann, Paris.
[14] R. Courant, D, Hilbert, 1975, Methods of Mathematical Physics, Vol2, Wiley Eastern Private Ltd, New Delphi.
[15] C. Berg, JP. R. Christensen, P. Ressel, 1984, Harmonic Analysis on Semigroup, Spring Verlay, New York.
[16] C. Gasquet, Witomski, 1990, Fourier analysis and Applications, Springer-Verlag, New York.
[17] B. Fuglede, F. Topsoe, Jensen-Shannon, 2003, Divergence and Helbert Space Embedding, Preprint.
[18] I.M. Gelfand, G.E. Chilov, 1975, Les distributions (4 volumes), Dunod, Paris
[19] A. Berlinet, C. Thomas-Argan, 2004, Reproducting Kernel Hilbert Spaces in Probability And Statictics, Kluwer academic Publishers, London, UK
[20] T. LindVall, 1992, Lectures onthe Coupling method, John Wiley & Sons, New York
[21] J.C Nedlec, 1966, Notions sur les Equations Intégrales de la Physique : Théorie et approximation Palaiseau, France : Centre de Mathématique Appliquées
[22] F. Trèves, 2007, Topological vector spaces, Distributions and Kernels, Dover Publications Inc.
[23] C.A Micchelli, Y. Xu, H. Zhang, 2006, Universal Kernels, Journals of Machine Learning Research

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 124-133
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

La distribution des stations service et leur impact dans l'organisation spatiale urbaine de Lubumbashi en RDC

[The distribution of service station and their impact spatiality organization in urban Lubumbashi DRC]

Sangwa Kiteba Guellord[1], Musisilwa Lwindi Elias[1], Asumani Salimini[1], Nsenga Ilunga Jéremie[1], and Mayuke Katshongo Jean Paul[2]

[1]Departement de Géographie, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RDC

[2]Departement de Mathématique, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RDC

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this article we propose to analyze the factors of the locations of service stations and their impact in the spatial organization of the city of Lubumbashi. We have adopted the descriptive explanatory method; Using a GPS, the service stations were located. The quadrat method allowed us to highlight the spatial model of the city and the Quantum Geographic Information System (QGIS) software enabled us to develop the service station map. After analysis of the quadrat and the map we deduced the following: intense places of activity (business center); The major roads and intersections attract more petroleum operators to establish service stations within the city. Affordable price; The quality of the petroleum product; Proximity to the road; The speed of delivery of petroleum products attracts customers to service stations.
Their environmental impacts have been elucidated and the risks associated with their radiation are great because they have no buffer zones and their reconciliation is a permanent fire hazard in a city where fire fighting vehicles are almost non-existent. Where the town hall has a responsibility for regulating points of sales of petroleum products in order to save human and material lives.

KEYWORDS: spatial model, service stations, majors roads, junctions, oil opérators, environmental impacts, spatial organisation

RESUME: dans cet article nous nous sommes proposé d'analyser les facteurs des localisations des stations-service et leur impact dans l'organisation spatiale de la ville de Lubumbashi. Nous avons adopté la méthode descriptive explicative ; A l'aide d'un GPS, les stations-service ont été localisées. La méthode de quadrat nous a permis de mettre en évidence le modèle spatiale de la ville et le logiciel Quantum Geographic Information System(QGIS) nous a permis d'élaborer la carte des stations-service. Après analyses du quadrat et de la carte nous avons déduit ce qui suit : les lieux d'activités intenses (centre des affaires) ; les grands axes et les carrefours attirent plus les opérateurs pétroliers à implanter les stations-service au sein de la ville. Le prix abordable ; la qualité du produit pétrolier; la proximité routière ; la rapidité de livraison de produits pétroliers attirent les clients vers les stations-service.
Leurs impacts environnementaux ont été élucidé et les risques liés à leur rayonnement sont grands car, ces dernières n'ont pas des zone tampon et leurs rapprochements est un danger permanent d'incendie en série dans une ville ou les véhicules anti incendies sont presque inexistants d'où la mairie a une responsabilité pour la régulation des points des ventes des produits pétroliers afin de sauver des vies humaines et matérielles.

MOTS-CLEFS: modèle spatiale, stations-service, les grands axes, carrefours, opérateurs pétroliers, impact environnemental, organisation spatiale.

Corresponding Author: Mayuke Katshongo Jean Paul

1 INTRODUCTION

Le développement de l'automobile a fait apparaitre un nouveau type de spécialité dans la vente du carburant : les stations-service. Dès le début du siècle dernier, la station-service prend rapidement place dans le paysage et devient un lieu de la quotidienneté où se côtoient les personnes intéressées par le marché du carburant et du lubrifiant. Cependant, une telle installation, aujourd'hui banalisée, représente un risque de par le stockage et la distribution de liquides inflammables.

Pour gérer et prévenir les risques, il est nécessaire de les identifier, les localiser et les intégrer au sein de leur environnement .Cet article présente, à travers l'étude du réseau de distribution de carburant dans la Communauté Urbaine de Lubumbashi, la répartition spatiale des stations-service.

En cette matière, le rôle du géographe ne pourra pas être négligé ; il lui revient la réflexion sur le modèle d'organisation spatiale. Plusieurs études ont été menées entre autres : CAUVINC qui a parlé des effets de cette localisation sur l'environnement[**1**]. BLAESINS parlant de dernières nouvelles d'Alsace, a abordé les stations hors services : selon l'inventaire communal de 1988, les stations-service disparaissaient[**2**]. CALVAT (1988) quant à lui a trouvé que leur impact sur l'environnement est banalisé par nos sociétés actuelles à Paris. HEIGEL(1995) s'est intéressé au risque technologique mineur à Strasbourg et a évoqué le problème relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement. MUJINGA (1997) ; MWANJI(2014) ont étudié la répartition spatiale des stations-service à Lubumbashi et leur impact sur l'environnement[**3**]**.**

De nos jours, les stations-service sont comptées parmi les infrastructures urbanistiques et économiques les plus en vue. Les postes de distribution des produits pétroliers prennent place dans le paysage urbain de Lubumbashi. L'ampleur étant influencée par l'utilisation dans la ville de groupes électrogènes suite aux difficultés d'alimentation en électricité, à cela s'ajoutent les motocyclistes avec leurs taxi-moto qui usent d'une quantité non négligeable du carburant vu leur nombre et l'ascension de l'automobile.

Il est à noter que, vers les années 1980-1990, l'accès au carburant d'une manière officielle et libre dans la ville de Lubumbashi était difficile, ce qui impliquait la recrudescence du phénomène Kadhafi (vente informelle du carburant dans des bidons). Devant les rares stations qui existaient, on observait des longues files de véhicules attendant d'être servis en carburant. Aujourd'hui, ce phénomène a considérablement diminué avec l'ouverture de plusieurs stations-service et c'est, sur différents endroits de la ville. En plus le prix du carburant semble se stabiliser soit 1,2 dollars par litre depuis 2010, car l'Etat a un regard attentif tourné sur le secteur des hydrocarbures.

2 METHODES ET TECHNIQUES

2.1 MÉTHODES

Dans cet article, nous avons fait recours à la méthode de quadrat ; la méthode descriptive et explicative dans ce sens que, non seulement les milieux d'études (communes) ont été décrits dans leur nature, mais aussi les facteurs de localisation des stations-service trouvent des explications dans leur contexte spatial.

2.2 TECHNIQUES

La méthode utilisée a fait appel à plusieurs techniques :

La technique documentaire qui nous a permis d'avoir des informations sur l'organisation spatiale de la ville, ayant trait à notre recherche.

La technique d'observation directe à partir de laquelle il nous a été loisible de faire une analyse des espaces urbains au sein de la ville. Les stations identifiées ont été repérées à l'aide d'un Système de Positionnement Global(GPS).

En plus, des investigations directes sur terrain, nous allions en plusieurs occasions à la rencontre des acteurs impliqués dans cette activité.

3 LES ENTRETIENS

Nous avons procédé à des entretiens directs avec tous les groupes d'acteurs. Il s'agit des responsables ou délégués des stations-service : les travailleurs, les clients et les agents du ministère des hydrocarbures.

4 L'ENQUETE PAR QUESTIONNAIRE

L'enquête par questionnaire auprès du personnel affecté dans différentes stations-service afin de recueillir les informations sur les caractéristiques de celles-ci.

5 PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

DISTRIBUTION SPATIALE DES STATIONS-SERVICE DANS LA VILLE DE LUBUMBASHI

On peut noter que ces derniers temps il y a un engouement dans l'activité liée à la vente du carburant. Le secteur en question semble rentable pour les opérateurs économiques qui s'y sont intéressés. C'est pourquoi les stations-service se multiplient et celles qui ont été en gestation ont été réactivées pour reprendre leurs activités.

Dans la ville de Lubumbashi nous avons dénombré 63 Stations dont ,deux seulement sont en veille alors que par-ci par-là on s'aperçoit que les terrains sont en train d'être apprêtés pour recevoir d'autres stations-service.

Le tableau n°1 : distribution spatiale des stations-service par catégorie et par entité administrative.

N°	Commune	Stations construites	%	Stations en faillites	%	Total	%
1	Annexe	7	11,5	–		7	11
2	Kamalondo	1	2	–		1	2
3	Kampemba	13	21	1	50	14	22
4	Katuba	4	6,5	–		4	6
5	Kenya	4	6,5	–		4	6
6	Lubumbashi	29	47,5	1	50	30	48
7	Ruashi	3	5	–		3	5
Total		61		2		63	
Pourcentage		*96,8*	100	*3,2*	100		100

Le tableau n°1 indique que près de la moitié de stations-service : 29 sur 63 sont situées dans la commune de Lubumbashi, soit 47,5% ; elle est suivie de la commune Kampemba 13, soit 21% de stations service. La commune annexe 7 stations-service, soit 11,5% Katuba et Kenya et la commune Ruashi comptent respectivement 6,5% et 5% ; des stations-service. La commune Kamalondo n'en compte que 2%, soit une seule station.

En effet, la commune Lubumbashi jouit d'une centralité forte à cause de nombreuses activités qui s'y exercent. Elle est le cadre du CBD ou des grosses affaires : commerce gros et détail, transactions bancaires ; mais aussi elle est le cadre des institutions politico-administratives : gouvernorat, palais de justice, division administrative, police et justice militaire et les plus grandes institutions scolaires.

Ces activités font que le flux converge vers le centre ville de Lubumbashi, augmentant ainsi le besoin en produit pétroliers par les automobiles et d'autres usagers.

En plus de la circulation, on peut évoquer l'aspect sécuritaire, car le périmètre de la commune de Lubumbashi semble bien être surveillé le jour comme la nuit, rassurant les tenanciers des stations-service par rapport aux vols d'argent et de produits et par rapport aux incendies.

La commune Annexe est très éclatée en quartiers périphériques. Il y a des stations service qui vont à la rencontre des usagers lointains ou qui ont du mal à se placer au centre-ville à cause du prix élevé de terrain en ville ; spéculation foncière etc.

Les communes Katuba et Kampemba sont vastes, peuplées et commencent à être convoitées par les opérateurs pétroliers. Par contre, les communes Kenya et Kamalondo sont très densément peuplés mais n'attirent pas les operateurs pétroliers pour l'implantation des stations-service par manque d'espace. Une comparaison avec la situation de 1997 analysée par MUJINGA montre que les stations-service ont augmenté sensiblement. Sur les 44 stations dénombrées par l'auteur cité, 19 seulement, soit 43% étaient en activité et 68% en disfonctionnement. Notre enquête révèle que la ville compte actuellement 6 3 stations dont deux seulement en disfonctionnement, mais 17 d'entre elles sont en construction

comme le montre le tableau n°2 ci-dessous. Ce qui veut dire qu'on a réhabilité les plus anciennes et on en a créé d'autres et d'autres continuent à être crées.

Tableau n°2 : Distribution spatiale de Stations-service de 1997

Commune	Station en activité	%	Station en construction	%	Station en faillite	%
Annexe	4	9	3	17,6	–	–
Kamalondo	1	2,3	–	–	–	–
Kampemba	8	18	3	17,6	1	50
Katuba	4	9	1	5,8	–	–
Kenya	2	4,5	2	11,7	–	–
Lubumbashi	23	52,2	6	35,3	1	50
Ruashi	2	4,5	2	11,7	–	–
Total	44	100	17	100	2	100

L'observation du tableau n°2 ci-haut révèle que 23 stations sur 44 soit 52,2% de stations service sont en activité c'est à dire celles qui fonctionnent assurément sur toute l'étendue de la ville de Lubumbashi et dont l'objectif principal est la vente des produits pétroliers, se trouvent dans la commune de Lubumbashi ; suivie de la commune Kampemba avec 18% ; de la commune Annexe et de la Katuba 9% ; enfin les communes Ruashi et Kenya avec 4,5% chacune.

Il convient de faire observer tout de même que le nombre des stations-service estimé à 44 par MUJINGA KATULEYA en 1997 est monté à 63 stations soit une augmentation de 19 stations-service. Notre enquête de 2015 indique que le nombre des stations-service a sensiblement augmenté ; la libéralisation du secteur des transports et le boom minier influenceraient cette croissance.

Hormis le premier aspect, 17 stations-service en chantier ont été repérées sans avoir prélevé leurs coordonnées géographiques et se repartissent comme suit : 6 stations-service soit 35,3% dans la commune de Lubumbashi ; suivi des communes Annexe et Kampemba avec 3 stations chacune, soit 17,6% ; les communes Kenya et Ruashi avec 2 stations, soit 11,7% et enfin la Katuba qui n'a qu'une station, soit 5,8%. Nous pouvons également ajouter les stations-service en faillite : celles qui ne fonctionnent pas ont été identifiées, une dans la commune de Lubumbashi et l'autre dans la commune Kampemba. Les causes de leur fermeture peuvent être :

- Crise économique ;
- Insécurité due au cambriolage;
- Rareté de la clientèle

6 ORGANISATION DE L'ESPACE DE LUBUMBASHI PAR LES STATIONS-SERVICE

Lorsqu'on considère la ville de Lubumbashi dans son ensemble, il ya lieu d'observer trois modes de distribution de Stations-service comme illustré par la figure numéro 1,

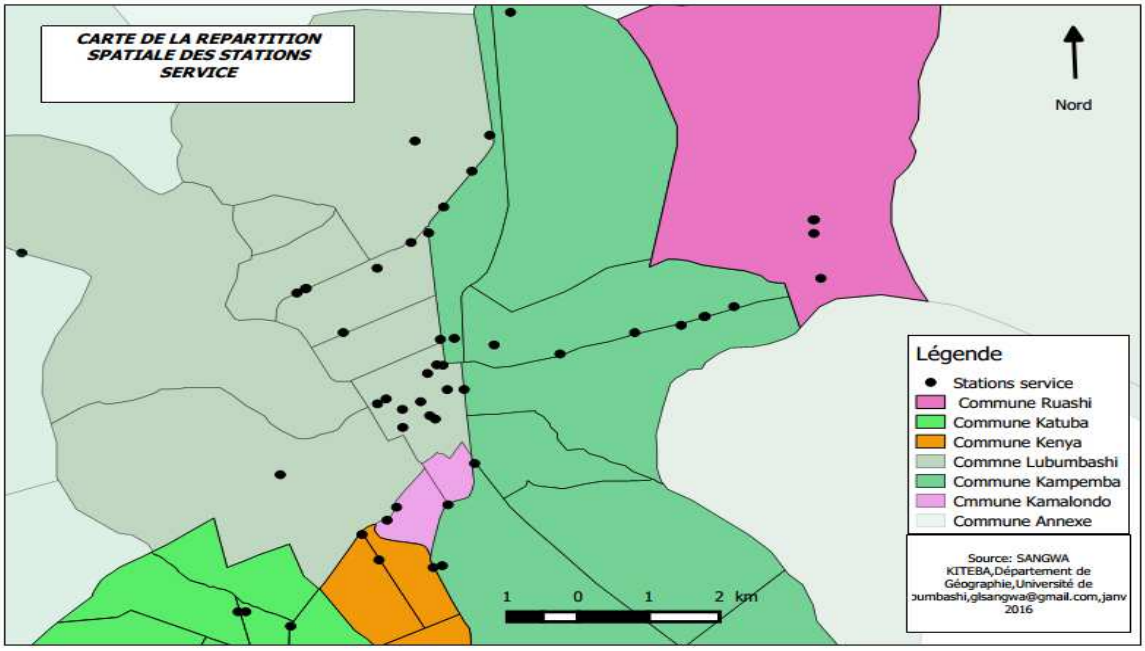


Fig.1. Carte de la répartition spatiale des stations-service

Premièrement au niveau du secteur qui couvre le Centre des affaires, on remarque une concentration des Stations-service; car c'est le domaine de la ville où les activités sont intenses, à caractère commerciale, administrative et judiciaire.

Deuxièmement, dans la partie sud-ouest, on observe un essaimage de stations-service. Ces dernières concernent la commune de Kamalondo, le nord des communes Kenya et Katuba.

Le troisième mode de distribution de stations-service est caractérisé par des éléments quasi linéaires en trois branches : sur l'axe chaussée de Kasenga près de neuf stations se profilent. Sur l'axe route Likasi, une douzaine de stations se suivent. La route Munama constitue la troisième branche, mais dont les stations se rapprochent de celles du secteur sud-ouest.

Nous avons également, analysé, à l'aide de la méthode de quadrat, la répartition des stations-service dans la ville de Lubumbashi. (Figure n°2).

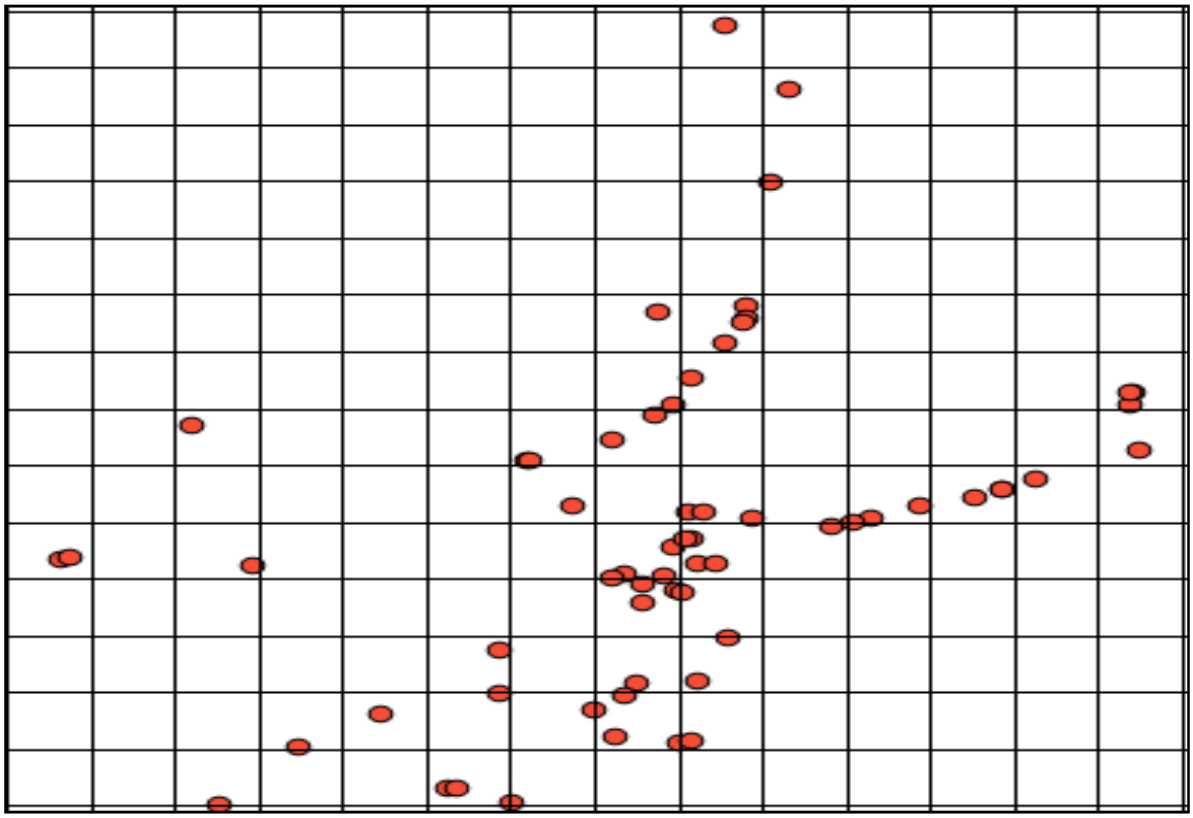


Fig. 2 Localisation de points selon la méthode de quadrat.

Nombre des stations par cases	Nombre de cases
O	170
1	18
2	6
3	7
4	3
Nombre de points : 63	Nombre de cases : 204

$$\bar{X} = \frac{63}{204} = 0{,}308$$

$$S^2 = \frac{170.(0-0{,}308)2 + 18.(1-0{,}308)2 + 6.(2-0{,}308)2 + 7.(3-0{,}308)2 + \cdots}{204-1}$$

= 170×(0,0949) +18×(0,4788) +6×(2,8628) +7×(7,2468) +3×(13,6308) / 203

= 16,1262+8,6184+17,1768+ 50,7276+ 40,8924 / 203

= 133, 54084 / 203

s^2= 0,6578

$$\frac{S^2}{\bar{X}} = \frac{0{,}6578}{0{,}308} = 2{,}1357$$

2,1357 >1 nous avons une distribution concentrée avec agrégats.

On peut tester la significativité de cette hypothèse d'une répartition concentrée avec agrégats au moyen du test z (puisque m est grand et vaut 204, et la moyenne inferieure a 5).

$$Z = \frac{[\![(m-1) \div 2]\!]^{1/2}}{1} \cdot \frac{S^2}{\bar{X}} - 1 = \frac{[\![(204-1) \div 2]\!]^{1/2}}{1} \cdot \frac{0{,}6578}{0{,}308} - 1 = 11{,}4418$$

Cette valeur du test n'est pas comprise dans l'intervalle de confiance (-1,96;1,96) pour une distribution de probabilité normale centrée réduite avec alpha =5%;

c'est-à-dire nous avons une répartition concentrée avec agrégats, dont le modèle se présente comme suit : dans le centre des affaires nous avons une zone avec une forte concentration en stations-service et une deuxième zone s'est créé suivant les grands artères structurant la ville (axes Kenya, Katuba, Kamalondo, Ruashi, Kampemba etc.…).Cela s'explique par le fait que la ville de Lubumbashi est mono polaire dans le premier cas et dans le second cas les stations–service s'implantent le long des axes où il y a une forte circulation du charroi automobile.

7 FACTEURS INFLUENÇANT L'EMPLACEMENT DES STATIONS-SERVICE

L'augmentation du nombre du charroi automobile influence la demande en produits pétroliers. Il ressort de l'enquête menée auprès de responsables des stations-service que 25% des personnes interrogées sont conscientes qu'il faut exercer une activité qui rapporte de l'argent à l'instar de stations-service et auxquelles ils en en profitent ; 23,1% des enquêtés l'ont confirmé. Le choix opéré sur la localisation des stations-service repose principalement sur trois aspects :

- Placer la station à un endroit stratégique, c'est-à-dire où l'on a la possibilité d'avoir beaucoup de clients, c'est pourquoi beaucoup de stations sont placées aux carrefours ou aux angles des avenues. Près de 17,3% des enquêtes ont évoqué cet aspect.
- Pour 21,1% de sujets interrogés, ils ont choisi les voies accessibles, raison pour laquelle les stations se profilent sur les grandes artères de la ville : Route Likasi, chaussée de Kasenga, Route Munama et route Kipushi. Ces voies enregistrent des flux importants de véhicules et traversent la ville du Nord-Sud et de l'Ouest-Est.
- Certains tenanciers des stations ont cherché des endroits où celles-ci ne sont pas nombreuses pour éviter la concurrence. Cela est soutenu par 13,5% des déclarants.

8 CAUSES ATTRACTIVES DE CLIENTS DANS UNE STATION-SERVICE

D'après les informations recueillis sur terrain les causes qui attirent les clients de produits pétroliers à Lubumbashi sont : Le prix abordable représente 33, 3% ; la qualité du produit pétrolier 25% ; la proximité routière 16,7% ; la rapidité de livraison de produits 13,3% contre 11,7% attribuée à l'accueil.

9 LES RISQUES DES STATIONS SERVICE EN MILIEU URBAIN

Il nous a été impérieux de décrire tout d'abord les impacts environnementaux quant à leur origine et leurs effets sur les différents compartiments environnementaux (l'air, l'eau, le sol, …). Les mesures de prévention de pollution seront décrites (sous forme de recommandations pratiques).

10 IMPACTS DANS L'ATMOSPHERE

10.1 IMPACT SUR L'EAU

a) Sources de polluants

Lors du fonctionnement normal des stations-service, l'eau est souvent utilisée comme moyen d'évacuation de divers polluants.

Les eaux de pluie, des robinets, des canalisations et des cours d'eau lessivant des surfaces sont chargées également d'impuretés comme des particules solides ou les différents types de substances utilisées par les véhicules, comme les hydrocarbures ou des détergents.

A ceci s'ajoute de déversements accidentels d'autres liquides classés comme des substances dangereuses, couramment utilisés dans les stations-service (p.ex. gasoil, essence, liquides de freins, liquides de refroidissement, acides de batteries ou solvants) et des fuites de réservoirs souterrains.

b) Effets de polluants

Si les eaux usées résultant des activités de la station-service étaient déversées sans traitement dans la nature, les substances y contenues auraient pour la plupart des effets toxiques sur les écosystèmes aquatiques. Un déversement de ces eaux usées dans l'égout aurait des répercussions très défavorables sur le fonctionnement de stations d'épuration.

Les hydrocarbures (essence, gasoil, etc.), Par exemple se décomposent sous l'action de bactéries en molécules plus légères (benzène, toluène, Xylène) très toxiques et solubles dans l'eau. Les huiles à moteur (usagées ou non) contiennent également des substances toxiques (par effets additifs), souvent difficilement dégradables. Les huiles forment par ailleurs un film à la surface de l'eau qui empêche les échanges gazeux. Les détergents contiennent des agents tensioactifs qui favorisent la formation de mousse, dissolvent la graisse et peuvent être difficilement dégradables, des propriétés qui ont des effets très néfastes sur les écosystèmes aquatiques comme sur le fonctionnement des stations d'épuration.

Des déversements accidentels de substances comme les hydrocarbures, les liquides de freins, les liquides de refroidissement, les acides de batteries ou les solvants ont tous des impacts très sévères sur l'environnement aquatique et sur le fonctionnement des stations d'épuration, s'ils pénètrent dans la canalisation. Voici quelques exemples des effets possibles: Les liquides de freins, étant souvent des mélanges de dérivés glycoliques, ont des propriétés toxiques pour de nombreux organismes aquatiques à partir de certaines concentrations. De plus, leur dégradation par des micro-organismes mène à une consommation d'oxygène dans l'eau. De plus, les liquides de frein usagés peuvent contenir des impuretés comme des métaux lourds, qui peuvent être toxiques aux organismes aquatiques et à l'homme, même à très petite dose. Les liquides de refroidissement sont souvent des mélanges d'eau distillée (environ 60%) et de glycol (environ 40%), agissant comme antigel et inhibiteur de corrosion.

Les batteries des voitures contiennent du plomb et de l'acide sulfurique. Le plomb est un métal lourd qui a tendance à s'accumuler dans les chaînes alimentaires en provoquant des intoxications graves.

L'acide sulfurique est une substance corrosive également toxique pour la vie aquatique. Les solvants ont souvent des propriétés toxiques pour la vie aquatique et sont difficiles à éliminer, même par une station d'épuration. Les huiles de graissage diminuent les échanges gazeux air/eau, s'accumulent et créent des dépôts pouvant aller jusqu'au dysfonctionnement et à l'obstruction des systèmes d'assainissement.

Les hydrocarbures, toxiques pour les organismes vivants supérieurs peuvent lors d'un déversement accidentel, entraîner la contamination des sols, des nappes phréatiques et des cours d'eau, détruisant les écosystèmes en place et interdisant l'utilisation des ressources en eau pour de nombreuses générations.

10.2 IMPACTS SUR LE SOL

a) Sources de polluants

Dans le domaine de l'exploitation des stations-service les principales sources de pollution sont liées à des déversements accidentels (p.ex. égouttages lors du remplissage des réservoirs et du ravitaillement des voitures, fuites des tuyauteries, fuites des réservoirs, accidents ou incendies de véhicules, manipulation de produits, d'évacuation de déchets, etc.) de produits nuisibles pour l'environnement (carburants, huiles de moteur, liquides de frein, liquides de refroidissement, acides de batteries, etc.).

b) Effets sur la santé

Un polluant dans le sol est dangereux s'il devient mobile et s'il atteint sa cible (eaux souterraines ou superficielles, l'écosystème, les hommes..). Un sol pollué devient alors un problème de santé publique si le polluant atteint la nappe phréatique ou le cours d'eau avoisinant s'ils sont destinés à l'alimentation en eau potable.

Avant de faire un examen du lien entre les effets des polluants des sols provenant des stations-service et les effets sur la santé, il faut tenir compte de quelques considérations d'ordre général. Les facteurs de risques pour la santé sont multiples. Des facteurs génétiques ou comportementaux interviennent aussi.

Il existe un certain nombre d'étapes entre le milieu extérieur et les effets observés sur l'homme.

Ce sont l'absorption, la distribution dans les différents compartiments de l'organisme avec éventuellement une bioaccumulation et des effets à court, voire à long terme.

L'absorption digestive est très différente selon que l'on a affaire à un enfant ou un adulte. Beaucoup de facteurs peuvent favoriser l'absorption : la teneur alimentaire en acides organiques, les carences en fer, en fibres végétales, l'état de jeûne, même chez l'adulte.

Par ailleurs, le risque lié à une exposition et la mesure de l'impact des polluants sur la santé va dépendre des éléments suivants :

D'abord, la relation entre l'exposition à un cocktail d'agents n'est pas une relation simple. La toxicité d'une molécule peut être augmentée ou diminuée par l'exposition simultanée ou consécutive à une autre molécule (VAN WIJNEN, 1990). On dit qu'il peut y avoir:

- synergies: les effets sont dus à l'action de plusieurs molécules qui, lorsque prises isolément, n'ont que peu d'action
- antagonismes: l'effet d'une molécule s'oppose à celle d'une autre
- cumuls: les effets d'une molécule accélèrent les effets d'une ou plusieurs autres molécules.

Les effets directs sur la santé peuvent être constatés auprès de la population proche d'un site qui subit une pollution du sol par consommation d'aliments produits sur place, mais dans le cas des stations-service c'est peu probable que cela arrive étant donné que ce type d'installations est en principe éloigné des zones agricoles ou des jardins potagers.

Les enfants figurent parmi les populations les plus vulnérables et ce de par leur grande « sensibilité biologique », mais également à cause de certains comportements (ingestion de terres contaminées, contact plus fréquent avec le sol, etc.).

L'exposition indirecte concerne par exemple l'ingestion des eaux contaminées à travers les nappes phréatiques. Cela ne préjuge en rien l'exposition effective à un polluant laquelle intègre la notion de durée et de proximité de la source d'émission par rapport à la personne.

Si, sur le terrain, une station-service reste en exploitation et que la pollution reste limitée au terrain lui-même, il n'y aura pas de risque actuel pour la santé publique dans de nombreux cas [9].

11 CARBURANTS

Suivant la classification de l'Union européenne11, les risques de l'essence automobile pour la santé sont le risque de cancer et une atteinte des poumons en cas d'ingestion.

En ce qui concerne le gazole, un effet cancérogène est suspecté, mais les preuves sont insuffisantes. Il peut provoquer aussi une atteinte des poumons en cas d'ingestion.

12 LES LUBRIFIANTS

Les huiles minérales possédant un point d'ébullition bas provoquent des pneumonies chimiques de gravité importante et d'évolution lente en comparaison avec les hydrocarbures légers. La plupart des liquides de frein sont très nocifs à l'ingestion notamment le polyéthylène glycol.

EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Les risques écologiques sont plutôt de moindre importance pour les pollutions sur les stations-service. En général, une menace des écosystèmes est rarement constatée à proximité d'une station-service étant donné qu'une station-service est toujours située le long d'une voie publique où la présence d'écosystèmes séparés est limitée. Par ailleurs étant donné la portée spatiale limitée des stations-service et la présence d'un revêtement sur une grande partie du terrain, l'aspect des risques pour l'écologie est souvent moins pertinent [9].

Toutefois l'existence des risques pour l'écosystème n'est pas exclue. En cas de déversement ou de fuites dans le milieu naturel, selon les circonstances les fractions non volatiles se disperseront dans l'environnement aquatique ou seront absorbées dans le sol créant éventuellement une pollution des nappes souterraines pouvant induire une contamination des zones de captage d'eau potable.

Dans l'eau, les carburants ont tendance à flotter et à s'étendre à la surface à cause de la faible solubilité de certains de leurs constituants formant une nappe «huileuse» qui empêche les échanges gazeux entre l'air et le milieu aquatique. Ceci entraîne à terme une sous-oxygénation et peut provoquer la mortalité de la faune aquatique (centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 2007).

13 RISQUES LIES AUX STATIONS- SERVICE

La prolifération des stations-service dans la ville de Lubumbashi présente un danger imminent.

Premièrement, les stations commencent à conquérir l'habitat. En dehors des stations traditionnelles, les nouvelles stations n'ont pas de zone tampon par rapport à l'habitat ; ce qui veut dire que le jour où il y a incendie, la chance de déplorer beaucoup des morts est grande.

Deuxièmement, beaucoup de stations sont proches l'une de l'autre .C'est le cas par exemple de la station gloria trading au croisement des avenues des usines et Lomami et la station qui se construit au croisement Lomami et Likasi. Nous aussi citerons egalement deux stations près du camp Est (camp de police) sur l'avenue chaussée de Kasenga.

Il suffit qu'une station prenne feu pour embraser un ilot de la ville ; on aura des explosions en série. Il y a près de deux ans, un dépôt de carburant prenait feu sur l'avenue des cimetières occasionnant mort d'hommes et de dégâts matériels importants.

Troisièmement, ces stations-services ne sont pas bien sécurisées alors que le service anti incendie part toujours de très loin.

L'Etat devrait limiter le nombre de stations-service, régulé leur répartition à travers la ville et rendre rigoureuses les mesures d'ouvertures des activités de vente du carburant.

14 CONCLUSION

L'analyse diachronique des stations-service révèle que ces dernières connaissent un accroissement rapide en nombre ; de 44 en 1997 dont 11 seulement en activité, à 63 dont 61 en activité en 2015. Ce qui montre que les stations-service sont en plein essor dans la ville de Lubumbashi.

Leur répartition nous a permis de mettre en évidence le modèle spatiale des stations-service ; Ces dernières se concentrent dans les lieux où les activités urbaines sont intenses comme au centre-ville où aux carrefours et le long des grands axes.

L'étude a également évoqué les risques des stations-service dans la ville, notamment les pollutions probables jusqu'à stigmatiser le danger de ces stations-service par rapport à leur rapprochement, à cause de la négligence de l'Etat qui autorise leur construction dans la population sans tenir compte de la zone tampon, alors que les mesures de protection contre les incendies sont inefficaces.

L'Etat devrait avoir un regard attentif sur le développement du phénomène et règlementer l'ouverture des stations-service si possibles, délocaliser plusieurs d'entre elles, afin de réduire le risque d'incendie mortel.

REFERENCES

[1] BLAESIUS J. (1992) « Stations hors service », *Dernières nouvelles d'Alsace*, 6 décembre, p. 4.
[2] CAUVIN C., RIMBERT S. (1976). — *Les méthodes de la cartographie thématique. Fascicule: Lecture numérique des cartes thématiques*, Éd. Université de Fribourg, Suisse, 172 p.
[3] CALVAT J. M., (1988). — « Les stations-service disparaissent », *Inventaire communal de 1988*, pp. 23-26.
[4] DUPUY G. (1995). — *Les Territoires de l'automobile*, Paris, Anthropos Economica, 216 p.
[5] FABRICE DE MONICAULT., (2013). «Une activité très disputée », in Le Figaro, encart « Économie », jeudi 21 novembre.
[6] HIEGEL C. (1995). — *Au risque de la ville... Les stations-service à Strasbourg. Un risque technologique mineur*. Mémoire de DEA, UFR Géographie Strasbourg, 126 p.
[7] NORDEMANN F. (1981). — *Bâtiments de l'automobile*, Paris, Seuil, 59. Dupuy G. (1995). — *Les Territoires de l'automobile*, Paris, Anthropos Economica, 216 p.
[8] MUJINGA K. (1997) ; Répartition spatial des stations-service dans l'espace urbain'' cas de la ville de Lubumbashi ''(mémoire de fin d'étude au département de Géographie, Université de Lubumbashi)
[9] BOFAS (2004), directive sur l'assainissement des sols des stations-service en Belgique.
[10] VAN WIJNEN, 1990, La mesure de l'impact des polluants sur la santé, Belgique.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 134-144
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation du potentiel de germination des légumineuses herbacées utilisées pour la fertilisation des sols

[Evaluation of legumes germination potential herbs used for soil fertilization]

AKEDRIN Tetchi Nicaise[1], KOULIBALY Annick[1], GROGA Noël[1], N'GUESSAN Koffi[2], and AKE Sévérin[3]

[1]Laboratoire de Botanique, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

[2]Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

[3]Laboratoire de Physiologie Végétale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2017 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: Germination is the processing of the seed until it becomes a plant. This implies the metabolic Wake thereof after absorbing water followed by imbibition. To determine the germination potential of seeds, after sorting, by direct seeding cultivation of 100 seeds per species 11 herbaceous legumes such as *Abrus precatorius*, *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Clitoria ternatea*, *Crotalaria goreensis*, *Crotalaria retusa*, *Indigofera arrecta Mimosa invisa*, *Phaseolus adenanthus*, *Pueraria phaseoloides* and *Schrankia leptocarpa* in nursery bags was performed. The seeding depth was the same for all packets and equal to 1 cm. The density of the semi is 1 seed per bag. Then, the number of species germinated every day and their growth rate were evaluated. From the viewpoint of germination, the length of the lift phase translated dormancy variability of the population of seeds. Different exercised within a relatively short time (4-9 days) helped to note the beneficial effects of mechanical scarification as a treatment applied to seeds. After 35 days of sowing, low survival rates recorded have shown that plants are more sensitive to the vegetative stage at the stage of the adult plant.

KEYWORDS: herbaceous legumes, seeds, delay of germination.

RÉSUMÉ: En Afrique de l'Ouest, face aux techniques de culture souvent traditionnelles et peu productives, l'utilisation des fertilisants représente un moyen privilégié pour augmenter la production agricole. Dans le contexte du changement global, l'association des cultures avec des légumineuses est fréquente. Afin d'apprécier le potentiel germinatif des graines de légumineuses utilisées dans les jachères améliorées, nous avons réalisé un semis direct de 100 graines par espèce provenant de 11 espèces Légumineuses herbacées telles que *Abrus precatorius*, *Calopogonium mucunoides* et *Centrosema pubescens*, dans des sachets de pépinière. Le nombre d'espèces ayant germé au quotidien ainsi que leur vitesse de croissance ont été évalués. Du point de vue de la germination, la durée de la phase de la levée a traduit la variabilité de dormance de la population de graines. Les différentes levées dans un temps relativement court (4 à 9 jours) ont permis de noter les effets bénéfiques de la scarification mécanique comme traitement appliqué aux graines. Après 35 jours de semis, les faibles taux de survivance enregistrés ont montré que les végétaux sont plus sensibles au stade végétatif qu'au stade de la plante adulte.

MOTS-CLEFS: légumineuses herbacées, semis, délai de germination.

Corresponding Author: AKEDRIN Tetchi Nicaise

1 INTRODUCTION

L'agriculture occupe une place importante dans le développement économique des pays d'Afrique [1]. En Afrique de l'Ouest, face aux techniques de culture souvent traditionnelles et peu productives, la fertilisation chimique (engrais azotés) a souvent été envisagée comme alternative [2]. Cela a permis durant plusieurs décennies d'augmenter les productions agricoles. Cependant, cette option demeure inappropriée du fait des conséquences négatives sur l'environnement. Dans le contexte actuel du changement global, la fertilisation organique, pour augmenter la production agricole, comme l'association des cultures avec les légumineuses, est fortement recommandé [3]. Les légumineuses procurent de nombreux avantages tels que la protection des sols contre l'érosion, l'emmagasinement d'éléments nutritifs, la fixation de l'azote atmosphérique et l'augmentation du carbone du sol [4]. Leur association aux cultures, semble être une alternative raisonnable pour induire une amélioration des rendements agricoles. Cependant, l'utilisation des arbres fixateurs d'azote, en particulier les légumineuses arborescentes, exercent bien souvent des effets indésirables sur les cultures auxquelles ils sont associés. Il s'agit particulièrement de la compétition pour les éléments nutritifs du sol et la lumière [5]. Pour réduire cette compétition, il est préférable d'utiliser des légumineuses herbacées ou subligneuses, qui en plus, présentent une capacité d'enrichissement rapide des sols par la fixation et la transformation de l'azote atmosphérique en composés nitrés [1]. Dès lors, elles sont utilisées comme plante de couverture et permettent de jouer un rôle notable contre les adventices, la dégradation du sol et la diminution de la température du sol. Cependant, les graines de ces légumineuses herbacées présentent quelques fois une germination difficile [6]. Cette situation est due à leurs téguments à endocarpes lignifiés. Sans aucun traitement préalable, il faut parfois attendre au moins six (6) mois avant d'enregistrer une première levée après le semis [7]. La germination tardive a un effet négatif sur le rendement agricole attendu. C'est pourquoi, l'amélioration du potentiel de germination des graines de ces légumineuses constitue un atout important pour le rendement agricole.

Notre étude a pour objectif principal d'évaluer le potentiel germinatif de 11 espèces de légumineuses herbacées utilisées dans les jachères améliorées. Ces résultats permettront d'améliorer les rendements agricoles par une fertilisation rapide des sols pour une agriculture durable.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ETUDE

Nos travaux se sont déroulés dans le Sud de la Côte d'Ivoire (Longitude Nord 2°30' et 8°30' Ouest et Latitude Nord 4°30' et 10°30' Ouest) comprenant la ville d'Abidjan et ses alentours. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1650 mm d'eau (Figure 1). Les températures moyennes annuelles oscillent entre 24°47 et 28°95 ° C. La végétation appartient au secteur ombrophile du domaine guinéen caractérisé par la forêt dense humide sempervirente [8].

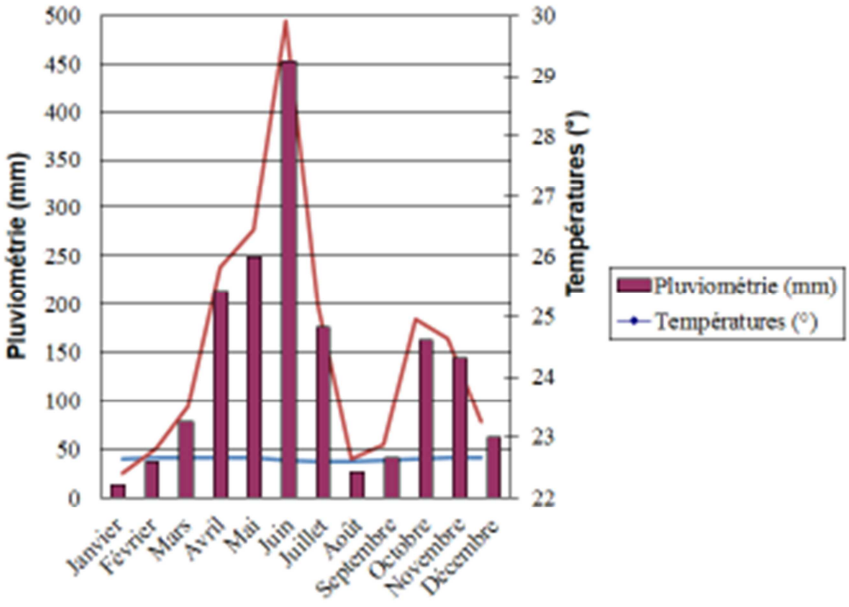


Figure 1 : Diagramme ombrothermique de la ville d'Abidjan de 1997 à 2007 (source : SO.DEXAM)

2.2 METHODES

2.2.1 INVENTAIRE DES ESPECES DE LEGUMINEUSES HERBACEES

Sur la base de la liste publiée par [9], l'inventaire des espèces de légumineuses herbacées, présentant un intérêt à la fois agronomique et zootechnique, s'est déroulée dans divers milieux écologiques d'Abidjan et ses alentours. Les échantillons récoltés ont été identifiés par leur nom scientifique à l'aide des ouvrages de [10], [11], [12], [13].

2.2.2 PROTECTION DU SITE

Pour assurer l'entretien et la protection du site d'expérimentation, l'espace utilisé a été préalablement débroussaillé. 40 ml de Cypercal 50 dilué dans 15 ml d'eau ont servi à lutter contre les insectes et les mollusques. Le Caldehyde à métaldéhyde 5 % a été employé pour la destruction des escargots et autres gastéropodes [1]. Le Callirat a également servi à lutter contre les rongeurs (rats et souris). La pépinière a été placée à proximité d'un point d'eau en vue de faciliter l'arrosage.

2.2.3 PRODUCTION DES GRAINES

A différentes périodes de l'année, la récolte des graines sur des semenciers, pour la réalisation des semis a été réalisée. Les espèces de légumineuses herbacées ont été identifiées et semées dans des sachets en pépinière.

2.2.4 SEMIS EN SACHET

La mise en culture des graines collectées a été faite par semis direct. Elles ont été enfouies dans le sol des sachets de pépinière de couleur noire, ayant 15 cm de diamètre et 25,5 cm de hauteur. Le substrat utilisé pour les ensemencements a été la terre noire. La profondeur d'ensemencement a été uniforme pour tous les sachets et égale à 1 cm. La densité du semis est de 1 graine par sachet. Les lots constitués ont été rangés en planche de 100 sachets, en milieu ambiant sous une ombrière.

2.2.5 TRAITEMENT DES GRAINES PAR SCARIFICATION MECANIQUE

La scarification mécanique a consisté à réaliser une entaille au niveau du tégument de la graine, à l'aide d'un objet tranchant. Les graines récoltées ont été conservées dans un endroit frais (25°C) et bien aéré, à l'abri de l'humidité et des rongeurs, afin de pouvoir garder leur pouvoir germinatif. Cependant, celles portant des indices de présence d'insectes, tels que de petites perforations ou des œufs, n'ont pas été retenues. De même, les graines contaminées par les champignons ainsi que celles qui portaient une lésion ont été éliminées [1]. Après ce tri, les graines ne présentant aucune dégradation ont été retenues puis soumises à la scarification mécanique en vue de lever la dormance tégumentaire et assurer une germination plus rapide et rapprochée. Elles ont été semées immédiatement après ce traitement.

2.2.6 VITESSE DE CROISSANCE (VCR) DES ESPECES

Un échantillon de 10 plants a été pris par espèces de légumineuses ensemencées. Sur chaque pied, la longueur de la tige principale a été mesurée à l'aide d'un double-décimètre du collet au dernier nœud, par semaine durant 10 semaines. La longueur (Li) prise comme longueur initiale a été mesurée 10 jours après l'éclosion de la graine [14], [15], [16]. La variation de la longueur (ΔL) de la tige est la différence entre sa longueur finale (Lf) et sa longueur initiale (Li).

Variation de la longueur (ΔL) : ΔL = Lf – Li.

La variation de longueur (ΔL) ainsi obtenue a été ramenée sur la durée en jours (dt) de la phase de croissance. La vitesse moyenne journalière a été calculée à l'aide de la formule suivante utilisé par ces auteurs [14], [15], [16] dans leurs travaux :

$$V = \frac{1}{n}\ X\ \sum(\frac{\Delta L}{dt})$$

Vcr - vitesse de croissance exprimée cm/jrs.

n - nombre de répétitions ;

ΔL - variation de longueurs exprimée en cm ;

dt - la durée exprimée en jours.

3 RESULTATS

3.1 IDENTIFICATION DES ESPECES DE LEGUMINEUSES HERBACEES

Au terme de nos investigations, 11 espèces de légumineuses ont été identifiées appartenant à deux familles. La famille la plus représentée a été celle des Fabaceae avec 9 espèces qui sont réparties entre 8 genres : *Abrus*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Clitoria*, *Crotalaria*, *Indigofera*, *Phaseolus* et *Pueraria*. La seconde famille a été représentée par les Mimosaceae avec 2 genres : *Schrankia* et *Mimosa*).

Sur le plan écologique, ce sont des plantes de milieux anthropiques ; elles ont renfermé des plantes pluviales (*Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria phaseoloides*) qui servent de plantes de couverture, des plantes rudérales (*Crotalaria goreensis et Crotalaria retusa)*, une plante de bordure de route (*Mimosa invisa)*, des plantes des abords du village (*Abrus precatorius*, *Clitoria ternatea*), des plantes de jachère (*Indigofera arrecta*, *Schrankia leptocarpa*) et une plante de forêt secondaire (*Phaseolus adenanthus*).

Du point de vue des Types Morphologiques, en fonction de leur taille, de leur consistance, la répartition des taxons recensés, au cours de nos investigations, s'est fait en 3 groupes (Fig. 2) : une espèce d'arbustes (soit 09,09 %), deux espèces d'herbes (soit 18,18 %) et huit espèces de lianes (soit 72,73 %). Les lianes ont été donc majoritairement représentées. Certaines, parmi celles-ci, ont été volubiles ; il s'est agi de *Abrus precatorius* et de *Phaseolus adenanthus*. D'autres ont été rampantes : *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens* et *Clitoria ternatea*. *Pueraria phaseoloides* a été rampante ; parfois, elle a été grimpante. *Mimosa invisa* et *Schrankia leptocarpa* ont été grimpantes grâce à leurs organes de préhension que sont les épines. En rapport avec les Types Biologiques (fig. 3), toutes les plantes recensées ont été des Phanérophytes. Les Nanophanérophytes ont été majoritaires ; il s'est agi de *Abrus precatorius*, *Clitoria ternatea*, *Crotalaria goreensis*, *Crotalaria retusa*, *Indigofera arrecta*, *Mimosa invisa* et *Schrankia leptocarpa* (7 espèces soit 63,64 %) contre une minorité de Microphanérophytes telles que *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Phaseolus adenanthus* et *Pueraria phaseoloides* (4 espèces soit 36,36 %).

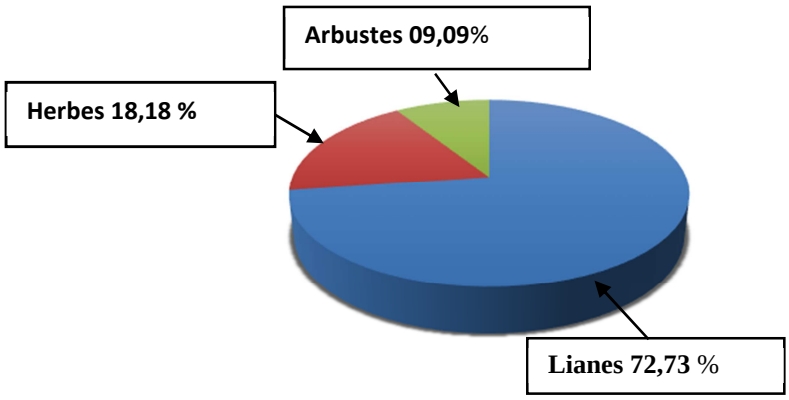


Figure 2 : Types Morphologiques des Légumineuses herbacées d'Abidjan et alentours

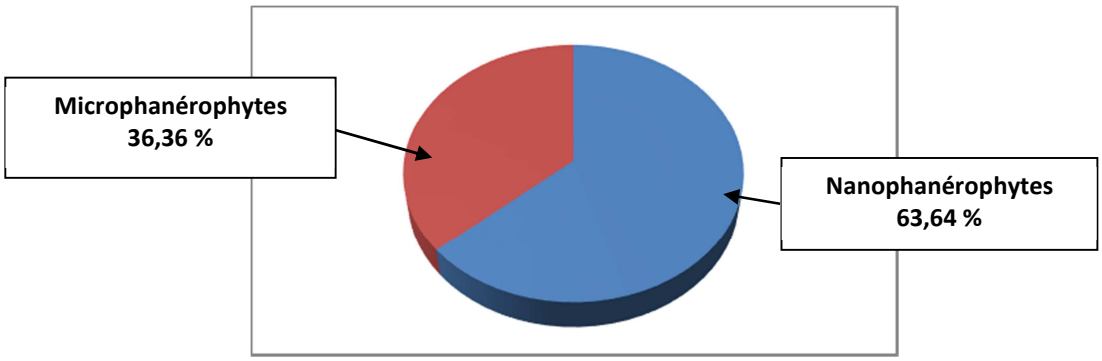


Figure 3 : Types biologiques des Légumineuses herbacées d'Abidjan et alentours

3.2 GERMINATION APRES SCARIFICATION MECANIQUE

3.2.1 BILAN DES LEVEES

Pour chacun des lots de 100 graines semées, deux pics de germination sont notés (Fig. 4). Le pic le plus important correspondant à une germination précoce s'est rapporté à *Phaseolus adenanthus*. Cette espèce a produit 64 plantules, au 3e jour des semis ; le deuxième pic, moins important, s'est situé au 7e jour de la germination, avec 16 plantules enregistrées. Les autres espèces ont présenté également deux pics décalés dans le temps. Ces pics se sont articulés autour du 5e et du 9e jours après semis pour *Crotalaria retusa*, avec respectivement 40 et 16 plantules, pour *Centrosema pubescens*, aux 6e et 10e jours avec 36 et 28 plantules, pour *Abrus precatorius*, aux 6e et 12e jours avec 20 et 12 plantules ; s'agissant de *Mimosa invisa*, on a noté 16 et 12 plantules aux 5e et 10e jours ; pour *Calopogonium mucunoides*, on a compté 40 et 12 plantules, aux 5e et 11e jours. Enfin, avec *Clitoria ternatea*, on a compté 24 et 16 plantules respectivement aux 7e et 11e, après semis. Ainsi donc, la germination a semblé précoce chez *Phaseolus adenanthus* et tardive chez *Centrosema pubescens*.

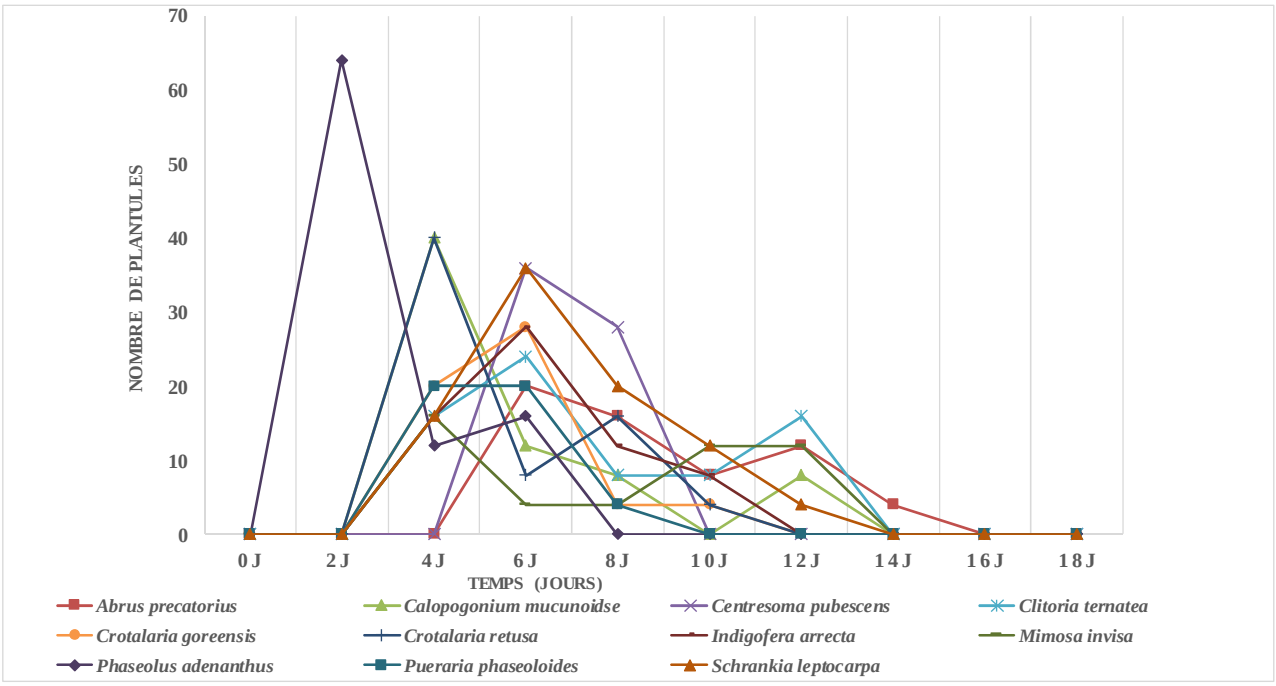


Figure 4 : Courbes de germination journalière des graines de quelques Légumineuses

3.2.2 DELAI DE GERMINATION (DG)

Il est ressorti des observations faites sur l'ensemble des espèces, du 1er au 18e jour des semis, que les diverses graines semées n'ont pas toutes germé le même jour (Fig. 5). Le délai de germination a varié selon la dureté de la graine d'une espèce à l'autre ; il s'est situé à intervalle de 3 jours au minimum et de 6 jours au maximum. Il est plus court (3 jrs) pour les graines de *Phaseolus adenanthus*. Pour les graines de *Abrus precatorius* et de *Indigofera arrecta*, le délai de germination a été le plus long (6 jrs). Concernant les espèces comme *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Clitoria ternatea*, *Crotalaria retusa*, *Mimosa invisa*, *Pueraria phaseoloides* et *Schrankia leptocarpa*, le délai de germination a été moyen (4 jrs). Chez *Crotalaria goreensis*, il a été de 5 jours.

3.2.3 TAUX DE GERMINATION

Pour une même espèce donnée, le taux de germination a varié avec le temps (Fig. 6). Il a été nul, pendant les deux premiers jours d'ensemencement à l'exception de *Phaseolus adenanthus*. À partir du 2e jour, il a cru et a atteint sa valeur maximale, au 12e jour de semis, suivie d'une phase stationnaire qui a indiqué la fin de toute levée. De plus, ces taux ont varié d'une espèce à l'autre. En effet, parmi toutes ces espèces ensemencées, *Phaseolus adenanthus* et *Schrankia leptocarpa* ont eu les taux de germination les plus élevés avec respectivement 90 et 88 %. Les faibles taux ont été observés chez *Pueraria*

phaseoloides et *Mimosa invisa*, avec 48 et 44 %. Pour toutes les autres espèces, les taux de germination sont situés entre ces valeurs extrêmes (44 et 90 %).

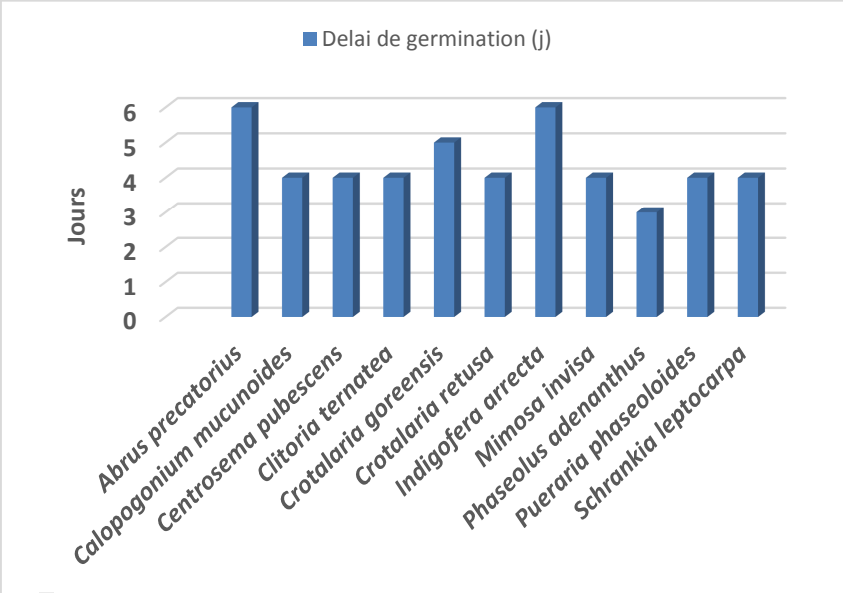


Figure 5 : Histogrammes du délai de germination en fonction des espèces



Figure 6 : Courbes d'évolution des taux de germination en fonction du temps

3.2.4 VITESSE DE LA CROISSANCE

L'histogramme de la croissance hebdomadaire des plantes (Fig. 7) a montré que l'augmentation de taille a varié d'une espèce à l'autre. La plus faible croissance a été enregistrée chez *Pueraria phaseoloides*, avec 0,57 ± 0,20 cm au 7^{è} jour après semis (JAS) à 10,63 ± 0,83 cm au 70^{è} jour après semis, soit une croissance de 10,06 cm au bout de 70 jours d'observations. A l'inverse, la plus forte croissance a été obtenue avec *Centrosema pubescens*, chez laquelle, l'augmentation a atteint 96,5 ± 1,75 cm au cours de ce même temps d'observations. Pour les autres espèces, l'augmentation de taille a été comprise entre 9,64 et 78,54 cm. Cependant, les mesures en hauteur réalisées sur les différentes espèces durant les 28 premiers jours après semis ont révélé une croissance accélérée de *Clitoria ternatea* (15,76 cm) par rapport aux autres espèces.

Quant à la vitesse de croissance, nulle au départ, elle est entamée au 3e jour après semis chez certaines plantes et 6e jour chez d'autres (Fig. 8). Cette vitesse est accélérée chez chacune des espèces pour atteindre un pic au 7e JAS. Le plus important avec une valeur de 1,1 cm/jr est obtenu chez *Clitoria ternatea* et le plus faible (0,17 cm/jr) chez *Calopogonium mucunoides*. Cette valeur enregistrée Chez *Clitoria ternatea* a baissé à partir du 14e jour après semis pour atteindre 0,59 cm/jr au 35e. Au 63e jour après semis, c'est avec *Centrosema pubescens*, que la vitesse de croissance a été importante avec une valeur de 1,43 cm/jr. Inversement la faible vitesse a été enregistrée chez *Pueraria phaseoloides* avec une valeur de 0,12 cm/jr pendant la même période. Quant aux autres espèces, leur vitesse de croissance a été située entre 0,15 et1,21 cm/jr. La croissance en hauteur et la vitesse de croissance sont donc corrélées.

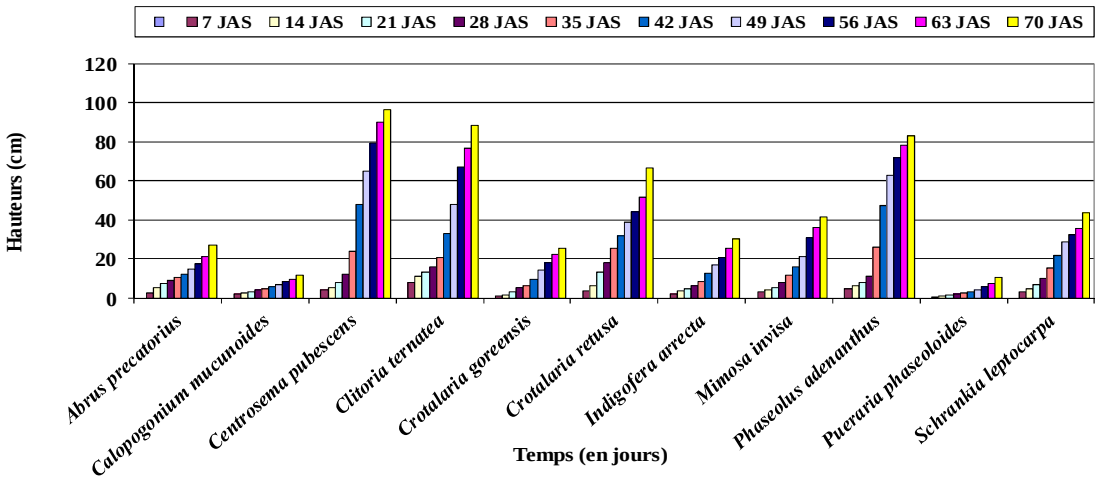


Figure 7: Histogrammes de la croissance hebdomadaire en hauteurs des espèces de Légumineuses

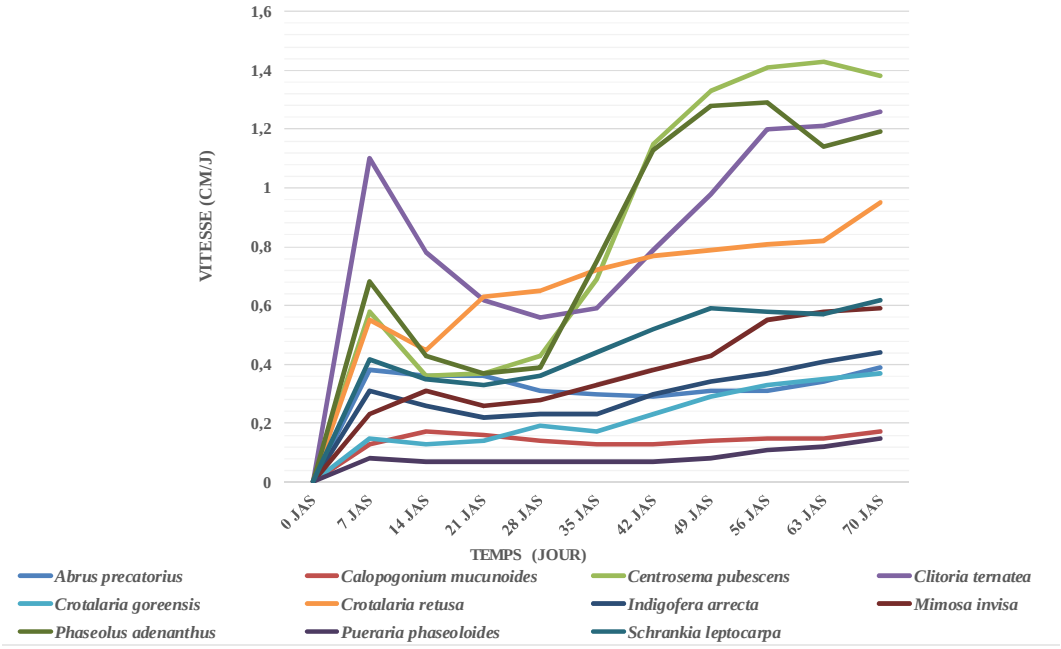


Figure 8 : Courbes d'évolution de la vitesse de croissance hebdomadaire des espèces de Légumineuses

3.2.5 TAUX DE SURVIVANCE DES PLANTULES

Le taux de survivance (Fig. 9) a varié d'une espèce à l'autre. Pour chaque espèce, ce taux a baissé progressivement et s'est stabilisé, seulement à partir du 35è jour d'expérimentation, lorsque les jeunes plants ont commencé à atteindre l'âge adulte. Cette baisse du taux de survivance traduit une mortalité des plantules de plus en plus importante. Cette mortalité serait sous

l'effet conjugué des conditions climatiques (impact de pluie, brûlures des rayons solaires), de la faune terricole (termites et fourmis) et autres herbivores (criquets, chenilles et escargots).Le taux de survivance s'est stabilisé ensuite, du fait que les jeunes plants ont développé un système racinaire favorable à une forte absorption des éléments minéraux.

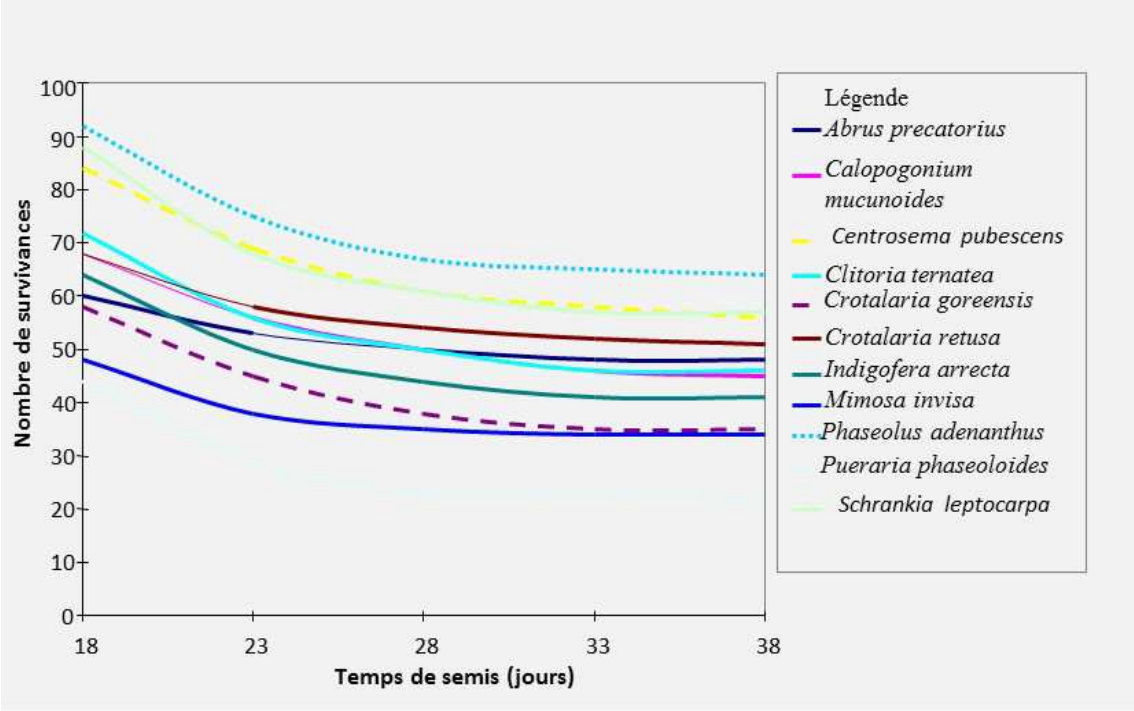


Figure 9 : Courbes d'évolution des taux de survivance de plantules en fonction du temps (données non cumulées)

4 DISCUSSION

4.1 BILAN DES LEVEES

La germination des semences est un processus clef du développement dans le cycle de vie des végétaux [17]. Les observations faites sur les graines mises à germer ont montré que les levées n'ont pas été homogènes dans chacun des lots constitués. Selon [18], la germination peut être hétérogène vu que les semences ne germent au même moment. L'étirement des pics a suggéré que la germination a été étalée dans le temps. Les évolutions des fréquences de germination se sont situées dans l'intervalle de 4 à 9 jours, selon les espèces. Cet étalement observé a tenu de la nature des graines ; les conditions du milieu étant identiques. Comme l'ont souligné [19], dans un lot de graines, certaines sont aptes à germer plus rapidement que d'autres, relativement à leur degré de maturation. Par ailleurs, cette hétérogénéité de la germination au sein de chacun des lots constitués, reflète essentiellement les différences individuelles quant à l'importance des réserves de la graine [20], la cinétique de leur imbibition [21] et [22], leur positionnement en profondeur dans le lit de semence [23] et [24]. Ces facteurs sont susceptibles de modifier, selon les cas, soit la durée des phases semis-germination et germination-levée, soit la vitesse de croissance. Ces différences dans l'échelonnement de la germination pourraient également provenir de la position des graines sur la plante-mère ou dans la gousse [25] et [26]. Ainsi, sur un arbre fruitier, ce sont les graines qui proviendraient des fruits situés au sommet de la plante qui germeraient mieux [27].

De même, les levées enregistrées chez toutes les espèces ont montré que le substrat utilisé pour la réalisation des semis a rempli les conditions adéquates pour une bonne germination (capacité de rétention en eau et bonne aération). Cependant, bien que soumise aux mêmes conditions d'humidité, d'aération et de température, les levées tardives observées chez certaines espèces telles que *Abrus precatorius* (Dg = 6) et *Centrosema pubescens* (Dg = 6) ont attesté que les enveloppes séminales de ces plantes ont été peu poreuses ou ont tenu du fait de la présence d'un albumen abondant qui aurait retardé la germination. En revanche la levée précoce observée chez *Phaseolus adenanthus* (Dg = 3) a été la caractéristique de la perméabilité du tégument (à l'eau et l'oxygène) qui a entouré la graine. La durée minimale de l'échelonnement des levées a

été de 4 jours ; elle a correspondu aux lots de graines appartenant à *Phaseolus adenanthus*. A l'opposé, la durée maximale a été de 9 jours ; elle a correspondu aux espèces telles que *Abrus precatorius*, *Calopogonium mucunoides* et *Mimosa invisa*.

4.2 DELAI ET TAUX DE GERMINATION

Les Légumineuses sont réputées être des espèces à germination difficile [6]. Leurs graines sont classées parmi les graines dites « dures ». En effet, elles possèdent des téguments coriaces (endocarpe lignifié) qui constituent une véritable entrave au phénomène d'imbibition, facteur important dans le processus de la germination. A l'état naturel (sans aucun traitement), la moyenne de temps de latence minimal observé durant nos travaux a été de 13 ± 2,13 jours voire plus. Cependant, dans les faits, eu égard à des problèmes de dormance, il n'est pas rare de constater des germinations tardives même chez des graines ayant subi un traitement. Dans ses expériences sur les Légumineuses, [7] a rapporté la première germination après 6 semaines de semis. Certaines germinations, sans traitement au préalable des graines, peuvent alors survenir des mois voire des années après semis.

La scarification mécanique, comme traitement, a permis d'améliorer les taux de germination (variant de 44 à 92 %.), mais également de mieux circonscrire les différentes levées dans un temps relativement court (4 à 9 jours d'échelonnement). Nos résultats sont en accord avec ceux des autres chercheurs tels que [28] et [27] qui ont révélé une amélioration de la croissance du rendement chez les plantules issues des graines ayant subies préalablement des traitements. Selon [29], cette amélioration de la germination pourrait dépendre largement de l'augmentation des activités des enzymes antioxydantes. Toutefois, la scarification mécanique provoquerait des modifications physiologiques, cellulaires et biochimiques fortement régulées et contrôlées par l'expression de nombreux gènes [30]. Dans nos travaux, le temps de latence a varié de 3 à 6 jours suivant les espèces. Il a été plus court (3 jours) chez *Phaseolus adenanthus* et plus long (6) pour *Abrus precatorius* et *Indigofera arrecta*. Chez *Phaseolus adenanthus*, toutes les graines ont germé en 7 jours, après les semis. Par contre, pour *Abrus precatorius*, il a fallu attendre 14 jours pour que toutes les graines germent. Cette performance enregistrée chez *Phaseolus adenanthus* pourrait s'expliquer en partie, par les caractéristiques génétiques de l'espèce, mais plus probablement de l'état physiologique des graines. Certains auteurs ont impliqué également l'état de conservation des graines et la profondeur d'ensemencement. Toutefois, les sachets de pépinière de divers lots constitués ont bénéficié du même arrosage et des mêmes conditions géoclimatiques. Selon [31], la forme de la graine, du fait de la quantité de sa réserve nutritive, peut influencer le pourcentage, mais surtout la durée de germination lors du semis.

Après la scarification mécanique, les valeurs enregistrées ont montré que la période prégerminative n'a pas été constante chez toutes les espèces. Toutes les graines mises en terre n'ont pas levé immédiatement ; il a fallu un laps de temps avant de voir sortir du tégument d'abord la radicule puis quelques jours plus tard, la tigelle. Pour [7], le germe a besoin, avant de s'épanouir, de s'alimenter durant une certaine période, de matières de réserve qu'ils l'ont entouré. Certaines espèces ont germé rapidement ; c'est le cas de *Phaseolus adenanthus* (Dg = 3), alors que d'autres espèces ont germé tardivement. Il s'est agi de *Abrus precatorius* (Dg = 6) et de *Centrosema pubescens* (Dg = 6). Indépendamment des deux valeurs extrêmes, tous les intermédiaires ont existé. [7] a estimé que tout délai de germination en dessous de 14 jours après semis, est considéré comme normal. Les délais de germination que nous avons obtenus sont donc bien meilleurs.

4.3 TAUX DE SURVIVANCE DES PLANTULES

Les faibles taux de survivance enregistrés après 35 jours d'observation ont mis en évidence l'adaptation ou la résistance de certaines espèces face à certaines perturbations du milieu de culture. La simple survie des espèces aux aléas climatiques rencontrées suppose une adaptation écophysiologique poussée. Selon [32], [33] et [34], un taux de survie faible n'est pas souvent lié à un besoin alimentaire de la plantule car les graines sont pourvues de réserves pouvant permettre d'assurer la germination, mais plutôt des phytophages. Les espèces ayant plus de possibilités de survivre à une période moins favorable après leurs germinations ont souvent une période de dormance plus courte. En dehors même de ces pertes, nos observations sont en accord avec celles de nombreux autres auteurs, y compris les plus récentes telles que [35] qui ont estimé que pour des espèces ayant enregistré des taux de germination variant de 40 à 90 ., leurs taux de survie pourraient atteindre entre 28 à 75 %. ; soit un taux de mortalité de 10 à 15 %. [36] a indiqué que les jeunes plants sont plus sensibles à l'état végétatif qu'à l'état de graines dormantes protégées par le sol et sensibles sur place que hors de la zone perturbée. Aussi, la pluviométrie et la température, l'insolation et l'évapotranspiration annuelle sont-elles des paramètres très variables dont les fluctuations influencent considérablement la survie des espèces. Les graines possèdent une dormance qui les empêche de germer tant que les conditions du milieu ne sont pas favorables ou qu'elles ne sont pas levées. Selon [37], survivre, ce n'est pas seulement résister aux perturbations de diverses sortes, c'est surtout pouvoir arriver au terme de son cycle végétatif autrement, c'est d'investir dans la pérennité de l'adulte.

5 CONCLUSION

A l'issu de cette étude, les caractéristiques germinatives ont montré une hétérogénéité des levées dans chacun des lots constitués vu que les graines n'ont pas germé toutes de la même manière ni en même temps. La scarification mécanique comme traitement a permis d'améliorer les performances germinatives des graines. En effet, à la fin de la phase de germination, *Phaseolus adenanthus* est arrivé en tête avec un taux de 92 %. *Mimosa invisa* et *Pueraria phaseoloides* ont représenté les espèces ayant un faible taux de germination avec respectivement 48 et 44 %. De même, la vitesse de germination a été plus importante chez *Phaseolus adenanthus* et faible chez *Abrus precatorius* et *Mimosa invisa*. Dès lors, l'amélioration de la production végétale et l'établissement de bonnes cultures agricoles qui dépendent étroitement de la disponibilité des sols en éléments nutritifs, sont fonction du délai de la germination des graines de légumineuses pouvant être utilisés dans les associations culturales pour fertiliser les sols. Par ailleurs, les délais de germination ont varié d'une espèce à l'autre et sont situés à intervalle de 3 à 6 jours. Ils ont été plus court (3 jours) pour les graines de *Phaseolus adenanthus* et plus long (6 jours) avec les graines de *Abrus precatorius* et de *Indigofera arrecta*. Toutefois, le taux de survie qui a représenté le nombre de plantules continuant leur croissance après la germination, s'est stabilisé seulement à partir du 35^{è} jour d'expérimentation chez chacune des espèces, lorsque les jeunes plants ont acquis les caractères de plantes adultes. Ce taux du aux phénomènes épigénétiques a joué un rôle déterminant dans l'adaptation des jeunes plants à leur environnement. En rapport avec les perturbations du milieu de culture, le nombre de survivants a baissé de jour en jour.

REFERENCES

[1] AKEDRIN T.N., Contribution à l'étude du développement de quelques Légumineuses herbacées ou subligneuses à utilisation agronomique en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat Unique, spécialité : écologie végétale. UFR : Biosciences, Laboratoire de Botanique. Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, 2013.

[2] KOULIBALY A., KOFFI K.A.P., BOYE M.A.D., KOFFI M. et KOUADIO Y.J., Effets des engrais chimiques sur les caractères agronomiques des variétés de cacaoyers dans la région de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Scientific Research*. 26(1) : 117-124, 2016.

[3] BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D. et HIEN V., Le maintien de la fertilité dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Coton et Fibre Tropicaux*, volume XLII, Fascicule 3, pp. 10-13, 1987.

[4] ANONYME, Fertilisation azotée de trois Légumineuses: le haricot, la luzerne et le pois protéagineux. CORPEN « Fertilisation azotée des Légumineuses ». Ministère de l'Agriculture et de la Pèche, 1999.

[5] AKEDRIN T.N., N'GUESSAN K., AKE-ASSI E., KASSI N.J. et AKE S., Evaluation des effets comparatifs de 11 Légumineuses herbacées ou subligneuses sur la croissance du maïs. *Journal of Applied Biosciences*, n° 37, pp. 2468-2476, 2010.

[6] SANOGHO S., Contribution à l'étude des *Rhizobium* de quelques espèces de Légumineuses spontanées de la région de Bamako (Mali). Cahier ORSTOM, série Biologique, volume XII, n° 2, pp. 145-165, 1977.

[7] DE LA MENSBRUGE G., La germination et les plantes des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire ; n°26 du Centre Technique Forestier Tropical. Nogent-sur-Marne, 1966.

[8] GUILLAUMET J. L. et ADJANOHOUN E., La végétation de la Côte d'Ivoire. *In* : Avenard J.M., Eldin M., Adjanohoun E., Guillaumet J.L. et Perraud A. Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM n°50, 1971.

[9] BOTTON H., Les plantes de couverture. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des Légumineuses en Côte d'Ivoire. *Journ. d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, T.V., n° 1-2-3, pp. 45-170, 1957.

[10] LEBRUN J.-P. et STORK A.L., Enumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale : Généralités et Annonaceae à Pandaceae. Volume I : Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, 1991.

[11] LEBRUN J.-P. et STORK A.L., Enumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale : Chrysobalanaceae à Apiaceae. Volume II : Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève, 1992.

[12] LEBRUN J.-P. et STORK A.L., Enumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale. Monocotylédones :Limnocharitaceae à Poaceae. Volume III : Conservatoire et Jardin botanique de la ville de Genève, 1995.

[13] LEBRUN J.-P. et STORK A.L., Enumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale. Gamopétales :Clethraceae à Lamiaceae. Volume IV : Conservatoire Jardin botanique de la ville de Genève, 1997.

[14] N'GORAN A. et KANGA N.A., Influence d'un précèdent de légumineuse herbacée et d'une jachère courte de deux ans sur la productivité du maïs au Nord de la Côte d'Ivoire. *In* : FLORET CH, POMADER R. et LIBBEY J. *La jachère en Afrique Tropicale*. ; Eurotext, Paris (France), pp. 616-621, 2000.

[15] SVECNJAK Z., VARGA B. et BUTORAC J., Yield Components of Apical and Subapical Ear contributing to the Grain yield Responses of Prolific Maize at High and Low Plant Populations. *Journal of Agronomy and Crop Science* n° 192, pp. 37-42, 2006.

[16] DJE BI I.R., Essai d'association *Citrullus lanatus* (Thunberg) Matsubara et Nakai (Cucurbitaceae) –*Zea mays* L. (Poaceae) : effet sur la croissance et production. Mémoire de Maîtrise, Université d'Abobo-Adjamé, UFR SN (Laboratoire de Génétique), 2005.
[17] BOUCELHA L. et DJEBBAR R., Influence de différents traitements de pré-germination des graines de Vigna unguiculata (L.) Walp. Sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol 19, n°2, pp. 160-172, 2015.
[18] TANOU G., FOTOPOULOS V. et MALOSSIOTIS A., Priming against environmental challeges and proteomics in plants : Update and agricultural perspectives. *Frontiers plant. Sci.*, vol 3, n° 216, pp. 1-5, 2015.
[19] OUATTARA D., N'GUESSAN K. E., KONE D. et TRAORE D., Essais de mise en culture du poivrier de Guinée. *Xylopiaaethiopica* (Dunal). A. Rich. (Annonaceae). Rev. *Ivoir. Sci. Tchnol*., n° 6, pp. 173-184, 2005.
[20] ABDEL R.N. et BOURDU R., Effet de la taille et de la forme des grains sur quelques caractéristiques du développement du maïs au stade jeune. *Agronomie* n° 6, pp. 181-186, 1986.
[21] BOIFFIN J., BRUCKLER L. et AUBRY C., Rôle des propriétés physiques du lit de semence sur l'imbibition et la germination. III. Valeur prévisionnelle d'un modèle d'imbibition au champ et caractérisation des lits de semences. Agronomie n° 3, pp. 291-302, 1983.
[22] BLACKLOW W.M., Mathematical description of the influence of temperature and seed quality on imbition by seeds of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci* n°12, pp. 643-646, 1972.
[23] ALESSI J. et POWER J.F., Corn emergence in relation to soil temperature and seedling depth. *Agronomie journal* n° 63, pp. 717-719, 1971.
[24] SANOGO S., SACANDE M., VAN DAMME P. et N'DIAYE I., Caractérisation, germination et conservation des graines de *Carapa procera* DC. (Meliaceae), une espèce utile en santé humaine et animale. *iBiotechnol. Agron. Soc. Environ*. Vol 17, n° 2, pp. 321-331, 2013.
[25] ESPAHBODI K. et al., Tree age effects on seed germination, in *Sorbus torminalis*. *Gen. Appl. Plant. Physiol.*, vol 33, pp. 107-119, 2007.
[26] SARAVI A.T. et al., Phenotypic correlation between select charcters of parent trees and progenies in wild service tree (*Sorbus torminalis* L. Crantz). *Asian Journ. Plant Sci.* vol 7, pp. 579-583, 2008.
[27] ZAREI I. et al., Effect of different hydropriming times on the quantitative and qualitative characteristics of chickpea (*icer arietinum* L.). *Afr. Journ. Biotechnol.*, vol 10, n° 66, pp. 14844-14850, 2011.
[28] GIRI G.S. et SCHILINGER W.F., Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. *Crop Sci.*, n° 43, pp. 2135-2141., 2003.
[29] AHMED Z., SHEIKH M.A., HAMEED A. et SALAH U.D., Investigation of antioxidant enzymes and biochemical changes in the wheat seeds (freed) induced by different pre-sowing treatments. *World Appl. Sci. Journ.*, vol, 18, n° 1, pp. 31-36, 2012.
[30] SOEDA Y. et al., Gene expression programs during *Brassica oleracea* seed maturation, osmopriming and germination are indicators of progress of the germination process and the stress tolerance level. *Plant physiol.*, n° 137, pp. 354-368, 2005.
[31] OUATTARA D., Contribution à l'inventaire des plantes médicinales significatives dans la région de Divo (Sud forestier de la Côte d'Ivoire) et à la diagnose du POIVRIER de GUINEE : *Xylopiaaethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae) Thèse de Doctorat Unique, Université, Cocody-Abidjan, U.F.R. Biosciences (Laboratoire de Botanique), Spécialité : Botanique, Option : Ethnobotanique, 2006.
[32] PAINTER R.H., The food of insects an ditz relation to resistance of plants to insect attack. – *Amer. Natur*. N° 70 pp. 547-566, 1936.
[33] DETHIER V.G., Evolution of feeding preferences in phytophagous insects. – Evolution (8) : 33-54, 1954.
[34] ALEXANDRE D.Y., L'indice foliaire des forêts tropicales ; analyse bibliographique. *Oecol Gener*. N° 2, vol 4, pp. 299-312, 1981.
[35] HLADIK A. et BLANC P., Croissance des plantes en sous-bois de forêt dense humide (Makokou, Gabon). – *Rev. Ecol.* Vol 42, pp. 209-234, 1987.
[36] MACMAHON J.A., Successional processes : comparisons among biomes with special references to probable roles of and influences on animals. *In*: D.C. West *et al*. "Forest succession", eds, pp. 277-304, 1981.
[37] RICHARDS P.W., The tropical rain forest. 6 Scientific American 229 vol 6, pp. 58-67, 1973.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 145-153
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Réaménagement holistique et durable de la ville de Mbujimayi par option structure maillée (RD Congo)

[Holistic and sustainable reorganization of Mbujimayi town by mesh-like structure option (DR Congo)]

M. Célestin Kayembe

Département de Géographie & Gestion de l'environnement, Institut Supérieur Pédagogique de Mbujimayi, RD Congo

Copyright © 2017 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: By means of cyclomatic number C, index α, index β, and index γ inherent in graph theory, this paper shows the bad connectivity of Mbujimayi town (that is 18% of connexion). To ameliorate it, we propose, on the one hand, the reorganization of actual highway network providing a long bypass to which others axis will connected, and on the other hand, to rehabilitate some main roads, to bridge small and big ravines, to plant bamboos or vetivers on the embankments of ravines preventing the gully erosion. From this system rehabilitated, the connectivity indices calculated show that the highway network is completely ameliorated (that is 55% of connexion).

KEYWORDS: Connectivity, Highway network, Holistic and sustainable reorganization, Mbujimayi.

RÉSUMÉ: Par l'entremise du nombre cyclomatique C, des indices α, β, et γ inhérents à la théorie des graphes, notre réflexion démontre la mauvaise connectivité de l'actuelle trame viaire de la ville de Mbujimayi (18% seulement de connexion). Pour améliorer cette connexion, nous avons proposé, d'une part, le réaménagement du réseau routier par la construction d'une rocade à laquelle viendraient se greffer quelques bretelles, et d'autre part, la réhabilitation des principaux axes routiers, la jetée des passerelles sur les artères ravinées et des ponts sur les méga-ravins ainsi que la végétalisation de leurs berges pour lutter contre l'érosion ravinante. De ce réseau réaménagé, nous avons extrait le graphe topologique et calculé les différents indices susmentionnés. Les résultats ainsi obtenus révèlent qu'il y aura une nette amélioration du réseau routier soit 55% de connexion.

MOTS-CLEFS: Connectivité, Réseau routier, Réaménagement holistique et durable, Mbujimayi.

1 INTRODUCTION

Pour introduire cette réflexion, il convient de rappeler que l'étude sur " l'*Accessibilité spatiale des quartiers abritant les écoles de la ville de Mbujimayi (RD Congo)* " avait ouvert une brèche qu'il importe de combler [1]. En effet, l'essai d'aménagement d'infrastructures scolaires esquissé dans l'étude susmentionnée a suscité le problème d'accessibilité desdites infrastructures, donc des quartiers abritant ces dernières. C'est dire que beaucoup de quartiers sont mal connectés. Leurs habitants ont donc plus de difficultés à accéder aux possibilités présentes dans d'autres parties de la ville, ce qui peut générer ou renforcer le phénomène d'exclusion économique, de ségrégation sociale et de stigmatisation. Pour venir au bout de ces problèmes, il faut créer de nouvelles connexions physiques et réparer celles qui existent. Autrement dit, partant du fait que l'accessibilité conditionne la croissance, la mise en valeur du territoire ne se conçoit donc pas sans une doctrine cohérente de l'organisation des transports tant il est vrai que la notion d'accessibilité est une centrale à la géographie des transports, tout comme à la géographie en général [2]. Pour ce faire notre dévolu a été jeté sur l'option " structure maillée".

Cette dernière désigne, selon Sokoloff et Ahtik, [3], l'existence d'un ensemble d'unités ponctuelles (nœuds), dont l'intégration se fait par des axes de communication (grille). En principe, l'organisation spatiale est ici non hiérarchisée (on parle parfois de réseaux), l'organisation des diverses fonctions est interactive (on parle volontiers de synergies). L'intensification des activités socioéconomiques s'opère à l'intérieur de chaque nœud et le long des axes de connexions, mais au niveau de l'ensemble territorial. Les principes fondamentaux de cette approche sont :

- l'autonomie de chaque nœud, à la fois foyer de sa dynamique propre et d'échanges avec l'ensemble du territoire ;
- l'équivalence des nœuds au sein de l'ensemble d'un territoire spatial et économique donné ;
- l'équivalence, en termes de capacité et de fonctions, des principaux canaux reliant les nœuds.

L'option "structure maillée" se traduit donc par une accentuation de l'autonomie des parties, conjuguée à une forte articulation spatiale. Son objectif ultime, et de fait celui de l'étude sous examen, est l'homogénéisation sociale, économique et démographique d'un territoire donné, donc de la ville de Mbujimayi. En substance, l'étude est réduite à s'assurer de la connectivité du réseau routier susceptible de faciliter le déplacement de personnes et de biens sur l'étendue de l'agglomération. Ce faisant, ce texte vise à circonscrire une démarche. Il s'agit d'un paradigme fondamental de l'aménagement urbain. Car aménager l'urbain signifie mettre en rapport, d'une part, une forme d'organisation de l'espace et du bâti, et d'autre part, les activités économiques et sociales.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Pour mener à bien cette étude, la carte des principaux axes routiers de Mbujimayi [4], (Fig. 1) a été le matériel par excellence. Elle a servi de support pour constituer un graphe topologique (Fig. 2). Et ce dernier a permis de calculer les différents indices [5] [6] [7] susceptibles de rendre compte de la connectivité ou non du réseau routier de cette ville.

Toute la méthodologie qui sous-tend cette réflexion est la théorie des graphes. Cette dernière a rendu possible la construction du réseau des principaux axes de transports de la ville. Dans cette logique, la ville de Mbujimayi a été considérée comme un réseau subdivisé en différents circuits [8] [9] [7] et le logiciel Arc GIS 10.2 a permis de compter les arêtes et les sommets ou nœuds.

Les indices calculés fondés sur la théorie des graphes [5] [6] [7] sont :

- **Le nombre cyclomatique** (C)

C'est le nombre de circuits fondamentaux qu'on trouve dans un réseau ; il se calcule par la formule ci-après :

$$C = e - v + 1 \tag{1}$$

Où e représente le nombre d'arêtes et v le nombre des sommets ou nœuds.

- **L'indice** α qui mesure le nombre de circuits existant dans le graphe représentatif du réseau (trame viaire) par rapport au nombre maximum des circuits que pourrait présenter un graphe ayant le même nombre de nœuds.

$$\alpha = \frac{C}{C_{\max}} = \frac{e - v + 1}{e_{\max} - v + 1} = \frac{e - v + 1}{3(v - 2) - v + 1} \tag{2}$$

- **L'indice** γ qui traduit l'importance des liaisons directes entre nœuds du réseau et le nombre maximum d'arêtes possibles pour un graphe comportant le même nombre de nœuds. Pour chaque nœud, un indice de nodalité traduit l'existence de relations plus ou moins nombreuses, directes ou indirectes avec les autres nœuds du réseau.

$$\gamma = \frac{e}{e_{\max}} = \frac{e}{3(v-2)} \tag{3}$$

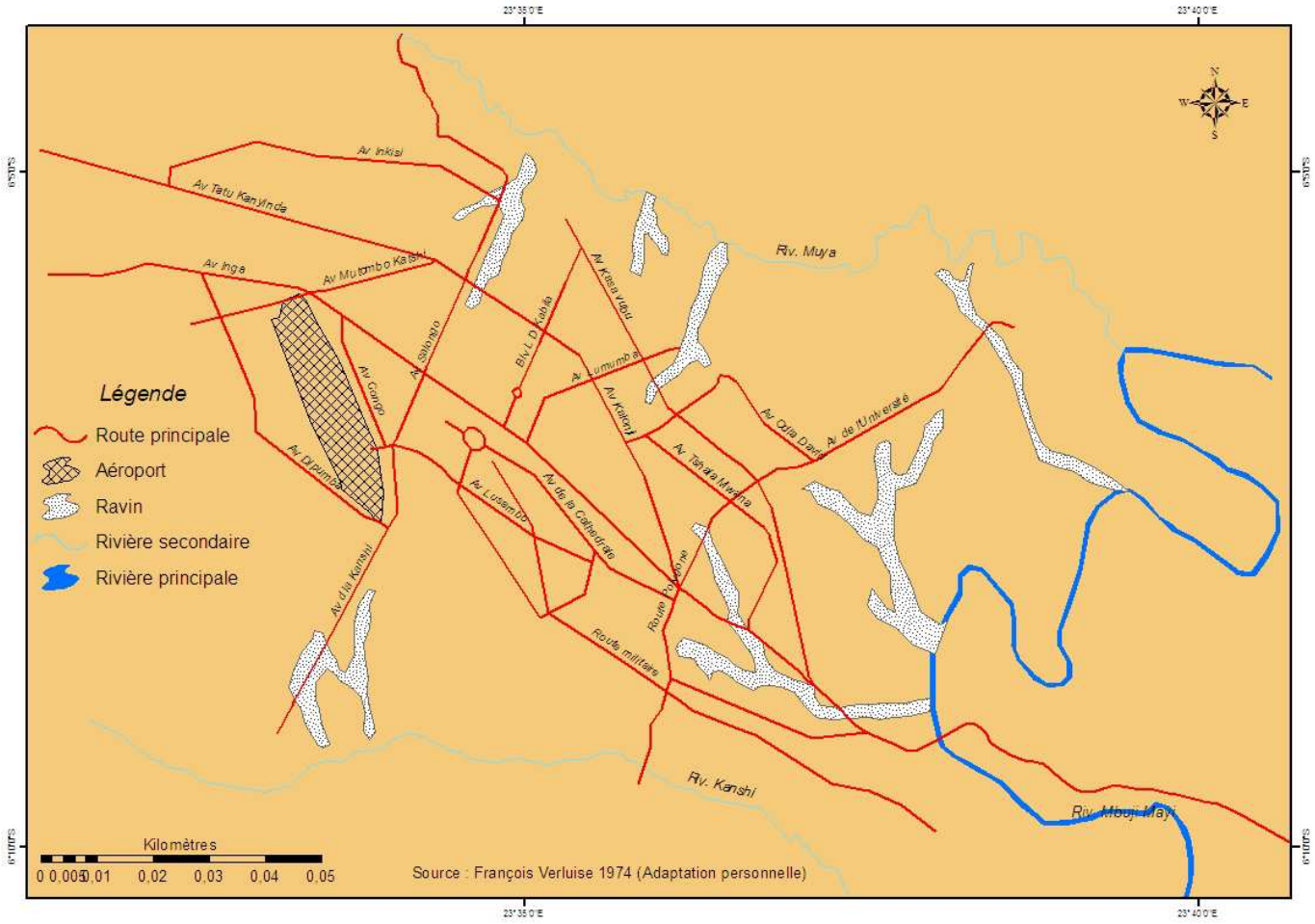


Fig. 1 : Principaux axes routiers et quelques ravins de la ville de Mbujimayi

- **L'indice** β qui rapporte le nombre d'arêtes d'un réseau au volume des sommets de ce même réseau ; c'est-à-dire le rapport du nombre d'arêtes de G(R) au nombre des sommets de ce graphe ou réseau. L'indice β permet de déterminer qu'un réseau a un circuit ou non au cas où cet indice est respectivement supérieur ou inférieur à 1.

$$\beta = \frac{e}{v} \tag{4}$$

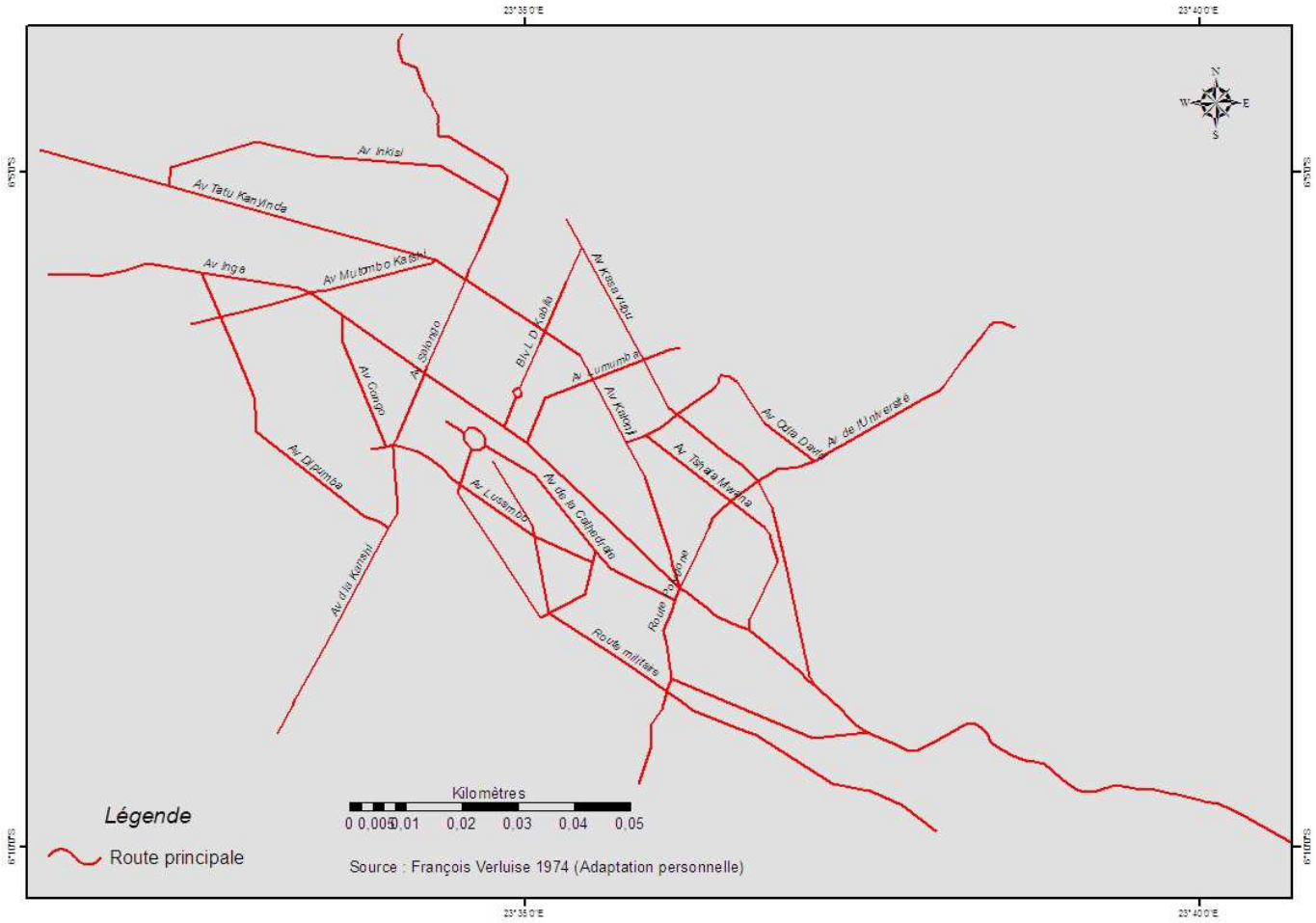


Fig. 2 : Graphe topologique des principaux axes routiers de la ville de Mbujimayi

3 RÉSULTATS

Si l'on considère le graphe topologique ci-dessus (Fig. 2), le nombre d'arêtes e est 25, le nombre des sommets ou nœuds v est 47 et le nombre cyclomatique C vaut :

$$C = e - v + 1 = 25 - 47 + 1 = -21$$

La valeur du nombre cyclomatique calculé étant inférieure à zéro, ce résultat signifie qu'on a des obstacles très sérieux sur la trame viaire de la ville de Mbujimayi, par exemple présence d'arbres ou autres plantes ou en l'occurrence des ravins et des effondrements. Donc il y a là un problème important de circulation dans la ville de Mbujimayi. Bref, l'impraticabilité de la voirie urbaine.

$$\alpha = \frac{C}{C_{\max}} = \frac{e - v + 1}{e_{\max} - v + 1} = \frac{e - v + 1}{3(v-2) - v + 1} = \frac{e - v + 1}{2v - 5} = \frac{25 - 47 + 1}{2(47) - 5} = \frac{-21}{94 - 5} = -0{,}23$$

Un indice α négatif signifie que la circulation est donc très mauvaise dans la ville de Mbujimayi. Il pourrait être significatif au cas où il serait supérieur à zéro.

$$\gamma = \frac{e}{e_{\max}} = \frac{e}{3(v-2)} = \frac{25}{135} = 18\%$$

Le calcul effectué sur cet indice Gamma montre que le réseau routier de la ville de Mbujimayi est connecté à environ 18 %. Cela implique qu'environ 82 % des routes dans toute la ville de Mbujimayi sont encore à construire ou à réhabiliter pour atteindre la capacité maximale du réseau. Par conséquent, la connectivité de tous les quartiers de différentes communes de cette ville est mauvaise car elle est faible dans la mesure où 82 % des routes manquent bien que la connectivité maximale ne

soit jamais atteinte par les réseaux de transports. Cela s'explique par les coûts élevés de construction et d'exploitation et par les objectifs d'efficacité du secteur des transports qui sont favorisés par la massification des flux. [10].

$$\beta = \frac{e}{v} = \frac{25}{47} = 0{,}53$$

L'indice β est inférieur à 1. Aussi pourrait-on conclure que l'actuel réseau routier de la ville de Mbujimayi est un réseau sans circuit et son amélioration demeure impérieuse pour désenclaver maints d'entre les quartiers de différentes communes de cette ville.

En définitive, il s'avère qu'à partir des calculs faits sur les différents indices, le réseau des avenues de différents quartiers de cinq communes de la ville de Mbujimayi a une faible, voire mauvaise connectivité. Ceci a des répercussions sur l'organisation de l'espace urbain dans la mesure où elle entraine l'isolement pur et simple des quartiers. Cet isolement ou enclavement joue, certes, défavorablement sur la vie des habitants de ces quartiers étant donné que les déplacements des biens et des personnes dépendent des moyens de transport.

Fort de ce constat, la non connectivité du réseau des avenues de la ville de Mbujimayi ne pouvant pas permettre l'accès aux équipements collectifs, notamment les infrastructures scolaires, nous suggérons l'amélioration de la trame viaire de cette ville.

3.1 ACTIONS À MENER EN VUE DE L'AMÉLIORATION DE LA CONNECTIVITÉ DE LA TRAME VIAIRE DANS LA VILLE DE MBUJIMAYI

Le projet consiste à construire d'abord une rocade appelée aussi un ring ou un périphérique d'une longueur d'environ 36 638,4 cm sur la carte (Fig. 1). Et comme un cm sur cette carte correspond à 0,005463 km sur terrain, 36 638,4 cm correspondront à 200,1555792 km qui déterminent donc la longueur réelle de notre rocade d'un coût estimé à 200 200 000 USD qui contournerait la ville dans son ensemble et permettrait d'accéder à toutes les communes (carte réaménagée, Fig. 3). Ce périphérique devrait être muni des caniveaux maçonnés pour collecter et évacuer les eaux de ruissellement. Il partirait de la commune de Dibindi près du pont de la rivière Mbujimayi en amont de la zone marécageuse jouxtant cette rivière, passerait derrière le Grand Séminaire Saint François Xavier à Lukelenge, traverserait l'avenue de l'université, qui sépare la commune de Dibindi de celle de Muya où il approcherait la résidence de feu Joseph Ngalula Mpandanjila. De là il franchirait l'avenue Lumumba, qui sépare la commune de Muya de celle de Diulu, dans sa partie ravinée (quartier Hozana à Tshikila) et atteindrait l'avenue Salongo, limite entre la commune de Diulu et celle de Bipemba. Il rejoindrait ensuite l'avenue Inkisi pour atteindre la porte du péage de Bipemba et descendrait vers Kangudia en parcourant la Nationale n° 1 et l'avenue de la Kanshi beaucoup plus au Sud. Enfin, il se relierait aux routes de la Miba, dans la commune de Kanshi, qu'il faudrait aménager conséquemment jusqu'au rond point du rectorat et de là il rejoindrait la route Militaire et remonterait vers le pont de la rivière Mbujimayi.

A ce périphérique viendraient se greffer des bretelles le raccordant au reste du réseau routier existant (Fig. 1). Certes que, sur le plan topographique, la zone que ce ring traverserait n'est pas exempte de problème. Il faut au préalable une descente sur terrain pour faire des levés topographiques. En outre, l'espace traversé n'est pas naturel, il est habité d'où il faudrait prévoir des expropriations qui, assurément, ne coûteraient pas chères étant donné que l'habitat qui y est, est fait pour la plupart des cas des maisons en matériaux hétéroclites tirés du milieu naturel et n'ayant subi aucune modification, tels que les murs en briques adobes et les toitures en chaumes ou en tôles de qualité médiocre.

3.1.1 PROPOSITION DE RÉFECTION DES AVENUES IMPRATICABLES

Dans l'état actuel des choses, la quasi-totalité des avenues de la ville de Mbujimayi sont impraticables et devraient être réhabilitées. Mais la priorité devrait être accordée aux avenues ci-après : Kasavubu, la seule qui traverse quatre communes sur les cinq qui composent la ville, Lumumba, Odia David, Kasamayi, de la Cathédrale et les autres avenues de la ville Miba, qui depuis la crise qui lamine cette société sont en dégradation effrénée.

Concomitamment, pendant que l'on serait en train de construire et de réhabiliter les avenues en aménageant des caniveaux, des égouts et des collecteurs d'eau de ruissellement, il faudrait remblayer ou jeter les passerelles sur les artères ravinées et végétaliser les abords de ces passerelles et de ces avenues pour lutter contre l'érosion ravinante.

Par ailleurs, l'on ferait mieux de jeter des ponts sur le ravin Mbala wa Tshitolo appelé aussi Tshiombela situé à la lisière de la commune de Bipemba et Diulu, entre l'avenue Salongo et de la Révolution, sur le ravin Kalonji dans la commune de Muya et sur le ravin Tshiala Mwana dans la commune de Dibindi vers Bena Kabongo. Sur la Nationale n° 1, il ya déjà le pont Stevering quitte à mettre des buses à gauche en venant de Mwene Ditu sur les branches des ravins Nyongolo 1, 2 et 3. Au

niveau de l'hôpital Dipumba, l'on jetterait un pont sur le ravin Tubondo. Cependant, pour minimiser le coût, il faudrait contourner les branches du ravin Tubondo au niveau de l'avenue de la Kanshi, les ravins de la surveillance et ceux de Nyongolo1, 2 et 3. Il faut noter que le coût d'un pont s'élève à 3000 USD par mètre linéaire en fonction de la nature du sol et d'accessibilité des matériaux !

3.1.2 VÉRIFICATION DE L'AMÉLIORATION DE LA CONNECTIVITÉ DE LA TRAME VIAIRE DE MBUJIMAYI APRÈS RÉALISATION DU PROJET

A partir de la carte connective, réaménagée (Fig. 3), nous avons élaboré un graphe topologique (Fig. 4) qui permet de vérifier l'amélioration de la connectivité de la trame viaire de Mbujimayi. Ce graphe qui nous sert de support prête le flanc au calcul de tous les indices permettant ainsi d'évaluer le degré d'amélioration de la connectivité de la trame viaire de cette ville. Partant du fait que e soit le nombre d'arêtes du graphe topologique, en l'occurrence 76 ; et que v soit le nombre de sommets, dans ce cas présent 48, nous pouvons calculer les différents indices de la connectivité du réseau de la manière suivante :

$$C = e - v + 1 = 76 - 48 + 1 = 29$$

$$C > 1.$$

De ce calcul, il en découle qu'il y a maintenant des circuits, chemins fermés commençant et se terminant au même sommet car le nombre cyclomatique (C) est supérieur à zéro.

$$\alpha = \frac{C}{C_{\max}} = \frac{e - v + 1}{e_{\max} - v + 1} = \frac{e - v + 1}{3(v-2) - v + 1} = \frac{e - v + 1}{2v - 5} = \frac{76 - 48 + 1}{2(48) - 5} = \frac{29}{91} = 32\ \%$$

α > 0 soit 0,32.

Comme l'indice α est égal à 0,32 donc supérieur à zéro, cela revient à dire qu'il y aura une bonne circulation favorisée par une bonne connectivité.

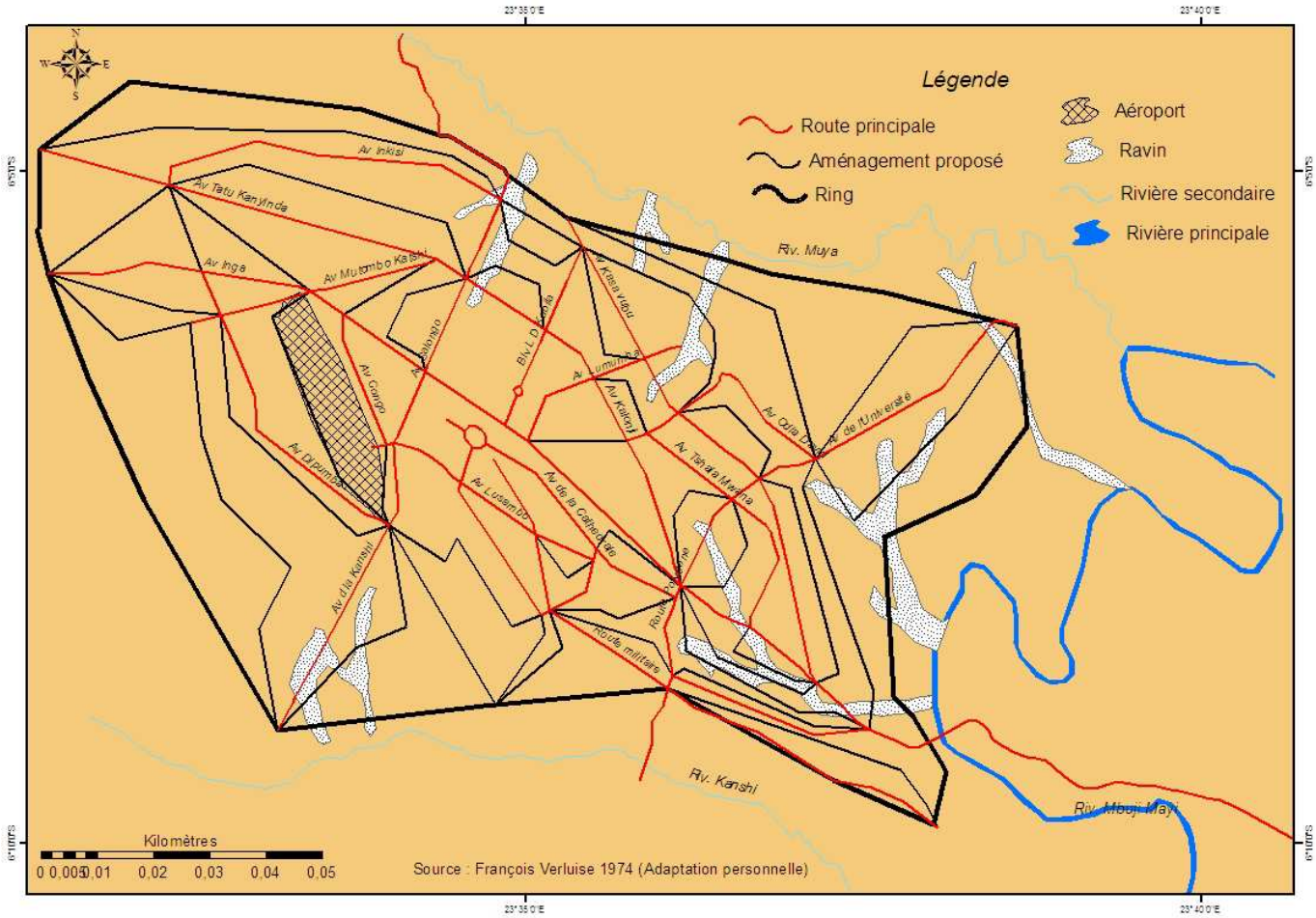


Fig. 3 : Trame viaire améliorée

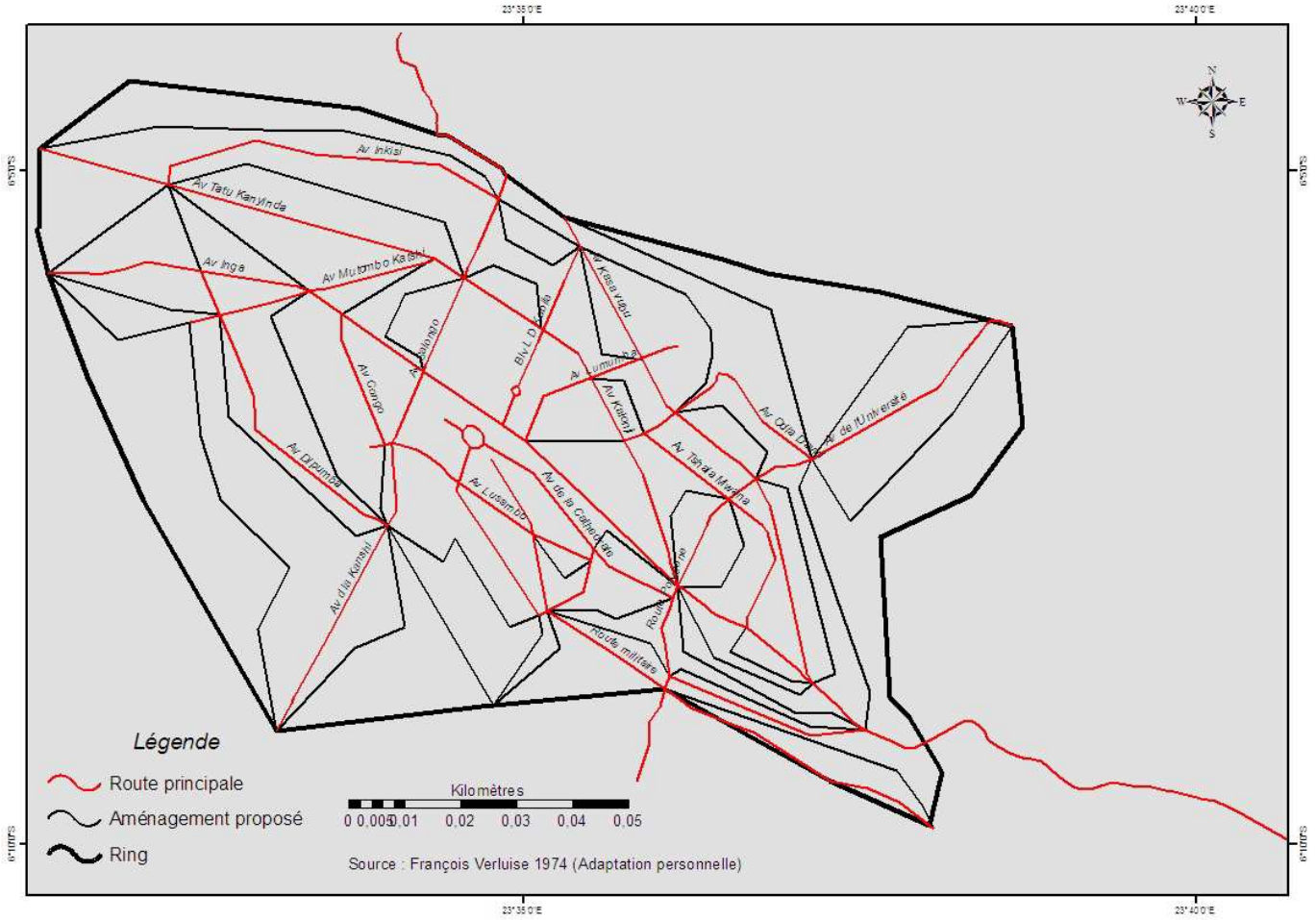


Fig. 4 : Graphe topologique de la carte améliorée

$$\gamma = \frac{e}{e_{\max}} = \frac{e}{3(v-2)} = \frac{76}{3(48-2)} = \frac{76}{138} = 55\ \%$$

$\gamma = 0{,}55$.

Le calcul montre qu'à partir de la carte du réseau routier réaménagé, ce dernier sera connecté à 55 %. Ce qui serait efficace par rapport à la situation actuelle.

$$\beta = \frac{e}{v} = \frac{76}{48} = 1{,}58$$

$\beta > 1$, cela va sans dire qu'il s'agit d'un réseau qui serait plus complexe avec plusieurs circuits.

3.2 ANALYSE COMPARATIVE DE LA CONNECTIVITÉ

Tableau 1 : Comparaison des connectivités actuelle et calculée (proposée)

Indices	Mesures actuelles	Aménagements proposés	Ecart
Arêtes "e"	25	76	51
Sommet "v"	47	48	1
Indice Beta "$\beta = \frac{e}{v}$"	0,53	1,58	1,05
Indice Gamma "$\gamma = \frac{e}{3(v-2)}$"	18 %	55 %	37 %
Nombre cyclomatique "$C = e - v + 1$"	- 21	29	8
Indice Alpha "$\alpha = \frac{e-v+1}{2v-5}$"	- 0,23	32	31,77

Source : *Nos calculs sur base de la carte routière actuelle et propositions d'aménagement*

L'analyse du tableau 1 révèle qu'il y a une nette amélioration du nombre d'arêtes. En effet, on est parti de 25 arêtes de la carte actuelle (Fig. 1) de la trame viaire de Mbujimayi à 76 arêtes, soit une augmentation de 51 arêtes en valeur absolue, un taux de croissance de 204 % et un indice en base 100 de 304. Par contre, les sommets partent de 47 sur la carte actuelle (Fig. 1) à 48 sur la carte réaménagée (Fig. 3) soit une augmentation d'un sommet en valeur absolue, un taux de croissance de 2% et un indice en base 100 de 102.

Quant à la connectivité en soi, les différents indices calculés sur base du graphe topologique (Fig. 4) issue de la trame viaire réaménagée (Fig. 3) ou carte réaménagée, montrent qu'elle va, en effet, connaître une nette amélioration.

Ainsi, à la lumière de ce tableau :

L'indice β , qui permet de déterminer qu'un réseau a un circuit ou non au cas où cet indice est respectivement supérieur ou inférieur à 1 (Kansky, 1963), accuse une amélioration remarquable car il devient supérieur à 1 avec une valeur de 1,58. Il va sans dire que la carte réaménagée (Fig. 3) présente plus de circuits complexes que la carte de la situation actuelle de la ville de Mbujimayi (Fig. 1).

L'indice γ qui, du reste, est une valeur en pourcentage du réseau proportionnellement connecté, passera de 18 % pour la carte de la situation actuelle du réseau routier de la ville à 55 % du réseau de la trame viaire connectée sur la carte réaménagé de cette ville. C'est dire qu'on observera une amélioration de 37 % qui fera diminuer sensiblement la proportion du réseau non connecté qui passera de 82% à 45%.

Le nombre cyclomatique (C) renforcera l'indice β. Ainsi on passera d'un réseau sans circuit complexe $(C = -21)$ à un réseau à circuits complexes $(C = 29)$. Il y aura alors une bonne connectivité.

Au regard de la carte réaménagée (Fig. 3), le réseau de la trame viaire de Mbujimayi sera très complexe étant donné que l'indice α sera généralement meilleur pour la mesure de connectivité et servira également de comparaison entre les réseaux tout en renforçant l'accessibilité. Grâce à cet indice, on va élever la connectivité du réseau routier de la ville de Mbujimayi de - 0,23 à 0,32 soit de -23% à 32 %. La réparation des axes impraticables et la création de nouvelles voies là où elles sont nécessaires seraient à la base de cette correction, en dépit du fait qu'elle serait en dessous de la moyenne.

4 CONCLUSION

Nous Avons développé dans cette réflexion une démarche basée sur un modèle d'organisation spatiale, la théorie des graphes, pouvant permettre le désenclavement de pas mal de quartiers de la ville de Mbujimayi. Le choix de cette option particulière reposera bien entendu sur un approfondissement de ce schéma conceptuel et l'analyse de données correspondantes en présence.

Dans la situation actuelle de cette ville, l'option "structure maillée" pourrait facilement se greffer sur les structures urbaines existantes, en utilisant à la fois les vestiges des quartiers anciens et les espaces encore constructibles. De plus, elle pourrait opérer la suture des tissus déchiquetés et des axes interrompus par l'érosion ravinante. Cependant pour être vraiment fructueux, ce modèle devrait être appliqué à un territoire plus large, voire l'ensemble de l'agglomération urbaine

et sa banlieue ; une hypothèse difficilement réalisable, mais pas impossible, dans la situation actuelle de la communauté urbaine. En outre, il suppose que soient établies au préalable, une vision claire de l'ensemble de cette ville, une coordination politico-administrative sans faille et une mobilisation de ressources initiales importante. Car les initiatives doivent être lancées simultanément dans toutes les parties de la ville (même si les réalisations peuvent être échelonnées). Toute entorse à cette règle conduirait inévitablement à un dérapage : soit la hiérarchisation l'emportera sur l'égalisation, soit l'étalement l'emportera sur le maillage polycentrique.

REFERENCES

[1] Kayembe, M. et al., (in press). Accessibilité spatiale des quartiers abritant les écoles de la ville de Mbujimayi (RD Congo)

[2] Rodrigue, J.-P., (2016). «La notion d'accessibilité »
[Online] Available : http://www.geog.unmontreal.ca/Geotrans/fr/ch1fr/meth1fr/ch1m1fr.html (January 02, 2016)

[3] Sokoloff, B. et Ahtik, V., (1992). Centralité urbaine et aménagement du centre-ville de Montréal. *Cahiers de Géographie du Québec*, Volume 36, Numéro 99 : 463-482

[4] Verluise, F., (1974). Mbuji-Mayi: état actuel, problématique, options d'urbanisme, SMUH/SIDAU, Paris, 52 p.

[5] Dupuy, G., (1985). Systèmes, réseaux et territoires *PRINCIPES DE RESAUTIQUE TERRITORIALE*, éd. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 168 p.

[6] Merenne, E., (1995). Géographie des transports, éd. Nathan, Paris, pp. 29-33

[7] Bavoux, J.-J. et al., (2005). Géographie des transports, A. Colin, Paris, 225 p.

[8] Kansky, K. J. (1963). Structure of transport networks: relationships between geometry and regional characteristics, University Press, Department of Geography, Chicago. *Research papers*, N° 84. Le chapitre 2 « Mesures of network structure » a été publié dans Flux, N° spécial, juin 1989

[9] Berge, C., (1967). Théorie des graphes et ses applications, Dunod, Paris

[10] Bonnafous, A., (1994). « Réseaux de transport » in J.-P. Auray, A. Bailly, P. H. Derycke et J.-M. Huriot (dir.), Encyclopédie d'économie spatiale: concepts, comportements, organisation, Economica, Paris, pp. 325-332

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 154-169
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

ACCESSIBILITE SPATIALE DES QUARTIERS ABRITANT LES ECOLES DE LA VILLE DE MBUJIMAYI (RD CONGO)

[SPATIAL ACCESSIBILITY OF QUARTERS TAKING INSCHOOLS IN MBUJIMAYI CITY (DR CONGO)]

M. Célestin Kayembe

Département de Géographie & Gestion de l'environnement, Institut Supérieur Pédagogique de Mbujimayi, RD Congo

Copyright © 2017 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 has allowed to point out first a threefold quarter rings of the city of Mbujimayi namely, geographically accessible quarters, less accessible quarters and hardly accessible quarters. And then, it has pointed out two types potential quarters, notably attacting quarters and emittingquarters. Finally to further the analysis, a sectorial, holistic anddurable arrangement based on UNESCO's norms, revealing a double threefold typology of the main groups of these quarters has been proposed. The data were collected from the urban Department of Primary, Secondary, and Professional education. And, accessibility algorithms designed by Rodrigue (2006) have contributed to the calculation of different accessibility indices.

KEYWORDS: Geographical Accessibility, Potential Accessibility, Balanced, Holistic and Durable Sectorial Arrangement, Mbujimayi City, D R Congo.

RÉSUMÉ: Cette étude a permis de dégager d'abord un triptyque d'anneaux de quartiers de la ville de Mbujimayi à savoir, les quartiers géographiquement accessibles, les quartiers faiblement accessibles et les quartiers difficilement accessibles. Elle a, ensuite, mis en exergue deux types de quartiers potentiels notamment, les quartiers attractifs et les quartiers émissifs. Et enfin, pour peaufiner l'analyse, un aménagement sectoriel équilibré, holistique et durable, basé sur les normes de l'UNESCO, révélateur d'une double typologie trilogique de principaux groupes de ces quartiers a été proposé. Les données ont été recueillies auprès de la Division urbaine de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel et les algorithmes d'accessibilité mis au point par Rodrigue (2006) ont contribué au calcul de différents indices d'accessibilité.

MOTS-CLEFS: Accessibilité géographique, Accessibilité potentielle, Aménagement sectoriel équilibré, holistique et durable, Mbujimayi, RD Congo.

1 INTRODUCTION

La présente note analyse l'accessibilité géographique et potentielle des quartiers abritant les écoles à Mbujimayi aux fins d'en proposer un aménagement sectoriel holistique et durable.

L'accessibilité d'un lieu est la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux à l'aide de tout ou une partie des moyens de transport existants. Mesurer l'accessibilité ***A*** d'un lieu ***i*** revient à quantifier la plus ou moins grande facilité avec laquelle ce lieu peut être atteint à partir d'un ou de plusieurs autres lieux. L'accessibilité dépend ici uniquement des distances les séparant de ***i***. Plus la distance diminue, plus l'accessibilité s'améliore.

Dans ce contexte, nous ne nous intéressons plus aux lieux en eux-mêmes, mais aux attributs (biens, services…) localisés en ces lieux. On parle de l'accessibilité d'une fonction au sens de « fonction économique attractive ». Cela revient à introduire les opportunités de déplacements dans les calculs d'accessibilité par l'intermédiaire de la répartition spatiale de la fonction d'attraction. En influençant l'organisation et la dynamique des territoires et de ce fait, la localisation des activités et des hommes, l'accessibilité est devenue un enjeu majeur des politiques d'aménagement de l'espace.

2 PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

Depuis la nuit de temps et au-delà des frontières, le problème d'accessibilité d'un lieu en partant d'un autre a toujours été et demeure une de grandes préoccupations quotidiennes de l'homme. Ainsi, plusieurs études y ont été consacrées, entre autres celles de [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], et [8].

L'acuité du problème d'accessibilité est plus forte dans les villes des pays en développement pour lesquelles elle se revèle clairement un privilège. La desserte par les transports collectifs, souvent inadaptée, est en constant décalage avec le rythme de la croissance urbaine. Ce qui explique l'enclavement de parties entières de l'espace urbain, généralement les périphériques, et donc la marginalisation de la population résidente, condamnée à parcourir à pied des distances de plus en plus grandes pour accéder aux emplois et aux équipements centraux [9]. Tel est le cas dans la ville de Mbujimayi.

En effet, en RD Congo, Mbujimayi fait partie de villes qui connaissent de sérieux problèmes environnementaux consécutifs à leur croissance spatiale rapide et non planifiée. L'érosion ravinante avec ses méga ravins, expression chère à [10] dans son étude sur l'érosion ravinante à Kinshasa, Haute ville, et ses effondrements ainsi que la non connectivité de la trame viaire qui en résultent sont à l'origine de l'inaccessibilité de bon nombre de ses quartiers en général, et de ceux qui abritent les écoles en particulier (voir Figure 1).

L'étude sous examen met l'accent sur l'accessibilité spatiale des infrastructures scolaires de la ville de Mbujimayi dans le but de dégager une typologie des quartiers qui abritent ces écoles.

3 MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé une carte de base politico-administrative de la ville de Mbujimayi subdivisée graduellement en communes et en quartiers, et un GPS « Garmin map 60 CSX ». Par le moyen de SIG, les données spatiales et cartographiques ont été traitées et analysées au laboratoire de METELSAT à Kinshasa avec le logiciel ArcGIS 10.2.

Une calculette CASIO a été utilisé pour obtenir l'indice d'accessibilité géographique alors que le logiciel SPSS a facilité le calcul de l'indice d'accessibilité potentielle. La cartographie numérique a permis de visualiser la mise en évidence des unités spatiales observées et le dégagement des valeurs extrêmes qui les différencient les unes des autres.

La méthode est fondée sur deux principales techniques. D'un côté, on a le calcul d'indice d'accessibilité géographique, et de l'autre le calcul d'indice d'accessibilité potentielle des quartiers. Le premier indice d'un quartier est obtenu par la sommation de toutes les distances le séparant des autres quartiers/lieux tandis que son second indice s'obtient en divisant, en occurrence, l'effectif de la population scolaire dudit quartier par les différentes distances le séparant des autres quartiers.

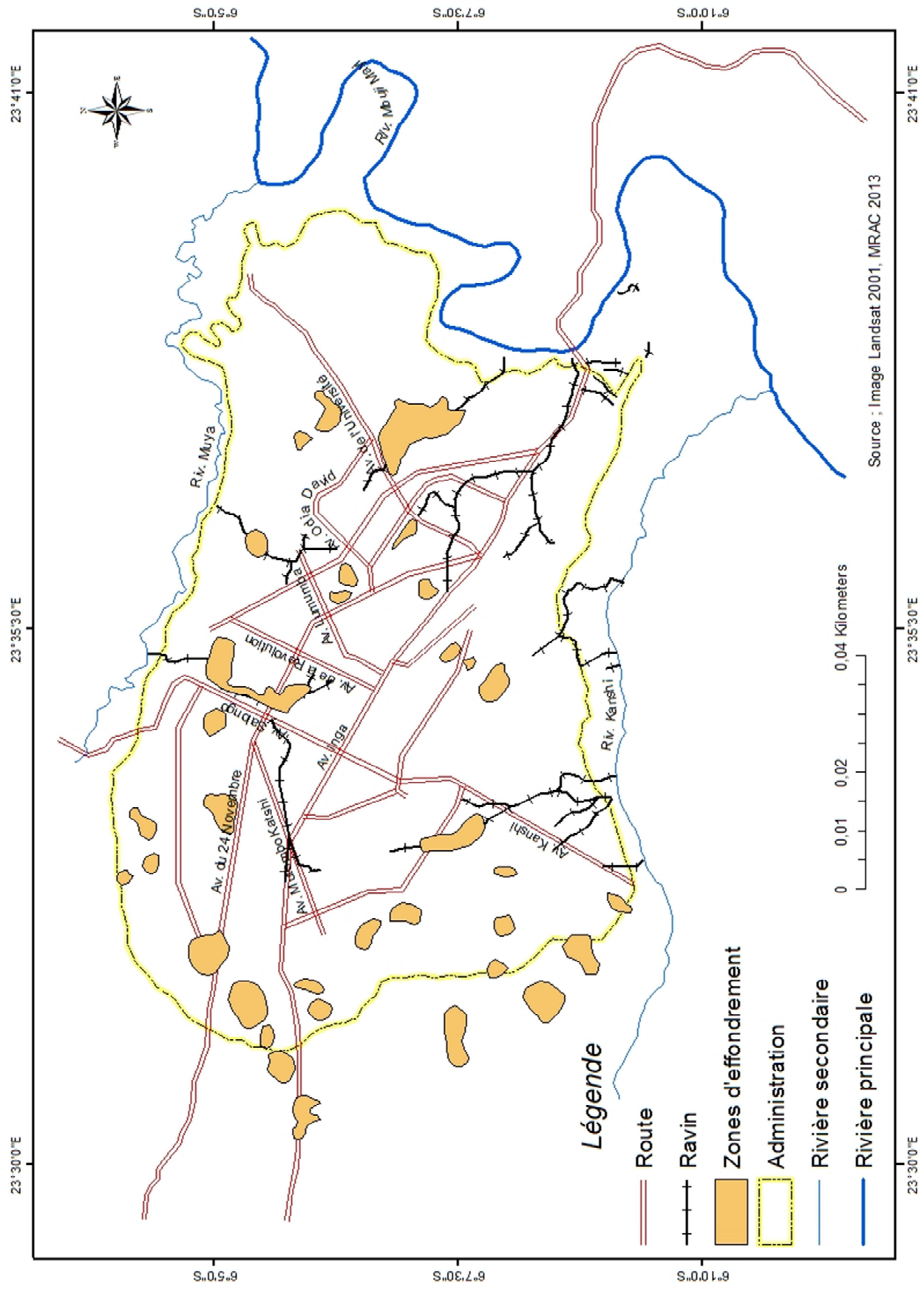


Figure 1 : Mbujimayi (Trame viaire, ravins et zones d'effondrement)

3.1 CALCUL D'INDICE D'ACCESSIBILITÉ GÉOGRAPHIQUE

Pour calculer l'indice d'accessibilité géographique, nous nous sommes servis de la formule mise au point par [6] :

$$A(G)_i = \sum_{j=1}^{n} d_{ij} \qquad (1)$$

Où :

$A(G)_i$ = L'indice d'accessibilité géographique d'un lieu i ;
d_{ij} = La distance entre le lieu i et le lieu j en passant par le chemin le plus court ;
n = Le nombre de lieux.

Concrètement, pour arriver à déterminer l'indice d'accessibilité géographique de différents quartiers, nous avons procédé comme suit :

- disposer d'un plan (carte) de division politico-administrative de la ville de Mbujimayi, dans le cas d'espèce, la carte au 1/125000 ;
- déterminer sur cette carte le centre de gravité de chaque quartier ;
- mesurer la distance de chaque quartier par rapport aux autres à partir de son centre de gravité en prenant soin de noter chaque distance (ici en centimètre sur la carte) dans un tableau carré, en l'occurrence, la matrice d'accessibilité géographique ou la matrice du chemin le plus court.

Bien entendu, la distance à l'intérieur d'un même quartier étant égale à 1, car chaque quartier possède une surface et par conséquent tout mouvement interne implique une distance ; l'indice d'accessibilité géographique est le total de chaque ligne. Le quartier le plus accessible est naturellement celui qui a l'indice le plus faible.

En définitive, l'indice d'accessibilité géographique d'un quartier ou de n'importe quel lieu est donné par la sommation de toutes les distances les séparant des autres quartiers ou lieux. La matrice carrée et symétrique qui en résulte (Tableau 1), obtenue à partir de l'algorithme y afférent, donne l'accessibilité nodale globale pour chacun des points (centres des quartiers), c'est-à-dire, la somme en lignes ou en colonnes de plus courts chemins. Les lignes et les colonnes de ce tableau comprennent les mesures prélevées entre deux centres de deux quartiers.

3.2 CALCUL DE L'INDICE D'ACCESSIBILITÉ POTENTIELLE

Pour calculer l'indice d'accessibilité potentielle, nous avons utilisé l'algorithme ci-après mis au point par [6] :

$$A(P)_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{P_j}{d_{ij}} \qquad (2)$$

Où :

$A(P)_i$ = L'accessibilité potentielle d'un lieu i ;
d_{ij} = La distance entre le lieu i et le lieu j ;
P_j = Les attributs du lieu j, tels sa population, en l'occurrence la population scolaire du quartier. Mais il peut s'agir peut être aussi de sa surface commerciale, de sa surface de stationnement, etc.;
n = Le nombre de lieux.

Pour déterminer cet indice, nous avons divisé l'effectif de la population scolaire de chaque quartier (Tableau 3) par les différentes distances le séparant des autres quartiers (Tableau 1). Et cet indice se mesure sur le total de chaque ligne et le total de chaque colonne qu'il faut comparer (Tableau 2). Il en découle deux notions sous-jacentes à l'accessibilité potentielle, l'attractivité, donnée par la somme des valeurs de chaque colonne et l'émissivité, donnée par la somme des valeurs de chaque ligne. Par conséquent, si le total de la colonne est supérieur au total de la ligne, le quartier est attractif et au cas contraire il est émissif.

4 RESULTATS

L'application des formules ci-haut a notamment abouti aux résultats repris sur les Tableaux 1 et 2. L'analyse de la matrice d'accessibilité (Tableau 1 en annexe) révèle que dans la ville de Mbujimayi, le quartier Kansele (Y_{30}) situé dans la commune de Muya (Figure 2) est le plus accessible de cette commune. Il est aussi le plus accessible de tous les quartiers de la ville sans doute puisque situé au cœur même de la ville. Quant au reste des communes, nous avons respectivement pour la commune de Dibindi, le quartier Dipumba (Y_{09}), pour la commune de Diulu, le quartier Lusenga (Y_{18}), pour la commune de Kanshi, le quartier Kasaï (Y_{21}) et pour la commune de Bipemba, le quartier De la Mission (Y_{06}). La cartographie (Figure 2) de la matrice d'accessibilité géographique (Tableau 1) permet de dégager la configuration spatiale de trente trois quartiers de cette zone d'étude. En effet, vu sous cet angle, on distingue sur la figure 2 trois types de quartiers dans l'ensemble de la ville :

- ***Seize quartiers*** sur trente trois, soit 49%, sont géographiquement accessibles (Y_{06}, Y_{08}, Y_{09}, Y_{12}, Y_{14}, Y_{16}, Y_{18}, Y_{19}, Y_{21}, Y_{24}, Y_{25}, Y_{27}, Y_{29}, Y_{30}, Y_{31} et Y_{33}). Comme on peut le constater sur la figure 2 ces quartiers forment une auréole remarquable constituant le centre de cinq communes réunies.

A cet égard, il se confirme ainsi que la notion d'accessibilité géographique est bien liée à celle de centralité. Autrement dit, plus un quartier est proche du centre d'affaires, plus il est géographiquement accessible.

- ***Douze quartiers*** sur trente trois, soit 36%, sont faiblement accessibles géographiquement (Y_{01}, Y_{02}, Y_{03}, Y_{04}, Y_{11}, Y_{13}, Y_{15}, Y_{17}, Y_{20}, Y_{22}, Y_{26} et Y_{32}). La figure 2 révèle qu'il s'agit des quartiers qui entourent l'auréole centrique. Les uns sont les plus proches du centre, mais demeurent éloignés de centres de différentes communes prises individuellement ; alors que les autres sont contigus à la dernière catégorie des quartiers, les périphériques. Il s'agit, en clair, des quartiers qui sont à mi-chemin entre le centre d'affaires et les centres de cinq communes sous étude ; et ceux à mi-chemin entre leurs centres et la périphérie.

- ***Cinq quartiers*** sur trente trois, soit 15% sont difficilement accessibles géographiquement (Y_{05}, Y_{07}, Y_{10}, Y_{23} et Y_{28}).

Cette dernière catégorie est constituée de quartiers essentiellement périphériques. Ce qui explique grandement leur inaccessibilité géographique et ce, avec l'implication des méga ravins et des effondrements dont ils sont parsemés [8].

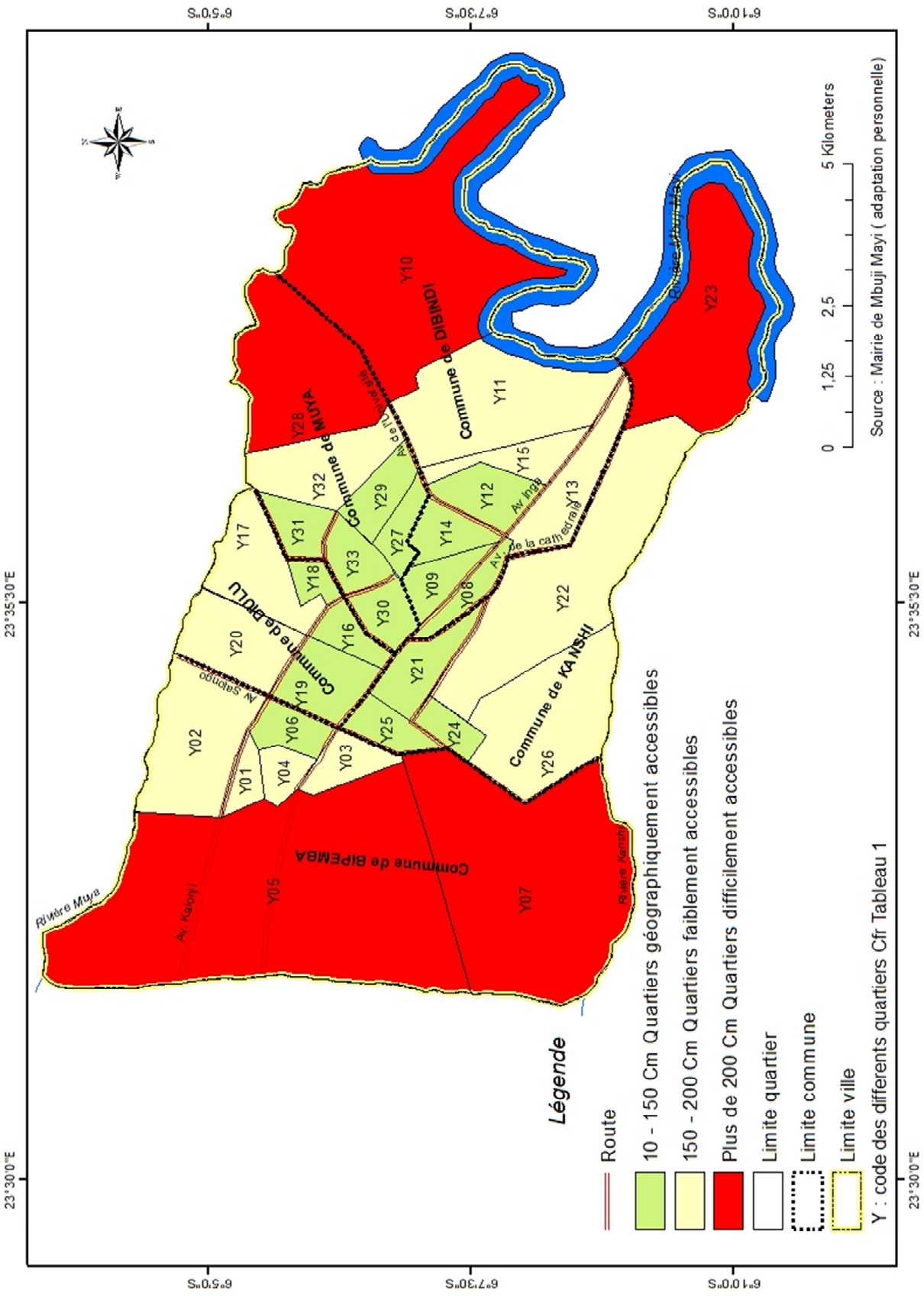


Figure 2: Accessibilité géographique des quartiers

Les résultats du Tableau 2 en annexe diffèrent nettement des mesures d'accessibilité géographique des quartiers, puisque si l'on prend de façon distincte chacune de cinq communes, il en résulte que le quartier Kasavubu ($\mathbf{Y_{11}}$), situé dans la commune de Dibindi, en vertu de son poids démographique scolaire estimé à 12955 élèves (Tableau 3) deviendrait le quartier le plus potentiellement accessible de cette commune, et par conséquent de la ville de Mbujimayi.

Dans ce même ordre d'idées, le quartier Mulekelayi ($\mathbf{Y_{07}}$), dans la commune de Bipemba avec un poids démographique scolaire estimé à 10.653 élèves, passerait pour le plus potentiellement accessible des quartiers de cette commune, Tshiminyi ($\mathbf{Y_{28}}$) sis dans la commune de Muya avec un poids démographique scolaire estimé à 9380 élèves serait le quartier le plus potentiellement accessible de ladite commune. Tandis que Masanka ($\mathbf{Y_{19}}$) le serait, pour la commune de Diulu, avec ses 6555 élèves et Mudiba ($\mathbf{Y_{25}}$), pour la commune de Kanshi, avec son poids démographique estimé à 6148 éléves.

Pour ceux qui connaissent le terrain, les quartiers susdits (cf. paragraphe précédent) font assurément partie de ceux qui regorgent le plus grand nombre des jeunes scolarisés et scolarisables. Cependant ces mêmes quartiers, hormis le quartier Masanka ($\mathbf{Y_{19}}$) dans la commune de Diulu avec ses quelques rares écoles telles que le collège William Sheppart, l'institut Dyala et le lycée Mère Hostia Tutantayi qui passent pour les meilleures, détiennent moins d'écoles de renom.

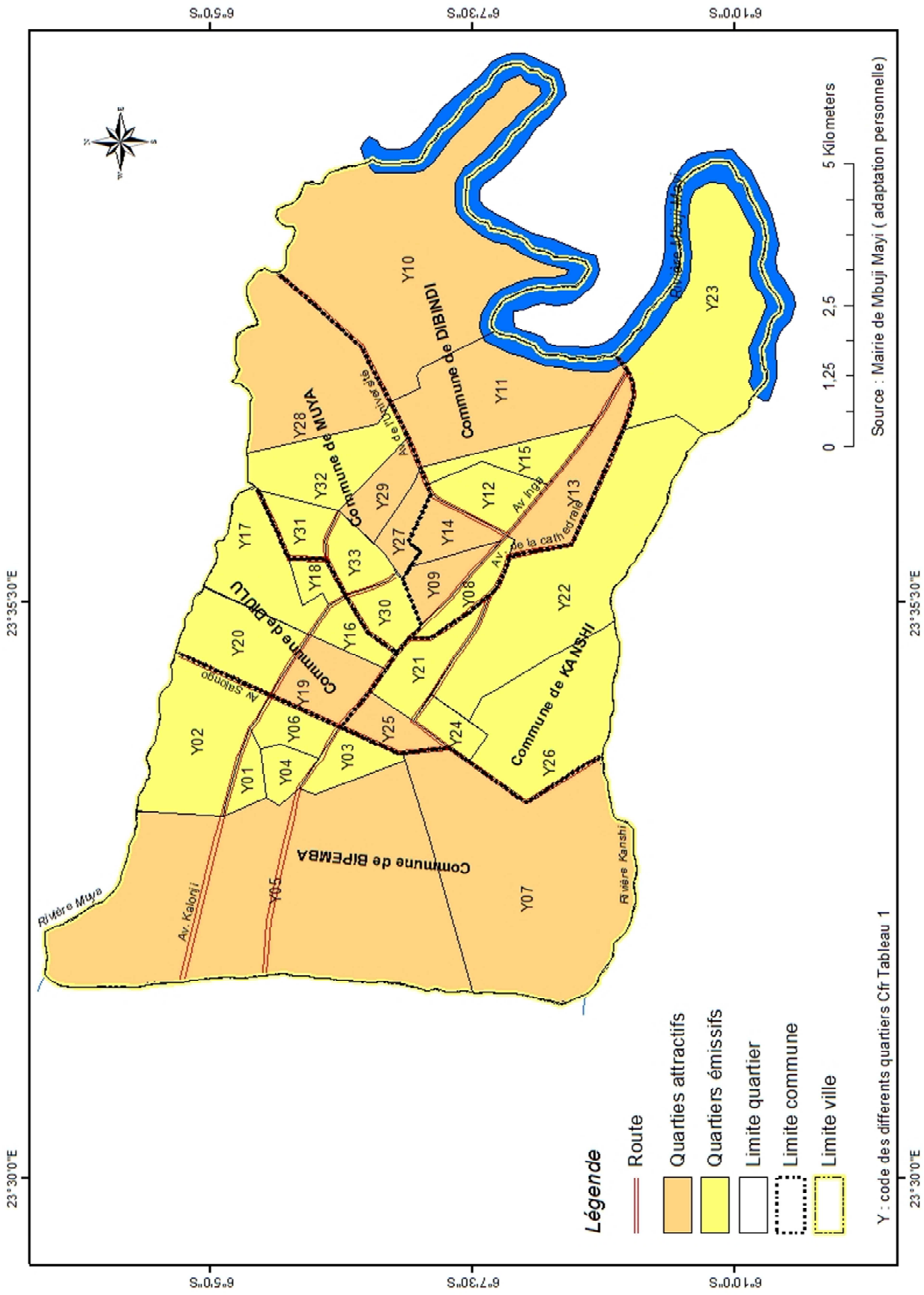


Figure 3 : Accessibilité potentielle des quartiers attractifs et émissifs

En outre, l'examen de la matrice d'accessibilité potentielle (Tableau 2 en annexe illustré par la Figure 3) revèle que le quartier Kasavubu (Y_{11}), ci-haut cité, a une attractivité supérieure par rapport à son émissivité (93170 contre 38791) et le quartier Kabwatshia (Y_{01}) sis dans la commune de Bipemba affiche une émissivité supérieure à son attractivité (37396 contre 4447). Il va sans dire que le quartier Kasavubu (Y_{11}) passerait pour le plus attractif alors que le quartier Kabwatshia (Y_{01}) serait le plus émissif de la ville de Mbujimayi.

A toutes fins utiles, l'analyse minutieuse de cette matrice permet de dégager, à ce niveau d'étude, deux types de quartiers dans cette ville (Figure 3). Le premier type comprend douze quartiers attractifs dont deux situés dans la commune de Bipemba (Y_{05} et Y_{07}), un dans celle de Diulu (Y_{19}), cinq dans celle de Dibindi (Y_{09}, Y_{10}, Y_{11}, Y_{13} et Y_{14}), un à Kanshi (Y_{25}) et trois à Muya (Y_{27}, Y_{28} et Y_{29}).

Le deuxième type est composé de vingt et un quartiers émissifs dont cinq à Bipemba (Y_{01}, Y_{02}, Y_{03}, Y_{04} et Y_{06},), trois à Dibindi (Y_{08}, Y_{12} et Y_{15}), quatre à Diulu (Y_{16}, Y_{17}, Y_{18} et Y_{20}), cinq à Kanshi (Y_{21}, Y_{22}, Y_{23}, Y_{24} et Y_{26}) et quatre à Muya (Y_{30}, Y_{31}, Y_{32} et Y_{33}).

Force est de constater que les quartiers de la commune de Dibindi, nantis en écoles, attirent pas mal d'élèves qu'ils n'en émettent, tandis que les quartiers de la commune de Bipemba et d'autres qui en ont moins opèrent de façon inverse. Cela se justifie sans doute par le fait qu'on dénombre plus d'écoles à Dibindi qu'à Bipemba ou ailleurs. Ce qui est révélateur, eu égard au poids démographique scolaire, d'une disparité criante de la distribution spatiale d'écoles dans ces différentes communes.

Une manière particulièrement intéressante de peaufiner cette analyse est de donner la configuration spatiale des quartiers sur base de la cartographie des mesures d'accessibilité potentielle. La figure 3 qui en découle montre que les quartiers les plus excentriques, et partant les plus périphériques, sont autant potentiellement plus émissifs qu'attractifs ; tandis que les quartiers les plus proches du centre sont plus attractifs qu'émissifs.

L'attractivité potentielle due aux poids démographiques scolaires qu'accusent certains quartiers périphériques corroborent le postulat selon lequel l'implantation de l'école, une institution de placement social, requiert certaines conditions sans lesquelles son fonctionnement serait compromis. Parmi ces conditions, on note, entre autres, l'embellie et/ou l'aménité des quartiers périphériques par opposition au brouhaha et autre chahut qui caractérisent les quartiers centraux [11]. A ce propos, l'implantation de deux écoles privées d'obédience catholique dirigées l'une par les sœurs franciscaines et l'autre par les pères salésiens de Don Bosco à savoir : l'institut Caroline Baron sis quartier Kabongo (actuel Lukelenge II) dans la commune de Dibindi et l'institut Mwetu Don Bosco situé au quartier Mulekelayi dans la commune de Bipemba est un exemple patent.

A contrario, de maniére générale, l'émissivité des quartiers périphériques explique le fait que la plupart d'entre eux comptent peu d'écoles à défaut d'en être dépourvus, et que par conséquent, leur population scolarisable est astreinte d'aller étudier dans les quartiers centraux où sont concentrées bon nombre d'écoles [12].

Et comme on le voit tant sur le tableau 2 que la figure 3, les quartiers de la commune de Dibindi et ceux de la commune de Bipemba sont les réceptacles relativement uniformes des élèves des quartiers d'autres communes.

En définitive, cette analyse révèle que les quartiers périphériques de Mbujimayi accusent une carence criante d'écoles et partant sont émissifs. De ce fait, un aménagement sectoriel équilibré, holistique et durable s'avère nécessaire.

Pour arriver à cet aménagement sectoriel équilibré, intégré - voire durable - des écoles de cinq communes de Mbujimayi, nous nous sommes référés aux normes de l'*UNESCO*. Ces normes recommandent d'éviter des complexes de plus de vingt classes et portent à 12 le nombre maximum de classes pour une école primaire et à 18 le nombre de classes pour une école secondaire.

Ainsi, avec une moyenne de quarante élèves par classe au maximum, la taille d'une école primaire de 12 classes en RD Congo est de 480 élèves et celle d'une école secondaire est de 720 élèves [13]. C'est sur base de cette norme de 480 élèves pour une école primaire qu'on a calculé le nombre d'écoles (Tableau 3 en annexe).

De la différence résultante de la soustraction entre le nombre d'écoles existantes et le nombre d'écoles requis selon les normes de l'*UNESCO* (Tableau 3 en annexe), il se dégage nettement soit un déficit soit un excédent d'écoles.

Si sur la figure 4, on adjoint les données du Tableau 3 il se dégagerait une double typologie trilogique de principaux groupes de quartiers.

Ce triptyque comprendrait :

- ***Six quartiers*** géographiquement accessibles et attractifs (**Y_{09}, Y_{14}, Y_{19}, Y_{25}, Y_{27}** et **Y_{29}**) devant avoir 79 écoles dont 50 existantes et 29 à construire et ***dix quartiers*** géographiquement accessibles et émissifs (**Y_{06}, Y_{08}, Y_{12}, Y_{16}, Y_{18}, Y_{21}, Y_{24}, Y_{30}, Y_{31}** et **Y_{33}**) devant avoir 69 écoles dont 66 existantes et 3 à construire ;
- ***Deux quartiers*** faiblement accessibles géographiquement et attractifs (**Y_{11}** et **Y_{13}**) devant abriter 45 écoles dont 43 existantes et 2 à construire et ***neuf quartiers*** faiblement accessibles géographiquement et émissifs (**Y_{01}, Y_{03}, Y_{04}, Y_{15}, Y_{17}, Y_{20}, Y_{22}, Y_{26}** et **Y_{32}**) ayant 56 écoles alors que selon les normes de l'*UNESCO*, il ne devrait y en avoir que 39 ;
- ***Quatre quartiers*** difficilement accessibles géographiquement et attractifs (**Y_{05}, Y_{07}, Y_{10}** et **Y_{28}**) devant avoir 83 écoles dont 67 existantes et 16 à construire contre ***deux quartiers*** difficilement accessibles géographiquement et émissifs (**Y_{02}** et **Y_{23}**) ayant 21 écoles alors que selon les normes de l'*UNESCO*, il ne devrait y en avoir que 11.

Pour terminer, nous disons que la superposition de nombre d'écoles existantes et de nombre d'écoles selon les normes de l'*UNESCO* - sur la figure 4 - consacre une typologie des quartiers de la ville de Mbujimayi abritant des écoles.

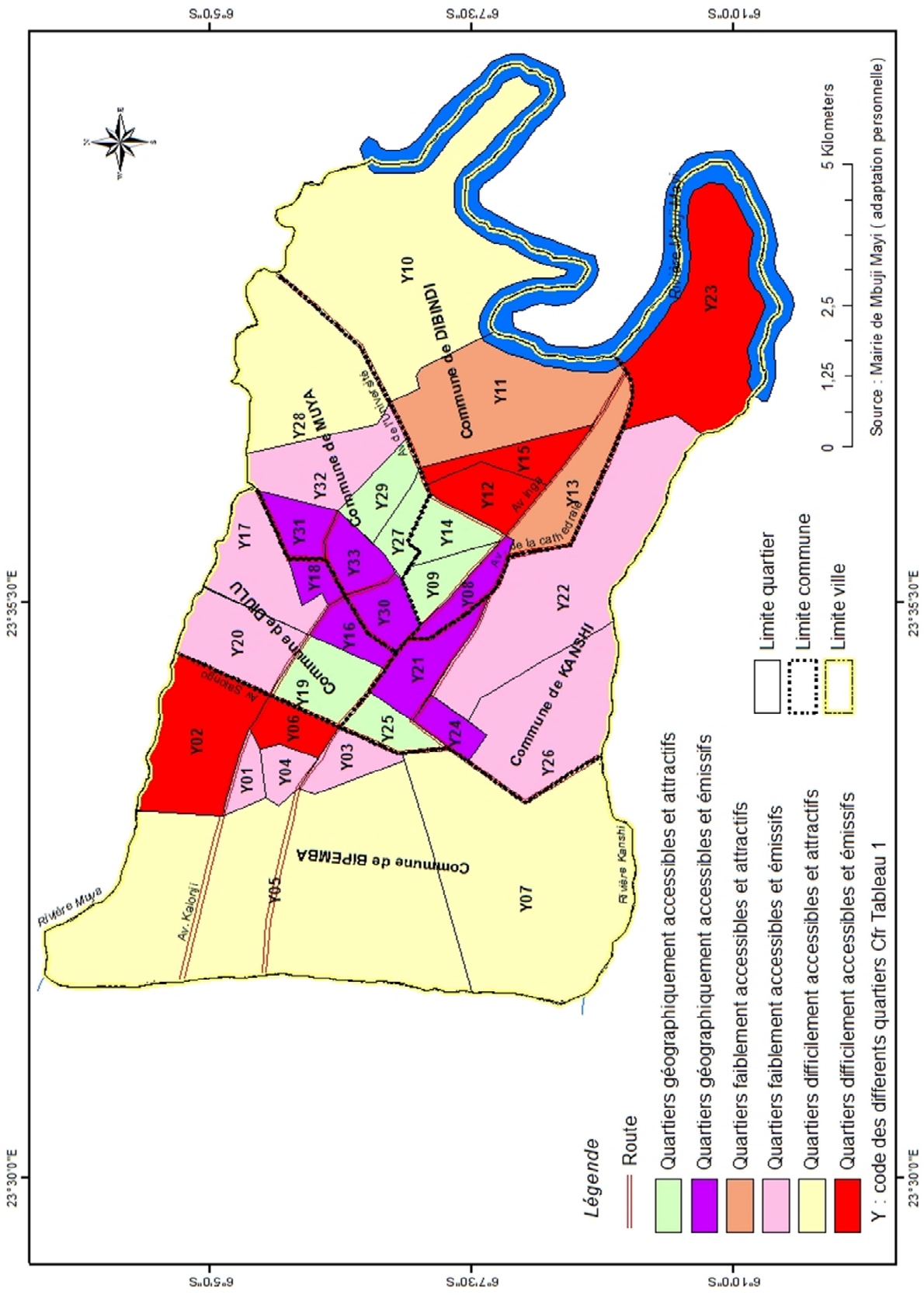


Figure 4 : Accessibilité géographique et potentielle des quartiers abritant les écoles à Mbujimayi au regard de normes de l'UNESCO

Cette typologie révèle le sureffectif d'écoles dans certains quartiers et son sous-effectif. Ainsi la commune de Kanshi passe pour celle qui regorge plus de quartiers enregistrant un sureffectif d'écoles notamment Kashala Bonzola (Y_{22}), quartier faiblement accessible géographiquement et émissif, avec dix écoles au lieu de trois requises par les normes de l'*UNESCO*, Lubilanji (Y_{23}), quartier difficilement accessible et émissif, avec treize écoles au lieu de cinq et Tshikisha (Y_{26}), quartier faiblement accessible et émissif, avec neuf écoles au lieu de quatre. Elle est talonnée par la commune de Dibindi dont le quartier Minkoka (Y_{13}), faiblement accessible et attractif, compte vingt deux écoles au lieu d'un maximum de dix-huit requis par les normes de l'*UNESCO*. Cette situation trouve son explication dans l'histoire de la ville car Kanshi est le fief de la Miba, la société à qui Mbujimayi doit son existence, et Dibindi, sa voisine, bénéficie des aménités urbaines de Kanshi.

A l'opposé, la commune de Dibindi enregistre des quartiers accusant un sous-effectif d'écoles notamment le quartier Monzo (Y_{14}), géographiquement accessible et attractif, avec sept écoles au lieu de dix sept, le quartier Dipumba (Y_{09}), géographiquement accessible et attractif, avec six écoles au lieu de quinze et Kasavubu (Y_{11}), quartier faiblement accessible et attractif, avec vingt et une écoles au lieu de vingt-sept. Dans la commune de Bipemba, le quartier Mulekelayi (Y_{07}), difficilement accessible et attractif, compte dix sept écoles au lieu de vingt deux alors que dans la commune de Kanshi, le quartier Mudiba (Y_{25}), géographiquement accessible et attractif, totalise sept écoles au lieu de treize. Et enfin, dans la commune de Muya, le quartier Tshiminyi (Y_{28}), difficilement accessible et attractif, a dix écoles au lieu de dix neuf et le quartier Kajiba (Y_{29}), géographiquement accessible et attractif, compte cinq écoles au lieu de dix.

5 CONCLUSION

Cette étude a consacré la typologie des quartiers abritant les écoles basée sur les mesures d'accessibilité géographique et potentielle dans la ville de Mbujimayi.

L'algorithme "accessibilité géographique ou index de Schimbel" des quartiers a permis la mise en évidence de trois aires sociales homogènes. Les types de quartiers obtenus correspondent aussi aux trois milieux spécifiques et caractéristiques de cinq communes considérés : les quartiers géographiquement accessibles plus ou moins contigus au centre des affaires, les quartiers faiblement accessibles géographiquement faisant suite aux premiers, et les quartiers difficilement accessibles géographiquement, plus excentriques donc périphériques. Ces deux derniers types de quartiers sont aussi caractérisés par les effondrements et les méga-ravins qui rendent pénibles leur accessibilité.

L'algorithme "accessibilité potentielle" des quartiers, quant à lui, est révélateur de deux types : les quartiers potentiellement attractifs, contigus du centre de la ville ou reliés à ce dernier par des voies carrossables du moins pour la plus grande partie d'entre eux ; et les quartiers émissifs, excentriques, périphériques pour la plupart et non directement, exception faite pour la ville Miba et les camps de ses travailleurs, reliés au centre.

De façon générale, la Figure 2 (Accessibilité géographique) et la Figure 3 (Accessibilité potentielle) révèlent que les quartiers les plus accessibles sont ceux qui sont longés par des artères principales. Autrement dit, - et ceci est une évidence -, sans voies de communication, il est impossible de parler d'accessibilité.

Eu égard à ce qui précède, un aménagement sectoriel équilibré, holistique et durable est proposé. Il serait une thérapie pour juguler la criante disparité de répartition d'écoles dans les différentes communes de Mbujimayi.

REFERENCES

[1] Shimbel, A. , (1953). « Structural parameters of communication networks », Bulletin of Mathematical Biophysics, n° 15, pp. 501-507

[2] Ingram, D.R. , (1971). The concept of accessibility : search for operational form. Regional Studies, 5, 101 – 107 pp

[3] White, A.N. , (1979). Accessibility and public facility location. Economic Geography, vol 55 n° 1, 18 – 35 pp

[4] Pirie, G.H. , (1979). Measuring accessibility : a review and proposal. Environment and Planning A , 11, 299 - 312

[5] Merenne, E. , (1995). Géographie des transports, éd. Nathan, Paris, pp. 29-33

[6] Rodrigue, J.-P., (2016). «La notion d'accessibilité ».
[Online] Available : http://www.geog.unmontreal.ca/Geotrans/fr/ch1fr/meth1fr/ch1m1fr.html (January 02, 2016)

[7] Merlin, P. et al. , (2009). Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, PUF, Paris, 963 P.

[8] Kayembe M., C., (2013). L'accessibilité et la qualité de l'espace scolaire dans la ville de Mbujimayi *« Essai d'aménagement intégré des écoles dans les communes de Dibindi et Muya »*, Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, 142 p.

[9] Bavoux, J.-J. et al. , (2005). Géographie des transports, A. Colin, Paris, 225 p.

[10] Makanzu, F. , (2014). Etude de l'érosion ravinante à Kinshasa Dynamisme pluvio-morphogénique et développement d'un outil de prévision, Thèse de doctorat, UNIKIN, 193 p
[11] Brunet, R. et al., (2006). Les Mots de la géographie, dictionnaire critique, Montpellier-Paris : (3ème éd.) RECLUS-la Documentation française, 520 p.
[12] Klaassen, L. H., (1968). L'équipement social dans la croissance économique régionale. Analyse des méthodes de définition des besoins, O.C.D.E., Paris.
[13] Lelo Nzuzi, F. , (2011). Kinshasa planification et aménagement, éd. L'Harmattan, Paris, 381 p.

ANNEXE

Tableau 1 : La matrice d'accessibilité géographique

	d_{ij} (cm)	Y_{01}	Y_{02}	Y_{03}	Y_{04}	Y_{05}	Y_{06}	Y_{07}	Y_{08}	Y_{09}	Y_{10}	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}	Y_{19}	Y_{20}	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}	Y_{26}	Y_{27}	Y_{28}	Y_{29}	Y_{30}	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	A (G)i
Bipemba	Y_{01} Kabwatshia	1	1	2	1	3	2	6	5	5	10	8	6	7	5	8	3	5	4	2	4	4	8	12	4	3	6	6	10	6	4	5	5	5	166
	Y_{02} Kankelenge	1	1	4	2	8	3	9	7	7	13	10	8	9	6	9	4	5	4	3	5	4	8	13	5	4	7	6	9	6	5	6	7	5	202
	Y_{03} Kalundu	2	4	1	2	4	2	6	5	4	11	8	6	7	5	7	3	6	4	2	5	4	8	12	3	2	5	6	10	6	4	6	7	5	172
	Y_{04} Lubwebwe	1	2	2	1	4	1	7	5	5	12	8	6	8	5	7	3	6	4	2	4	4	8	12	3	2	6	5	10	6	4	6	6	4	169
	Y_{05} Makala	3	8	4	4	1	6	9	9	9	14	12	10	10	9	10	6	9	7	6	7	7	9	16	5	5	7	8	11	8	6	8	9	8	260
	Y_{06} De la Mission	2	3	2	1	6	1	6	4	4	9	7	5	6	5	7	2	4	3	1	3	3	6	10	3	2	5	5	7	5	3	4	5	4	143
	Y_{07} Muletelayi	6	9	6	7	9	6	1	6	6	13	10	8	8	8	9	7	9	8	7	8	5	6	11	4	5	4	8	12	9	7	10	10	8	250
Dibindi	Y_{08} Bonzola	5	7	5	5	9	4	6	1	1	7	4	2	3	2	3	2	4	3	3	4	2	3	7	3	3	4	2	6	3	2	4	4	2	125
	Y_{09} Dipumba	5	7	4	5	9	4	6	1	1	6	4	2	3	1	3	2	3	2	3	4	2	3	7	3	3	5	2	5	2	2	4	4	2	119
	Y_{10} Kabongo	10	13	11	12	14	9	13	7	6	1	5	5	6	6	5	7	7	6	8	8	9	8	6	10	10	11	6	5	5	7	6	5	7	254
	Y_{11} Kasavubu	8	10	8	8	12	7	10	4	4	5	1	2	4	4	3	6	6	5	7	7	7	5	5	7	7	7	4	6	4	5	4	4	5	191
	Y_{12} Mikela	6	8	6	6	10	5	8	2	2	5	2	1	2	2	2	4	5	4	5	6	4	4	6	5	5	6	2	5	3	3	4	5	3	146
	Y_{13} Minkoka	7	9	7	8	10	6	8	3	3	6	4	2	1	3	2	5	6	5	7	7	6	2	7	6	7	7	4	7	4	4	5	6	4	178
	Y_{14} Monzo	5	6	5	5	9	5	8	2	1	6	4	2	3	1	3	3	4	3	4	5	4	4	7	5	4	6	2	7	2	2	4	4	2	137
	Y_{15} Tshiya	8	9	7	7	10	7	9	3	3	5	3	2	2	3	1	5	6	5	6	7	5	5	6	6	6	6	4	6	4	5	5	5	4	175
Diulu	Y_{16} Bubanji	3	4	3	3	6	2	7	2	2	7	6	4	5	3	5	1	4	3	2	4	3	6	8	4	3	6	3	8	4	1	4	5	3	134
	Y_{17} Dipa	5	5	6	6	9	4	9	4	3	7	6	5	6	4	6	4	1	2	5	3	5	7	9	6	6	9	4	6	4	4	3	4	3	170
	Y_{18} Lusenga	4	4	4	4	7	3	8	3	2	6	5	4	5	3	5	3	2	1	3	3	3	6	8	5	4	6	2	4	4	3	2	3	1	130
	Y_{19} Masanka	2	3	2	2	6	1	7	3	3	8	7	5	7	4	6	2	5	3	1	2	2	5	9	2	2	4	4	7	4	2	4	4	3	131
	Y_{20} Nkuluse	4	3	5	4	7	3	8	4	4	8	7	6	7	5	4	3	6	3	2	1	4	7	10	4	4	6	4	5	4	3	3	4	3	156
Kanshi	Y_{21} Kasai	4	5	4	4	7	3	5	2	2	9	7	4	6	4	5	3	5	3	2	4	1	4	8	2	2	3	3	7	4	2	4	5	3	136
	Y_{22} Kashala Bonzola	8	8	8	8	9	6	6	3	3	8	5	4	2	4	5	6	7	6	5	7	4	1	6	4	4	3	4	7	4	4	5	6	4	174
	Y_{23} Lubilanji	12	13	12	12	16	10	11	7	7	6	5	6	7	7	6	8	9	9	9	10	8	6	1	9	9	8	6	7	6	7	7	7	7	269
	Y_{24} Makasi	4	5	3	3	5	3	4	3	3	10	7	5	6	5	6	4	6	5	2	4	2	4	9	1	1	2	5	8	5	3	6	6	4	149
	Y_{25} Mudiba	3	4	2	2	5	2	5	3	3	10	7	5	7	4	6	3	6	4	2	4	2	4	9	1	1	3	4	8	5	2	5	6	3	140
	Y_{26} Tshikisha	6	7	5	6	7	5	4	4	5	11	7	6	7	6	6	6	9	6	4	6	3	3	8	2	3	1	5	10	6	5	7	7	5	188
Muya	Y_{27} Tshilwabwa	6	6	6	5	8	5	8	2	2	6	4	2	4	2	4	3	4	2	4	4	3	4	6	5	4	5	1	4	1	2	2	3	2	129
	Y_{28} Tshiminyi	10	9	10	10	11	7	12	6	5	5	6	5	7	6	8	6	6	4	7	5	7	7	7	8	8	10	4	1	4	6	3	2	4	217
	Y_{29} Kajiba	6	6	6	6	8	5	9	3	2	5	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5	5	6	1	4	1	2	2	2	1	136
	Y_{30} Kansele	4	5	4	4	6	3	7	2	2	7	5	3	4	2	5	1	4	3	2	3	2	4	7	3	2	5	2	6	2	1	3	4	1	118
	Y_{31} Muluma Musulu	5	6	6	6	8	4	10	4	4	6	4	4	5	4	5	4	3	2	4	3	4	5	7	6	5	7	2	3	2	3	1	1	1	144
	Y_{32} Ngombe Ngole	5	7	7	6	9	5	10	4	4	5	4	5	6	4	5	5	4	3	4	4	5	6	7	6	6	7	3	2	2	4	1	1	2	158
	Y_{33} Nkonga	5	5	5	4	8	4	8	2	2	7	5	3	4	2	4	3	3	1	3	3	3	4	7	4	3	5	2	4	1	1	1	2	1	119
	A (G)j	166	202	172	169	260	143	250	125	119	254	191	146	178	137	175	134	170	130	131	156	136	174	269	149	140	188	129	217	136	118	144	158	119	5485

Source : Nos Calculs

Tableau 2 : Matrice d'accessibilité potentielle

	P_i/d_ij	Y01	Y02	Y03	Y04	Y05	Y06	Y07	Y08	Y09	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24	Y25	Y26	Y27	Y28	Y29	Y30	Y31	Y32	Y33	A(P)i
Bipemba	Y01 Kbwatshia	454	3134	1360	2202	3362	1865	1776	158	1448	1026	1619	376	1247	1677	268	704	521	397	3278	791	534	182	197	1024	2049	317	805	938	765	1047	803	420	652	37396
	Y02 Kanialenge	454	3134	680	1101	1261	1243	1184	113	1034	790	1296	282	970	1398	238	528	521	397	2185	1055	427	182	182	819	1537	271	805	1042	765	837	670	300	652	28353
	Y03 Kalundu	227	784	2719	1101	2521	1865	1776	158	1810	933	1619	376	1247	1677	307	704	434	397	3278	633	534	182	197	1365	3074	380	805	938	765	1047	670	300	652	35475
	Y04 Lubwebwe	454	1567	1360	2202	2521	3729	1522	158	1448	855	1619	376	1091	1677	307	704	434	397	3278	791	534	182	197	1365	3074	317	966	938	765	1047	670	350	816	37711
	Y05 Makala	151	392	680	551	10085	622	1184	88	804	733	1080	226	873	932	215	352	289	227	1093	452	305	161	148	819	1230	271	604	853	574	698	502	233	408	27835
	Y06 De la Mission	227	1045	1360	2202	1681	3729	1776	197	1810	1140	1851	452	1455	1677	307	1057	651	529	6555	1055	712	242	236	1365	3074	380	966	1340	918	1396	1004	420	816	43625
	Y07 Mulekelayi	76	348	453	315	1121	622	10653	132	1206	790	1296	282	1091	1048	238	302	289	199	936	396	427	242	215	1024	1230	475	604	782	510	598	402	210	408	28920
Dibindi	Y08 Bonzola	91	448	544	440	1121	932	1776	789	7238	1466	3239	1129	2909	4193	715	1057	651	529	2185	791	1068	484	337	1365	2049	475	2416	1563	1530	2094	1004	525	1631	48784
	Y09 Dipumba	91	448	680	440	1121	932	1776	789	7238	1711	3239	1129	2909	8385	715	1057	868	794	2185	791	1068	484	337	1365	2049	380	2416	1876	2296	2094	1004	525	1631	54823
	Y10 Kabongo	45	241	247	184	720	414	819	118	1206	10264	2591	452	1455	1398	429	302	372	265	819	396	237	182	393	410	615	173	805	1876	918	598	670	420	466	30495
	Y11 Kasavubu	57	313	340	275	840	533	1065	197	1810	2053	12955	1129	2182	2096	715	352	434	318	936	452	305	291	472	585	878	271	1208	1563	1148	837	1004	525	652	38791
	Y12 Mikala	76	392	453	367	1009	746	1332	395	3619	2053	6476	2258	4364	4193	1073	528	521	397	1311	528	534	363	393	819	1230	317	2416	1876	1530	1396	1004	420	1087	45476
	Y13 Miniola	65	348	388	275	1009	622	1332	263	2413	1711	3239	1129	8728	2795	1073	423	434	318	936	452	356	727	337	683	878	271	1208	1340	1148	1047	803	350	816	37917
	Y14 Monzo	91	522	544	440	1121	746	1332	395	7238	1711	3239	1129	2909	8385	715	704	651	529	1639	633	534	363	337	819	1537	317	2416	1340	2296	2094	1004	525	1631	49886
	Y15 Tshiya	57	348	388	315	1009	533	1184	263	2413	2053	4318	1129	4364	2795	2146	423	434	318	1093	452	427	291	393	683	1025	317	1208	1563	1148	837	803	420	816	35966
Diulu	Y16 Bubanji	151	784	906	734	1681	1865	1522	395	3619	1466	2159	565	1746	2795	429	2113	651	529	3278	791	712	242	295	1024	2049	317	1610	1173	1148	4187	1004	420	1087	43447
	Y17 Dipa	91	627	453	367	1121	932	1184	197	2413	1466	2159	452	1455	2096	358	528	2604	794	1311	1055	427	208	262	683	1025	211	1208	1563	1148	1047	1339	525	1087	32396
	Y18 Lusenga	114	784	680	551	1441	1243	1332	263	3619	1711	2591	565	1746	2795	429	704	1302	1588	2185	1055	712	242	295	819	1537	317	2416	2345	1148	1396	2009	700	1262	43896
	Y19 Masanka	227	1045	1360	1101	1681	3729	1522	263	2413	1883	1851	452	1247	2096	358	1057	521	529	6555	1883	1068	291	262	2048	3074	475	1208	1340	1148	2094	1004	525	1087	46497
	Y20 Nkuluse	114	1045	544	551	1441	1243	1332	197	1810	1283	1851	376	1247	1677	307	528	868	529	3278	3165	534	208	236	1024	1537	317	1208	1876	1148	1396	1339	525	1087	35821
Kanshi	Y21 Kasai	114	627	680	551	1441	1243	2131	395	3619	1140	1851	565	1455	2096	429	704	521	529	3278	791	2136	363	295	2048	3074	633	1610	1340	1148	2094	1004	420	1087	41412
	Y22 Kashala Bonsola	57	392	340	275	1121	622	1776	263	2413	1283	2591	565	4364	2096	429	352	372	265	1311	452	534	1453	394	1024	1537	633	1208	1340	1148	1047	803	350	816	33625
	Y23 Lubilanji	38	241	227	184	630	373	968	113	1094	1711	2591	376	1247	1198	358	264	289	199	728	317	267	242	2360	455	683	238	805	1340	765	598	574	300	466	22179
	Y24 Makassi	114	627	906	734	2017	1243	2663	263	2413	1026	1851	452	1455	1677	358	528	434	318	3278	791	1068	363	262	4096	6148	950	966	1173	918	1396	670	350	816	42324
	Y25 Mudiba	151	784	1360	1101	2017	1865	2131	263	2413	1026	1851	452	1247	2096	358	704	434	397	3278	791	1068	363	262	4096	6148	633	1208	1173	918	2094	803	350	1087	44922
	Y26 Tshisha	76	448	544	367	1441	746	2663	197	1448	933	1851	376	1247	1398	358	352	289	265	1639	528	712	484	295	2048	2049	1900	966	938	765	837	574	300	652	29686
Muya	Y27 Tshibwabwa	76	522	453	440	1261	746	1332	395	3619	1711	3239	1129	2182	4193	537	704	651	794	1639	791	712	363	393	819	1537	380	4831	2345	4591	2094	2009	700	1631	48819
	Y28 Tshimanyi	45	348	272	220	917	533	888	132	1448	2053	2159	452	1247	1198	358	264	434	397	936	633	305	208	337	512	769	190	1208	9380	1148	698	1339	1050	816	32894
	Y29 Kajiba	76	522	453	367	1261	746	1184	263	3619	2053	3239	753	2182	4193	537	528	651	397	1639	791	534	363	393	819	1230	317	4831	2345	4591	2094	2009	1050	3262	49292
	Y30 Kanselo	114	627	680	551	1681	1243	1522	395	3619	1466	2591	753	2182	4193	429	2113	651	529	3278	1055	1068	363	337	1365	3074	380	2416	1563	2296	4187	1339	525	3262	51847
	Y31 Muluma Musulu	91	522	453	367	1261	932	1065	197	1810	1711	3239	565	1746	2096	429	528	868	794	1639	1055	534	291	337	683	1230	271	2416	3127	2296	1396	4017	2100	3262	43328
	Y32 Ngomba Ngole	91	448	388	367	1121	746	1065	197	1810	2053	3239	452	1455	2096	429	423	651	529	1639	791	427	242	337	683	1025	271	1610	4690	2296	1047	4017	2100	1631	40366
	Y33 Nsonga	91	627	544	551	1261	932	1332	395	3619	1466	2591	753	2182	4193	537	704	868	1588	2185	1055	712	363	337	1024	2049	380	2416	2345	4591	4187	4017	1050	3262	54207
	A(P)j	4447	24484	23439	21789	55297	40115	58099	8991	89493	56130	93170	21907	69426	88508	16888	22295	20563	16981	74781	27158	21530	11210	12059	39780	65304	13745	53789	61224	50287	51556	41887	19283	41794	

Sources : Tableau 1 et 3ème colonne du tableau 3

Tableau 3 : Infrastructures scolaires et aménagements au regard des normes de l'UNESCO

Communes	Quartier		Population scolaire	Nombre d'écoles existantes	Nbre d'écoles selon l'UNESCO	Déficit d'écoles	Excédent d'écoles
Bipemba	Y_{01}	Kabwatshia	454	2	1	0	1
	Y_{02}	Kankelenge	3134	8	6	0	2
	Y_{03}	Kalundu	2719	6	6	0	0
	Y_{04}	Lubwebwe	2202	2	5	3	0
	Y_{05}	Makala	10085	19	21	2	0
	Y_{06}	De la Mission	3729	9	8	0	1
	Y_{07}	Mulekelayi	10653	17	22	5	0
Dibindi	Y_{08}	Bonzola	789	3	2	0	1
	Y_{09}	Dipumba	7238	6	15	9	0
	Y_{10}	Kabongo	10264	21	21	0	0
	Y_{11}	Kasavubu	12955	21	27	6	0
	Y_{12}	Mikela	2258	5	5	0	0
	Y_{13}	Minkoka	8728	22	18	0	4
	Y_{14}	Monzo	8385	7	17	10	0
	Y_{15}	Tshiya	2146	6	4	0	2
Diulu	Y_{16}	Bubanji	2113	6	4	0	2
	Y_{17}	Dipa	2604	8	5	0	3
	Y_{18}	Lusenga	1588	5	3	0	2
	Y_{19}	Masanka	6555	17	14	0	3
	Y_{20}	Nkuluse	3165	7	7	0	0
Kanshi	Y_{21}	Kasaï	2136	5	4	0	1
	Y_{22}	Kashala Bonzola	1453	10	3	0	7
	Y_{23}	Lubilanji	2360	13	5	0	8
	Y_{24}	Makasi	4096	8	8	0	0
	Y_{25}	Mudiba	6148	7	13	6	0
	Y_{26}	Tshikisha	1900	9	4	0	5
Muya	Y_{27}	Tshibwabwa	4831	8	10	2	0
	Y_{28}	Tshiminyi	9380	10	19	9	0
	Y_{29}	Kajiba	4591	5	10	5	0
	Y_{30}	Kansele	4187	11	9	0	2
	Y_{31}	Muluma Musulu	4017	5	8	3	0
	Y_{32}	Ngomba Ngole	2100	6	4	2	0
	Y_{33}	Nkonga	3262	9	7	0	2
						62	46

Source: Division de l'EPSP Mbujimayi I et II (2013-2014) + nos calculs

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 170-186
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Performances agro-économiques de la micro-dose d'engrais sur les cultures associées en zone cotonnière de l'Ouest du Burkina Faso

[Agro- economic performance of the micro- dose fertilizer on intercropping in the cotton belt of western Burkina Faso]

Kalifa COULIBALY[1-2], Mahamadou KOUTOU[2], Amadou M. DIALLO[2], and Mamadou SANGARE[2]

[1]Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol (LERF),
Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB),
01 B.P. 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

[2]Unité de Recherche sur les Productions Animales (URPAN),
Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Sub-humide (CIRDES),
01 B.P. 454 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

Copyright © 2017 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: Agro- economic performance of the micro- dose fertilizer on intercropping in the cotton belt of western Burkina Faso.

The cotton zone of Western Burkina Faso, is characterized by a reduction of land reserves and soil fertility. Innovations techniques from hybridization of scientific and local knowledge have been tested in this zone. This paper describes the approach and gives experimental results on the diversity of cultural practices between the maize-mucuna and the maize-pigeon pea association and the effects of using micro-dose of fertilizer on the agronomic and economic performance of the two type of crop association. The study was conducted in 2012 with 36 farmers in two villages of the municipality of Koumbia (Burkina Faso). Mineral fertilizers were applied on the maize associated according to the conventional requirements (150 kg ha^{-1} NPK and 50 kg ha^{-1} urea) and micro-dose (75 kg ha^{-1} of NPK and 50 kg ha^{-1} urea). The results show that the time of planting, crop densities and the residual effects of previous crops are the factors of variation in associating maize-mucuna and maize-pigeon pea. It has been also noted that the micro-dose induces a non-significant increase in grain yield of maize 4 and 11% respectively for the maize-pigeon pea and maize-mucuna, compared to a broadcast application. Economic performance and the work time between micro-dose and broadcast application are not significantly different ($p < 0.05$). In a context of scarcity of agricultural land, the results of this study show that the maize-legume associations allow a diversification of production on the same unit area and ensure food and forage safety.

KEYWORDS: localized fertilizer input, maize and legume intercropping, crop diversification, on-farm research.

RÉSUMÉ: La zone cotonnière Ouest du Burkina Faso est marquée par une diminution des réserves en terres et de la fertilité des sols. Une expérimentation sur des innovations techniques à partir d'une combinaison des savoirs scientifiques et locaux, a été menée dans cette zone. Le présent papier décrit la démarche d'expérimentation et donne les résultats sur la diversité des pratiques culturales d'association maïs-Mucuna et maïs-pois d'Angole ainsi que l'effet de la micro-dose d'engrais sur les performances agronomiques et économiques des cultures associées. L'étude a été menée en 2012 avec 36 paysans dans 2 villages de la commune de Koumbia (Burkina Faso). Les engrais minéraux ont été appliqués sur le maïs associé suivant la dose paysanne et à la volée (150 kg ha^{-1} de NPK et 50 kg ha^{-1} d'urée) et la micro-dose (75 kg ha^{-1} de NPK et 50 kg ha^{-1} d'urée). Les résultats montrent que les délais de semis, les densités de cultures et l'arrière effet des précédents culturaux sont des facteurs de variabilité de production des cultures associées. On note aussi que la micro-dose localisée induit une

augmentation non significative des rendements en grain de maïs de 4 et 11 % respectivement pour l'association maïs-pois d'Angole et maïs-mucuna, par rapport à une application à la volée. Les performances économiques et les temps de travaux entre la micro-dose et l'apport à la volée ne sont pas différentes de façon significative (au seuil de 5 %). Dans un contexte de rareté de l'espace agricole, les résultats obtenus montrent que les associations céréales/légumineuses permettent une diversification des productions sur une même unité de surface et assurer une sécurité alimentaire et fourragère.

MOTS-CLEFS: Apport localisé d'engrais, association maïs-légumineuse, diversification des cultures, recherche en milieu paysan.

1 INTRODUCTION

Dans l'Ouest du Burkina Faso, les systèmes de production sont caractérisés par une prédominance des systèmes mixtes agriculture-élevage. Ces systèmes sont confrontés à une variabilité des précipitations et à un environnement économique précaire. La forte croissance démographique et l'augmentation de la densité animale au cours des dernières décennies ont entraîné une pression croissante sur les espaces et les ressources. On assiste à une exploitation continue et minière des parcelles conduisant à une baisse remarquable de la fertilité des terres cultivées [1], [2]. La solution à cette dégradation de la fertilité et à la baisse subséquente des rendements agricoles a été dans la plupart des cas l'utilisation quasi exclusive des engrais minéraux importés à des coûts de revient de plus en plus insupportables par les exploitations agricoles. Face à la densité animale élevée par rapport à la capacité de charge des pâturages, les éleveurs préfèrent envoyer tout ou partie de leur troupeau bovin en transhumance presque chaque année pour environ 6 mois vers le sud du pays et/ou dans les pays voisins [3].

Pour assurer de façon durable une sécurité alimentaire des populations et une sécurité fourragère du cheptel dans un tel contexte, il convient de promouvoir des systèmes plus productifs, flexibles, basés sur l'intégration des productions végétales et animales au sein des exploitations. C'est dans cette optique que les travaux ont été entrepris depuis 2008 dans la province du Tuy par notre équipe de recherche, pour co-construire avec les paysans, des innovations agropastorales contribuant à l'amélioration de la viabilité et de la durabilité de leurs exploitations [4].

L'une des options est l'insertion des légumineuses dans les systèmes de culture de la zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. Coulibaly *et al.* [5] ont montré que les associations maïs-niébé et maïs-mucuna permettent de produire plus de fourrage et de faire des économies d'espace par rapport aux cultures pures de maïs et de légumineuses. La restitution de ces résultats aux agriculteurs a conduit à la co-construction de nouvelles innovations visant à améliorer la production fourragère à partir des cultures associées et à valoriser les interactions entre les systèmes d'élevage et les systèmes de cultures dans le cadre du « ***projet intensification agroecologique*** **(iAE)»** financé par le CORAF/WECARD. L'objectif du présent papier est de montrer (i) la diversité des pratiques culturales d'association maïs-mucuna et maïs-pois d'Angole et (ii) l'effet de la micro-dose d'engrais localisée sur les performances agronomiques et économiques de ces cultures associées en situation réelle de culture. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé les données d'une année de campagne issues d'une expérimentation conduite chez et par le paysan (ECPP).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été conduite dans les villages de Koumbia et Gombélédougou situés dans la province du Tuy à l'Ouest du Burkina Faso (Figure 1). Ces villages relèvent de la commune de Koumbia (12°42'20" N ; *4°24'01" S; altitude moyenne* 290 m) qui est soumise à un climat soudanien avec une pluviométrie située entre 800 et 1100 mm par an. Gombélédougou est à 18 km de Koumbia qui est à 67 km de Bobo-dioulasso sur la route nationale n°1. La commune de Koumbia se caractérise par un relief relativement plat, une emprise agricole très élevée (52 % des terres sont mises en culture), une forte densité animale (22 UBT[1] km^{-2}) et une forte pression humaine (38 habitants km^{-2}). On note également que 30 % des terres sont occupées par des forêts classées [3]. Le coton est la principale culture de la zone, il est suivi par le maïs. Les légumineuses occupent une

[1] *Unité de Bovin tropical*

place marginale. L'élevage est l'une des principales activités de la zone et représente, après l'agriculture, la seconde source de revenu pour les paysans.

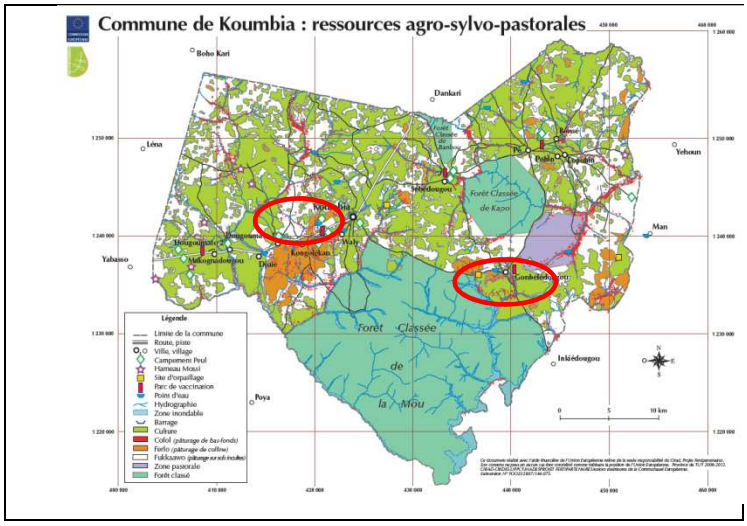


Figure 1: Zone d'étude (commune de Koumbia)

Sites d'étude

2.2 DÉMARCHE GÉNÉRALE DE L'EXPÉRIMENTATION CHEZ ET PAR LES PAYSANS (ECPP)

L'expérimentation chez et par les paysans (ECPP) s'intègre dans une démarche de recherche action en partenariat (RAP) qui est mobilisée pour des études de co-construction de l'innovation dans d'autres contextes [6], [7], [8]. Selon [6], la RAP est née de la rencontre entre une intention de recherche et une volonté de changement exprimée de la part des acteurs de terrain. Notre approche s'est appuyée sur des cadres de concertation villageois (CCV) mis en place lors de nos travaux antérieurs [4]. Elle s'est déroulée suivant trois phases (Figure 2) : (i) la phase de diagnostic (problématisation des situations), (ii) la phase de recherche de solutions (voyage d'étude, sessions de formations, visites commentées) et (iii) la phase de l'expérimentation chez et par les paysans qui se divise en trois étapes qui sont l'élaboration de protocoles et de cahiers de charges, l'exécution et l'évaluation de l'expérimentation. Les CCV ont servi de cadre de discussions, d'enrôlement et de mobilisation des paysans. Au total, 36 producteurs ont été mobilisés dans les 2 villages pour mettre en œuvre les expérimentations en 2012. Le présent papier traite principalement de la 3ème phase d'expérimentation chez et par les paysans (ECPP). Durant les étapes de cette phase, les agriculteurs ont participé activement :

- dans le choix des cultures : un panel de céréales (maïs, sorgho, mil) et légumineuses (niébé, mucuna, pois d'Angole, arachide, dolique) avaient été identifiées. Le choix des agriculteurs a porté sur le maïs parce qu'il est leur principale céréale et sur le mucuna parce qu'il produit beaucoup de fourrage. Le choix du pois d'Angole s'est justifié par le fait que les agriculteurs avaient l'intention de tester une nouvelle culture dans leur zone ;
- dans le mode d'insertion des légumineuses : les associations ont été retenues parce que les agriculteurs ont posé le problème de manque d'espace pour consacrer des superficies à la culture pure de légumineuses ;
- dans la mise en œuvre des essais : toutes les opérations culturales (du labour jusqu'à la récolte) ont été assurées par les producteurs expérimentateurs ;
- dans la collecte des données : les producteurs expérimentateurs avaient des fiches traduites en langue locale pour enregistrer les dates de réalisation des opérations culturales, les temps mis et le nombre de personnes par opération ;
- dans la validation des résultats : ces résultats ont été présentés lors d'une assemblée générale du CCV dans un langage simple. La diversité enregistrée dans la mise en œuvre de l'itinéraire technique a été discutée et validée ainsi que les facteurs qui ont influencé les rendements.

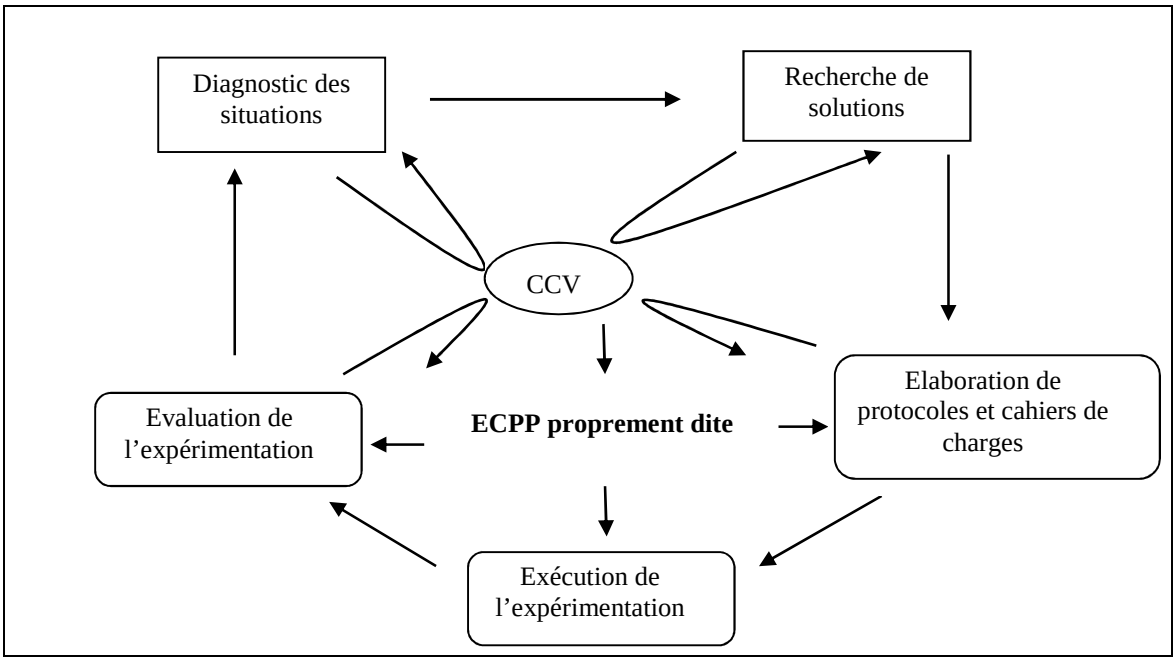


Figure 2 : Démarche de l'expérimentation chez et par les paysans (ECPP)

Légende :



2.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL : CO-CONSTRUCTION DE L'ITINÉRAIRE TECHNIQUE

Le dispositif expérimental considère chaque producteur-expérimentateur comme une répétition de l'essai, qui était composé de quatre parcelles contiguës chez chaque producteur sur des superficies de 1 250 m^2 chacune. Les traitements suivants ont été testés chez chaque producteur :

- ✓ Traitement 1: MMdP = maïs-mucuna + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast),
- ✓ Traitement 2 : MMmD = maïs-mucuna + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application localisée et en micro-dose (1,2 g + 0,8 g $poquet^{-1}$),
- ✓ Traitement 3 : MPAdP = maïs-pois d'Angole + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast),
- ✓ Traitement 4 : MPAmD = maïs-pois d'Angole + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application localisée et en micro-dose (1,2 g + 0,8 g $poquet^{-1}$).

L'itinéraire technique co-conçu pour les essais est présenté dans l'encadré 1. L'itinéraire technique du maïs est celui observé utilisé par les agriculteurs dans leur zone. Ils ont jugé bon de le maintenir sans changement. Les discussions ont porté sur les délais d'insertion du mucuna et du pois d'Angole dans le maïs et les modalités d'application de l'engrais. Pour les légumineuses, les agriculteurs ont voulu que le mucuna, qu'ils connaissent en culture pure, soit inséré après l'apport d'urée parce que c'est une culture envahissante qui risque d'étouffer le maïs s'il est inséré très tôt. Pour le pois d'Angole, c'est la recherche qui a milité pour son insertion le même jour que le maïs du fait de sa photopériodicité. Il avait été proposé d'élaguer les plants de pois d'Angole si toutefois, les paysans notaient un envahissement du maïs. Concernant les modalités d'apport d'engrais, c'est la recherche qui a introduit la notion de micro-dose pour répondre à une préoccupation des agriculteurs qui est la cherté des engrais. Les discussions ont permis de réduire la quantité du complexe NPK de moitié comparativement à la pratique des agriculteurs (traitements 1 et 3), pour les traitements 2 et 4 (avec micro-dose) et son apport a été localisé. La pratique actuelle dans la zone d'étude est à l'apport à la volée.

ENCADRÉ 1: ITINÉRAIRE TECHNIQUE CO-CONÇU

Labourer les parcelles dès les 1ères pluies utiles
Semer le maïs aux écartements suivants :
- *Inter-ligne 80 cm*
- *Inter-poquet 40 cm (2 graines par poquet)*

Semer les légumineuses sur la même ligne que le maïs
Semer le pois d'Angole le même jour que le maïs (après chaque 2 poquets de maïs)
Semer le mucuna 40 jours après le maïs (après chaque 2 poquets de maïs)
Appliquer l'herbicide total (Round up) sur toutes les parcelles (1 l ha^{-1})
Sarcler à la houe manga et désherber manuellement 15 à 20 jours après le semis
Appliquer le complexe NPK 15 jours après semis du maïs et l'urée 35 jours après semis du maïs:
- *Dose paysanne et épandage à la volée sur les traitements 1 et 3*
- *Micro-dose localisée sur les traitements 2 et 4*

Récolter le maïs, le mucuna et le pois d'Angole après les mesures de rendement
Faire des bottes de fourrages avec les tiges de maïs et les fanes de légumineuses

Les semences de *Mucuna deeringiana,* ont été fournies par les producteurs impliqués dans un projet conduit par notre structure de recherche Centre International de Recherche Développement sur l'Elevage en zone Sub-humide (CIRDES). Les semences de maïs (*Zea mays*), variété SR 21, et les semences de pois d'Angole (*Cajanus cajan (L.))* ont été fournies par l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) basé au Burkina Faso. Le *Mucuna* est une légumineuse connue par les paysans à travers nos actions antérieures, mais le pois d'Angole est une légumineuse qui est à sa première année d'introduction par notre structure de recherche.

2.4 COLLECTE DE DONNÉES

Des suivis ont été faits au cours du cycle pour collecter les données et les mesures de rendement ont été effectuées sur des placettes (quatre placettes par parcelle) de 12 m^2 de façon aléatoire.

Les variables agronomiques ont été déterminées par enquête (âge de mise en culture de la parcelle, arrière effet des trois dernières années) et par mesure (rendements). L'arrière effet des trois années antérieures a été obtenu à partir des données sur les précédents culturaux qui ont permis d'estimer grossièrement l'effet précédent lié à la fertilisation minérale avec des engrais complexes selon l'application ou non jusqu'à trois années en arrière. L'effet est dégressif selon les années avec une valeur de 1 en cas d'application l'année précédente, une valeur de 0,66 deux ans auparavant et une valeur de 0,33 trois ans auparavant.

2.5 VARIABLES CALCULÉES

Les produits bruts par hectare ont été obtenus en affectant une valeur aux produits du maïs (grain et fourrage) et du mucuna et pois d'Angole (fourrage) sur la base des prix moyens du marché local (125 FCFA[2] kg^{-1} pour le maïs grain), après enquête auprès des producteurs (50 FCFA kg^{-1} pour les fanes de pois d'Angole ou de mucuna et 5 FCFA kg^{-1} pour les pailles de maïs).

Les charges brutes par hectare ont été obtenues en sommant les charges élémentaires d'intrants (semences, herbicides) et de travail. Le tarif généralement pratiqué dans la zone d'étude pour le temps de travail a été utilisé (soit 750 FCFA pour 1 HJ).

La marge brute par hectare représente la valeur de la production par hectare diminuée des charges brutes et la marge brute par journée de travail est le rapport de la marge brute par hectare et le nombre de jours de travail [9].

[2] *Franc de la Communauté Financière Africaine*

Nous avons considéré qu'une journée de travail correspondait à 6 heures de travail au regard des pratiques dans la zone. Le temps de travail (J ha^{-1}) par opération est obtenu en faisant le calcul suivant : (temps passé en minutes * nombre de personnes * 10 000/superficie de la parcelle)/360. Le temps total est obtenu en sommant les temps de travail de toutes les opérations.

2.6 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

La méthode d'analyse multi-variée a été utilisée du fait qu'il y a une diversité de pratiques culturales dans les expérimentations en milieu paysan. Une analyse en composantes principales (ACP) a d'abord été effectuée sur l'ensemble des données des traitements maïs-mucuna + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (MMmD) et maïs-pois d'Angole + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (MPAmD) [10]. Une classification ascendante hiérarchique (CAH) qui a ensuite été réalisée à partir du tableau des coordonnées des observations sur les axes factoriels obtenus de l'ACP, a permis de déterminer des sous-populations [11]. Une analyse factorielle discriminante (AFD) utilisée sur l'ensemble des variables, a permis de valider les sous-populations retenues [12]. Les analyses de variance (ANOVA) ont permis de comparer les sous populations identifiées à partir de la CAH ainsi que les traitements.

Pour les ACP, les variables économiques ont été considérées comme des variables supplémentaires. Les variables liées à l'âge de mise en culture de la parcelle, au précédent cultural, aux itinéraires techniques et aux rendements ont été retenues comme des variables actives. Pour les ANOVA, le test de Newman et Keuls a permis de comparer les moyennes au seuil de 5%. Le logiciel XLSTAT 2012, a été utilisé.

3 RÉSULTATS

3.1 DIVERSITÉ DES PRATIQUES DE PRODUCTION DES ASSOCIATIONS MAÏS-MUCUNA

Les résultats de l'ACP montrent que le rendement en grain du maïs est positivement corrélé au précédent cultural et à la densité de peuplement de maïs, mais est négativement corrélé à la date de semis (Tableau 1). Le rendement en tige du maïs est positivement corrélé à la densité de peuplement de maïs. On note également que le rendement fane du mucuna est corrélé positivement à la densité du mucuna.

Tableau 1: Matrice de corrélation (issue de l'analyse en composantes principales) entre les conditions de productions, les caractéristiques des exploitations, les itinéraires techniques et les rendements des cultures associées maïs-mucuna

Variables	Age champ	Arrière effet	Ecart 1er semis	Sem M-NPK	Sem M-Urée	Sem-Sarc	Sem M-Muc	Densité M	Densité Muc	Tps travail	Rdt Maïs grain	Rdt Maïs tige	Rdt Muc fane	MB/JT	Rtd tige + fane	CB	PB	MB
Age champ (an)	**1**																	
Arrière effet 3 ans	0,106	**1**																
Ecart 1er semis	-0,285	**-0,417**	**1**															
Sem M-NPK	0,078	0,171	-0,081	**1**														
Sem M-Urée	**-0,366**	-0,153	0,269	0,002	**1**													
Sem-Sarc	-0,101	-0,188	0,147	-0,271	-0,022	**1**												
Sem M-Muc	-0,066	0,329	-0,263	0,297	0,159	**-0,447**	**1**											
Densité M	0,072	0,157	0,076	-0,031	-0,074	-0,005	0,156	**1**										
Densité Muc	0,036	-0,029	-0,048	-0,167	0,180	0,034	-0,011	-0,072	**1**									
Tps travail	-0,313	0,099	0,026	-0,046	0,008	0,082	-0,116	0,271	-0,091	**1**								
Rdt Maïs grain	0,061	**0,434**	**-0,455**	0,054	-0,244	0,164	0,237	**0,390**	-0,001	0,316	**1**							
Rdt Maïs tige	0,210	0,313	-0,251	-0,070	-0,162	-0,037	0,084	**0,592**	0,200	**0,332**	**0,608**	**1**						
Rdt Muc fane	-0,014	-0,087	-0,152	-0,198	0,230	0,217	-0,195	0,077	**0,765**	-0,033	0,048	0,216	**1**					
MB/JT	**0,333**	**0,367**	-0,290	0,069	-0,239	0,154	0,143	**0,437**	-0,078	-0,261	**0,654**	**0,478**	-0,035	**1**				
Rtd tige + fane	0,199	0,286	-0,263	-0,097	-0,120	-0,002	0,051	**0,578**	0,307	0,313	**0,588**	**0,989**	**0,359**	**0,452**	**1**			
CB	**-0,353**	0,157	-0,158	-0,108	-0,050	0,031	0,071	0,249	0,054	**0,848**	**0,455**	**0,380**	0,111	-0,200	**0,381**	**1**		
PB	0,066	**0,429**	**-0,461**	0,039	-0,230	0,170	0,223	**0,405**	0,049	0,317	**0,998**	**0,639**	0,110	**0,651**	**0,628**	**0,463**	**1**	
MB	0,253	**0,404**	**-0,440**	0,099	-0,235	0,176	0,215	**0,331**	0,028	-0,072	**0,895**	**0,528**	0,068	**0,836**	**0,515**	0,016	**0,894**	**1**

Légende : *Ecart 1er semis = nombre de jours entre la date du premier semis du maïs (21 juin) et les autres dates de semis (jours) ; Sem M-Muc = nombre de jours entre le semis du maïs et celui du mucuna ; Sem M-NPK = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport de NPK ; Sem M-Urée = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport d'urée ; Sem-Sarc = nombre de jours entre le semis et le sarclage ; Tps = temps (j ha^{-1}) ; Rdt = rendement (kg ha^{-1}) ;MB/JT = marge brute par journée de travail (FCFA J^{-1}) PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

**Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,0*

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis de regrouper les producteurs en 3 classes homogènes (C1, C2 et C3) suivant leurs pratiques culturales. L'analyse factorielle discriminante (AFD) a confirmé à 100 % les classes constituées (Figure 3). Les données du Tableau 2 montrent que la classe C1 (24 producteurs) est caractérisée par des parcelles dont l'âge de mise en culture est la plus faible (10 ans) et sur lesquelles les semis du maïs ont été réalisés le plus tardivement par rapport aux autres classes. La classe C2 (3 producteurs) se distingue par des parcelles dont l'âge de mise en culture est le plus élevé, un apport précoce d'urée, un sarclage tardif, une densité de maïs faible et une insertion précoce du mucuna (15 jours après le maïs contre 40 jours recommandés par l'itinéraire technique). Les individus de la classe C3 (9 producteurs) ont réalisé des semis les plus précoces sur des parcelles ayant un effet précédent cultural élevé. Ils ont observé une densité de peuplement de maïs plus élevée que celles des autres classes. On note que la classe C3 a obtenu les meilleurs rendements en maïs, aussi bien en grains qu'en tiges. On enregistre un produit brut, une marge brute et une marge brute par journée de travail significativement plus élevés (au seuil de 5 %) pour la classe C3. La charge brute est statistiquement similaire (au seuil de 5 %) pour les 3 classes.

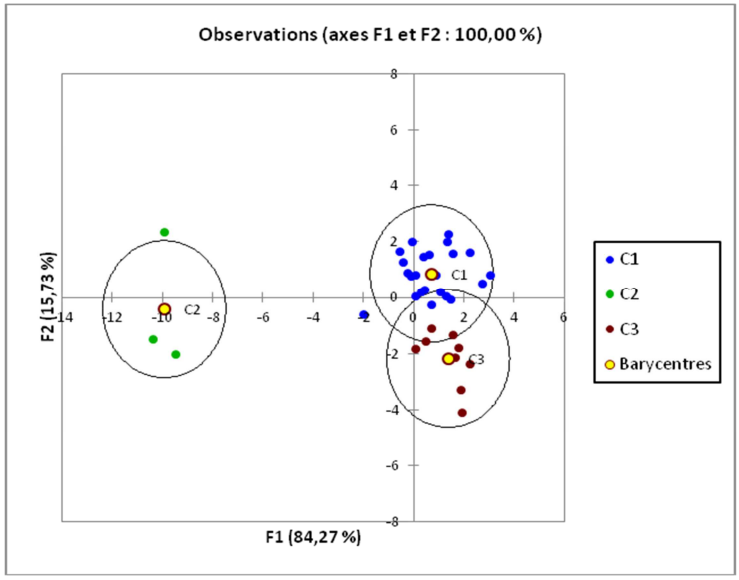


Figure 3: Projection des sous populations C1 (n = 24), C2 (n = 3) et C3 (n = 9) dans le plan formé par les axes de l'analyse factorielle discriminante (AFD) pour l'association maïs-mucuna

Tableau 2: Classification des producteurs suivant l'âge de mise en culture de la parcelle, l'arrière effet des précédents culturaux et la diversité des itinéraires techniques pour l'association maïs-mucuna

Classes	**C1 (n = 24)**	**C2 (n = 3)**	**C3 (n = 9)**	F	Pr > F	Significatif
Age champ (an)	10^{a} ± 1	19^{b} ± 2	14^{ab} ± 2	3,870	0,031	Oui
Arrière effet 3 ans	$0,87^{a}$ ± 0,14	$0,33^{a}$ ± 0,33	$1,58^{b}$ ± 0,21	5,432	0,009	Oui
Ecart 1er semis	23^{b} ± 1	19^{ab} ± 2	15^{a} ± 2	6,630	0,004	Oui
Sem M-NPK	18^{a} ± 1	15^{a} ± 1	18^{a} ± 1	0,968	0,390	Non
Sem M-Urée	46^{b} ± 2	31^{a} ± 8	42^{b} ± 2	5,318	0,010	Oui
Sem-Sarc	30^{a} ± 2	41^{a} ± 4	32^{a} ± 4	1,720	0,195	Non
Sem M-Muc	43^{b} ± 2	15^{a} ± 8	47^{b} ± 2	20,436	< 0,0001	Oui
Densité M	$32\ 326^{a}$ ± 1 269	$25\ 370^{a}$ ± 6 006	$38\ 704^{b}$ ± 2 233	5,345	0,010	Oui
Densité Muc	$8\ 565^{a}$ ± 1 276	$8\ 704^{a}$ ± 2 976	$9\ 321^{a}$ ± 1 647	0,054	0,948	Non
Tps travail	$68,73^{a}$ ± 6,59	$30,96^{a}$ ± 6,29	$63,38^{a}$ ± 13,19	1,712	0,196	Non
Rdt Maïs grain	$1\ 078,36^{a}$ ± 99,30	$958,91^{a}$ ± 519,54	$2\ 069,78^{b}$ ± 276,09	9,007	0,001	Oui
Rdt Maïs tige	$1\ 487,25^{a}$ ± 99,07	$1\ 432,17^{a}$ ± 604,40	$2\ 275,54^{b}$ ± 235,49	6,070	0,006	Oui
Rdt Muc fane	$147,71^{a}$ ± 20,08	$161,99^{a}$ ± 106,88	$187,04^{a}$ ± 36,78	0,431	0,653	Non
MB/JT	282^{a} ± 187	$1\ 147^{ab}$ ± 1 515	$2\ 764^{b}$ ± 477	13,473	< 0,0001	Oui
Rtd tige + fane	$1\ 634,96^{a}$ ± 103,76	$1\ 594,16^{a}$ ± 623,10	$2\ 462,58^{b}$ ± 247,40	6,089	0,006	Oui
CB	$136\ 645^{a}$ ± 8 186	$81\ 136^{a}$ ± 17 354	$136\ 895^{a}$ ± 15 463	2,502	0,097	Non
PB	$149\ 617^{a}$ ± 12 227	$135\ 124^{a}$ ± 67 529	$279\ 452^{b}$ ± 35 895	9,541	0,001	Oui
MB	$12\ 972^{a}$ ± 11 985	$53\ 988^{ab}$ ± 51 039	$142\ 557^{b}$ ± 25 386	12,843	< 0,0001	Oui

Légende : *Ecart 1er semis = nombre de jours entre la date du premier semis du maïs (21 juin) et les autres dates de semis (jours) ; Sem M-Muc = nombre de jours entre le semis du maïs et celui du mucuna ; Sem M-NPK = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport de NPK ; Sem M-Urée = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport d'urée ; Sem-Sarc = nombre de jours entre le semis et le sarclage ; Tps = temps (j ha^{-1}) ; Rdt = rendement (kg ha^{-1}) ;MB/JT = marge brute par journée de travail (FCFA J^{-1}) PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

3.2 EFFET DE LA MICRO-DOSE SUR LES PERFORMANCES AGRONOMIQUES ET ÉCONOMIQUES DES CULTURES ASSOCIÉES MAÏS-MUCUNA

Pour la classe C3 (9 producteurs) qui a obtenu les meilleures performances agronomiques et économiques pour le traitement avec micro-dose d'engrais, les résultats obtenus sur les temps de travaux, montrent qu'il n'y a pas de différence significative (au seuil de 5 %) entre le traitement 1 (MMdP) (58,92 ± 11,15 J ha^{-1}) et le traitement 2 (MMmD) (63,38 ± 13,19 J ha^{-1}) bien qu'on note une tendance à la hausse avec le traitement 2 (MMmD).

Les résultats sur les rendements du maïs et du mucuna montrent que la différence n'est pas significative au seuil de 5 % entre les traitements 1 et 2 (Figure 4). Toutefois, on observe une tendance à l'augmentation des rendements du maïs sur le traitement 2 par rapport au traitement 1. Les densités de maïs enregistrées sont de 37 562 et 38 704 pieds ha^{-1} respectivement pour les traitements 1 et 2. Ces densités sont inférieures à celle recommandé par l'itinéraire technique co-défini qui était de 62 500 pieds ha^{-1}.

On note que la charge brute a tendance à baisser sur le traitement 2 par rapport au traitement 1 bien qu'il n'y ait pas de différence significative au seuil de 5 % (Figure 5). La différence observée entre les produits bruts et les marges brutes des 2 traitements n'est pas significative au seuil de 5 %. Il en est de même pour la marge brute par journée de travail qui est de 2 290 ± 901 et 2 764 ± 477 FCFA J^{-1} respectivement pour les traitements 1 et 2.

Pour la classe C1, les résultats montrent qu'il y a une différence significative au seuil de 5 % entre les 2 traitements pour la marge brute par journée de travail, la charge brute et la marge brute (Tableau 3). Pour les autres variables, il n'y a pas de différence significative entre les traitements 2 et 1.

Pour la classe C2, les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les 2 traitements aussi bien pour les paramètres agronomiques qu'économiques (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet de la micro-dose sur les performances agronomiques et économiques des cultures associées maïs-mucuna pour les classes C1 et C2

Classe C1 (n = 24)					
Variables	**Traitement 1 (MM dP)**	**Traitement 2 (MM mD)**	**F**	**Pr > F**	**Significatif**
Densité Maïs	30 498^{a} ± 1331	32 326^{a} ± 1 269	0,989	0,325	Non
Densité Mucuna	9 155^{a} ± 995	8 565^{a} ± 1 276	0,133	0,717	Non
Tps travail	68,37^{a} ± 7,83	68,73^{a} ± 6,59	0,001	0,972	Non
Rdt Maïs grain	970,88^{a} ± 109,91	1 078,36^{a} ± 99,30	0,526	0,472	Non
Rdt Maïs tige	1 267,80^{a} ± 90,11	1 487,25^{a} ± 99,07	2,685	0,108	Non
Rdt Muc fane	171,78^{a} ± 22,67	147,71^{a} ± 20,08	0,632	0,431	Non
MB/JT	-402^{a} ± 209,16	282^{b} ± 187	5,950	0,019	Oui
Rtd tige + fane	1 439,57^{a} ± 85,34	1 634,96^{a} ± 103,76	2,115	0,153	Non
CB	163 152^{a} ± 10 086	136 645^{b} ± 8 186	4,164	0,047	Oui
PB	136 288^{a} ± 13 881	149 617^{a} ± 12 227	0,519	0,475	Non
MB	-26 864^{a} ± 13 920	12 972^{b} ± 11 985	4,703	0,035	Oui
Classe C2 (n = 3)					
Densité Maïs	28 796^{a} ± 245	25 370^{a} ± 6 006	0,325	0,599	Non
Densité Mucuna	6 944^{a} ± 1 850	8 704^{a} ± 2 976	0,252	0,642	Non
Tps travail	29,00^{a} ± 7,41	30,96^{a} ± 6,29	0,040	0,850	Non
Rdt Maïs grain	960,67^{a} ± 132,88	958,91^{a} ± 519,54	0,000	0,998	Non
Rdt Maïs tige	1 484,42^{a} ± 251,27	1 432,17^{a} ± 604,40	0,006	0,940	Non
Rdt Muc fane	102,05^{a} ± 23,74	161,99^{a} ± 106,88	0,300	0,613	Non
MB/JT	1 511^{a} ± 1 054	1 147^{a} ± 1 515	0,039	0,853	Non
Rtd tige + fane	1 586,47^{a} ± 254,64	1 594,16^{a} ± 623,10	0,000	0,991	Non
CB	101 838^{a} ± 20 013	81 136^{a} ± 17 354	0,611	0,478	Non
PB	132 609^{a} ± 16 968	135 124^{a} ± 67 529	0,001	0,973	Non
MB	30 771^{a} ± 14 499	53 988^{a} ± 51 039	0,191	0,684	Non

Légende : ***MMdP (traitement 1)*** *= maïs-mucunae + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast) ;* ***MMmD (traitement 2)*** *= maïs-mucuna + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (1,2 g + 0,8 g poquet^{-1}), Densité (pieds ha^{-1}) ; Tps = temps (j ha^{-1}) ; Rdt = rendement (kg ha^{-1}) ;MB/JT = marge brute par journée de travail (FCFA J^{-1}) PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

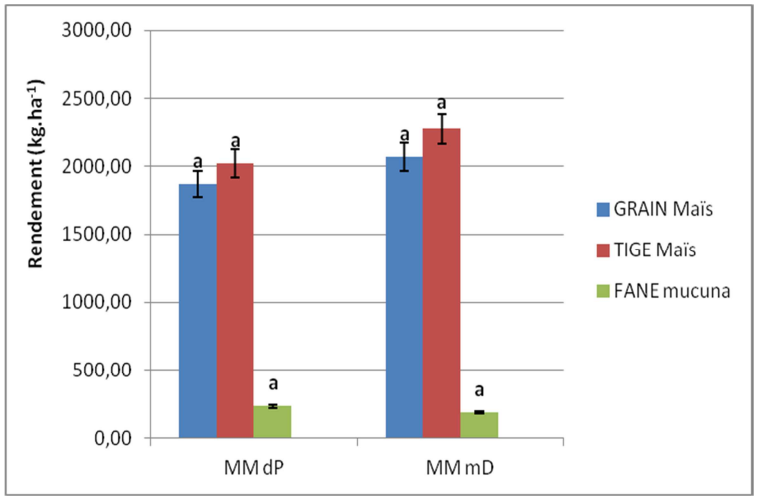


Figure 4: effet de la micro-dose sur les rendements des cultures associées maïs-mucuna pour la classe 3

MMdP (traitement 1) *= maïs-mucuna + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast) ;* ***MMmD (traitement 2)*** *= maïs-mucuna + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (1,2 g + 0,8 g poquet^{-1})*

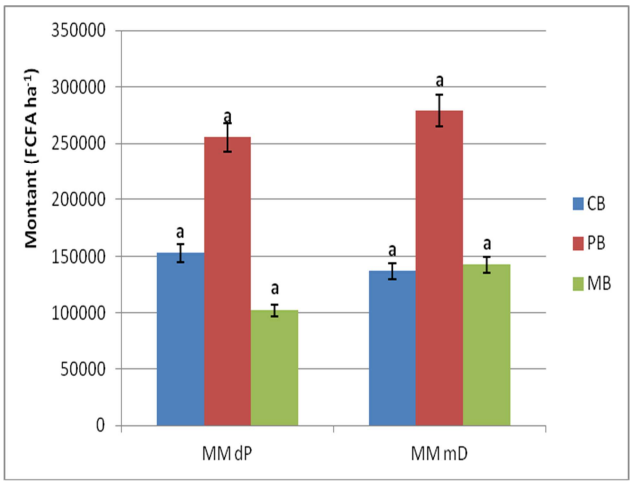


Figure 5: Effet de la micro-dose sur les performances économiques des cultures associées maïs-mucuna pour la classe 3

MMdP (traitement 1) *= maïs-mucuna + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast) ;* ***MMmD (traitement 2)*** *= maïs-mucuna + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (1,2 g + 0,8 g poquet^{-1}) ; PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

3.3 DIVERSITÉ DES PRATIQUES DE PRODUCTION DES ASSOCIATIONS MAÏS-POIS D'ANGOLE

Le Tableau 4 montre que les rendements (grain et tige) du maïs sont positivement corrélés à sa densité de peuplement. Le rendement en grain de maïs est négativement corrélé à la date de semis. On note également que le rendement fane du pois d'Angole est corrélé positivement à sa densité.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis de regrouper les producteurs en 3 classes homogènes (C1, C2 et C3) suivant leurs pratiques culturales. L'analyse factorielle discriminante (AFD) a confirmé à 100 % les classes constituées (Figure 6). Le Tableau 5 montre que la classe C1 (7 producteurs) est caractérisée par des parcelles dont l'âge de mise en culture est la plus faible et sur lesquelles les semis du maïs ont été réalisés les plus tardivement. Les producteurs de cette classe C1 ont enregistré le travail le plus élevé ainsi que la charge brute. La classe C2 (9 producteurs) se distingue par des densités de maïs et de pois d'Angole les plus faibles, un rendement en tige de maïs faible. Chez les expérimentateurs de la classe C3 (20 producteurs) on observe les densités de peuplement de maïs et de pois d'Angole les plus élevées. On note que la classe C3 a obtenu les meilleurs rendements en tiges de maïs et en fanes de pois d'Angole par rapport aux classes C1 et C2. La différence entre les rendements en grain de maïs n'est pas significative (au seuil de 5 %) entre les 3 classes. On enregistre un produit brut, une marge brute et une marge brute par journée de travail significativement plus élevés (au seuil de 5 %) pour la classe C3 comparée aux classes C1 et C2.

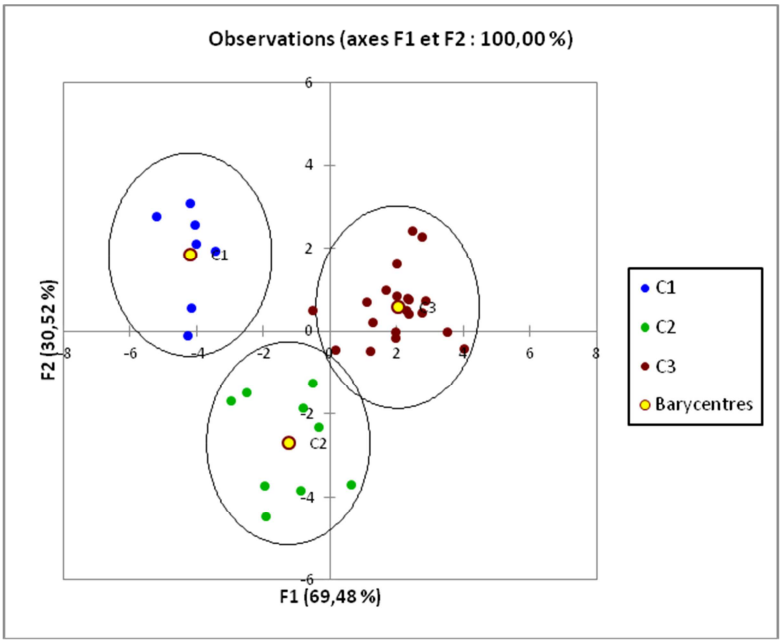


Figure 6: Projection des sous populations C1 (n = 7), C2 (n = 9) et C3 (n = 20) dans le plan formé par les axes de l'analyse factorielle discriminante (AFD) pour l'association maïs-pois d'Angole

Tableau 4: Matrice de corrélation (issue de l'analyse en composantes principales) entre les conditions de productions, les caractéristiques des exploitations, les itinéraires techniques et les rendements des cultures associées maïs-pois d'Angole

Variables	Age champ	Arrière effet	Ecart 1er semis	Sem M-NPK	Sem M-Urée	Sem-Sarc	Sem M-PA	Densité M	Densité PA	Tps travail	Rdt Maïs grain	Rdt Maïs tige	Rdt PA fane	MB/JT	Rtd tige + fane	CB	PB	MB
Age champ (an)	**1**																	
Arrière effet 3 ans	0,050	**1**																
Ecart 1er semis	-0,270	**-0,385**	**1**															
Sem M-NPK	0,067	0,232	-0,085	**1**														
Sem M-Urée	**-0,371**	-0,139	0,274	0,004	**1**													
Sem-Sarc	-0,079	-0,209	0,145	-0,288	-0,022	**1**												
Sem M-PA	0,119	-0,091	-0,027	0,123	-0,073	0,022	**1**											
Densité M	-0,019	0,216	-0,004	0,142	0,152	0,073	0,052	**1**										
Densité PA	0,072	0,112	0,114	-0,147	0,012	0,033	-0,204	**0,624**	**1**									
Tps travail	-0,227	0,022	0,071	0,001	-0,001	0,159	0,180	0,292	-0,016	**1**								
Rdt Maïs grain	-0,050	0,304	**-0,357**	-0,039	-0,036	0,162	0,183	**0,401**	0,135	0,315	**1**							
Rdt Maïs tige	0,074	0,290	-0,124	-0,053	-0,081	-0,042	0,144	**0,565**	**0,411**	**0,381**	**0,588**	**1**						
Rdt PA fane	0,070	0,211	0,000	-0,144	-0,007	-0,226	-0,219	**0,362**	**0,583**	-0,028	0,110	0,324	**1**					
MB/JT	0,155	0,291	-0,263	-0,113	0,025	-0,056	-0,041	**0,389**	**0,416**	-0,327	**0,516**	**0,357**	**0,426**	**1**				
Rtd tige + fane	0,089	0,305	-0,072	-0,124	-0,052	-0,171	-0,058	**0,563**	**0,616**	0,204	**0,414**	**0,792**	**0,834**	**0,483**	**1**			
CB	-0,282	0,011	-0,068	-0,009	-0,123	0,110	0,173	0,270	-0,013	**0,863**	**0,497**	**0,404**	0,007	-0,261	0,240	**1**		
PB	-0,010	**0,342**	-0,320	-0,091	-0,036	0,071	0,089	**0,495**	**0,330**	0,281	**0,937**	**0,655**	**0,449**	**0,609**	**0,672**	**0,457**	**1**	
MB	0,136	**0,378**	-0,324	-0,097	0,023	0,022	0,009	**0,416**	**0,378**	-0,136	**0,793**	**0,525**	**0,501**	**0,821**	**0,630**	-0,009	**0,885**	**1**

Légende : *Ecart 1er semis = nombre de jours entre la date du premier semis du maïs (21 juin) et les autres dates de semis (jours) ; Sem M-PA = nombre de jours entre le semis du maïs et celui du pois d'Angole ; Sem M-NPK = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport de NPK ; Sem M-Urée = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport d'urée ; Sem-Sarc = nombre de jours entre le semis et le sarclage ; Tps = temps (j ha^{-1}) ; Rdt = rendement (kg ha^{-1}) ;MB/JT = marge brute par journée de travail (FCFA J^{-1}) PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

**Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05*

Tableau 5 Classification des producteurs suivant l'âge de mise en culture de la parcelle, l'arrière effet des précédents culturaux et la diversité des itinéraires techniques pour l'association maïs-pois d'Angole

Classe	C1 (n = 7)	C2 (n = 9)	C3 (n = 20)	F	Pr > F	Significatif
Age champ (an)	$6^{a} \pm 2$	$14^{b} \pm 2$	$13^{b} \pm 1$	4,046	0,027	Oui
Arrière effet 3 ans	$0,62^{a} \pm 0,18$	$0,92^{a} \pm 0,28$	$1,16^{a} \pm 0,17$	1,468	0,245	Non
Ecart 1er semis	$28^{b} \pm 1$	$19^{a} \pm 3$	$20^{a} \pm 1$	5,905	0,006	Oui
Sem M-NPK	$18^{a} \pm 1$	$20^{a} \pm 2$	$17^{a} \pm 1$	2,430	0,104	Non
Sem M-Urée	$49^{a} \pm 4$	$38^{a} \pm 4$	$44^{a} \pm 1$	2,855	0,072	Non
Sem-Sarc	$39^{a} \pm 3$	$30^{a} \pm 3$	$29^{a} \pm 2$	2,972	0,065	Non
Sem M-PA	$7^{a} \pm 5$	$2^{a} \pm 1$	$1^{a} \pm 1$	2,384	0,108	Non
Densité M	$34\,206^{b} \pm 2\,035$	$27\,338^{a} \pm 2\,119$	$36\,264^{b} \pm 1\,018$	9,211	0,001	Oui
Densité PA	$12\,857^{ab} \pm 2\,501$	$10\,394^{a} \pm 1\,555$	$19\,042^{b} \pm 1\,747$	5,512	0,009	Oui
Tps travail	$97,92^{b} \pm 17,53$	$45,77^{a} \pm 4,38$	$54,71^{a} \pm 6,34$	6,927	0,003	Oui
Rdt Maïs grain	$1\,256,48^{a} \pm 320,22$	$842,40^{a} \pm 119,12$	$1\,337,82^{a} \pm 145,10$	1,923	0,162	Non
Rdt Maïs tige	$1\,516,32^{ab} \pm 161,75$	$1\,129,05^{a} \pm 123,51$	$1\,787,77^{b} \pm 132,36$	5,066	0,012	Oui
Rdt PA fane	$572,97^{a} \pm 110,79$	$677,50^{a} \pm 114,99$	$1\,429,25^{b} \pm 135,93$	11,071	0,000	Oui
Rtd tige + fane	$2\,089,29^{a} \pm 210,46$	$1\,806,56^{a} \pm 199,39$	$3\,217,03^{b} \pm 193,97$	13,042	< 0,0001	Oui
MB/JT	$-68^{a} \pm 361$	$115^{a} \pm 332$	$2\,136^{b} \pm 438$	6,892	0,003	Oui
CB	$190\,926^{b} \pm 24\,019$	$137\,110^{a} \pm 5\,165$	$157\,410^{ab} \pm 8\,434$	3,567	0,040	Oui
PB	$193\,290^{ab} \pm 38\,883$	$144\,821^{a} \pm 15\,204$	$248\,598^{b} \pm 19\,805$	5,029	0,012	Oui
MB	$2\,363^{a} \pm 28\,979$	$7\,711^{a} \pm 15\,109$	$91\,188^{b} \pm 17\,723$	6,325	0,005	Oui

Légende : *Ecart 1er semis = nombre de jours entre la date du premier semis du maïs (21 juin) et les autres dates de semis (jours) ; Sem M-PA = nombre de jours entre le semis du maïs et celui du pois d'Angole ; Sem M-NPK = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport de NPK ; Sem M-Urée = nombre de jours entre le semis du maïs et l'apport d'urée ; Sem-Sarc = nombre de jours entre le semis et le sarclage ; Tps = temps (j ha^{-1}) ; Rdt = rendement (kg ha^{-1}) ;MB/JT = marge brute par journée de travail (FCFA J^{-1}) PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

3.4 EFFET DE LA MICRO-DOSE SUR LES PERFORMANCES AGRONOMIQUES ET ÉCONOMIQUES DES CULTURES ASSOCIÉES MAÏS-POIS D'ANGOLE

Pour la classe C3 (20 producteurs) qui a obtenu les meilleures performances agronomiques et économiques pour le traitement avec micro-dose d'engrais, nos résultats montrent que la différence obtenue entre les temps de travaux des traitements 3 (MPAdP) (52,30 ± 6,13 J ha^{-1}) et 4 (MPAmD) (54,71 ± 6,34 J ha^{-1}) n'est pas significative (au seuil de 5 %).

Les résultats sur les rendements du maïs et du pois d'Angole montrent que la différence n'est pas significative au seuil de 5 % entre les traitements 3 et 4 (Figure 7). Toutefois, on observe une tendance à l'augmentation des rendements sur le traitement 4 par rapport au traitement 3. Les densités de maïs enregistrées sont de 35 125 et 36 264 pieds ha^{-1} respectivement pour les traitements 3 et 4. Ces densités sont également inférieures à celle recommandé par l'itinéraire technique co-défini qui était de 62 500 pieds ha^{-1}.

L'analyse des données économiques montre que les différences observées entre la charge brute, le produit brut et la marge brute des 2 traitements ne sont pas significatives au seuil de 5 % (Figure 8). Toutefois, on note qu'excepté la charge brute, les autres variables économiques ont tendance à augmenter sur le traitement 4 par rapport au traitement 3. Il en est de même pour la marge brute par journée de travail qui est de 1 545 ± 635 et 2 136 ± 438 FCFA J^{-1} respectivement pour 3 et 4.

Pour la classe C1, les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les 2 traitements (Tableau 6). Toutefois, le traitement 4 a tendance à être plus performant que le traitement 3 qui est la pratique paysanne.

Pour la classe C2, les résultats montrent également qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les 2 traitements pour toutes les variables (Tableau 6), excepté la charge brute qui est significativement plus élevée pour le traitement 3 ($159\,067^{a} \pm 5\,615$ FCFA ha^{-1}) comparativement au traitement 4 ($137\,110^{b} \pm 5\,165$ FCFA ha^{-1}).

Tableau 6 : Effet de la micro-dose sur les performances agronomiques et économiques des cultures associées maïs-pois d'Angole pour les classes C1 et C2

Classe C1 (n = 7)					
Variables	**Traitement 3 (MPA dP)**	**Traitement 4 (MPA mD)**	**F**	**Pr > F**	**Significatif**
Densité M	31 429^{a} ± 2 577	34 206^{a} ± 2 035	0,716	0,414	Non
Densité PA	10 357^{a} ±1 448	12 857^{a} ± 2 501	0,748	0,404	Non
Tps travail	103,95^{a} ± 23,72	97,92^{a} ± 17,53	0,042	0,841	Non
Rdt Maïs grain	1 096,27^{a} ± 346,27	1 256,48^{a} ± 320,22	0,115	0,740	Non
Rdt Maïs tige	1 465,07^{a} ± 307,59	1 516,32^{a} ± 161,75	0,022	0,885	Non
Rdt PA fane	601,94^{a} ± 197,11	572,97^{a} ± 110,79	0,016	0,900	Non
Rtd tige + fane	2 067,01^{a} ± 402,16	2 089,29^{a} ± 210,46	0,002	0,962	Non
MB/JT	-739^{a} ± 511	-68^{a} ± 361	1,032	0,330	Non
CB	222 858^{a} ± 30 681	190 926^{a} ± 24 019	0,672	0,428	Non
PB	174 456^{a} ± 44 591	193 290^{a} ± 38 883	0,101	0,756	Non
MB	-48 401^{a} ± 29 589	2 363^{a} ± 28 979	1,502	0,244	Non
Classe C2 (n = 9)					
Densité M	24 290^{a} ± 2 384	27 338^{a} ± 2 119	0,913	0,354	Non
Densité PA	13 796^{a} ± 1 823	10 394^{a} ± 1 555	2,016	0,175	Non
Tps travail	43,84^{a} ± 4,74	45,77^{a} ± 4,38	0,090	0,768	Non
Rdt Maïs grain	703,74^{a} ± 130,32	842,40^{a} ± 119,12	0,617	0,444	Non
Rdt Maïs tige	1 037,30^{a} ± 198,95	1 129,05^{a} ± 123,51	0,154	0,700	Non
Rdt PA fane	725,73^{a} ± 82,82	677,50^{a} ± 114,99	0,116	0,738	Non
Rtd tige + fane	1 763,03^{a} ± 272,31	1 806,56^{a} ± 199,39	0,017	0,899	Non
MB/JT	-922^{a} ± 473	115^{a} ± 332	3,223	0,092	Non
CB	159 067^{a} ± 5 615	137 110^{b} ± 5 165	8,283	0,011	Oui
PB	129 441^{a} ± 19 380	144 821^{a} ± 15 204	0,390	0,541	Non
MB	-29 626^{a} ± 19 690	7 711^{a} ± 15 109	2,263	0,152	Non

Légende : ***MPAdP (traitement 3)*** *= maïs-pois d'Angole + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast) ;* ***MPAmD (traitement 4)*** *= maïs-pois d'Angole + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (1,2 g + 0,8 g poquet^{-1}), Densité (pieds ha^{-1}) ; Tps = temps (j ha^{-1}) ; Rdt = rendement (kg ha^{-1}) ;MB/JT = marge brute par journée de travail (FCFA J^{-1}) PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1})*

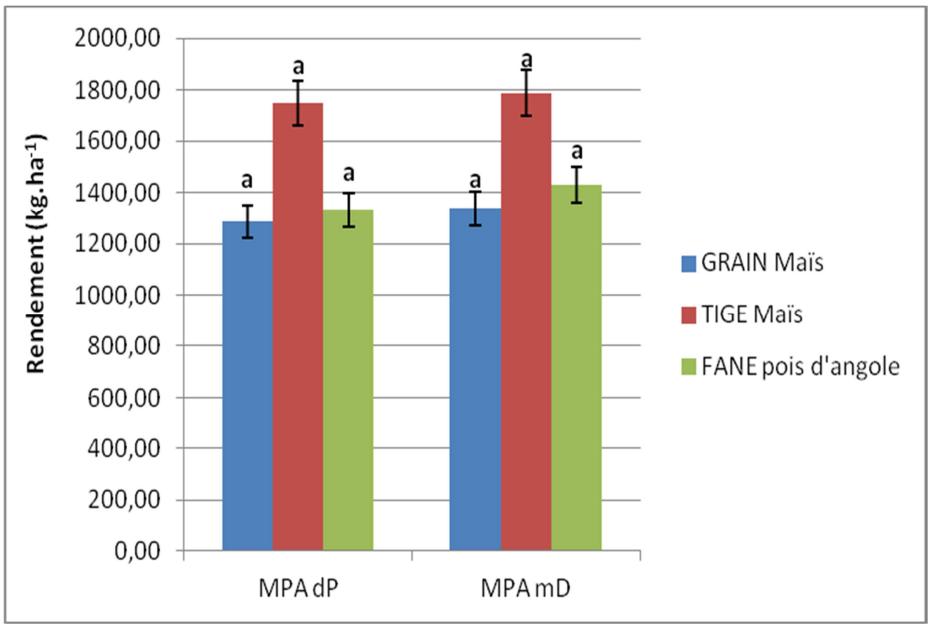


Figure 7: Effet de la micro-dose sur les rendements des cultures associées maïs-pois d'Angole pour la classe 3

MPAdP (traitement 3) *= maïs-pois d'Angole + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast) ;* ***MPAmD (traitement 4)*** *= maïs-pois d'Angole + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (1,2 g + 0,8 g poquet^{-1}).*

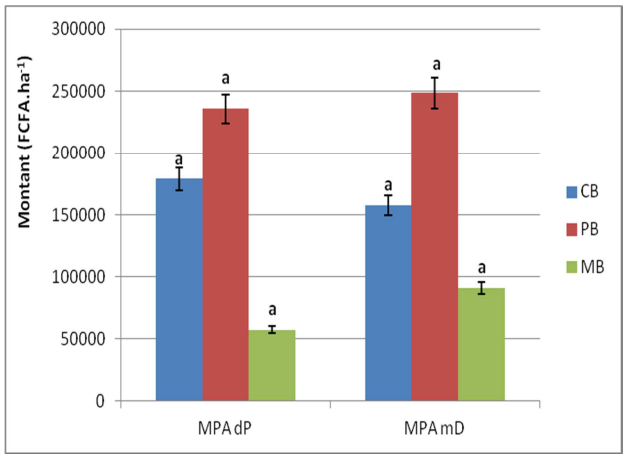


Figure 8: Effet de la micro-dose sur les performances économiques des cultures associées maïs-pois d'Angole pour la classe 3

MPAdP (traitement 3) *= maïs-pois d'Angole + NPK (150 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application classique (à la volée/broadcast) ;* ***MPAmD (traitement 4)*** *= maïs-pois d'Angole + NPK (75 kg ha^{-1}) + urée (50 kg ha^{-1}) en application en micro-dose (1,2 g + 0,8 g poquet^{-1}) ; PB = produit brut (FCFA ha^{-1}) ; CB = charge brute(FCFA ha^{-1}); MB = marge brute (FCFA ha^{-1}).*

4 DISCUSSION

Nos travaux antérieurs ont montré que les cultures associées maïs-légumineuses permettraient de produire plus de biomasse par rapport aux cultures pures [5], [13]. C'est sur la base de ces travaux que les acteurs de terrain et les chercheurs, lors de la co-construction des protocoles et de l'itinéraire technique (ITC), ont retenu de poursuivre les investigations sur ces cultures associées en intégrant le volet fertilisation chimique. Les objectifs auxquels devraient répondre ces protocoles et ITC étaient la production de biomasse en quantité et en qualité et la réduction des charges liées à l'achat des engrais minéraux dont le coût d'achat est de plus en plus élevé pour les agriculteurs. C'est dans ce sens que la quantité du complexe NPK a été réduite de moitié par rapport à la dose recommandée et son apport a été localisé comparativement à l'apport à la volée qui est la pratique actuelle dans la zone d'étude.

L'analyse des résultats sur la diversité des pratiques de production des associations maïs-mucuna et maïs-pois d'Angole montre que les meilleures performances agronomiques et économiques sont obtenues par les producteurs ayant effectué des semis précoces et observé également des densités de peuplement les plus importantes. On pourrait dire que les écarts de semis et les densités de cultures sont les facteurs de variabilité de production des cultures associées [14], [5], [15]. On note également que l'arrière effet des apports d'engrais sur les précédents culturaux des 3 dernières années influence les rendements. Cela montre que l'ordre de rotation (coton-maïs) observé par les agriculteurs en zone cotonnière, vise à permettre aux cultures de bénéficier des arrières effets des fertilisants chimiques [16].

Les itinéraires techniques (semis précoces, arrière effet du précédent cultural élevé, densité élevée du maïs) pouvant donc permettre d'avoir de bons résultats agronomiques et économiques seraient ceux observés par la classe C3 pour l'association maïs-mucuna et la classe C3 pour l'association maïs-pois d'Angole. Les 2 classes C3 ne sont pas constituées des mêmes producteurs.

Les données sur les temps de travaux ne révèlent pas de différence significative entre les traitements 1 et 3 avec application à la volée comparés aux traitements 2 et 4 avec micro-dose localisées respectivement. Toutefois, on note une tendance à l'augmentation des temps de travaux sur les traitements 2 et 4. Cela peut s'expliquer par le fait que l'apport localisé exigerait plus de temps par rapport à l'apport à la volée.

Les résultats sur les rendements montrent que l'apport localisé d'engrais entraîne une augmentation des productions du maïs par rapport à l'apport à la volée, de façon non significative au seuil de 5 %. On peut dire que l'apport localisé concentre l'engrais aux pieds des cultures, ce qui favoriserait une meilleure utilisation par rapport à l'application à la volée qui induirait des pertes. Coulibaly *et al.* [17] ont montré que la micro-dose localisée d'engrais permettrait des augmentations de rendements de sorgho de l'ordre de 60 à 130 %. La fiche d'information de la FAO [18] indique qu'avec l'application de la

micro-dose, les rendements de sorgho et de mil étaient de 44 à 120 % supérieurs à ceux des amendements et pratiques de fertilisation précédemment conseillés.

Les données montrent que les produits bruts, les marges brutes et la marge brute par journée de travail, évoluent dans le même sens que les rendements des cultures. La différence enregistrée entre les traitements n'est pas significative au seuil de 5 %. On peut dire que la réduction de la quantité d'engrais NPK de moitié par rapport à la dose paysanne, serait profitable pour les agriculteurs de la zone d'étude qui évoquent les coûts élevés des engrais chimiques.

On note que les rendements en fourrage total (tiges de maïs + fanes de légumineuses) sur les essais maïs-pois d'Angole (plus de 3 200 kg ha^{-1}) sont supérieurs à ceux sur les essais maïs-mucuna (moins de 2 500 kg ha^{-1}). On peut faire l'hypothèse que dans un milieu où les sols sont pauvres du fait de leur surexploitation et où il manque du fourrage pour les animaux, les associations maïs-pois d'Angole sont les plus adaptées pour assurer la sécurité fourragère (production de fourrages). Le pois d'Angole (près de 1 500 kg ha^{-1}) est une légumineuse qui produit plus de biomasse par rapport au mucuna (moins de 500 kg ha^{-1}) dans les conditions de l'essai. Toutefois, il faut noter que le pois d'Angole produit plus de tiges lignifiées que le mucuna, donc il aurait une qualité inférieure à celle du mucuna. Les rendements en grain de maïs montrent que le système qui associe le maïs et le mucuna (plus de 2 000 kg ha^{-1}) est plus performant que celui qui associe le maïs et le pois d'Angole (moins de 1 500 kg ha^{-1}) toujours dans les conditions de l'essai. On pourrait dire que dans les conditions de l'essai la concurrence entre le maïs et le pois d'Angole est plus importante que celle entre le maïs et le mucuna pour l'eau et les éléments nutritifs.

La démarche d'expérimentation chez et par les paysans a permis de déterminer la diversité des pratiques paysannes en partant d'un itinéraire technique théorique co-élaboré. Cette diversité de pratiques pourrait s'expliquer par le fait que certaines exploitations auraient eu des contraintes (main d'œuvre, faible équipement en matériel agricole, etc.), ou d'autres auraient développé des stratégies lors de la mise en œuvre des expérimentations. Cette démarche aurait donc l'avantage de prendre en compte les capacités réelles des exploitations et les conditions réelles du milieu pour l'élaboration des itinéraires techniques des cultures associées céréales-légumineuses avec les paysans.

Les légumineuses sont reconnues comme des espèces qui peuvent fixer l'azote atmosphérique et le recycler dans les systèmes de culture [19], [20], [21]. L'insertion localisée d'engrais couplée avec la réduction de la dose d'engrais chimique présenteraient un avantage certain pour les producteurs de la zone cotonnière de l'Ouest de Burkina Faso. Les plateformes d'innovation en construction dans le cadre du « ***projet intensification agroecologique*** **(iAE)»** financé par le CORAF/WECARD sont des outils pour faciliter l'adoption de ces techniques expérimentées.

5 CONCLUSION

L'étude indique que les facteurs de variabilité des cultures associées sont les dates de semis (précoces ou tardifs), la densité de peuplement et le niveau de fertilité des sols (arrière effet des précédents culturaux). Il ressort également de l'étude, qu'en diminuant de moitié la quantité d'engrais NPK et en effectuant un apport localisé, on obtiendrait une augmentation non significative des rendements en grain de maïs de 4 et 11 % respectivement pour l'association maïs-pois d'Angole et maïs-mucuna, par rapport à un épandage à la volée avec la dose recommandée (150 kg ha^{-1} de NPK). L'apport localisé n'engendre pas de temps de travail supplémentaire de façon significative. Les augmentations de produit brut, de marge brute et de marge brute par journée de travail sont réelles pour les traitements avec micro-dose, sans être suffisamment importante pour être significatives.

L'analyse comparative des deux types d'association montre que le maïs-pois d'Angole peut permettre de produire plus de fourrage (tige + fane) et moins de grain de maïs que l'association maïs-mucuna dans les conditions de l'essai.

En perspective, les fourrages produits seront valorisés dans les ateliers d'embouche bovine et ovine en saison sèche. Les fumures organiques qui seront produites dans ces ateliers d'embouche, seront utilisées pour de nouveaux essais agronomiques en saison hivernale 2013. La réduction d'engrais chimiques avec l'utilisation de fumure organique et l'insertion des légumineuses auraient des effets positifs sur l'environnement. Tout en mettant à profit les plateformes d'innovation pour la diffusion et l'adoption des techniques expérimentées, des études socio-économiques seront envisagées pour évaluer leur durabilité.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le projet « ***intensification agroecologique*** **(iAE)»** financé par le CORAF/WECARD et les producteurs des villages de Koumbia et Gombélédougou.

REFERENCES

[1] Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Zombré P.N., Bondé D. Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonnier-maïs-sorgho au Burkina Faso. *Tropicultura*, vol. 28, no. 3, pp. 184-189, 2010.

[2] Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Nacro H.B., Sédogo P.M. Effets de la culture permanente coton-maïs sur l'évolution d'indicateurs de fertilité des sols de l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 6, no.3, pp. 1069-1080, 2012.*

[3] Diallo M. A., Vall E. Changements paysagers et dynamiques pastorales dans l'ouest du Burkina Faso. *Rencontre autour des Recherches sur les Ruminants,* vol.17, pp. 175-178, 2010.

[4] Vall E., Blanchard M., Koutou M., Coulibaly K., Diallo M., Chia E., Traoré L., Tani F., Andrieu N., Ouattara B., Dugue P., Autfray P. Recherche action en partenariat et innovations face aux changements globaux de l'Afrique Subsaharienne. *Agronomie Africaine, no. 6, pp. 57-66, 2013.*

[5] Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Sédogo P.M. Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso: potentiels et contraintes. *Tropicultura, vol.* 30, no.3, pp.147-154, 2012.

[6] Chia E. Principes, méthodes de la recherche en partenariat : une proposition pour la traction animale. *Élevage et Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, no.3 & 4, pp. 233-240, 2004.

[7] Meynard J.M. Vers des systèmes de culture innovants et performants : De la théorie à la pratique pour concevoir, piloter, évaluer, conseiller et former. *Innovations Agronomiques,* no.20, pp.143-153, 2012.

[8] Reau R., Monnot L.A., Schaub A., Munier-Jolain N., Pambou I., Bockstaller C., Cariolle M., Chabert A., Dumans P.Les ateliers de conception de systèmes de culture pour construire, évaluer et identifier des prototypes prometteurs. *Innovations Agronomiques,* no. 20, pp.5-33, 2012.

[9] Ouédraogo S., 2004. Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso. *Tropicultura,* 21 (4) : 204-210

[10] Sanogo O.M., Ridder N., Keulen H.V. Diversité et dynamique des exploitations agricoles mixtes agriculture-e´ levage au sud du Mali. *Cahiers Agricultures,* vol. 19, no.3, pp. 185-193, 2010.

[11] Morou I., Rippstein G. Développement des cultures fourragères dans le Bassin de l'Arachide au Sénégal : typologie des paysans, production de fourrages. *Animal Production Research Working Paper no. 1*, International Trypanotolerance Centre (ITC), Banjul, Gambia, p.53, 2004.

[12] Kiendrebeogo T., Hamadou S., Logtene Y. M., Kabore-Zoungrana C.Y. Typologie des élevages porcins urbains et périurbains de Bobo -Dioulasso (Burkina Faso). *Revue Africaine de Santé et de Production Animale,* vol.6, no.3-4, pp. 205-212, 2008.

[13] Coulibaly K., Vall E., Autfray P., Nacro H.B., Sédogo P.M. Premiers résultats d'intensification écologique et démarche participative en zone cotonnière de l'Ouest du Burkina Faso. *Agronomie Africaine,* vol.24, no.2, pp.129-141, 2012.

[14] Guibert H., M'Biandoun M., Olina J.P. Productivité et contraintes des systèmes de culture au Nord-Cameroun. In : JY Jamin, BL Seiny, C Floret (Eds.), *Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*, Actes du colloque, Garoua (Cameroun), E-Publishing, p.9, 2002.

[15] Kiba D.I. *Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, péri-urbaine et rurale au Burkina Faso.* Thèse de doctorat unique, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, p.172, 2012.

[16] Gomgnimbou P.K.A., Savadogo P.W., Nianogo A.J., Millogo-Rasolodimby J. Pratiques agricoles et perceptions paysannes des impacts environnementaux de la cotonculture dans la province de la KOMPIENGA (Burkina Faso). *Sciences & Nature* vol.7, no.2, pp.165–17, 2010.

[17] Coulibaly A., Aune J.B., Sissoko P. Etablissement des cultures vivrières dans les zones sahéliennes et soudano sahélienne du Mali, 2010. *Rapport no. 60. Groupe de coordination des zones arides c/o Miljøhuset G9.* 65 p. [Online] Available : http://www.drylands-group.org/Articles/1933.html?l=fr (12 Février, 2013)

[18] FAO. La fertilisation localisée au semis des cultures ou microdose. Fiche d'information, 2012. [Online] Available: http://www.fao.org/docrep/017/ap781f/ap781f.pdf (24 Avril, 2013)

[19] Bado B. V. *Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso*. Thèse de doctorat, Université Laval-Québec, p.197, 2002.

[20] Eilittä M., Sollenberger L.E., Littell R.C., Harrington L.W. On-farm experiments with maize-mucuna systems in the los tuxtlas region of Veracruz, Southern Mexico. ii. Mucuna variety evaluation and subsequent maize grain yield. *Experimental Agriculture, vol.*39, pp.19–27, 2013. (DOI: 10.1017/S0014479702001114)

[21] Justes E., Bedoussac L., Prieur L. Est-il possible d'améliorer le rendement et la teneur en protéines du blé en Agriculture Biologique au moyen de cultures intermédiaires ou de cultures associées ? *Innovations Agronomiques*, no.4, pp.165-176, 2009.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 187-194
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Acné et qualité de vie des élèves à Ouagadougou (Burkina Faso)

[Acne and quality of live among pupils in Ouagadougou (Burkina Faso)]

Ouédraogo Nomtondo Amina[1-2], Tapsoba Gilbert Patrice[1-3], Muriel Sidnoma Ouédraogo[1-3], Soutongo Sita Sandrine Kabré Ouédraogo[3], Fagnima Traoré[4], Nessine Nina Korsaga Some[1-3], Lydie Yeri Tioyé[3], Aissata Bamoko[3], Barro-Traoré Fatou[1], Traoré Adama[1-3], and Niamba Pascal[1-3]

[1]Department of Medecine, University Ouaga I Professor Joseph Ki-Zerbo Ouagadougou, Burkina Faso

[2]Raoul Follereau Dermatology Center Ouagadougou, Burkina Faso

[3]Department of Dermatology University Hospital Yalgado Ouédraogo, Ouagadougou, Burkina Faso

[4]Department of Dermatology Regional Hospital of Ouahigouya, Ouahigouya, Burkina Faso

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* Acne is a common disease. His impact on quality of life (QOL) had not yet been studied in Burkina. Our objective was to describe the degree of impaired QOL in students with acne in Ouagadougou and then determine the correlation between the severity of acne and their QOL.
Methods: We conducted a cross-sectional study in two examination centers of Ouagadougou and included, with their consent, students candidates to BEPC and BAC exams of selected juries. The grid ECLA was used for clinical evaluation of acne, CADI grid for QOL.
Results: We recruited 311 students with 59.4% of boys and 40.60% girls. The average age was 19.5 years with extremes of 13 and 28 years. The prevalence of acne was 56.27% (175/311). Acne was considered mild to moderate in 95.43% (167/175) and severe in 4.75% (8/175). The global severity score ECLA averaged 5.84 ± 3.62 with extremes of between 0 and 21. There was an alteration of QOL among all acne pupils. This alteration was important for 36.78% of the subjects, average for 37.51% and mild for 25.71%. The total score of the CADI was 1.736 ± 0.892 on 15. A positive correlation between the severity of acne and impaired QOL was observed. A positive link was found between the severity of acne and the degree of impairment of social relationships. A positive link was also found between the severity of acne and the sinking feeling inspired by his skin to the student acne.

KEYWORDS: Acne, quality of live, Cardiff Acne Disability Index, subsaharian Africa.

RESUME: *Introduction:* L'acné est une maladie fréquente. Son impact sur la qualité de vie (QDV) n'a pas encore été étudié au Burkina. Notre objectif était de décrire le degré d'altération de la QDV chez les élèves souffrant d'acné dans la ville de Ouagadougou, puis de déterminer la corrélation entre la sévérité de l'acné et l'altération de leur QDV.
Méthodes: Nous avons mené une étude transversale dans deux centres d'examen de la ville de Ouagadougou et avons inclus, avec leur consentement, les élèves candidats aux examens du BEPC ou du BAC, des jurys retenus. La grille ECLA a servi pour l'évaluation clinique de l'acné, la grille CADI pour celle de la QDV.
Résultats: Nous avons recruté 311 élèves dont 59,4% de garçons et 40,60% de filles. L'âge moyen était de 19,5 ans avec des extrêmes de 13 et 28 ans. La prévalence de l'acné était de 56,27% (175/311). L'acné était jugée légère à modérée chez 95,43% (167/175) des élèves acnéiques et sévère chez 4,75% (8/175). Le score de sévérité globale ECLA était en moyenne de 5,84±3,62. Il existait une altération de la QDV des élèves acnéiques. Cette altération était importante pour 36,78%, moyenne

Corresponding Author: Ouédraogo Nomtondo Amina

pour 37,51% et, légère pour 25,71%. Le score total du CADI était de 1,736 ± 0,892 sur 15. Une corrélation positive entre la sévérité de l'acné et l'altération de la QDV a été observée. Une liaison positive était notée entre la sévérité de l'acné et le degré d'altération des relations sociales. Une liaison positive était également notée entre la sévérité de l'acné et le sentiment d'angoisse inspiré par sa peau à l'élève acnéique.

MOTS-CLEFS: Acné, qualité de vie, Cardiff Acne Disability Index, Afrique Subsaharienne.

1 INTRODUCTION

L'acné, pathologie inflammatoire du follicule pilo–sébacé développée aux dépens des glandes sébacées et de l'épithélium du canal infundibulaire est une maladie fréquente[1]. Sa prévalence atteint 80% chez les adolescents dans le monde et 40% chez les adultes[2]. Sa prévalence en milieu scolaire à Ouagadougou était de 57,1% en 2001[3], et de 31,2% en milieu hospitalier au Benin [4]. Elle siège préférentiellement au visage et au décolleté. L'acné est le prototype de la dermatose bénigne, mais affichante, qui a une répercussion importante sur la qualité de vie (QDV) du sujet qui en souffre [5] [6]. Des cas de repli sur soi, de dépression, de tentative d'autolyse ont été rapportés en Europe [7–9]. La qualité de vie est la perception qu'à un individu de sa place dans l'existence, dans le contexte de sa culture et du système de valeur dans lequel il vit, en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes [10]. Il s'agit d'un large champ conceptuel englobant la santé physique de la personne, son état psychologique, son niveau d'indépendance, ses relations sociales, ses croyances personnelles et sa relation avec les spécificités de son environnement. La mesure de la qualité de vie permet de mettre en évidence des différences individuelles vis à vis d'un symptôme équivalent pour deux malades [11]. En Afrique, l'acné est volontiers considérée comme une banale maladie passagère, voire normale, elle n'apparaît pas susceptible d'altérer la qualité de vie [12]. Bien que le retentissement de l'acné sur la qualité de vie des patients aient été bien documenté dans plusieurs pays d'Europe, d'Amérique, et d'Asie , et qu'il ait été démontré qu'elle altérait l'estime de soi, l'humeur des adolescents [6, 12–18], aucune étude n'a encore été entreprise dans ce domaine au Burkina Faso. Notre étude se propose de décrire le degré d'altération de la QDV chez les élèves de la ville de Ouagadougou souffrant d'acné, puis de déterminer la corrélation entre la sévérité de l'acné et leur QDV.

2 MÉTHODES ET PATIENTS

Type d'étude, lieu et période : Notre étude était de type transversale analytique. Elle s'est déroulée dans deux centres d'examen des établissements scolaires de la ville de Ouagadougou de juin à juillet 2014.

Echantillonnage : La population d'étude était choisie de manière raisonnée compte tenu de nos ressources humaines, et financières limitées, mais aussi de l'année scolaire presque achevée (les classes sans examen de fin d'année étant en vacances). Nous avons retenus les élèves candidats aux examens du BEPC et du BAC de la ville de Ouagadougou au cours de l'année scolaire 2013-2014 comme population d'étude. La taille minimale N de l'échantillon a été calculée suivant la formule suivante : $N= [E^2 .P.Q] / i^2$ N = taille minimale de l'échantillon E= écart réduit pour le risque α=5 % (loi normale) ; une précision de 6% avec un risque d'erreur α =5 %. Sa valeur était de 1,96 P= 57,1% (prévalence acné milieu scolaire en 2001) [3]; Q=1-P i= précision désirée ; soit i=5,77 %. N ainsi trouvé était de 282,65 ; Puis il a été ajusté à 10% donnant 310,9 arrondis à 311. La taille de notre échantillon était donc de 311. Pour le choix du nombre d'élèves par catégorie d'examen, nous avons fait un choix proportionnel au nombre de candidats par niveau. Sur un total de 61668 candidats, on dénombrait 41.005 candidats à l'examen du BEPC, et 20.663 candidats à l'examen du BAC. Nous avons retenu donc 208 candidats du BEPC et 103 candidats du BAC. Pour le choix des jurys et des élèves, la technique de sondage en grappe a été utilisée. Le premier degré du sondage a consisté au tirage aléatoire d'un jury d'examen du BEPC, puis le second niveau du sondage au tirage de 208 élèves de ce jury. Nous avons procédé de même, pour le tirage de 103 élèves candidats au BAC. Les élèves ont été enrôlés dans l'étude au fur et à mesure qu'ils étaient rencontrés dans la cour de l'établissement jusqu'à l'atteinte du nombre voulu. Les élèves ont été interrogés et examinés dans un local aménagé à cet effet. Une prescription était faite et un bulletin de consultation en dermatologie était remis aux élèves souffrant d'une pathologie cutanée. Ont été inclus les élèves candidats aux examens du BEPC ou du BAC, des jurys retenus et ayant donné leur consentement à participer à l'étude. L'accord du responsable des jurys retenus a été obtenu. Cette étude a obtenu un avis favorable du ministère des enseignements secondaire supérieur et de la recherche scientifique. Les entretiens ont été menées en respectant la dignité des élèves l'anonymat était assuré dans le traitement des données.

Méthode et Recueil des données, variables étudiées: le recueil des données était fait par un questionnaire comprenant les éléments sociodémographiques et cliniques des élèves (âge, sexe, niveau d'étude, existence d'acné, âge de début de l'acné,

les antécédents familiaux d'acné). Un examen clinique était réalisé sur chaque élève dévêtu jusqu'à la ceinture. Puis les élèves ne présentant pas d'acné étaient remerciés et libérés, l'on poursuivait l'entretien avec les élèves acnéiques. La sévérité de l'acné était évaluée par l'enquêteur à l'aide de l'Echelle de Cotation des Lésions d'Acné (ECLA) [19], (annexes). Pour évaluer l'impact de l'acné sur la QDV, une grille hyper spécifique de mesure, le Cardiff Acne Disability Index (CADI)[20] était complété par l'élève acnéique à la fin de l'entretien (voir annexes).

Analyse statistique : Calcul et interprétations des scores : la grille ECLA comprend 3 facteurs F1, F2, F3. Le score total ECLA obtenu en additionnant les scores des 3 facteurs, est compris entre 0 et 36. Un score inférieur ou égal à 12 représentait une acné légère à modérée, un score supérieur à 12 représentait une acné sévère[5]. La grille CADI comporte 5 items, permettant d'évaluer les émotions ressenties, de détecter l'impact de l'acné sur les relations du malade, de chercher les conduites d'évitement, les sentiments d'angoisse et la perception globale de l'acné [5]. Il a été préféré aux autres instruments pour sa facilité d'administration, sa concision, sa précision et sa spécificité à l'acné. La version française a été adaptée au contexte burkinabé en son item 3. La question de l'item 3 « au cours du dernier mois, avez-vous évité les vestiaires publics ou le port du maillot de bain à cause de vos boutons d'acné » a été remplacée par celle-ci: «Au cours des derniers mois, avez-vous évité les lieux publics ou des sorties en groupe à cause de vos boutons acnés? » [14]. Pour établir le score CADI, les réponses (a) étaient cotées 3 points, (b) 2 points, (c) 1 point, et (d) 0 point. Le score total calculé en additionnant le nombre de points de chaque question variait entre 0 et 15. Un score de 0= absence d'altération de la QDV, 1 à 5= altération légère de la QDV,6 à 10= altération modérée de la QDV, 11à 15= altération sévère de la QDV. Les données ont été analysées par le logiciel stata SE version 12.0. Nous avons utilisé le coefficient de corrélation de Pearson pour déterminer la corrélation entre la QDV et la sévérité de l'acné. Le test de Student était utilisé pour la comparaison des moyennes et le Khi-deux pour l'indépendance et les liaisons entre les données statistiques. Une valeur seuil $p<5\%$ était retenu comme significatif.

3 RESULTATS

Au total, nous avons recruté 311 élèves dont 59,4% de garçons et 40,60% de filles. L'âge moyen était de 19,5 ans avec des extrêmes de 13 et 28 ans. Les données sociodémographiques sont présentées dans le tableau I. La prévalence de l'acné était de 56,27% (175/311). L'apparition de l'acné se faisait en moyenne à l'âge de 14,75 ans avec des extrêmes de 10 à 24 ans. Elle apparaissait à 14,9 ans chez les filles, à 15,5 ans chez les garçons. La durée moyenne d'évolution de l'acné était de 6,8 ans. Les antécédents familiaux d'acné étaient retrouvés chez 38,26% des élèves acnéiques contre 18% chez les élèves non acnéiques. Il y avait une corrélation positive entre l'existence d'une acné et l'existence d'un antécédent familial d'acné Pr=0,049. Parmi les sujets acnéiques, 98,8% avaient des lésions d'acné au visage seulement, ou associées à des lésions d'acné hors du visage chez 15,42% (figure 1), et avec des lésions cicatricielles chez 72,57%.

Tableau I : caractéristiques sociodémographiques et cliniques

Caractéristiques	%
Echantillon total	311
garçon	59,40
fille	40,60
Prévalence acné	56,27
13-16 ans	11,25
17 à 24 ans	68,81
25-28 ans	19,94
âge moyen des élèves	19,5 ans
âge moyen apparition acné	14,75 ans
Durée moyenne d'évolution acné	6,8 ans



Fig. 1. Iconographie montrant des lésions d'acné du visage, du dos (en haut à droite) et de la poitrine (en bas à gauche)

L'acné était jugée légère à modérée chez 95,43% (167/175) des élèves acnéiques et sévère chez 4,75% (8/175). Le score de sévérité globale ECLA était en moyenne de 5,84±3,62 avec des extrêmes compris entre 0 et 21. Les scores F1, F2, F3 de la grille ECLA sont présentés dans le tableau II.

Tableau II: score de sévérité de l'acné ECLA

	Moyenne ± écart type	filles	garçons	valeurs extrêmes	%
Score ECLA total	5,84±3,62	5,67	5,94	0-21	
score F1 intensité acné au visage	4,3 ±2,5	4,42	4,23	0-14	98,80
score F2 intensité acné hors du visage	0,23 ± 0,93	0,23	0,37	0-9	15,42
score F3 lésions cicatricielles	1,21±0,93	1,04	1,32	0-3	72,57

L'acné altérait la QDV de la totalité des sujets acnéiques (175/175). Cette altération mesurée par la grille CADI était importante pour 36,78% des sujets, moyenne pour 37,51% et, légère pour 25,71%. Le score total du CADI était en moyenne de 1,736 ± 0,892 sur 15. Le score moyen des 5 items du CADI sont présentés dans le tableau III.

Tableau III : corrélation du score de sévérité ECLA total avec l'altération de la QDV CADI

Altération QDV	CADI 1 altération de l'humeur	CADI 2 altérations des relations sociales	CADI 3 Evitement lieux publics et activités loisirs	CADI 4 Sentiment d'angoisse inspiré par acné	CADI 5 Perception de son acné au quotidien
Score moyen± Ecart type	1,7 ±0,77	1,60 ±0,84	1,5±0,88	1,94±1,09	1,94±0,88
Corrélation Score sévérité acné total et items CADI	Pr = 0.120 pas de liaison	Pr = 0.001, liaison positive	Pr = 0.314 pas de liaison	Pr = 0.056 liaison positive	pas de liaison Pr=0,194

Il existait une corrélation positive entre la sévérité de l'acné (ECLA total) et l'altération de la QDV (CADI total), représentée par la courbe de régression linéaire de la figure 2, le modèle statistique étant globalement significatif, P= 0,0000. Cela signifie que plus l'acné était sévère, plus la QDV de l'élève était altérée. Une liaison positive était notée entre la sévérité de l'acné et le degré d'altération des relations sociales de l'élève acnéique Pr = 0.038. Une liaison positive était également notée entre la sévérité de l'acné et le sentiment d'angoisse inspiré par l'acné à l'élève Pr = 0.001. Il n' y avait pas de corrélation entre l'altération de la QDV et le sexe (pas de différence entre fille et garçon), ni le niveau d'étude de l'élève.

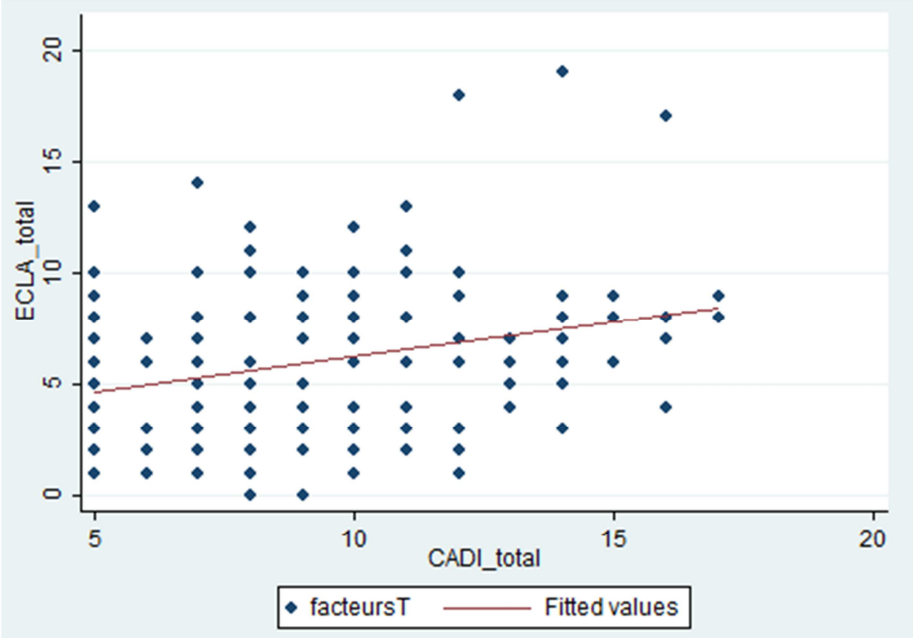


Fig. 2. Courbe de régression de la corrélation le score CADI (altération QDV) et le score ECLA de sévérité de l'acné Pr = 0.0001

La Figure 2 montre la courbe de régression de la corrélation entre l'altération de la qualité de vie et la sévérité de l'acné.

4 DISCUSSION

L'acné était légère à modérée chez 95,43% des élèves souffrant d'acné et sévère chez 4,75%. Le score de sévérité globale ECLA était en moyenne de 5,84±3,62. L'acné bénigne est la plus fréquemment rencontrée, l'acné sévère étant moins fréquente [2, 21]. La faible proportion d'acné sévère retrouvée dans notre échantillon s'explique par le fait que nous avons recruté en milieu scolaire (populationnelle) à la différence des études réalisées en milieu hospitalier ou les acnés graves sont plus souvent rencontrées. La faible valeur de notre score de sévérité s'explique le fait que la majorité des cas d'acné de nos patients était classée légère à modérée.

Les études réalisées en milieu scolaire rapportaient des scores de sévérité peu élevés comparables au notre. Jankovic [22] en milieu scolaire en Serbie a rapporté un score global moyen de sévérité (calculé par le Children's Dermatology Life Quality Index CDLQI) de 4.35 sur 30. Yahya [13] au Nigeria dans une étude réalisée dans un établissement scolaire a rapporté une acné légère chez 93,1% et modérée chez 6,9% avec une sévérité similaire dans les 2 sexes. Hanisah [23] en Malaysie dans une étude réalisée dans deux établissements secondaires a rapporté que 90,2% des élèves avaient une acné légère, 7,3% une acné modérée et 2,5% une acné sévère.

Dans les études réalisées en milieu hospitalier, la fréquence de l'acné sévère est plus importante. Kamamoto [14] au Brésil, dans une étude en milieu hospitalier a noté que 30% des patients avaient une acné sévère et 70% une acné légère à modérée. Kouotou [12] au Cameroun et Dreno [5] en France dans des études hospitalières ont rapporté des scores ECLA plus élevés, respectivement 11±4,5 et 8,26±3,32. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les patients recrutés en milieu hospitalier ayant recours aux soins parce que leur acné est plus sévère ou leur QDV plus altérée. L'acné affecte aussi bien le physique, l'émotionnel, que le relationnel de la personne qui en souffre [24]. Des instruments différents de mesure de la QDV (Acne Quality of Life (AQOL), Acne-Specific Quality of Life*, Acne-Q4,* Dermatology Life Quality Index (DLQI), the Acne Disability Index (ADI), CADI, Skindex) sont utilisés dans la littérature, rendant difficile la comparaison des études[11, 20, 25]. Le score total du CADI mesurant l'altération de la QDV des élèves acnéiques de notre étude était de 1,736 +/- 0,892 sur 15. Nous pouvons expliquer ce score bas d'une part par le fait que la majorité des acnéiques présentaient une acné légère à modérée, et d'autres part par le contexte culturel africain et burkinabé en particulier qui considère l'acné comme une maladie banale et passagère. Nous pensons aussi que le lieu de recrutement nous a fait rencontrer plutôt des sujets qui ne ressentaient pas une altération si importante de leur QDV au point de recourir au service d'un agent de santé ou qui dépendait d'un tiers notamment d'un parent pour recourir aux soins. Cependant, même si le score du CADI était faible, l'acné altérait d'une manière ou d'une autre la QDV de tous les élèves acnéiques de notre échantillon (175/175). Cette altération était importante pour 36,78%, moyenne pour 37,51%, et légère pour 25,71%. La localisation de l'acné au visage chez 98,8%, et les lésions cicatricielles chez 72,57%, disgracieuses, et parfois indélébiles expliquent le retentissement sur la qualité de vie des élèves souffrant d'acné. Le score moyen du CADI de notre étude ainsi que celui des études réalisées en milieu scolaire étaient bas comparativement aux scores trouvés dans les études réalisées en milieu hospitalier. Jankovic [22]et Hanisah Arsad[23] en milieu scolaire ont rapporté respectivement un score CADI de 3,57 sur 15, et de 4 sur 15. Par contre Kouetou [12], Dreno [5] et Durai [6] en milieu hospitalier notaient respectivement 6,3±3,4 sur 15, 4,8±2,9 sur 15 et 5,2 ± 3,14 sur 15.

Une corrélation positive entre la sévérité de l'acné et l'altération de la QDV a été notée chez nos élèves acnéiques. Plus l'acné était sévère, plus la QDV de l'élève était altérée. Bien que l'acné juvénile soit banalisée par la population, les lésions d'une acné sévère disgracieuses, effrayantes attirent plus le regard des autres. La pitié de ses camarades, ou l'exclusion qui en résulte entraine une altération de la QDV chez l'élève acnéique. Cela est conforté par la corrélation entre la sévérité de l'acné et le degré d'altération des relations sociales, ainsi que le sentiment d'angoisse inspiré par sa peau au sujet acnéique. Cela suggère que plus l'acné est sévère plus elle angoissait l'élève et son estime de soi en était affectée. Nos résultats sont comparables à l'étude camerounaise [12], l'étude malaysienne[23], et à l'étude indienne [6] ou une corrélation entre la sévérité de l'acné et l'altération de la qualité de vie était notée. Elles sont différentes de celle des études européennes [20, 26][27] qui ne trouvait pas de corrélation entre la sévérité de l'acné et l'altération de la qualité de vie. Nous pensons que les différences culturelles, socio-économiques ainsi que du mode de vie pourraient expliquer cela.

Les antécédents familiaux d'acné étaient retrouvés chez 38,26% des élèves acnéiques et une corrélation positive notée avec l'existence d'une acné. L'acné n'est pas une maladie héréditaire, mais une prédisposition génétique existe chez le sujet acnéique. L'implication du cytochrome P-450-1A1 et du stéroïdes 21-hydroxylase est documenté [28]. Durai [6] a rapporté un antécédent familial d'acné chez 21,4% des patients, Tassoula [29] en Grèce 26,7%, Kouotou[12] au Cameroun 68%.

Notre étude a été réalisée lors de la période des examens, un biais dans les réponses faisant appel à la mémoire en rapport avec le stress lié à l'examen a pu interagir. La préoccupation et le stress lié à l'examen ont pu dominer sur le ressenti de l'élève face à son acné. Cependant, cela n'altère en rien la validité de nos données, et face à l'absence totale de données sur la QDV des élèves atteints d'acné au Burkina Faso, nous apportons des éléments de réponse.

5 CONCLUSION

Notre étude menée en milieu scolaire à Ouagadougou a noté que les élèves avaient une acné légère à modérée. Nous avons noté une corrélation positive entre la sévérité de l'acné et l'altération de la QDV. Ainsi, l'acné sévère chez les élèves altère ses relations sociales et son estime de soi. Les dermatologues et les autres praticiens prenant en charge les élèves acnéiques devraient prendre cela en considération, afin de leur apporter en plus des soins médicamenteux, l'appui psychologique adapté à leur situation.

REFERENCES

[1] Dreno B. Acné. *EMC - Dermatol-Cosmetol* 2002; 98 (820): 11.
[2] Dréno B. Données récentes sur l'épidémiologie de l'acné. Annal Dermatol Vénéréol. 2010.137 (2) S49–S51
[3] Traore A, Ouedraogo MS, Niamba P, et al. Aspects epidemiologiques et cliniques de l'acne en milieu scolaire de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). Dermatol Venereol 2001; 12:165–165.
[4] Adégbidi H, Koudoukpo C, Atadokpèdé F, et al. Epidemiological and Clinical Aspects of Acne in the Dermatology Department of the Teaching Hospital of Parakou (Benin). *J Cosmet Dermatol Sci Appl* 2014; 4: 129.
[5] Dreno B, Alirezai M, Auffret N, et al. Corrélation clinique et psychologique dans l'acné: utilisation des grilles ECLA et CADI. Annal Dermatol Vénéréol. 2007;134, (5) 1:451–455.
[6] Durai PCT, Nair DG. Acne vulgaris and quality of life among young adults in south India. *Indian J Dermatol* 2015; 60: 33.
[7] Purvis D, Robinson E, Merry S, et al. Acne, anxiety, depression and suicide in teenagers: A cross-sectional survey of New Zealand secondary school students. *J Paediatr Child Health* 2006; 42: 793–796.
[8] Vilar GN, Santos LA dos, Sobral Filho JF. Quality of life, self-esteem and psychosocial factors in adolescents with acne vulgaris. *An Bras Dermatol* 2015; 90: 622–629.
[9] Cotterill JA, Cunliffe WJ. Suicide in dermatological patients. *Br J Dermatol* 1997; 137: 246–250.
[10] group W, others. The World Health Organization quality of life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Soc Sci Med* 1995; 41: 1403–1409.
[11] Wolkenstein P, Chosidow O. Instruments d'évaluation de la qualité de vie en dermatologie. *Annal dermatol vénéréol.1999;126(2)*:176–180.
[12] Kouotou EA, Adegbidi H, Belembe RB, et al. Acné au Cameroun: qualité de vie et comorbidités psychiatriques. *Annal Dermatol Vénéréol. 2016;143:601-606*
[13] Yahya H. Acne vulgaris in Nigerian adolescents–prevalence, severity, beliefs, perceptions, and practices. *Int J Dermatol* 2009; 48: 498–505.
[14] Kamamoto C de SL, Hassun KM, Bagatin E, et al. Acne-specific quality of life questionnaire (Acne-QoL): translation, cultural adaptation and validation into Brazilian-Portuguese language. *An Bras Dermatol* 2014; 89: 83–90.
[15] Noorbala MT, Mozaffary B, Noorbala M. Prevalence of acne and its impact on the quality of life in high school-aged adolescents in Yazd, Iran. *J Pak Assoc Dermatol* 2013; 23: 168–172.
[16] Ismail KH, Mohammed-Ali KB. Quality of life in patients with acne in Erbil city. *Health Qual Life Outcomes* 2012; 10: 1.
[17] Aghaei S, Mazharinia N, Jafari P, et al. The Persian version of the Cardiff Acne Disability Index. Reliability and validity study. *Saudi Med J* 2006; 27: 80–82.
[18] Chuah SY, Goh CL. The impact of post-acne scars on the quality of life among young adults in Singapore. *J Cutan Aesthetic Surg* 2015; 8: 153.
[19] Dreno B, Bodokh I, Chivot M, et al. [ECLA grading: a system of acne classification for every day dermatological practice]. *Annal dermatol venereol. 1999;126(2):* 136–141.
[20] Motley RJ, Finlay AY. Practical use of a disability index in the routine management of acne. *Clin Exp Dermatol* 1992; 17: 1–3.
[21] Seité S, Rougier A, Dréno B. Enquête sur la prise en charge des patients acnéiques en France. *Annal Dermatol Vénéréol*. 2012.139 (10): 611–616.
[22] Jankovic S, Vukicevic J, Djordjevic S, et al. Quality of life among schoolchildren with acne: results of a cross-sectional study. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2012; 78: 454.
[23] Hanisah A, Omar K, Shah SA. Prevalence of acne and its impact on the quality of life in school-aged adolescents in Malaysia. *J Prim Health Care* 2009; 1: 20–25.
[24] Dunn LK, O'Neill JL, Feldman SR. Acne in adolescents: quality of life, self-esteem, mood and psychological disorders. *Dermatol Online J*; 17(1):1
[25] Finlay AY. Quality of life assessments in dermatology. In: *Seminars in cutaneous medicine and surgery*. WB Saunders, 1998, pp. 291–296.
[26] Gieler U, Gieler T, Kupfer JP. Acne and quality of life–impact and management. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2015; 29: 12–14.
[27] Kokandi A. Evaluation of acne quality of life and clinical severity in acne female adults. *Dermatol Res Pract*. 2010;.
[28] Herane MI, Ando I. Acne in infancy and acne genetics. *Dermatology* 2003; 206: 24–28.
[29] Tasoula E, Gregoriou S, Chalikias J, et al. The impact of acne vulgaris on quality of life and psychic health in young adolescents in Greece: results of a population survey. *An Bras Dermatol* 2012; 87: 862–869

ANNEXE : GRILLE ECLA ET QUESTIONNAIRE CADI

Tableau I. – Présentation de la grille ECLA.

Facteur 1 (F_1) : type et intensité de l'acné ; décompte sur le visage entier

		Absent = 0	Rare = 1	Faible = 2	Moyen = 3	Important = 4	Très important = 5	F_1
		Aucun	< 5	5 à 9	10 à 19	20 à 40	> 40	
R	Comédons ouverts et fermés (microkystes)							R
		Aucune	< 5	5 à 9	10 à 19	20 à 40	> 40	
Is	Papules et pustules							Is
		Aucun	1	2	3	4	≠ 5	
Ip	Nodules et kystes inflammatoires							Ip

Score 1 =

Facteur 2 (F_2) : extension et intensité de l'acné ; hors visage.

		0 Absent	1 Faible	2 Moyen	3 Important	F_2
Cou (C)	Zone cervicale haute Zone cervicale basse					C
Poitrine (P)						P
Dos (D)	Sus pointe omoplate Sous pointe omoplate					D
Bras (B)						B

Score 2 =

Facteur 3 (F_3) : cicatrices absentes = 0 ; présentes = 1

Inflammatoires	Non inflammatoires	Excoriations
CI	CNI	E

Score 3 =

Score final : Score 1 + Score 2 + Score 3 =

Le score ECLA est donc compris entre 0 et 36.

QUESTIONNAIRE CADI

Item 1 : Au cours du dernier mois, à cause de vos boutons d'acné, avez-vous été agressif, frustré ou embarrassé ?

a. Considérablement b. Beaucoup c. Un peu d. Pas du tout -

Item 2 : Au cours du dernier mois, pensez-vous que vos boutons d'acné aient affecté votre vie quotidienne, vos soirées ou vos relations avec votre ami (e) ?

a. considérablement, dans toutes mes activités b. Modérément, dans la plupart de mes activités c. Occasionnellement, ou seulement dans certaines activités d. Pas du tout

Item 3 : Au cours du dernier mois, avez-vous évité les lieux publics ou des sorties en groupes à cause de vos boutons d'acné

a. Tout le temps b. La plupart du temps c. Occasionnellement d. Pas du tout

Item 4 : Au cours du dernier mois, quel sentiment vous inspire votre peau ?

a. Sentiment d'angoisse b. Sentiment d'inquiétude permanent c. Sentiment d'inquiétude occasionnel d. Aucune inquiétude

Item 5 : Pouvez-vous indiquer comment vous percevez votre acné aujourd'hui ?

a. Un problème catastrophique b. Un problème majeur c. Un problème mineur d. Pas un problème

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 195-201
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation des Risques de contamination du VIH/SIDA chez les personnels soignants (PS) de l'hôpital général de référence (HGR) de Bagira à Bukavu - RD Congo

[Assessment of the Risks of contamination of the HIV/AIDS at the nursing staffs (PS) of the general hospital of reference (HGR) of Bagira in Bukavu - DR Congo]

B. Kalimira Kachelewa[1-3] and F. Kajiramugabe Maneraguha[2-3]

[1]Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kirotshe, Nord Kivu, RD Congo

[2]Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

[3]Département Médical &VIH – SIDA, PHARMKINA BUKAVU, RD Congo

Copyright © 2017 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:* To appreciate the level of knowledge of the PS of the HGR of Bagira on the accidents of exhibition to blood (AES), to Determine the frequency, the type and the circumstances of exhibition at the PS and to Inventory the protective materials against the AES existing to the HGR of Bagira.
Materials and methods: A transverse descriptive survey has been led on 31 PS of the HGR of Bagira, active of the February to the June 2015. A questionnaire of investigation has been addressed to the PS. The spoliation of the results and the analysis of given them has been achieved thanks to the calculator MS Excel and the software Epi Info, version 3.5.1. The average, the frequency, the percentage and the test of Chi-Square have been used and the doorstep of significance has been fixed to a p value <0, 05.
Results: The level of knowledge of PS is raised very. The frequency of the AES is of 22, 6%. The percutaneous splatters represented (71, 4%) and occurred at the time of the care (96,8%), to the Laboratory, to the Motherhood and to the operative block. Some protective materials exist: glasses, boots or hooves, masks, muffler, gloves, shirts, medical and other blouses.
Conclusion: The weak rate of contamination by the HIV to the HGR of Bagira at the time of the AES is explained by a level of knowledge very elevated of the PS, the availability of the antiretrovirus to take in case of post exhibition and the good use of the protective materials.

KEYWORDS: Risks, Contamination, HIV/AIDS, HGR Bagira.

RÉSUMÉ: *Objectif:* Apprécier le niveau de connaissances des PS de l'HGR de Bagira sur les accidents d'exposition au sang (AES), Déterminer la fréquence, le type et les circonstances d'exposition chez les PS et Inventorier les matériels de protection contre les AES existant à l'HGR de Bagira.
Matériels et méthodes: Une étude descriptive transversale a été menée sur 31 PS de l'HGR de Bagira, allant du février au juin 2015. Un questionnaire d'enquête a été adressé aux PS. Le dépouillement des résultats et l'analyse des donnée a été réalisé grâce au tableur MS Excel et le logiciel Epi Info, version 3.5.1. La moyenne, la fréquence, le pourcentage et le test de Chi-carré ont été utilisés et le seuil de signification a été fixé à une valeur p < 0,05.
Résultats: Le niveau de connaissances de PS est très élevé. La fréquence des AES est de 22,6%. Les éclaboussures percutanées représentaient (71,4%) et survenaient lors des soins (96,8%), au Laboratoire, à la Maternité et au bloc opératoire. Il existe des matériels de protection: lunettes, bottes ou sabots, masques, cache-nez, gants, camisoles, blouses médicales et autres.

Corresponding Author: B. Kalimira Kachelewa

Conclusion: Le faible taux de contamination par le VIH à l'HGR de Bagira lors des AES est expliqué par un niveau de connaissances très élevé des PS, la disponibilité des antirétroviraux à prendre en cas de post exposition et la bonne utilisation des matériels de protection.

MOTS-CLEFS: Risques, Contamination, VIH/SIDA, HGR Bagira.

1 INTRODUCTION

Les AES sont des accidents de travail fréquents parmi le personnel de soin et de Laboratoire. Ils exposent à des risque de contamination grave en particulier par le VIH, le Virus de l'hépatite C (VHC) et le Virus de l'hépatite (VHB). Leur prise en charge (prophylaxie antirétrovirale, suivi sérologique, traitement des séroconversions éventuelles) est lourde, angoissante pour les soignants exposés et couteuse. Il est donc essentiel d'en réduire la fréquence **[1].**

Les risques de contamination au VIH/Sida chez le personnel de santé sont très fréquents dans le monde entier. La surveillance des contaminations professionnelles chez le personnel de santé en France a été mise en place de manière rétrospective. Les blessures constituent des expositions fréquentes et significatives chez les chirurgiens. Il est estimé à 170000 par an dans le monde le nombre de piqûres d'aiguilles accidentelles qui expose les soignants aux risques de contamination par le VIH. Ces accidents causent jusqu'à 500 infections essentiellement dans les pays en développement. Les risques existent aussi pour le personnel de nettoyage, le personnel chargé de ramasser les déchets et ceux qui sont en contact avec les objets contaminés par le sang. Les précautions universelles sont un ensemble de pratiques efficaces et simples qui protègent les soignants et les patients contre les différents agents pathogènes notamment le virus véhiculé par le sang. Elles doivent être respectées partout les soignants et avec tous les patients **[2].**

En République démocratique du Congo(RDC), les données des sites sentinelles montrent que l'épidémie du VIH/Sida est généralisée. En effet, la prévalence du VIH chez les femmes enceintes fréquentant les services de consultation prénatale est de 4,3% (PNLS, 2008). Les données actuellement disponibles montrent que l'épidémie se ruralise (4,6% en milieu rural contre 4,2% en milieu urbain), se « juvénilise » et se féminise (sexe ratio : 1,3). Certaines zones géographiques joueraient un rôle particulier dans la propagation de l'épidémie. C'est le cas de gares ferroviaires, de ports maritimes, de zones minières et de postes frontaliers, etc. **[3].**

Dans la province du Sud Kivu, le nombre de décès dus au VIH/Sida est estimé à 31835 en 2013. Dans la zone de santé urbaine de Bagira-Kasha, notre site de recherche, les rapports annuels compilés nous ont indiqué un total de 13 cas d'AES dont un en 2009, 3 en 2010, 2 en 2011, 3 en 2012, un en 2013 et 3 en 2014**. [4]** Tous ces cas, bien que non spécifiés, se sont révélés négatifs après une période de suivi sous trithérapie antirétrovirale **[5, 6].**

2 PATIENTS ET MÉTHODES

Type d'étude : Notre étude est du type descriptif transversal réalisée auprès des PS de l'HGR de Bagira, dans une période de 4 mois (du février au juin 2015)

Cadre d'étude : Notre étude a été réalisée aux services de Laboratoire, de Pédiatrie, de Médecine interne Hommes et Femmes, de Chirurgie Hommes et Femmes, de Gynécologie et de Maternité de l'HGR de Bagira. L'HGR de Bagira est un hôpital situé dans la commune de Bagira, district sanitaire de Bukavu, zone de santé urbaine de Bagira/Kasha, province du Sud Kivu en République démocratique du Congo(RDC).

Echantillonnage : La population cible de cette étude était constituée des PS affectés aux différents services précités. Pour ce qui est du choix de l'échantillon nous avons mené une étude exhaustive c'est-à-dire nous avons travaillé sur toute la population des PS travaillant dans un des services retenus, être présent et accepter de répondre volontairement à notre questionnaire d'enquête pendant notre période d'étude. Les critères d'inclusion suivants étaient retenus : accepter de répondre à notre questionnaire d'enquête, et être présent au moment de nos enquêtes. Au total, nous avons enquêtés 31 PS.

Collecte des données : Nous avions collecté les données par un questionnaire d'enquête adressé au PS affecté dans les huit différents services retenus, Les données relatives avec les caractéristiques sociodémographiques (âge, sexe, statut marital, résidence, formation de base, qualification, ancienneté), la répartition des PS de l'HGR/Bagira selon le poste d'attache, selon les connaissances sur les AES, modes de survenue des AES, avoir déjà été exposé, la personne-source et son statut,

circonstances d'exposition au risque de contamination par le VIH et attitudes adoptées en post exposition, selon leur connaissance sur les moyens de prévention des AES et les types de moyens de prévention connus et existant à l'HGR de Bagira et leur recyclage sur les précautions universelles.

Variables étudiées : La variable dépendante est l'évaluation des risques de contamination au VIH/SIDA et les variable indépendante sont les caractéristiques sociodémographiques , liés à la connaissance, aux antécédents et aux moyens de prévention des AES, le type et les circonstances d'exposition, la personne-source d'exposition et son statut sérologique, les attitudes post exposition adoptées, les moyens de prévention connus et existant dans la structure médico-sanitaire ainsi que le recyclage sur les précautions universelles.

Analyse statistique des données : Pour la saisie et l'analyse statistique des données, nous nous sommes servis des logiciels Microsoft Excel et Epi Info version 3.5.1. Pour les variables qualitatives nous avions calculé les fréquences et le pourcentage. Pour les variables quantitatives nous avions calculé la moyenne ainsi que nous avions trouvé la déviation standard (DS). Pour la recherche d'une éventuelle association entre la variable dépendante et les variables indépendantes, nous avons utilisé le test de Chi-deux. Une valeur de $p < 0,05$ définissait le seuil de signification statistique.

Considérations éthiques : Notre travail a garanti l'anonymat, le consentement libre et éclairé de tous les participants à la recherche.

3 RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES PS DE L'HGR BAGIRA

L'âge moyen des PS enquêtés était de 30 ans avec un minimum de 21 ans, un maximum de 45 ans et 58,0% réside dans la commune de Bagira que l'Hôpital. 67,7% sont des mariés, 61,3% sont de la formation infirmières polyvalents. 56, 1 % sont du niveau Universitaire A1 (gradué), 41,9% ne sont pas des Universitaires mais aussi 6,4% sont du niveau A0 soit Licencié.

Selon leur poste d'attachement, 29,0 % de nos PS sont affecté à la Maternité et Gynécologie, 19, 3% en Médecine Interne Hommes /Femmes, 19, 3% Chirurgie Hommes /Femmes, 19, 3% en Pédiatrie et 13,0% travaillent au Laboratoire. Une ancienneté de moins de 5 ans à 32,3%, Une ancienneté de plus de 5 ans à 32,3% et ceux en période probatoire à 32,3%.Aucune association significative n'a été observer entre nos caractéristiques générales de nos PS : Résidence, Etat civil, Formation, Qualification, Poste d'attachement, Ancienneté au service ($P > 0,05$).

Tableau I : Caractéristiques générales des PS de l'HGR de Bagira

Paramètres à étudier	N=31**(%)**	**sexe**		
		Masculin n=20(%)	**Féminin n=11(%)**	**P**
Age moyen en années	30±6,8 (Min 21, Max 45)			
Résidence				0,500
Bagira	18(58,0)	12(66,7)	6(33,3)	
Ibanda	4(13,0)	3(75,0)	1(25,0)	
Kadutu	7(22,6	5(71,4)	2(28,6)	
Kabare	2(6,4)	0(0,0)	2(100,0)	
Etat civil				0,251
Marie(e)	21(67,7)	15(71,4)	6(28,6)	
Non marié	10(32,3)	5(50,0)	5(50,0)	
Formation				0,670
Médecine	2(6,4)	2(100,0)	0(0,0)	
Laboratoire	4(13,0)	4(100,0)	0(0,0)	
Infirmière Accoucheuse	6(19,3)	0(0,0)	6(100,0)	
Infirmiers Hospitaliers Polyvalents	19(61,3)	14(73,7)	5(26,3)	
Qualification				0,056
Universitaires A0	2(6,4)	2(100,0)	0(0,0)	
Universitaires A1	16(56,1)	12(75,0)	4(25,0)	
Non universitaire	13(41,9)	6(46,2)	7(53,8)	
Poste d'attachement				0,054
Chirurgie Hommes /Femmes	6(19,3)	3(50,0)	3(50,0)	
Laboratoire	4(13,0)	4(100,0)	0(0,0)	
Maternité et Gynécologie	9(29,0)	1(11,1)	8(88,9)	
Médecine Interne Hommes /Femmes	6(19,3)	6(100,0)	0(0,0)	
Pédiatrie	6(19,3)	6(100,0)	0(0,0)	
Ancienneté au service				0,283
Période probatoire	10(32,3)	5(50,0)	5(50,0)	
moins de 5 ans	11(35,4)	9(81,8)	2(18,2)	
Plus de 5 ans	10(32,3)	6(60,0)	4(40,0)	

RÉPARTITION DES PS SELON LES CONNAISSANCES SUR LES AES

Les résultats de notre étude ont indiqué que 100% de nos PS sont informé des AES et sont soignés à titre préventive en cas d'AES. 96,8% des PS savent que les AES surviennent lors des soins et 3,2 % savent que ce lors de destruction des déchets biomédicaux. Seul 22,6 % de nos PS ont déjà été exposé au risque de contamination par le VIH contre 77,4%. 100% soit 7 PS ont été soigné 3 parmi eux soit 42,9% connaissaient le statut sérologiques de la personne source, 5PS soit 71,4% prenaient les Antirétroviraux a titre préventive. Du type d'exposition, les Eclaboussure percutanées représentaient 71,4% de cas. Le PS le plus touchés sont ceux du Laboratoire pendant les prélèvements des produits biologiques, (42,8%), chez les accoucheuses, en dirigeant les accouchements (28,6%) , en chirurgie pendant l'acte opératoire(14,3%) et les piqures accidentelles ont représentés (14,3%).

Tableau II : Répartition des PS selon les connaissances sur les AES

Paramètres liés aux connaissances	*N=31*	*%*
Connaissances sur les AES et leur moyen de prévention	31	***100***
Connaissances sur les modes de survenue des AES		
Lors de la destruction des déchets biomédicaux	1	***3,2***
Lors des soins	30	***96,8***
Connaissances sur les moyens de prévention des AES	31	***100***
Circonstances d'exposition au risque de contamination par le VIH		
Accouchement	2	***28,6***
Acte opératoire	1	***14,3***
Piqures accidentelles	1	***14,3***
Prélèvements au laboratoire	3	***42,8***
Avoir déjà été recyclé sur les précautions universelles		
Non	2	***6,5***
Oui	29	***93,5***

LA FRÉQUENCE D'EXPOSITION, LE TYPE, LES CIRCONSTANCES D'EXPOSITION ET LES MATÉRIELS DE PROTECTION CONTRE LES AES EXISTANT À L'HGR DE BAGIRA

La fréquence d'AES est de 22,6 % auprès de nos PS. 100% soit 7 PS ont déjà été soigné après l'AES 3 parmi eux soit 42,9% connaissaient le statut sérologiques de la personne source, 5 PS soit 71,4% prenaient les Antirétroviraux a titre préventive. Tous nos enquêtés avaient une connaissance sur les moyens de prévention des AES. 96,8% de nos PS savent le respect et application des précautions universelles en matière des AES. 3,2% parlent de l'administration des ARV à titre préventive en post expositions. 93,5% de nos PS ont affirmé l'existence des moyens nécessaires pour la prévention contre les AES à l'HGR/Bagira, 100% ont citer les Masques, cache-nez, gants stériles et non stériles, camisoles, bottes, sabots, antirétroviraux, blouses médicales de surprotection et autres matériels des soins comme matériel disponibles dans la structure d'étude.

Tableau III : La fréquence d'exposition, le type, les circonstances d'exposition et les matériels de protection contre les AES existant à l'HGR de Bagira

Paramètres liés à l'exposition du sang	*N=31*	*%*
Avoir déjà été exposé au risque de contamination par le VIH		
Non	24	***77,4***
Oui	7	***22,6***
Types d'exposition ayant existé chez les PS **(N= 7)**		
Eclaboussures généralisées	2	***28,6***
Eclaboussure percutanées	5	***71,4***
Types de moyens de prévention des AES connus par les PS		
Respect et application des précautions universelles	30	***96,8***
Administration des antirétroviraux	1	***3,2***
Existence des moyens de prévention contre les AES à l'HGR/Bagira		
Non	2	***6,5***
Oui	29	***93,5***
Types des moyens de prévention contre les AES existant à l'HGR/Bagira		
Masques, cache-nez, gants stériles et non stériles, camisoles, bottes, sabots, antirétroviraux, blouses médicales de surprotection et autres matériels des soins	31	***100***

4 DISCUSSION

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES PS DE L'HGR BAGIRA

L'âge moyen des PS enquêtés était de 30 ans avec un minimum de 21 ans, un maximum de 45 ans et 58,0% de nos PS résidaient dans la commune de Bagira ou se situe même l'Hôpital. 67,7% sont des mariés, 61,3% sont de la formation

infirmières polyvalents ; 56,1 % sont du niveau Universitaire A1 (gradué), 41,9% ne sont pas des Universitaires mais aussi 6,4% sont du niveau A0 soit Licencié.

Nous pouvons penser que compte de ce niveau de qualification, le risque de contamination par le VIH est amoindri car l'information suffisante s'avère capitale dans la lutte ou la prévention contre l'infection à VIH surtout dans la communauté et en milieu des soins **[7].**

Selon leur poste d'attachement, 29,0 % de nos PS sont affecté à la Maternité et Gynécologie, 19, 3% en Médecine Interne Hommes /Femmes, 19, 3% Chirurgie Hommes /Femmes, 19, 3% en Pédiatrie et 13,0% travaillaient au Laboratoire. Une ancienneté de moins de 5 ans à 32,3%, de plus de 5 ans à 32,3% et en période probatoire à 32,3%.

Ce résultat indique que non seulement c'est un âge de vie d'activité professionnelle rentable mais aussi au cours duquel le risque de contamination par le VIH est très élevé. En plus, dans une étude française de 2012 rapportant les résultats de la surveillance des AES, il a été trouvé que l'âge et l'ancienneté semblaient diminuer le risque d'AES ; le personnel jeune (20-30 ans) et avec peu d'expérience (moins de 4 ans) était le plus victime d'AES **[8].**

Nous n'avons pas note des associations statistiquement significatives entre la résidence, l'état civil, la formation, la qualification, le poste d'attachement ni l'ancienneté au service survenue des accidents du travail et les facteurs tels que le sexe du PS.

RÉPARTITION DES PS SELON LES CONNAISSANCES SUR LES AES

Les résultats de notre étude ont indiqué que 100% de nos PS ont une connaissance sur les AES et leur moyen de prévention. 96,8% des PS savaient que les AES surviennent lors des soins et 3,2 % savent que ce lors de destruction des déchets biomédicaux. Du type d'exposition, les Eclaboussure percutanées représentaient 71,4% de cas. Le PS le plus touchés sont ceux du Laboratoire pendant les prélèvements des produits biologiques, (42,8%), chez les accoucheuses, en dirigeant les accouchements (28,6%) , en chirurgie pendant l'acte opératoire (14,3%) et les piqures accidentelles ont représentés (14,3%) . Ce résultat corrobore avec les autres études **[9, 10]**

LA FRÉQUENCE D'EXPOSITION, LE TYPE, LES CIRCONSTANCES D'EXPOSITION ET LES MATÉRIELS DE PROTECTION CONTRE LES AES EXISTANT À L'HGR DE BAGIRA

Seuls 22,6 % de nos PS ont déjà été exposé au risque de contamination par le VIH contre 77,4%.

100% soit 7 PS ont été soigné 3 parmi eux soit 42,9% connaissaient le statut sérologiques de la personne source, 5PS soit 71,4% prenaient les Antirétroviraux a titre préventive.

L'étude des cas publiés d'infections professionnelles VIH et VHC met en évidence que ce sont les AES survenus lors du prélèvement sang qui sont le plus souvent en cause **[11, 12, 13].** Tous nos enquêtés avaient une connaissance sur les moyens et type de prévention des AES, 96,8% de nos PS veillaient au respect et application des précautions universelles en matière de AES. 3, 2% parlaient de l'administration des ARV à titre préventive en post expositions. 93,5% de nos PS ont affirmé l'existence des moyens nécessaires pour la prévention contre les AES à l'HGR/Bagira, 100% ont citer les Masques, cache-nez, gants stériles et non stériles, camisoles, bottes, sabots, antirétroviraux, blouses médicales de surprotection et autres matériels des soins comme matériel disponibles dans la structure d'étude. Plusieurs autres études évoquent l'incidence du statut professionnel sur le processus accidentel **[14,15].**

5 CONCLUSION

Le risque de contamination par le virus du SIDA (VIH) est faible à l'HGR Bagira car seuls 22,6 % des PS ont déjà été exposés. Les AES les plus fréquents sont les éclaboussures percutanées (71,4%) survenant à 96,8% lors des soins et principalement dans les services de Laboratoire, de la Maternité et du bloc opératoire. Le taux de contamination par le VIH à l'HGR Bagira est faible suite un niveau de connaissances très élevé (93,5%) des PS en matière de prévention d'AES et l'existence et la bonne utilisation des moyens de protection.

REFERENCES

[1] GERES Groupe d'étude sur le risque de l'exposition des soignants aux agents infectieux d'exposition au sang lors de prélèvements veineux, *Documents pour le Médecin du travail N° 110, 2ème trimestre 2007*

[2] www.who.int/../who-cht 04-17.fr.pdf.wl

[3] RDC, Ministère de la santé publique, *Plan national de développement sanitaire PNDS 2011-2015, Kinshasa, mars 2010, 110 pages*

[4] Rapports annuels 2013 de l'Inspection provinciale de la santé du Sud Kivu

[5] Bureau Central de la Zone de Santé de Bagira, registre 2014

[6] http://www.cclinouest.com/PDF/Surveillance/AES/MTD_AES_V2012_V2.pdf

[7] http://www.hcsp.fr/docspdf/avisrapports/hcsp30110614_trstsevirushema.pdf

[8] Ministère français de l'Emploi et de la Solidarité, Bulletin épidémiologique hebdomadaire, *Séroconversions professionnelles par le VIH et le VHC chez le personnel de santé en France, le point au 30 juin 2001,* mars 2002

[9] Ministère français de l'Emploi et de la Solidarité, Bulletin épidémiologique hebdomadaire, *Séroconversions professionnelles par le VIH et le VHC chez le personnel de santé en France, le point au 30 juin 2001,* mars 2002

[10] Christian Rabaud, *Présentation des premiers résultats RAISIN 2009, conférence GERES de décembre 2011.*

[11] *Occupational transmission of HIV. Summary of Published Reports. PHLSAIDS & STD Centre at the Commutable Disease Surveillance Centre and Collaborators, 1999*
www.hpaonguk/infection/topics-azhiv-sti/ publication/hiv-octr-1999.pdf

[12] *Contamination professionnelles par le VIH, le VHC et le VHB chez le personnel de santé en France: donnée au 31 décembre 2005. InVS.2006 (WWW.invs, 2006.sante.fr/publication/2006/contaminations-prof-vih-vhc-vhb/rapport.pdf)*

[13] DoAN, CIESIELSKI CA, METLER RP, HAMMENTT T Et AL. *Occupationally acquired human immunodeficiency virus (HIV) infection: national case surveillance data during20 years of the HIV epidemic in the United States. Infect Control Hosp Epidemiol 2003; 24(2) : 86-96 Comment in : Control Hosp Epidemiol 2003;24(2) : 82-5*

[14] Panda JP, de Brouwer C. *Etude des facteurs associés dans la survenue des accidents du travail dans une industrie textile en République démocratique du Congo. Arch. Mal Prof Env. 2010;71: 171–9.*

[15] Loewenson R. Mondialisation et sante´ au travail : *l'exemple de l'Afrique australe. Bull OMS 2001;79:863–8.*

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 202-218
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude des Fractions Glycériques et des phospholipides de trois types d'arachides (*Arachis hypogaea*)

J.P.L. OSSOKO[1-2-3], J. ENZONGA YOCA[1] , Y. OKANDZA[1], M.G. DZONDO[1], L. PERQUIS[2-3], V. ONG-MEANG[2-3], V. POINSOT[2-3], M.D. MVOULA TSIERI[1], and F. COUDERC[2-3]

[1]Laboratoire de Transformation et Qualité des Aliments, ENSAF : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et Foresterie, (UMNG), Brazzaville, Republic of the Congo

[2]Laboratoires des Interactions Moléculaires et Réactivités Chimiques et Photochimiques (IMRCP), Université Paul SABATIER de Toulouse, France

[3]Equipe MAPES, IMRCP, Toulouse, France

Copyright © 2017 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 view of diversification of the congolese economy on the hand and of source of lipids consumed on the other hand in Congo, it has been achieved a survey of the glyceride fraction of oils extracted from the seeds of peanuts of Lekana in the trays region and of Manga in pan region, two departments of Congo-Brazzaville. These profiles have been compared to the one gotten from the seeds of peanuts of sudan sold on the market of Toulouse in France.
The total fat acids of the three samples present the identical caracteritics of which the main are the oleic acid (C18:1), linoleic acid (C18:2) and palmitic acid (C16;0).
The glycerique fraction is mostly dominated by the triglycerides as in the other oleaginous seeds. The contents in mono, di and triglycerides are influenced by the contents in fat acids of the different samples. These profiles confer to these oils the statute of the frying oils and can be useful in hair oils, in pharmacy or in other domains.
The phospholipids of the three samples present the identical caracteritics. All classes of the phospholipids are presents. The oil from Manga peanut seeds are poor in phosphatidylcholins after the oil from Lekana peanut seeds.

KEYWORDS: Peanut seeds (Arachis hypogaea), Glycerique fraction, Fatty acid content, Mono, Di and Triacylglycerides contents, GC/MS, ESI/MS, MS/MS, Phospholipids, HPLC-MS.

RESUME: En vue de la diversification de l'économie Congolaise d'une part et de source de lipides consommés au Congo d'autre part, il a été réalisé une étude des fractions glycériques des huiles extraites des graines d'arachides de LEKANA dans la région des Plateaux et de MANGA dans la Cuvette, deux départements du Congo-Brazzaville. Ces profils ont été comparés à ceux obtenus à partir des graines d'arachide du SOUDAN vendues sur le marché de Toulouse en France.
Les acides gras totaux des trois échantillons présentent des caractéristiques identiques dont les principaux sont les acides oléique (C18:1), linoléique (C18:2) et palmitique (C16 :0). La fraction Glycérique est majoritairement dominée par les triglycérides comme dans les autres graines oléagineuses. Les teneurs en mono, di et triglycérides sont influencées par les teneurs en acide gras des différents échantillons.
Les phospholipides des trois échantillons présentent des caractéristiques identiques. Toutes les classes des phospholipides sont présentes. L'arachide de MANGA est pauvre en phosphatidylcholines, suivie de l'arachide de LEKANA.
Ces profils confèrent à ces huiles le statut des huiles de friture et peuvent être utiles en cosmétique, en pharmacie ou encore dans d'autres domaines.

MOTS-CLEFS: Graines d'Arachide (Arachis hypogaea), Fraction glycérique, Teneur en acides gras, Teneurs en Mono, Di et Triglycérides, GC/MS, ESI/MS, MS/MS, Phospholipides, HPLC-MS.

Corresponding Author: Y. OKANDZA

1 INTRODUCTION

L'arachide (*Arachis hypogaea* L., Fabaceae) est une plante légumineuse originaire d'Amérique Latine [1]. Elle est originaire du sud de la Bolivie et du nord-ouest de l'Argentine. C'est une espèce cultivée largement au Mexique, en Amérique centrale et du sud depuis l'arrivée des Conquistadors. A l'époque précolombienne, l'arachide domestiquée avait déjà évoluée en plusieurs types avant son introduction dans l'ancien monde par des explorateurs Espagnols et Portugais.

Les plus grands producteurs sont la Chine et l'Inde qui fournissent plus de 60% de la production mondiale. Actuellement l'Afrique fournit environ 25% de la production notamment le Nigeria, le Sénégal et le Soudan [1]. Le Sénégal qui fut après l'indépendance le premier exportateur mondial d'arachide [2] connait depuis quelques années une crise de la filière arachidière [3].

Au Congo, l'agriculture est pratiquée par des cellules familiales (exploitations agricoles traditionnelles). Pourtant l'arachide occupe une place non négligeable dans les habitudes alimentaires des congolais. Le Congo dépense plus d'un milliard par mois pour l'importation des huiles alimentaires. Il y a plus de deux décennies que l'unique unité de production d'huile d'arachide nommée HUILKA utilisant la variété d'arachide rouge locale et renforcée par l'arachide en provenance du Sénégal était fonctionnelle. A l'heure actuelle le Congo ne produit plus d'huile alimentaire en dehors de la filière huile de palme qui a été relancée il y a environ une année.

La production Congolaise d'arachide n'est pas évaluée car l'agriculture dans tous ses états n'est pas la priorité des dirigeants politiques du pays depuis la découverte du pétrole. L'économie du Congo est axée sur le pétrole qui malheureusement connait d'énormes problèmes avec la baisse du prix du baril. La diversification de l'économie Congolaise est nécessaire par l'agriculture et la valorisation des autres produits en dehors du pétrole et des produits forestiers ligneux.

L'arachide MANGA est cultivée en terre MANGA dans le département de la Cuvette au nord-est d'Owando et au sud-est de Makoua et l'arachide de LEKANA est cultivée dans les sous-préfectures de LEKANA, de DJAMBALA, NGO et MBAN dans le département des Plateaux au centre. Selon des sources orales indigènes (témoignages des habitants de 16 villages de la terre Manga), l'arachide MANGA proviendrait de LEKANA. Cette arachide a été introduite en terre Manga en 1953 par le premier enseignant de l'école primaire de MANGA, originaire de LEKANA.

Pour notre étude, nous avons utilisé une troisième variété d'arachide autre que les arachides venant du Congo-Brazzaville : l'arachide du Soudan, vendue sur le marché de Toulouse.

La valorisation des légumineuses locales par la production d'huile alimentaire nous emmène parfois vers des spécimens rares pouvant faire l'objet d'une étude approfondie. En effet, les arachides MANGA et de LEKANA sont utilisées comme arachides de bouche. Elles ne font l'objet que d'applications culinaires habituelles (production d'huile, élaboration de pâte d'arachide à grande échelle…). Les gousses et graines sont très grosses ; les graines sont très claires par rapport aux autres arachides. L'objet de notre étude est de connaitre la valeur nutritionnelle de ces arachides particulières, en faisant une étude comparée des fractions glycériques et des phospholipides.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé dans cette étude se compose de graines d'arachides MANGA et LEKANA récoltée entre janvier et février dans la zone MANGA et dans les environs de la sous-préfecture de LEKANA et l'arachide du Soudan achetée au marché de Toulouse.



Figure 1 : Les graines d'arachides de LEKANA, MANGA et du SOUDAN

2.2 EXTRACTION DES LIPIDES

L'extraction de l'huile a été réalisée selon la méthode Soxhlet [4], qui est la méthode de référence utilisée pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés. Les huiles des arachides des différents échantillons, ont été obtenues par extraction des graines (finement broyées), au soxhlet pendant 6 heures à la température de 70°C. Les traces d'hexane ont été éliminées au rotavapor. L'huile extraite a été tout de suite analysée.

2.3 CARACTÉRISATION DES GRAINES

Nous nous sommes intéressés dans notre étude à comparer les acides gras totaux et les fractions glycériques obtenus à partir des trois huiles.

2.3.1 EXTRACTION DES ACIDES GRAS TOTAUX

On pèse 300 mg d'huile que l'on mélange à 2 ml d'une solution Méthanol/Chloroforme (1/2 v/). Le mélange est homogénéisé au vortex. L'échantillon est transvasé dans un tube à col rodé puis séché sous azote. On procède à sa saponification ; on ajoute 5 ml de soude méthanolique (20 g de NaOH dans 1litre de méthanol). On chauffe au bain marie à 65°C pendant 15 mn; on neutralise à l'acide chlorhydrique puis on extrait à l'éther. On sèche sous azote puis on procède ensuite à la méthylation. Ainsi, on ajoute 1ml de méthanolic HCl 3N dans le tube puis on porte au bain marie à 65°C pendant 15 mn. Le tube est agité de temps en temps. Enfin, on extrait les esters de méthyle : on refroidit le tube sous un courant d'eau froide puis on ajoute 10ml d'eau ultra pure. Le mélange est homogénéisé au vortex pendant 3mn. On laisse décanter puis on sépare les deux phases : le surnageant est récupéré. On obtient les esters méthyliques que l'on conserve avant de passer à la chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) avec ionisation en impact électronique.

2.3.2 PROFIL DES ESTERS DE MÉTHYLES D'ACIDES GRAS TOTAUX

L'étude des acides gras a été réalisée par l'injection de 1 µl d'esters méthyliques préparés selon la norme NF EN ISO 5509 (200O)[5], dans un chromatographe. Nous avons utilisé un chromatographe à impact électronique.

2.3.3 PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON POUR L'ANALYSE DES GLYCÉRIDES

2.3.3.1 PRÉPARATION DE LA PLAQUE

La plaque avant utilisation est placée dans une cuve contenant le diéthyl Ether. Une heure après, on retire la plaque de la cuve, on délimite le niveau de l'élution du solvant et on la sèche à l'étuve.

Après le séchage de la plaque, on dépose tout le long de la ligne de dépôt, 200 µL de l'échantillon d'huile sur la plaque préparée. On n'attend que l'échantillon sèche sur la plaque avant de la placer dans une cuve contenant le mélange de solvants d'élution. Nous avons utilisé le mélange suivant : Hexane/ Diéthyl Ether/ Acide acétique (80 : 30 : 1, V/V/V). La révélation s'est faite à l'iode.

2.3.3.2 SÉPARATION ET EXTRACTION DES LIPIDES

Nous avons réalisé d'autres plaques dans les mêmes conditions mais sans faire de révélation à l'iode qui modifierait les résultats attendus car il se fixe sur les doubles liaisons des acides gras insaturés et augmenterait la masse de certains ions ; ce qui rendrait impossible l'analyse des résultats. Cependant les plaques révélées nous ont permis de délimiter les différentes couches des lipides sur les plaques non révélées.

A l'aide d'une spatule on sépare les différents groupes de lipides ; On gratte les plaques afin de séparer ces groupes de lipides. On filtre ensuite chaque partie recueillie en utilisant de l'hexane. Ces fractions de lipides obtenues après filtration constituent nos échantillons à analyser en ESI/MS.

2.3.3.3 ANALYSE DES LIPIDES PAR ESI/MS$^+$ ET PAR ESI/MS$^-$

On étudie par infusion 10 à 20 µl de l'échantillon contenant les lipides en ESI/MS$^+$ ou ESI/MS$^-$. Les composés sont identifiés grâce à leurs ions moléculaires. Leurs structures sont confirmées par MS/MS.

2.3.4 ANALYSE DES PHOSPHOLIPIDES

2.3.4.1 PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON

Cinq (05) grammes d'arachides broyées sont mélangés avec le méthanol et l'eau ultra pure dans les proportions MeOH/Eau (2/1 : V/V). Le mélange est tourbillonné pendant 10 à 15minutes pour extraire la fraction lipidique de l'échantillon. On laisse le mélange au repos pendant 5minutes et on filtre le mélange. Le filtrat est séché sous azote puis on ajoute un mélange de solvant suivant composé MeOH : 2,5 mL (2% acétate), Eau : 2,1 mL et le dichlorométhane (CH_2Cl_2) : 2,5 mL. On homogénéise le mélange et on laisse au repos. La solution présente deux phases : la phase aqueuse au dessus est éliminée et on retient la phase organique qui contient les phospholipides et qui constituera l'échantillon à analyser.

Nous avons aussi réalisé la CCM des phospholipides à partir de l'échantillon séché sous azote en utilisant comme éluant selon OWENS [6], le mélange de chloroforme, de méthanol de l'eau ultra pure et l'acide acétique dans les proportions suivantes : Chloroforme/Méthanol/Eau/Acide acétique (65V/43V/3V/1V). La révélation de la plaque se fait à l'iode.

2.3.4.2 ANALYSE DES LIPIDES

On étudie par infusion 10 à 20 µl de l'échantillon contenant les lipides en ESI/ MS$^+$ ou ESI/MS$^-$ et en HPLC/MS.

Pour l'HPLC/MS, le solvant utilisé ici est l'acétonitrile. Le formate d'ammonium (>99%) a été fourni par Sigma Aldrich. Le liquide synthétique standard (Cer d 18 :1/18 :0, Cer d 18 :1/15 :0, PE 12 :0/12 :0, PE 16 :0/16 :0, PC 13 :0/13 :0, PC 16 :0/16 :0, SM d 18 :1/18 :0, SM d 18 :1/12 :0, PI 18 :1/18 :1, PS 12 :0/12 :0, PS 18 :0/18 :0) utilisé a été fourni par Avanti lipides polaires. Le standard synthétique PI 16 :0/17 :0 a été fourni par J. Clark (Cambridge).

Les différents standards et échantillons ont été préparés en pesant 1mg de chaque que l'on dissout dans 1ml de MeOH (pour SM et Cer), $CHCl_3$ (pour PE, PC) ou dans un mélange $CHCl_3$/MeOH/H_2O (20 :9 :1 v/v/v) (pour PI et PS) et stocké à -20°C. Les solutions de calibrage sont préparées à partir des solutions précédentes dans le MeOH (Vf 50 µL) pour obtenir dix points de calibrage avec des niveaux de concentrations fixés (Cer d18 :1/15:0, 320 pg/ µL ; PE 12 :0/12:0 3,6 ng/ µL ; PC 13 :0/13:0 320 pg/ µL ; SM d18 :1/12:0 320 pg / µL ; PI 16 :0/17:0 0,6 ng/ µL ; PS 12 :0/12:0 3,125 ng/ µL).

Les solutions standards et les échantillons ont été ensuite analysés à la HPLC/MS.

Les composés sont identifiés grâce à leurs ions moléculaires. Leurs structures sont confirmées par MS/MS.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ACIDES GRAS TOTAUX

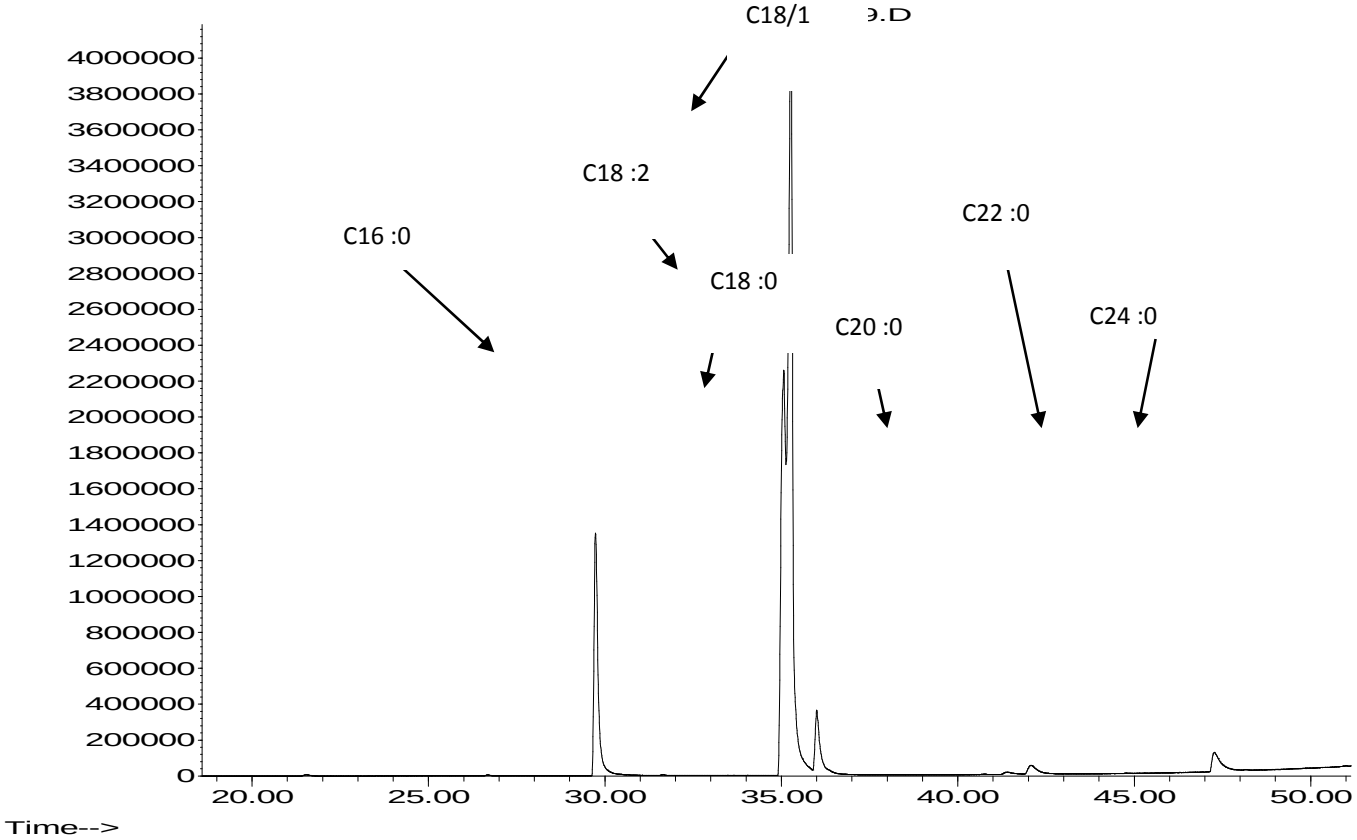


Figure 2 : Etude par GC-MS-ionisation impact électronique des esters de méthyle des acides gras totaux de MANGA

Cette figure montre qu'il y a plus d'acides gras saturés que d'acides gras insaturés par contre les acides gras insaturés à eux seuls représentent environ 77% des acides gras disponible dans cette huile.

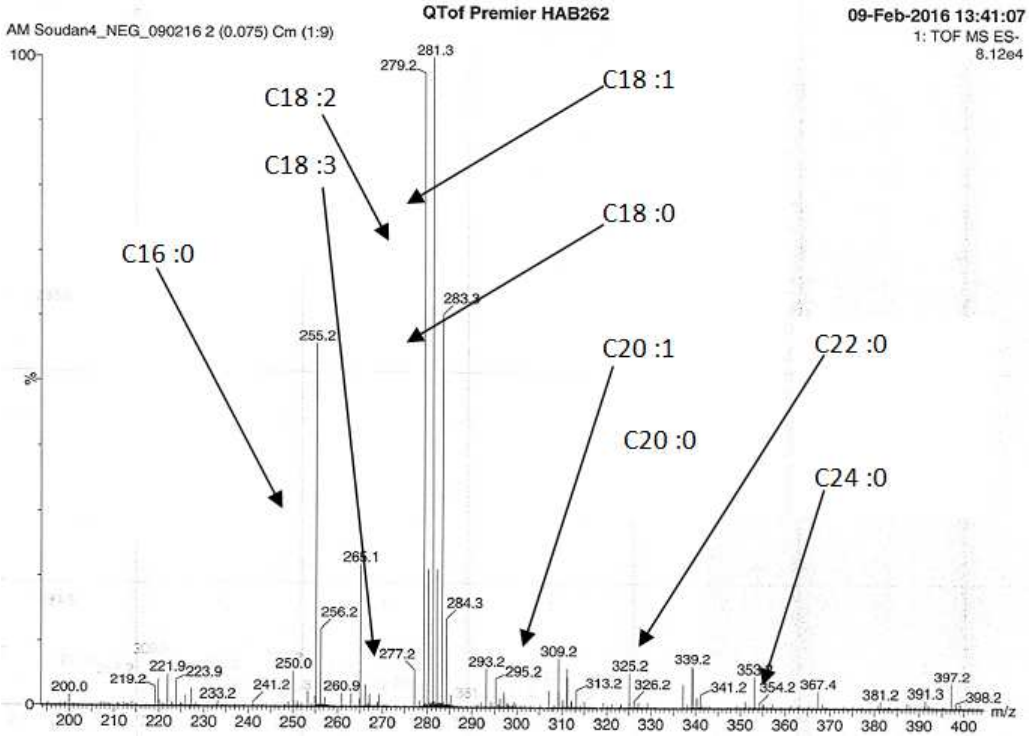


Figure 3 : Etude par ESI-MS-ionisation impact électronique des esters de méthyle des acides gras totaux des arachides du Soudan.

Cette figure confirme les résultats de la GC/MS qui stipule qu'il y a plus d'acides gras saturés mais les plus abondants sont les acides gras insaturés et que le C16 :0 est l'acide gras saturé le plus abondant suivi du C22 :0.

L'acide linolénique apparaît ici sous forme de traces.

L'analyse des différents chromatogrammes donne les résultats représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Profil en Acides Gras Totaux des trois échantillons obtenu en GC-MS-EI des esters de méthyle des acides gras totaux.

Acides Gras en %	Arachide du SOUDAN Vendues à Toulouse	Arachide de MANGA Congo-Brazzaville	Arachide de LEKANA Congo-Brazzaville
Acide Palmitique (C16 :0)	16	12	9
Acide Stéarique (C18 :0)	4	2	3
Acide Oléique (C18 :1)	50	51	60
Acide Linoléique (C18 :2)	27	24	19
Acide Arachidique (C20 :0)	1	3	3
Acide Gadoléique (C20 :1)	0,3	2	2
Acide Béhénique (C22 :0)	1	6	4
Acide Lignocérique (C24 :0)	1	0.2	0.2

Les pourcentages sont obtenus par rapport à la hauteur totale des pics du chromatogramme.

Les profils obtenus après la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse des esters méthyliques montre les teneurs en acides gras des différentes huiles représentées dans le tableau 1.

L'analyse des résultats consignés dans le tableau ci-dessus montre que l'arachide de LEKANA présente une teneur en acide oléique plus élevée (60%), suivi de l'arachide de MANGA (51%) et enfin l'arachide du SOUDAN (50%) trouvée sur le marché de Toulouse- France. Par contre, l'arachide du SOUDAN est plus riche en acide linoléique (27%), suivi de l'arachide de MANGA (24%) et enfin l'arachide de LEKANA (19%). L'arachide du SOUDAN est plus riche en acide palmitique (16%) que l'arachide de MANGA (12%) et celle-ci, plus riche que l'arachide de LEKANA (9%). Les arachides en provenance du Congo sont

trois fois plus riches en acide arachidique (acide eicosanoïque) (3%) et six fois et demi riche en acide gadoléique (acide cis11-eicosanoïque) (2%) que l'arachide en provenance du SOUDAN (acide arachidique : 1% ; acide gadoléique : 0,3%). Les rapports des acides gras polyinsaturés à ceux des acides gras saturés sont : 1,23 pour l'arachide du SOUDAN ; 1,04 pour l'arachide de MANGA et 1,00 pour l'arachide de LEKANA. Tous ces rapports sont supérieures à 0,7, seuil recommandé par les nutritionnistes [7 ; 8]. L'absence ou l'existence sous forme de traces de l'acide linolénique dans ces huiles les rendent utilisable pour la friture.

Ces trois huiles présentent les profils en acides gras totaux très différents de celui obtenu par certains auteurs [9], sur le même produit (arachide). Ces derniers ont obtenu une huile contenant entre autres, les acides laurique (1,25%) et myristique (1,5%) que MANGA, LEKANA et l'arachide venant du SOUDAN ne contiennent pas. Certains auteurs [10], en établissant le profil en acides gras d'une autre variété d'arachide ont obtenus une teneur plus faible en acide oléique de l'ordre de 41,11% et d'acide palmitique de l'ordre de 8,17%.



Figure 4 : La Photographie des huiles extraites des différents échantillons

La photo ci-dessus confirme ces résultats et la qualité des différentes huiles.

LEKANA : Echantillon d'huile extraite des arachides de LEKANA ;

MANGA : Echantillon d'huile extraite des arachides de MANGA ;

A.M. SOUDAN : Echantillon d'huile extraite des arachides du SOUDAN achetées au marché de Toulouse- France.

Ces trois échantillons ont été conservés pendant deux mois dans les mêmes conditions au réfrigérateur : l'huile des arachides de LEKANA demeure liquide par contre les huiles des arachides de MANGA et du SOUDAN ce sont gélifiées avant 24 heures ; ce qui justifie la composition de chaque huile : l'huile des graines d'arachide de LEKANA est plus oléique que les huiles des arachides de MANGA et du SOUDAN. En effet, la température de fusion des trioléïnes (OOO) oscille entre -5 et -2.5^{0}C [11].

Les huiles extraites de ces graines sont constituées en majorité des acides gras courants : acides palmitique, oléique et linoléique. Elles ont l'avantage d'avoir une teneur en acides gras mono et di-insaturés largement élevée : 77 % pour l'arachide de MANGA, 78 % pour l'arachide du SOUDAN et 81 % pour l'arachide de LEKANA. Les rapports % Acides gras insaturés / % Acides gras saturés sont les suivants : 3 pour l'huile d'arachide de MANGA, 3 pour l'huile d'arachide du SOUDAN et 4 pour l'huile d'arachide de LEKANA. Ces rapports sont largement supérieurs pour certaines huiles : entre 1 et 1,5 pour les huiles des *Raphia sese* et *Raphia laurentii*, 1 pour l'huile de palme et 0,3 pour l'huile de palmiste. Certaines espèces de Raphia étudiées au NIGERIA présentent un rapport plus élevé : Raphia *sudanica* : 2,4 et *Raphia regalis* : 3. [12].

Par contre ces rapports sont inférieurs à celle de l'huile de Jujubier qui ont une prédominance nette des Acides gras insaturés (82 %) par rapport aux Acides gras saturés (18 %) ; soit un rapport de : 4,50. [13].

Ces huiles étudiées sont tout à fait intéressantes sur le plan nutritionnel à cause de leurs teneurs élevées en acides oléique et linoléique. A l'opposé de l'acide palmitique, l'acide oléique, principal acide gras de l'huile d'olive, a pendant

longtemps été considéré comme « sain » et responsable de la santé des méditerranéens [12]. Certaines études actuelles semblent remettre en cause sa neutralité vis-à-vis du LDL cholestérol et des TAG plasmiques (TAGp) [14].

L'acide linoléique, acide gras polyinsaturé est un précurseur de la famille des AGn-6 qui selon certains auteurs semble avoir un effet négatif ou tout au moins neutre à partir d'un certain seuil, sur le LDL cholestérol [12]. Toute fois, selon d'autres auteurs [14], le remplacement des acides gras saturés par l'acide linoléique baisse le taux de LDL cholestérol. Les acides gras Oméga-9 ont un effet positif sur les systèmes de santé cardio-vasculaire. Ils baissent le taux de cholestérol, améliorent la fonction immunitaire et améliorent la glycémie.

Du point de vue utilisation, ces huiles étudiées sont résistantes à la cuisson. Elles peuvent être de bonnes sources de vitamine E à cause de leur richesse en acides gras polyinsaturés oméga 6.

3.2 LES GLYCÉRIDES

C'est la fraction la plus importante de toutes les huiles oléagineuses comme l'indique la figure ci-dessous.

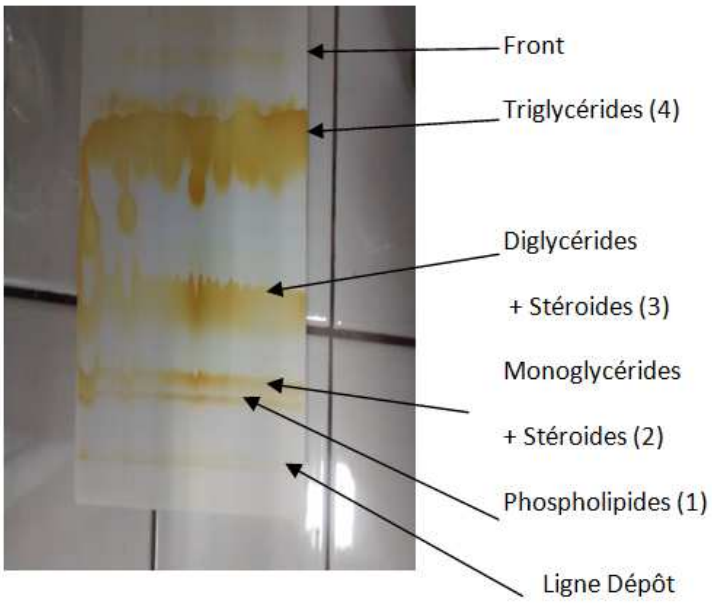


Figure 5 : Plaques des lipides de l'huile d'arachide de MANGA

Cette plaque montre les différentes classes des lipides suivant l'ordre de dépôt suivant, en allant de la ligne de dépôt au front de l'élution : les phospholipides, les monoglycérides et stéroides, les diglycérides et stéroides et enfin les triglycérides qui sont les plus abondantes dans toutes les huiles alimentaires. Les lipides neutre sont pratiquement sur le front d'élution.

Eluant : Hexane/ Diéthyl Ether/ Acide acétique (80 : 30 : 1, V/V/V) ; La révélation s'est faite à l'iode.

On étudie 1µL de l'échantillon contenant les lipides en ESI/ MS^+ et en ESI/ MS^-.

L'analyse des différents spectres nous donne les résultats représentés dans le tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Les différents mono, di et triglycérides des différents échantillons étudiés.

Différentes classes de glycérides	Ions moléculaires (m/z) $(M+H)^+$;$(M-H)^-$	Arachide de MANGA	Arachide de LEKANA	Arachide du SOUDAN
Monoglycérides (MAG)	330,3 354,3 356,3 358,3 384,3 386,3 414,4 442,4	C16 :0 C18 :0 C18 :1 C18 :2 C20 :1 C20 :0 C22 :0 C24 :0	C16 :0 C18 :0 C18 :1 C18 :2 C20 :1 C20 :0 C22 :0 C24 :0	C16 :0 C18 :0 C18 :1 C18 :2 C20 :1 C20 :0 C22 :0 C24 :0
Diglycérides (DAG)	568,5 596,5 594,5 592,5 616,5 618.5 620,5 622,5 624,5	C16 :0/C16 :0 C18 :0/C16 :0 C16 :0/C18 :1 C16 :0/C18 :2 C18 :2/C18 :2 C18 :1/C18 :2 C18 :1/C18 :1 et C18 :0/C18 :2 C18 :0/C18 :1 C18 :0/C18 :0	C16 :0/C16 :0 C18 :0/C16 :0 C16 :0/C18 :1 C16 :0/C18 :2 C18 :2/C18 :2 C18 :1/C18 :2 C18 :1/C18 :1 et C18 :0/C18 :2 C18 :0/C18 :1 C18 :0/C18 :0	C16 :0/C16 :0 C18 :0/C16 :0 C16 :0/C18 :1 C16 :0/C18 :2 C18 :2/C18 :2 C18 :1/C18 :2 C18 :1/C18 :1 et C18 :0/C18 :2 C18 :0/C18 :1 C18 :0/C18 :0
Triglycérides (TAG)	830,8 832,8 854,8 856,8 858,8 860,8 880,8 882,8 884,8 886,8 888.8	C18 :0/C16 :0/ C16 :0 C18 :1/C16 :0/ C16 :0 C18 :2/C18 :2/ C16 :0 C18 :1/C18 :2/ C16 :0 C18 :1/C18 :1/ C16 :0 C18 :1/C18 :0/ C16 :0 C18 :1/C18 :2/ C18 :2 C18 :1/C18 :1/ C18 :2 C18 :1/C18 :1/C18 :1 et C18 :1/C18 :2/C18 :0 C18 :1/C18 :1/ C18 :0 et C18 :2/C18 :0/C18 :0 C18 :1/C18 :0/ C18 :0	C18 :0/C16 :0/ C16 :0 C18 :1/C16 :0/ C16 :0 C18 :2/C18 :2/ C16 :0 C18 :1/C18 :2/ C16 :0 C18 :1/C18 :1/ C16 :0 C18 :1/C18 :0/ C16 :0 C18 :1/C18 :2/ C18 :2 C18 :1/C18 :1/ C18 :2 C18 :1/C18 :1/C18 :1 et C18 :1/C18 :2/C18 :0 C18 :1/C18 :1/ C18 :0 et C18 :2/C18 :0/C18 :0 C18 :1/C18 :0/ C18 :0	C18 :0/C16 :0/ C16 :0 C18 :1/C16 :0/ C16 :0 C18 :2/C18 :2/ C16 :0 C18 :1/C18 :2/ C16 :0 C18 :1/C18 :1/ C16 :0 C18 :1/C18 :0/ C16 :0 C18 :1/C18 :2/ C18 :2 C18 :1/C18 :1/ C18 :2 C18 :1/C18 :1/C18 :1 et C18 :1/C18 :2/C18 :0 C18 :1/C18 :1/ C18 :0 et C18 :2/C18 :0/C18 :0 C18 :1/C18 :0/ C18 :0

Les composés sont identifiés grâce à leurs masses moléculaires. Leurs structures sont confirmées par MS/MS. Les m/z identifiés ont été calculés et retrouvés par différents auteurs [15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 19 ; 20 ; 21 ; 22 ; 23 ; 24 ; 25 ; 26 ; 27 ; 28].

Le nombre possible des différentes classes des glycérides se détermine de la manière suivante :

- Le nombre des monoglycérides est le même pour les acides gras de l'échantillon à étudier ; nous avons en moyenne huit (8) monoglycérides différents pour chaque échantillon ;
- Le nombre de diglycérides est de $(n)^2$, avec n, le nombre des différents acides gras de l'échantillon ; n est élevé au carré car il faut avoir deux acides différents ou identiques pour un diglycéride ;
- Le nombre des triglycérides par contre est de $(n)^3$car il faut trois acides gras identiques ou différent pour faire un triglycéride ; le chiffre 3 indique le nombre d'acides gras pour avoir un triglycéride et n, le nombre d'acides gras de l'échantillon à analyser. Dans nos échantillons, il ya en moyenne 512 triglycérides différents.

Ainsi dans nos échantillons, la fraction glycérique de chaque échantillon est composée de : 89% de Triglycérides, 10% de diglycérides et de 1% de monoglycérides. Cependant ces glycérides ne sont pas tous visibles dans nos spectres ; seuls les plus représentés sont détectés.

Le tableau ci-dessus indique les glycérides les plus représentatifs qui sont :

- Les triglycérides : les trioléines (OOO), les dioléines (OOL, OLO, LOO),OOP, OPO, POO, OOS, OSO, SOS, OOA, OAO, AOO), les mono (OPL, LOP, POL, OPS, SOP, POS, OLS, SOL, LOS, AOL, ALO, LOA, AOP, APO, OPA, PAL, LAP, LPA), les trilinoléines (LLL), les dilinoléines (LLO, LOL, OLL, LLP, PLL, LPL, LLS, LSL, SLL, LLA, LAL, ALL), les tripalmitines (PPP), les dipalmitines (PPO, POP, OPP, PPL, PLP, LPP). Les autres n'ont pas été visibles et doivent exister sous forme de traces. De tous ces triglycérides, les OOL, POL et OLL sont plus représentatifs que les autres comme le confirment certains auteurs [29] ainsi que les OOO dans nos échantillons. Nous avons déduit en s'inspirant du modèle du code génétique, les pourcentages des différents triglycérides dans l'huile d'arachide Manga. Nous obtenons ainsi :

Arachide de Manga : OOL : 18,73% ; OOO : 13,26% ; OOP : 9,36% ; OLL : 8,81% ; POL : 8,81% ; OOB : 4,68% ; OLB : 4,41% ; OOG : 3,9% ; POB : 2,20% ; OLA : 2,20% ; OPP : 3,23% ; OOS : 1,56% ; OLG : 1,47% ; OLS : 1,47% ; LLL : 1,40% ; LLB : 1,38% ; POA : 1,10% ; PLB : 1% ; POS : 0,73% ; POG : 0,73% ; OAB : 0,55% ; OBB : 0,55% ; LLA : 0,52% ; PLA : 0,52% ; OSB : 0,37% ; OGB : 0,37% ; LLS : 0,35% ; PLG : 0,34% ; PSL : 0,34% ; LLG : 0,34% ; LBB : 0,26% ; LAB : 0,26% ; PPB : 0,26% ; OAG : 0,18% ; OSA : 0,18% ; LBS : 0,17% ; PPP : 0,17% ; LGB : 0,17% ; OOLg : 0,16% ; OLLg : 0,15%. Les autres sont inférieures à 0,15%. Certains auteurs [30] ont obtenus ces six triglycérides majeurs, en travaillant sur une huile d'olive vierge. Rappelons que ces taux varient avec les teneurs des différents acides gras constitutifs de l'huile concernée.

Arachide du Soudan : OOL : 20,25% ; OOO : 12,5% ; OOP : 8% ; OLL : 10,93% ; POL : 12,96% ; OOB : 0,75% ; OLB : 0,81% ; OOG : 0,22% ; POB : 0,48% ; OLA : 0,81% ; OPP : 3,84%; LLP : 3,5% ; OOS : 3% ; OOA : 0,75% ; OLG : 0,24% ; OLS : 3,24% ; LLL : 1,97% ; LLB : 0,29% ; POA : 0,48% ; PLB : 0,42% ; POS : 1,92% ; LLA : 0,22% ; PLA : 0,42% ; LLS : 0,87% ; PSL : 1,04% ; PPL : 3,37% ; PPP : 0,4% ; LLg : 0,15% ; OOLg : 0,75% ; OLLg : 0,81% ; PPS : 0,31% ; POLg : 0,48% ; PLLg : 0,42% ; OSS : 0,24%. Les autres sont inférieures à 0,15% ;

Arachide de Lékana : OOL : 20,52% ; OOO : 21,6% ; OOP : 9,72% ; OLL : 6,5% ; POL : 6,16% ; OOB : 4,32% ; OOA : 3,24% ; OLB : 2,74% ; OOG : 2,16% ; POB : 1,3% ; OLA : 2,05% ; OPP : 1,46% ; OOS : 3,24% ; OLG : 1,37% ; OLS : 2,05% ; LLL : 0,69% ; LLB : 0,58% ; POA : 0,97% ; PLB : 0,41% ; POS : 0,97% ; PLL : 0,97% ; POG : 0,65% ; PPL : 0,46% ; OAB : 0,43% ; OBB : 0,29% ; LLA : 0,32% ; PLA : 0,31% ; OSB : 0,43% ; OGB : 0,29% ; LLS : 0,33% ; PSL : 0,31% ; OAG : 0,22% ; OSA : 0,32% ; OOLg : 0,22% ; OBB : 0,29% ; LLG : 0,22% ; OSS : 0,16% ; OAA : 0,16%. Les autres sont inférieures à 0,15%.

- Les diglycérides : dioléine (OO), dilinoléine (LL), dipalmitine (PP), Distéarine (SS), les mono (LO, OL, OP, PO, PS, SP, SL, LS, OS, SO, LP, PL). Les autres n'ont pas été visibles. Les croisements à partir les acides gras identifiés et leurs pourcentages nous ont permis de classer les diglycérides en tenant compte de leur abondance. On obtient ainsi :

Arachide de Manga : OO : 26,01% ; OL : 24,48% ; OP : 12,24% ; OB : 6,12% ; LL : 5,76% ; LP : 5,76% ; OA : 3,06% ; LB : 2,88% ; OG : 2,04% ; OS : 2,04% ; AL : 1,44% ; PB : 1,44% ; PP : 1,44% ; LG : 0,96% ; SL : 0,96% ; PA : 0,72% ; SP : 0,50% et PG : 0,50% ; AB : 0,36% ; BB : 0,36% ; SB : 0,24% ; GB : 0,24% ; OLg : 0,20% . Les autres sont inférieurs à 0,15% ;

Arachide du Soudan : OO : 25% ; OL : 27% ; OP : 16% ; OB : 1% ; LL : 7,29% ; LP : 8,64% ; OA : 1 % ; LB : 0,50% ; OG : 0,30% ; OS : 4% ; AL : 0,50% ; SL : 2,16% ; PA : 0,30% ; PB : 0,30% ; SS : 0,16% ; PLg : 0,30% ; OLg : 1% ; PS : 1,28% ; PP : 2,56% ; LLg : 0,50% et LG : 0,16% . Les autres sont inférieurs à 0,15% ;

Arachide de Lékana : OO : 36% ; OL : 22,8% ; OP : 10,8% ; OB : 4,8% ; LL : 3,60% ; LP : 3,42% ; OA : 3,6% ; LB : 1,50% ; OG : 2,4% ; OS : 3,6% ; AL : 1,14% ; PB : 0,70% ; PP : 0,8% ; LG : 0,76% ; SL : 1,14% ; PA : 0,54% ; PG : 0,36% ; AB : 0,24% ; BB : 0,16% ; SB : 0,24% ; GB : 0,16% ; OLg : 0,24% et AS : 0,18%. Les autres sont inférieurs à 0,15% ;

- Les monoglycérides : la représentation est proportionnelle aux teneurs des différents acides gras de chaque échantillon.

3.3 LES PHOSPHOLIPIDES

Nous avons obtenus les chromatogrammes des phospholipides ci-dessous :

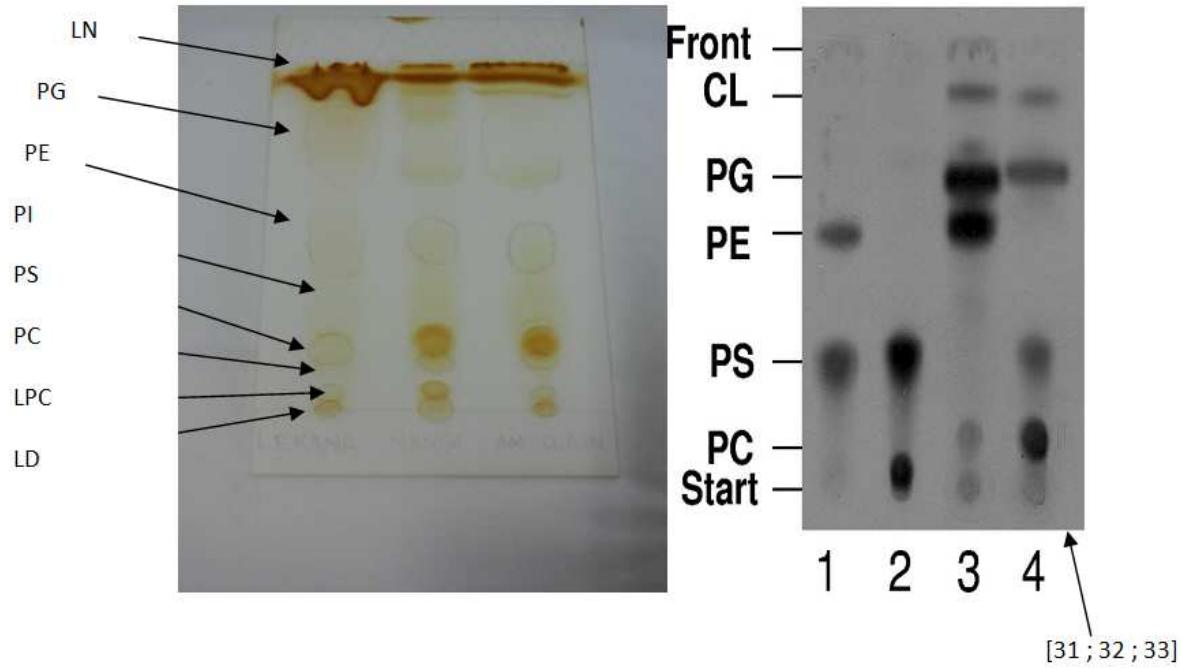
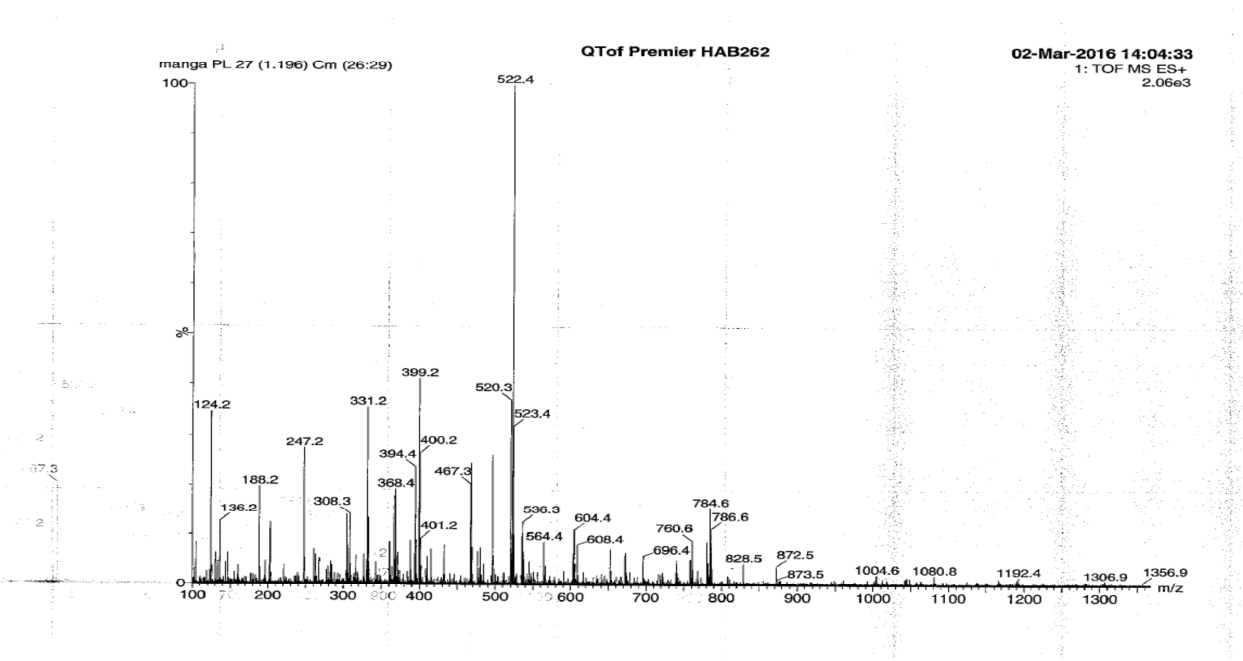


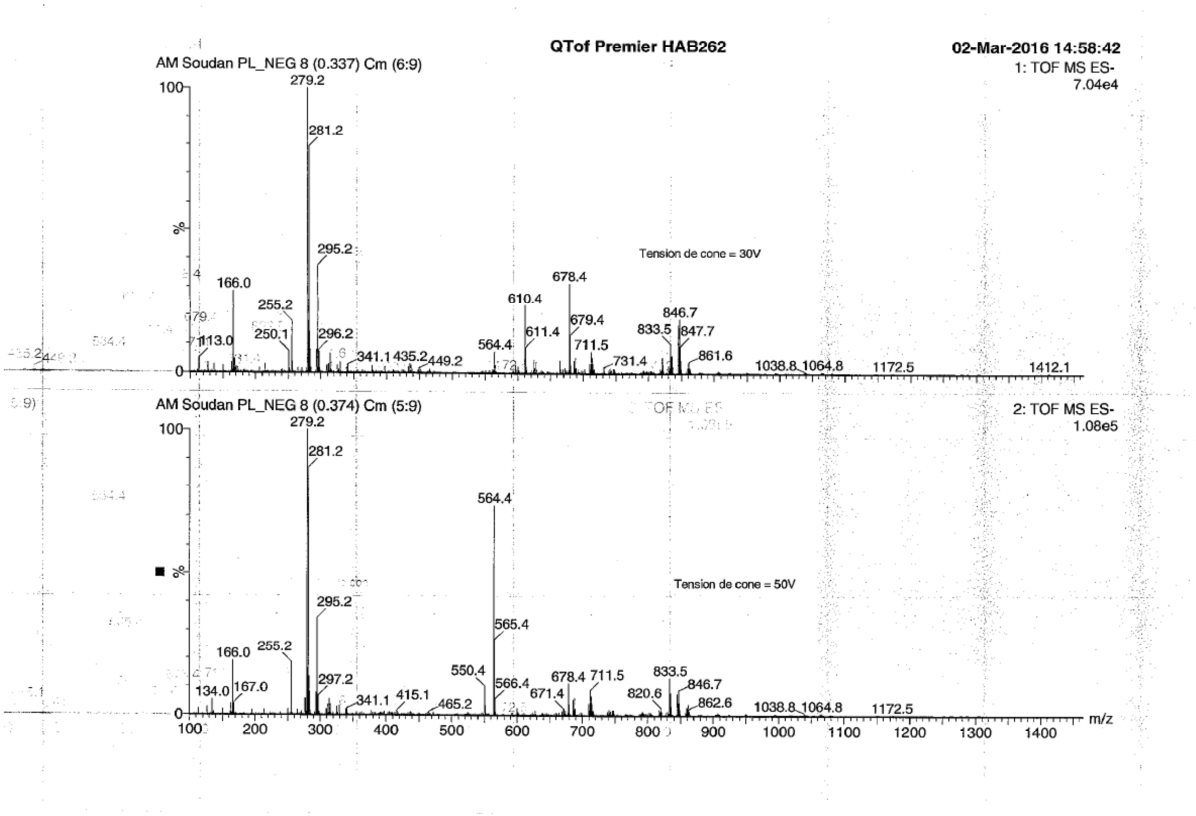
Figure 6 : Plaque de CCM de silice des phospholipides des arachides de Lekana, Manga et du Soudan.

***LN** : Lipides Neutres ; **PG** : PhosphatidylGlycérols ; **PE** : Phosphatidyléthanolamines ;*
***PS** : Phosphatidylsérines ; **PC** : Phosphatidylcholines ; **PI** : Phosphatidylinositols ;*
***LPC** : Lysophosphatidylcholine ; **LD** : Ligne de Dépôt.*

Cette plaque montre la présence de toutes les classes de phospholipides et confirme les résultats obtenus par certains auteurs ci-dessus cités concernant l'ordre de dépôt des différentes classes desdits lipides; nous pouvons ainsi dire que dans les graines d'arachides toutes les classes des phospholipides sont présentes.

L'analyse des lipides en ESI/ MS ci-dessous et des résultats de l'HPLC a donné les résultats du tableau 2.





Figures 7 : Etude par ESI-MS-Ionisation impact électronique des phospholipides des échantillons étudiés

L'analyse de la HPLC/MS de la fraction phospholipidique a donné les résultats du tableau 1 ci-dessous :

Tableau 3 : Différentes classes des phospholipides identifiés par infusions et par HPLC/MS

Différentes Classes De phospholipides	Ions moléculaires (m/z) $(M+H)^+$; $(M-H)^-$	Arachide de Manga	Arachide de Lekana	Arachide du Soudan
Lysophosphatidylcholines	520,3 (Positif) 522,4 (Positif) 524,4 (Positif) 564,4 (Positif) 566,4 (Positif)	C_{18}:2 C_{18}:1 C_{18}:0	C_{18}:2 C_{18}:1 C_{18}:0	C_{18}:2 C_{18}:1
Phosphatidylcholines	730,6 (Positif) 732,6 (Positif) 756,6 (Positif) 758,6 (Positif) 760,6 (Positif) 782,6 (Positif) 784,6 (Positif) 786,6 (Positif) 788,6 (Positif) 804,6 (Positif) 806,6 (Positif) 810,6 (Positif) 812,6 (Positif) 814,6 (Positif) 840,6 (Positif)	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{18}:1/C_{16}:1 et C_{18}:2/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{18}:2/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{18}:2/C_{18}:0 C_{18}:0/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 C_{18}:2/C_{20}:4 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{22}:0	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{18}:1/C_{16}:1 et C_{18}:2/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{18}:2/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{18}:2/C_{18}:0 C_{18}:0/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 C_{18}:2/C_{20}:4 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{22}:0	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{18}:1/C_{16}:1 et C_{18}:2/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:1et C_{18}:1/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{18}:2/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{18}:2/C_{18}:0 C_{18}:0/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 C_{18}:2/C_{20}:4 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{22}:0

Phosphatidyléthanolamines	688,4 (Positif) 690,4 (Positif) 702,4 (Positif) 716,4 (Positif) 718,4 (Positif) 738,4 (Positif) 740,5 (Positif) 742,5 (Positif) 744,5 (Positif) 746,5 (Positif) 764,5 (Positif) 766,5 (Positif) 768,5 (Positif) 770,5 (Positif) 772,5 (Positif) 792,5 (Positif) 798,5 (Positif)	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:1 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{18}:2/C_{18}:0 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:0/C_{20}:4 et C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 et C_{18}:2/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:0 ; C_{18}:0/C_{20}:1 et C_{16}:1/C_{22}:0 C_{20}:1/C_{20}:4 C_{18}:2/C_{22}:0 et C_{20}:1/C_{20}:1	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:1 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{16}:0/C_{20}:4 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{18}:2/C_{18}:0 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:0/C_{20}:4 et C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 et C_{18}:2/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:0 ; C_{18}:0/C_{20}:1 et C_{16}:1/C_{22}:0 C_{20}:1/C_{20}:4 C_{18}:2/C_{22}:0 et C_{20}:1/C_{20}:1	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:1 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{16}:0/C_{20}:4 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{18}:2/C_{18}:0 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:0/C_{20}:4 et C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 et C_{18}:2/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:0 ; C_{18}:0/C_{20}:1 et C_{16}:1/C_{22}:0 C_{20}:1/C_{20}:4 C_{18}:2/C_{22}:0 et C_{20}:1/C_{20}:1
Phosphatidylsérines	732,4 (Positif) 734,4 (Positif) 758,6 (Positif) 760,6 (Positif) 762,6 (Positif) 782,6 (Positif) 784,6 (Positif) 786,6 (Positif) 788,6 (Positif) 790,6 (Positif) 810,6 (Positif) 812,6 (Positif) 814,6 (Positif) 836,6 (Positif)	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{16}:0/C_{18}:2 et C_{16}:1/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:2/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{16}:1/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:0 et C_{18}:1/C_{20}:1 C_{20}:1/C_{20}:4	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{16}:0/C_{18}:2 et C_{16}:1/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{16}:0 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:2/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{16}:1/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:0 et C_{18}:1/C_{20}:1 C_{20}:1/C_{20}:4	C_{16}:0/C_{16}:1 C_{16}:0/C_{16}:0 C_{16}:0/C_{18}:2 et C_{16}:1/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{16}:0 C_{18}:0/C_{16}:0 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:2/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:1 et C_{16}:1/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:1 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:0 et C_{18}:1/C_{20}:1 C_{20}:1/C_{20}:4
Phosphatidylinositols	833,5 (Négatif) 835,5 (Négatif) 857,5 (Négatif) 859 ,6 (Négatif) 861,6 (Négatif) 863,6 (Négatif) 865,6 (Négatif) 883,6 (Négatif) 885,6 (Négatif) 887,6 (Négatif) 889,6 (Négatif) 891,6 (Négatif) 915,6 (Négatif) 917,6 (Négatif)	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 ; C_{18}:2/C_{18}:0 et C_{16}:1/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:1/C_{20}:0 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 et C_{18}:2/C_{20}:0 C_{18}:0/C_{20}:1 ; C_{22}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{20}:0 C_{18}:3/C_{22}:0 C_{18}:2/C_{22}:0	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 ; C_{18}:2/C_{18}:0 et C_{16}:1/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:1/C_{20}:0 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 et C_{18}:2/C_{20}:0 C_{18}:0/C_{20}:1 ; C_{22}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{20}:0 C_{18}:3/C_{22}:0 C_{18}:2/C_{22}:0	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 ; C_{18}:2/C_{18}:0 et C_{16}:1/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{18}:0 et C_{16}:1/C_{20}:0 C_{18}:0/C_{18}:0 et C_{16}:0/C_{20}:0 C_{18}:1/C_{20}:4 C_{18}:3/C_{20}:1 C_{18}:2/C_{20}:1 C_{18}:1/C_{20}:1 et C_{18}:2/C_{20}:0 C_{18}:0/C_{20}:1 ; C_{22}:0/C_{16}:1 et C_{18}:1/C_{20}:0 C_{18}:3/C_{22}:0 C_{18}:2/C_{22}:0
Phosphatidylglycérols	745,5 (Négatif) 747,5 (Négatif) 749,5 (Négatif) 771,5 (Négatif)	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{16}:0/C_{18}:0	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{16}:0/C_{18}:0 C_{18}:1/C_{18}:2	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1
Acides lysophosphatidiques	671,4 (Négatif) 673,4 (Négatif) 675,4 (Négatif) 695,5 (Négatif) 697,5 (Négatif) 699,5 (Négatif) 701,4 (Négatif)	C_{16}:0/C_{18}:2	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{16}:0/C_{18}:0 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1	C_{16}:0/C_{18}:2 C_{16}:0/C_{18}:1 C_{18}:2/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:2 C_{18}:1/C_{18}:1 C_{18}:0/C_{18}:1

Les m/z identifiés ont été calculés et retrouvés par différents auteurs [34 ; 35 ; 36 ; 37 ; 38 ; 39 ; 40 ; 41 ; 42 ; 43 ; 44 ; 45 ; 46 ; 47 ; 48 ; 49 ; 50 ; 51 ; 52 ; 53 ; 54 ; 55 ; 56 ; 57 ; 58 ; 59 ; 60 ; 61 ; 62 ; 63 ; 64 ; 65 ; 66 ; 67 ; 68 ; 69 ; 70 ; 71 ; 72 ; 73 ; 74 ; 27 ; 76].

4 CONCLUSION

Les huiles étudiées sont des bonnes sources d'acides oléique et linoléique. Elles possèdent toutes les classes des lipides que l'on trouve chez tous les oléagineux. Ces arachides peuvent faire l'objet d'une transformation industrielle. Cependant l'arachide de LEKANA mérite une attention particulière avec une teneur en acide oléique de 60%. Les huiles étudiées possèdent toutes les classes des phospholipides que l'on trouve chez tous les oléagineux. Ces trois arachides sont de bonnes sources de phospholipides et peuvent faire l'objet d'une extraction industrielle des lécithines (phosphatidylcholines) et céphalines (phosphatidyéthanolamines).

Ces trois arachides pourraient être de bonnes sources de vitamine E ; leurs teneurs en acide linoléique est non négligeable. Leurs compositions biochimiques leurs confèrent des propriétés intéressants sur le plan nutritionnel, cosmétique et thérapeutique.

La culture des arachides de LEKANA et de MANGA doit être vulgarisée et soutenue par l'Etat Congolais et les Organisations qui luttent contre la pauvreté en République du Congo.

REFERENCES

[1] Kouadio A.L. 2007. Des interuniversitaires en gestion des risques naturels : Prévision de la production nationale d'arachide au Sénégal à partir du modèle agro météorologique AMS et du NDVI. ULG-Gembloux 54 p.

[2] Freud C., Freud E.H., Richard J. è Thenevin P. 1997. L'arachide au Sénégal: un moteur en panne. Paris, Karthala 138 p.

[3] Kandioura Noba, Ablaye Ngom, Madiop Guèye, César Bassène, Maïmouna Kane, Ibou Diop, Fatou Ndoye, Mame Samba Mbaye, Aboubacry Kane et Amadou Tidiane Ba. L'arachide au Sénégal : état des lieux, contraintes et perspectives pour la relance de la filière. OCL 2014, 21(2) D205.

[4] NF ISO 8262-3 2006. *Détermination de la teneur en matière grasse*. Association Française de Normalisation AFNOR, Paris France. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/foodchem*

[5] NF EN ISO 5509 2000. *Préparation des esters méthyliques d'acides gras*. Association Française de Normalisation AFNOR, Paris, France.

[6] Owens K. 1966. *Biochem. J.* ***100****, 354-361*.

[7] Fossati, P. 2000. Bases nutritionnelles de l'alimentation lipidique normale. *Thérapie*, **51** : 615-621.

[8] Rad hia Ferhat, Salah Laroui et Mohamed Abdebdaim. *Lebanese Science Journal, Vol. 15, No. 2. 2014*

[9] Amos-Tautua, Bamidele Martin W. and Onigbinde, Adebayo O. Physicochemical Properties and Fatty Acid Profiles of Crude Oil Extracts from Three Vegetable Seeds. *Pakistan Journal of Nutrition* 12 (**7**): 647-650, 2013

[10] Atasie V.N., Akinhanmi T.F. and Ojiodu C.C. Proximate Analysis and Physico-chemical Properties of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (**2**): 194-197, 2009

[11] KARLESKIND Alain. Manuel des Corps Gras, Lavoisier, 1992.

[12] Silou T. Corps gras non conventionnels du Bassin du Congo : Caractérisation, biodiversité et qualité. OCL. 2014. 21(2) D209.

[13] El Hachimi F., El Antari A., Boujnah M., Bendrisse A., Alfaiz C. 2015. Comparaison des huiles des graines et de la teneur en acides gras de différentes populations marocaines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie (Coparaison of oils seed and fatty acid content of various Moroccan of jujube, greadier and prickly pear). *J. Mater. Environ. Sci. 6 (5) (2015) 1488-1502, ISSN : 2028-2508*

[14] Dubois V, Breton S, Linder M, Fanni J, Parmentie M. 2008. Proposition de classement de sources végétales d'acides gras en fonction de leur profil nutritionnel. *OCL* ***15*** *: 56-75*

[15] Wang D., Xu W., Xu X., Zhou G., Zhu Y., Li C., 2010 : Determination of intramuscular Phospholipid Classes and Molecular Species in Gaoyou duck. *Journal homepage: www. Elsevier.com/locate/food chem.*

[16] Olsson P., Holmbäck J., Nilsson U. and Herslöf B.: Separation and identification of lipid classes by normal phase LC-ESI/MS/MS on a cyanopropyl column. *Eur. J. Lipid. Technol. 2014,* ***116****, 653-658.*

[17] Kokkori M., Sutherland K., Boon J., Casadio F. and Vermeulen M., 2015: Synergistic use of Py-THM-GCMS, DTMS, and ESI-MS for the characterization of the organic fraction of modern enamel paints. *http//www.chemistrycentral.com/manuscript/*

[18] Yoshida H., Tanigawa T., Kuriyama I., Yoshida N., Tomiyama Y. and Mizushina Y. Variation in Fatty Acid Distribution of Different Acyl Lipids in Rice (*Oryza sativa* L.) Brans. *Nutrients 2011, 3, 505-514; doi: 10.3390/nu3040505*

[19] Kubo A., Satoh T., Itoh Y., Hashimoto M.,Tamura J., Cody R. B. : Structural Analysis of Triacylglycerols by Using a MALDI-TOF/TOF System with Monoisotopic Precursor Selection. *J. Am. Soc. Mass Spetrom. (2013)* ***24*** *:684-689.*

[20] Tamba Sompila A.W.G., Maloumbi M. G., Bleton J., Tchapla A. et Héron S. *OCL 2014,* ***21*** *(6) A 601.*

[21] Moreau R. A., Doehlert D. C., Welti R., Isaac G., Roth M., Tamura P., Nunez A. The Identification of Mono-, Di-, Tri-, and Tetragalactosyldiacylglycerols and their Natural Estolides in Oat Kernels. Published in final edited form as: *Lipids. 2008 June; 43(6): 533-548. Doi: 10. 1007/s11745-008-3181-6.*

[22] Hidaka H., Hanyu N., Sugano M., Kawasaki K., Yamauchi K., Katsuyama T., 2007: Analysis of Human Serum Lipoprotein Lipid Composition Using MALDI-TOF Mass Spectrometry. *Annals of Clinical and Laboratory Science, vol. 37, n^{0}. 3, 2007.*

[23] Beccaria M., Sullini G., Cacciola F., Dnato P., Dugo P. And Mondello L. High performance characterization of triglycerols in milk and milk-related samples by liquid chromatography and mass spectrometry. *Journal of Chromatography A, 1360 (2014) 172-187*.

[24] Bono L., Seraglia R., Roverso M., Di Carro M. and Magi E. Triacylglycerol profile in cocoa liquors using MALDI-TOF and LC-ESI tandem mass spectrometry. *J. Mass Spectrom. 2014, 49, 894-899*.

[25] Craig Byrdwell Wm. and Emken E.A. Analysis of Triglycerides Using Atmospheric Pressure Chemical Ionization Mass Spectrometry. *Lipids, Vol. 30, N°. 2 (1995)*.

[26] Craig Byrdwell William. Quadruple parallel mass spectrometry for analysis of vitamin D and triacylglycerols in a dietary supplement. *Journal of Chromatography A, 1320 (2013) 48-65*.

[27] Morita Y., Sakaguchi T., Ikegami K., Goto-Inoue N., Hayasaka T., Thi Hang V., Tanaka H., Harada T., Shibasaki Y., Suzuki A., Fukumoto K., Inaba K., Murakami M., Setou M., and Konno H. Lysophosphatidycholine acyltransferase 1 altered phospholipid composition and regulated hepatoma progression. *Journal of Hepatology 2013 Vol. 59 292-299*.

[28] Tracy Mark L., Wang L., Liu X., Lopez L., Dianex Corporation, Sunnyvale, CA. Analysis for Triglycerides, Diglycerides and Monoglycerides by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Using 2,2 µm Rapid Separation C18 Columns with Alternative Solvent Systems and Mass Spectrometry. *Dionex. Passion- Power. Productivity. 2010. Thermo Scientific.*

[29] Raynal-Ljutovac K., Bouvier J., Gayet C., Joffre F., Fine F., Vendeuvre J-L., Lopez C., Chardigny J-M., Michalski M-C., Genot C. Organisation structurale et moléculaire des lipides dans les aliments : impacts possibles sur leur digestion et leur assimilation par l'Homme. *OCL VOL. 18 N° 6 novembre-décembre 2011*.

[30] Tanouti K., Serghini Caid H., Abid M., Mihamou A., Khiar M., Hachem M.E., Bahetta Y. et Elamrani. *Isly Huile d'Olive Analyse des Triglycérides et Composition en Acides Gras. Les Technologies de Laboratoire- 2011, Volume, N° 23*

[31] Vences-Guzman M. A., Geiger O., and Sohlenkamp C., 2008: *Sinorhizobium meliloti* Mutants Deficient in Phosphatidylserine Decarboxylase Accumulate Phosphatidylserine and Are Strongly Affected during Symbiosis with Alfalfa. Journal of Bacteriology, Oct. 2008, p. 6846- 6856. Vol. 190, N^{O}. 20

[32] Palusinska-Szysz M., Kania M., Turska-Szewczuk A., Danikiewicz W., 2014: Identification of Unusual Phospholipid Fatty Acyl Compositions of *Acanthamoeba castellanii. PLOS ONE. www. Plosone.org; Volume 9/ Issue 9/ e101243*

[33] Margolis M., Perez Jr. O., Martinez M., Santander A.M., Mendez A.J., Nadji M., Nayer A., Bhattacharya S. And Torroella-Kouri M. Phospholipid makeup of breast adipose tissue is impacted by obesity and mammary cancer in the mouse: Results of a pilot study. *Biochimie 108 (2015) 133-139*.

[34] Byeon S.K., Yong Lee J. and Hee Moon M. Optimized extraction of phospholipids and lysophospholipids for nanoflow liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. *Analyst, 2012,* ***137****, 451*.

[35] Byeon S.K., Yong Kim J., Yong Lee J., Chul Chung B., Seog Seo H., Hee Moon M., 2015: Top-down and bottom-up lipidomic analysis of rabbit lipoproteins under different metabolic conditions using flow field-flow fractionation, nanoflow liquid chromatography and mass spectrometry. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/chroma*

[36] Lee Hae-Rim, Kochhar Sunil, Shim Soon-Mi, 2015: Comparison of Electrospray Ionization and Atmospheric Chemical Ionization Coupled with the Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry for the Analysis of Cholesteryl Esters. *International Journal of Analytical Chemistry Volume 2015.*

[37] Herchi W., Sakouhi F., Khaled S., Xiong Y., Boukhchina S., Kallel H., Curtis J M., 2011 : Characterisation of the glycerophospholipid fraction in flaxseed oil using liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/foodchem*

[38] Malavolta M., Bocci F., Boselli E., Frega Natale G., 2004: Normal phase liquid chromatography_electrospray ionization tandem mass spectrometry analysis of phospholipid molecular species in blood mononuclear cells: application to cystic fibrosis. *www.elsevier.com/locate/chromb*

[39] Xia Yuan-Qing and Jemal Mohammed, 2009: Phospholipids in liquid chromatography/mass spectrometry bioanalysis: comparaison of three tandem mass spectrometric techniques for monitoring plasma phospholipids, the effect of mobile phase composition on phospholipids elution and the association of phospholipids with matrix effects. *www. Interscience.wiley.com DOI: 1002/rcm.4121*

[40] Wang D., Xu W., Xu X., Zhou G., Zhu Y., Li C., 2009 : Determination of intramuscular Phospholipid Classes and Molecular Species in Gaoyou duck. *Journal homepage: www. Elsevier.com/locate/food chem.*

[41] Khaselev N. and Murphy R. C., 2000: Electrospray Ionization Mass Spectrometry of Lysoglycerophosphocholine Lipid Subclasses. *American Society for Mass Spectrometry. Published by Elsevier Science Inc.*

[42] Boselli E., Pacetti D., Curzi F., Frega N.G., 2008: Determination of phospholipid molecular species in pork meat by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry and evaporative light scattering detection. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/meatsci*

[43] Pacetti D., Boselli E., Hulan H W., Frega N G., 2005: High performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry of phospholipid molecular species in eggs from hens fed diets enriched in seal blubber oil. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/chroma*

[44] Edwards G., Aribindi K., Guerra Y., Bhattacharya S K., 2014: Sphingolipids and ceramides of mouse aqueous humor: Comparative profiles from normotensive DBA/2J mice. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/biochi*

[45] Dobson G., Itabashi Y., Christie W. W., Robertson G. W., 1998 : Liquid chromatography with particle-beam electron-impact mass spectrometry of diacylglycerol nicotinates. *Chemistry and Physics of lipids 97 (1998) 27-39*

[46] Dobson G., Deighton N., 2001: Analysis of phospholipid molecular species by liquid chromatography- atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry of diacylglycerol nicotinates. *Chemistry and Physics of lipids 111 (2001) 1-17*

[47] Chen Su, 1997: Tandem Mass Spectrometric Approach for Determining Structure of Molecular Species of Aminophospholipids. *Lipids, Vol. 32, No. 1 (1997)*

[48] Hsu Fong-Fu and Turk John, 2003: Electrospray Ionization/Tandem quadrupole Mass Spectrometric Studies on Phosphatidylcholines: The Fragmentation Processes. *American Society for Mass Spectrometry. Published by Elsevier Inc.*

[50] Hsu Fong-Fu and Turk John, 2007: Differentiation of 1-O-alk-1' –enyl- 2- acyl and 1-O-alkyl-2-acyl Glycerophospholipids by Multiple-Stage Linear Ion-Trap Mass Spectrometry with Electrospray Ionization. *American Society for Mass Spectrometry. Published by Elsevier Inc.*

[51] Zemski Berry K. A. and Murphy R. C., 2004: Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry of Glycerophosphoethanolamine Plasmalogen Phospholipids. *American Society for Mass Spectrometry. Piblished by Elsevier Inc.*

[52] Frega N. G., Pacetti D., Boselli E., 2012: Characterization of Phospholipid Molecular Species by Means of HPLC-Tandem Mass Spectrometry. *www.intechopen.com*

[53] Fang J., Barcelona M.J., 1998 : Structural determination and quantitative analysis of bacterial phospholipids using liquid chromatography/ electrospray ionization/mass spectrometry. *Journal of Microbilogical Methods 33 (1998) 23-35.*

[54] Hidaka H., Hanyu N., Sugano M., Kawasaki K., Yamauchi K., Katsuyama T., 2007: Analysis of Human Serum Lipoprotein Lipid Composition Using MALDI-TOF Mass Spectrometry. *Annals of Clinical and Laboratory Science, vol. 37, n^0. 3, 2007.*

[55] Ogiso H., Suzuki T., Taguchi R., 2008 : Development of a reverse-phase liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry method for lipidomics, improving detection of phosphatidic acid and phosphatidylserine. Analytical Biochemistry 375 (2008) 124-131. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/yabio*

[56] Barroso B., Bischoff R., 2005: LC-MS analysis of phospholipids and lysophospholipids in human bronchoalveolar lavage fluid. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/chromb*

[57] Pelillo M., Ferioli F., Iafelice G., Marconi E., Caboni M. F., 2010: Characterisation of the phospholipid fraction of hulled and naked tetraploid and hexaploid wheats. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/jcs*

[58] Zhao Yuan-Yuan, Xiong Y., Curtis J M., 2011: Measurement of phospholipids by hydrophilic interaction liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry: The determination of choline containing compounds in foods. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/chroma*

[59] Harrabi S., Herchi W., Kallel H., Mayer P M., Boukhchina S., 2009: Liquid chromatography-mass spectrometry analysis of glycerophospholipids in corn oil. *Journal home page: www.elsevier.com/locate/foodchem*

[60] Nagatsuka Y., Hirabayashi Y., 2008 : Phosphatidylglucoside : A new marker for lipid rafts. *Biochimica et Biophysica Acta 1780 (2008) 405-409. Journal home page: www.elsevier.com/locate/bbagen*

[61] Wang C., Yang J., Gao P., Lu X. and Xu G. Identification of phospholipid structures in human blood by direct-injection quadrupole-linear ion-trap mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom. 2005 ; **19** : 2443-2453.*

[62] Losito I., Facchini L., Diomede S., Conte E., Megli F.M., Cataldi T.R.I. and Palmisano F. Hydrophilic interaction liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry of a complex mixture of native and oxidized phospholipids. *Journal of Chromatography A, 1422 (2015) 194-205*.

[63] Pi J., Wu X., and Feng Y. Fragmentation patterns of five types of phospholipids by ultra-high-performance liquid chromatography electrospray ionization quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry. *Anal. Methods, 2016, **8**, 1319.*

[64] Facchini L., Losito I., Cianci C., Cataldi T.R.I., Palmisano F. Structural characterization and profiling of lyso-phospholipids in fresh and in thermally stressed mussels by hydrophilic interaction liquid chromatography-electrospray ionization-Fourier transform mass spectrometry. www.electrophoresis-journal.com *2016, 00, 1-16.*

[65] Zhu F., Chen J., Wang H., Jia X., Wang S., Zhang Z., Zhai X., Xu J., Tan W., Ning Q., Gu J. Analysis of chemical constituents and rats metabolites after oral administration of *nauclea officinalis* by ultra-performance liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography B, 1007 (2015) 54-66.*

[66] Khedr A., Hegazy M. A., Kammoun A. K. and Shehata M. A. Phospholipidomic identification of potential serum biomarkers in dengue fever, hepatitis B and hepatitis C using liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B, 1009-1010 (2016) 44-54*.

[67] Ahn E. J., Kim H., Chung B. C., Kong G. and Moon M. H. Quantitative profiling of phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine in a steatosis/fibrosis model of rat liver by nanoflow liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A, 1194 (2008) 96-102*.

[68] Duscharla D., Bhumireddy S.R., Lakshetti S., Pospisil H., Murthy P.V.L.N., Walther R., Sripadi P. and Ummanni R., 2016. Prostate Cancer Associated Lipid Signatures in Serum Studied by ESI-Tandem Mass Spectrometry as Potential New Biomarkers. *Plos one/ Doi: 10. 1371/ Journal. Pone. 0150253 March 9, 2016*.

[69] Li L., Chang M., Tao G., Wang X., Liu Y., Liu R., Jin Q. and Wang X. Analysis of phospholipids in *Schizochytrium sp. S31* by using UPLC-Q-TOF-MS. *Anal. Methods, 2016, **8**, 763*.

[70] Mok H.J., Shin H., Lee J.W., Lee G-K., Suh C.S., Kim K.P. and Lim H.J. Age-Associated Lipidome Changes in Metaphase II Mouse Oocytes. *Plos One /Doi: 10. 1371/Journal Pone. 0148577 February 16, 2016*.

[71] Kim S-H., Liu K-H., Lee S-Y., Hong S-J., Cho B-K., Lee H., Lee C-G. and Choi H-K. Effets of Light Intensity and Nitrogen Starvation on Glycerolipid, Glycerophospholipid, and Carotenoid Composition in *Dunaliella tertiolecta* Culture. *PLOS ONE/www.plosone.org. September 2013/Volume. 8/Issue 9/e72415*.

[72] Siangcham T., Chansela P., Hayasaka T., Masaki N., Sroyraya M., Poljaroen J., Suwansa-ard S., Engsusophon A., Hanna P.J., Sobhon P. and Setou M. Change of Phosphatidylcholine and Fatty Acids in Germ Cells during Testicular Maturation in Three Developmental Male Morphotypes of *Macrobrachium rosenbergii* Revealed by Imaging Mass Spectrometry. *PLOS ONE / DOI: 10. 1371 /journal.pone.0120412 March 17. 2015*.

[73] Melo T., Domingues P., Ferreira R., Milic I., Fedorova M., Santos S.M., Segundo M.A. and Domingues M.R.M. Recent Advances on Mass Spectrometry Analysis of Nitrated Phospholipids. *American Chemical Society. Anal. Chem. 2016. 88, 2622-2629*.

[74] Sommer U., Herscovitz H., Welty F.K., and Costello C.E. LC-MS-based method for the qualitative and quantitative analysis of complex lipid mixtures. *Journal of Lipid Research Volume 47, 2006*.

[75] Ying-Xu Z., Svein A.M., Sonnich M., Chen-Chen L., and Reidun V. Least Squares Spectral Resolution of Liquid Chromatography-Mass Spectrometry data of Glycerophospholipids. *Journal of Chromatography A, 1280 (2013) 23-34*.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 219-225
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effets sectoriels de la politique monétaire et activité économique: cas du Maroc

Charaf-Eddine Moussir

Université Mohammed V Rabat, Maroc

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The effects of monetary policy on economic performance have long attracted the attention of economists and policy makers. The literature identifies different ways of understanding the monetary transmission mechanisms. They vary according to the importance given to interest rates, credits, exchange rates, asset prices and other financial institutions in the transmission mechanism. The purpose of this paper is to shed more light on the existence of significant differences in the reactions of Moroccan sectors to monetary policy shocks. The results of the analysis indicate that at the aggregate level a monetary policy tightening leads to a decrease of the overall GDP and price level. At the disaggregated level, the extraction industry, manufacturing, construction, hotels & restaurants, the financial and insurance activities are among the more sensitive sectors to monetary policy shocks. On the other hand monetary policy innovations do not appear to have an adverse impact on agriculture and fishing sectors.

KEYWORDS: Monetary policy, Sectoral output, vector auto regression (VAR), Impulse response functions, Morocco.

RÉSUMÉ: L'objectif de cet article est de mettre en lumière l'existence de différences significatives dans les réactions des secteurs marocains aux chocs de politique monétaire. Les résultats de l'analyse indiquent que, au niveau agrégé un resserrement de la politique monétaire conduit à une diminution du niveau du PIB et du niveau des prix. Au niveau désagrégé, l'industrie d'extraction, de manufacture, le BTP, hôtels et restaurants, les activités financières et d'assurance sont parmi les secteurs les plus sensibles aux chocs de politique monétaire. D'autre part les innovations de la politique monétaire ne semblent pas avoir un impact significatif sur les secteurs de l'agriculture et de la pêche.

MOTS-CLEFS: Politique monétaire, Production sectorielle, Modèle Vectoriel autorégressif, Fonctions de réponse impulsionnelle, Maroc.

JEL CLASSIFICATION: E23, E52, E43.

1 INTRODUCTION

Les effets de la politique monétaire sur les performances économiques ont longtemps suscité l'intérêt des économistes et des décideurs politiques. Au cours des dernières années, il semble y avoir un consensus croissant parmi les économistes que la politique monétaire a des effets sur la sphère réelle, au moins dans le court terme.

La littérature montre que, la politique monétaire peut avoir des effets négatifs sur la croissance sectorielle et par conséquent sur la croissance globale et que; différents secteurs de l'économie réagissent différemment aux chocs de politique monétaire (Serju, 2003; Alam et Waheed, 2006 et Dal, 2011). Par conséquent, il est nécessaire de connaître les secteurs qui répondent d'abord à un choc de politique monétaire et si les effets pourraient être plus important dans certains secteurs que dans d'autres. Cela peut fournir des informations pertinentes à des fins de politiques économiques (Ganley et Salmon, 1997).

Les données empiriques sur la façon dont les secteurs réagissent aux chocs de politique monétaire est pertinente sur la façon de stimuler la croissance. En effet, des études sur l'analyse sectorielle des canaux de transmission de la politique monétaire dans des pays en développement, en particulier, indiquent que la politique monétaire restrictive affecte négativement l'agriculture et l'industrie manufacturière, qui sont considérés comme les secteurs primaires de croissance pour la plupart des économies en développement (Serju, 2003 et Ifeanyichukwu et Olufemi, 2012).

Notre objectif dans cet article est de mettre en relief l'effet désagrégé de la transmission de la politique monétaire au Maroc. Plus précisément, nous voulons jeter plus de lumière sur l'existence de différences significatives dans les réactions des secteurs marocains aux chocs de politique monétaire. Ce travail se décline comme suit : Section II présente une revue de la littérature théorique ainsi que des principaux résultats obtenus des différents travaux ayant tenté de mettre en évidence les effets sectoriels d'un resserrement de la politique monétaire. Section III présente les données ainsi que la méthode d'estimation. Section IV, est une discussion des résultats. Section V, conclusion.

2 BACKGROUND INFORMATION

Le mécanisme de transmission monétaire peut être défini comme le canal par lequel les changements dans l'offre de monnaie affecte les décisions des entreprises, des ménages, des intermédiaires financiers, des investisseurs et modifie le niveau de l'activité économique et des prix en fin de compte (Mishkin 1996 and Kuttner 2001). La littérature recense différentes manières d'appréhender les mécanismes de transmission monétaire1. Elles diffèrent entre – elles suivant l'importance accordée aux taux d'intérêt, au crédit, aux taux de changes, aux prix des actifs et autres institutions financières dans le mécanisme de transmission (Mishkin, 1996). Selon cet auteur, une politique monétaire expansionniste, à travers le canal des taux d'intérêt, entraine une baisse des taux d'intérêt réels, conduisant à la baisse du cout du capital. Cette baisse pousse les agents économiques à accroitre leurs dépenses d'investissement, ce qui pourrait se traduire par une augmentation de la demande agrégée et, par conséquent, du niveau de la production globale.

Selon la Banque de France, le canal du crédit bancaire, qui est un canal complémentaire à celui des taux d'intérêt, joue un rôle important dans la transmission de la politique monétaire. Un resserrement de la politique monétaire, réduit les réserves de la banque et des dépôts bancaires, ce qui limite la quantité de prêts bancaires disponibles aux emprunteurs (Bernanke et Gertler, 1989). Cela réduit finalement l'investissement privé et l'output.

Comme pour le canal du taux d'intérêt, une politique monétaire expansionniste aboutit à une baisse des taux d'intérêt réels, ce qui entraîne une dépréciation de la monnaie nationale et donc une baisse du taux de change. Cette dépréciation se traduit par une augmentation des exportations nettes et donc de la production globale.

Il existe un intérêt certain chez les chercheurs et les décideurs politiques sur les effets de transmission de la politique monétaire à l'économie réelle. Paradoxalement, peu d'études se sont intéressées à l'étude de l'impact des canaux de transmission de la politique monétaire sur la croissance globale par secteur, encore moins pour des économies en voie de développement2. Les variations dans les chocs monétaires sur les différents secteurs peuvent survenir en raison de l'importance relative d'un canal particulier du mécanisme de transmission pour certains secteurs et pas pour d'autres(Pakistan). Cette intensité relative, à son tour, dépend de façon cruciale de la structure, la dépendance et la disponibilité du crédit bancaire, et l'ouverture d'un secteur particulier.

Une première tentative pour explorer la transmission monétaire au niveau désagrégé a été entreprise par Bernanke et Gertler (1995). Pour ce faire, Ils ont utilisé un modèle vectoriel autorégressif (VAR) pour dégager les différents impacts de la politique monétaire sur les composantes de la dépense finale.

Ganley et Salmon (1997) comparent la réaction de la production à un choc monétaire dans neuf grands secteurs3. A cet effet, ils estiment pour chaque secteur industriel un modèle vectoriel à correction d'erreur VECM distinct impliquant le taux

1 Il s'agit d'un bref survol des mécanismes de transmission de la politique monétaire. Pour plus de détails, voir :
F.S. Mishkin, "The Channels of Monetary Transmission: Lessons for Monetary Policy ", National Bureau Of Economic Research, Working Paper 5464, 1995.
2 D. Nampewo, E. Munyambonera and M. Mayanja Lwanga, "Sectoral Effects of Monetary Policy in Uganda", Journal of Empirical Economics, 2013.
3 L'exploitation minière, les services publics, la fabrication, les services financiers, les services gouvernementaux, la distribution, les transports, la communication, l'agriculture et la construction.

d'intérêt, le PIB global, le déflateur du PIB, et la production sectorielle. Parmi les neuf principaux secteurs, ils trouvent que la construction, la distribution, le transport et la fabrication présentent les plus grandes réponses à un choc monétaire. Les services gouvernementaux, les services financiers et les services publics répondent relativement peu au choc. La réponse du secteur minier est quelque peu erratique et ambiguë et la réponse du secteur agricole est insignifiante.

Des études menées dans d'autres économies indiquent que la politique monétaire a en effet des impacts significatifs et distincts sur différents secteurs de l'économie. Ifeakachukwu et Olufemi (2012) utilisent une approche VAR pour analyser l'impact de la politique monétaire sur l'économie nigériane au niveau multisectorielle. Les résultats de leur étude révèlent que les secteurs de l'agriculture et de l'industrie sont les plus touchés par les taux d'intérêt, tandis que d'autres secteurs tels que le bâtiment – construction, les mines et le commerce de gros –au détail sont plus touchés par les chocs de taux de change. L'étude conclut en outre que le taux d'intérêt et les politiques de taux de change étaient des mesures de politique monétaire les plus efficaces dans la stimulation de la croissance de la production sectorielle au Nigeria.

Cardia et Murcie (2004) utilisent un modèle d'Équilibre Général dynamique Stochastique (DSGE) pour analyser la transmission de la politique monétaire dans une économie multisectorielle. Leurs résultats montrent une forte sensibilité aux chocs de politique monétaire de la part de la construction et de l'industrie de biens d'équipement. Ces résultats confirment les conclusions de Serju (2003) qui a montré que le secteur industriel éprouve un déclin plus grand et plus rapide en réponse à un choc de taux d'intérêt en Jamaïque. En outre, Ilker (1999), en utilisant une méthode d'estimation VAR a trouvé que les petites industries sont plus touchées par des chocs de taux d'intérêt tandis que les grandes industries sont sujettes à des chocs de taux de change.

Sahinoz et Cosar (2009) étudient la réponse de la production industrielle turque à un choc de politique monétaire restrictive en utilisant une modélisation VAR. Leurs résultats montrent que le secteur industriel répond en grande partie à un choc de politique monétaire restrictive par le canal du taux de change. Une politique monétaire restrictive décourage la croissance dans les différents secteurs de l'économie. Ceci est confirmé par Karim et al (2006) qui utilisent une approche VAR pour étudier l'impact de la politique monétaire restrictive sur les différents secteurs de l'économie Malaisienne. Leurs résultats suggèrent que l'impact négatif de la politique monétaire restrictive a le plus grand effet sur les secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des mines en Malaisie.

3 DONNÉES ET METHODOLOGIE

3.1 SPÉCIFICATION DU MODÈLE

Conformément aux études antérieures sur la transmission de la politique monétaire (Nampewo & al (2013), Alam T. &Waheed M. (2006) et Ibrahim M. (2005)), nous utilisons un modèle VAR (Vector Autoregression) pour estimer les réponses sectorielles aux innovations de politique monétaire. La modélisation retenue est analogue à celle de Sims (1992). Nous la rappelons ici brièvement :

$$Ax_t = B(L)Lx_t + \varepsilon_t$$

Où :

x_t est un vecteur de n variables économiques centrées, A une matrice $n \times n$, $B(L)$ une matrice de polynômes retards et ε_t un vecteur de perturbations.

Afin de saisir l'impact des chocs de variables de politique monétaire sur la production sectorielle, un modèle VAR est estimée à partir de la forme VAR réduite.

$$y_t = A_0^{-1}B(L)y_t + A_0^{-1}u_t$$

Cette forme peut aussi s'écrire sous forme de moyenne mobile :

$y_t = C(L)\varepsilon_t$; où $C(L) = (I - A_0^{-1}B(L))^{-1}$ et $\varepsilon_t = A_0^{-1} - u_t$

3.2 DONNÉES

Les données utilisées dans la présente étude sont trimestriels4, couvrant la période allant de 1998: 1 à 2014: 4. Conformément aux diverses études, notre modèle comprend la production sectorielle (S), le niveau de prix (cpi), la production agrégée (gdp) et une mesure de politique monétaire (m_p). Nous prenons en compte huit secteurs différents dans l'analyse :

(S1) : Agriculture

(S2) : Pêche

(S3) : Industrie d'extraction

(S4) : Industrie manufacturière

(S5) : Bâtiments et Travaux Publics

(S6) : Commerce

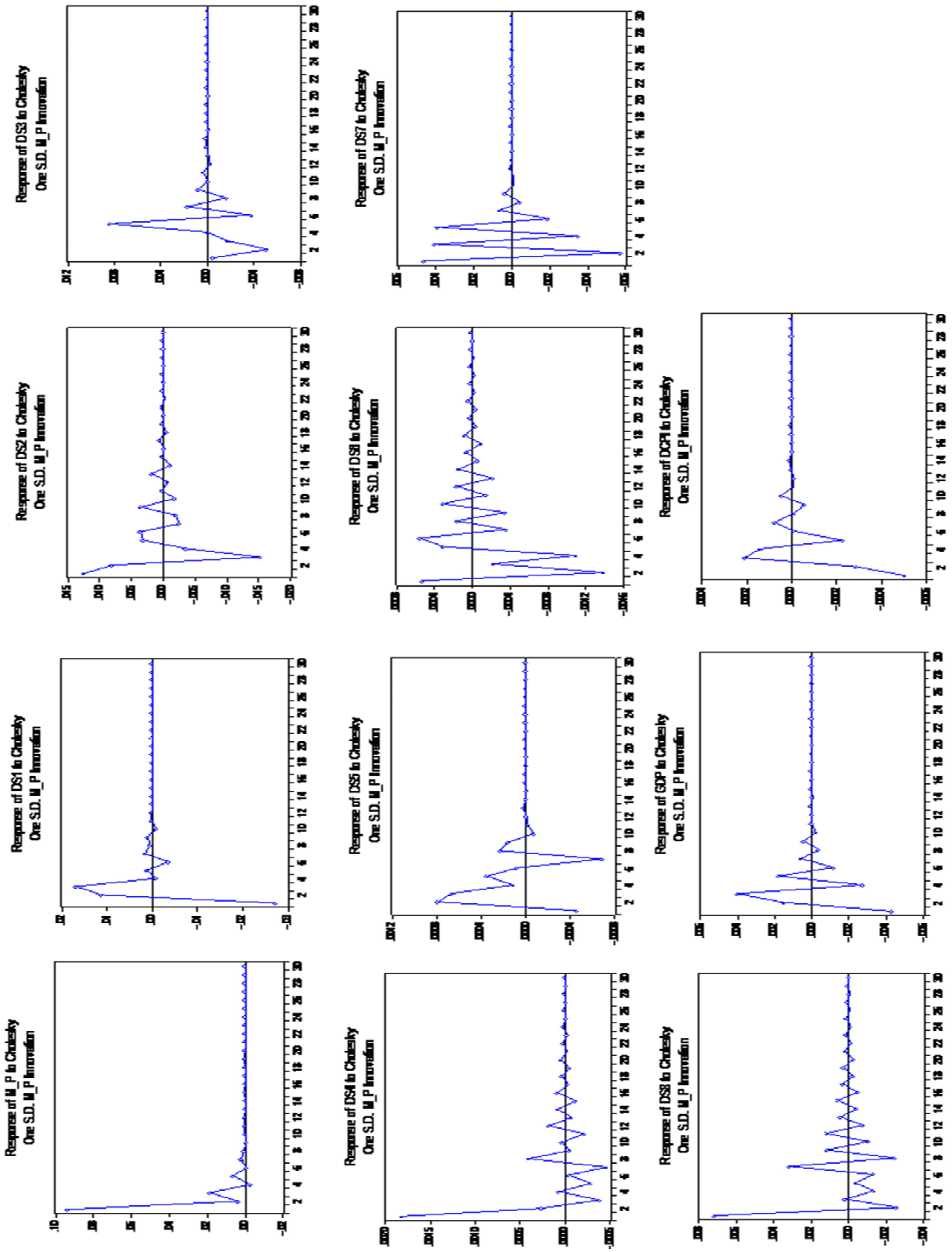
(S7) : Hôtels et restaurants

(S8) : Activités financières et assurances

Les résultats des tests de racine unitaire (ADF) indiquent que les variables du modèle sont stationnaires en différences premières. Par ailleurs, le test de stabilité du modèle VAR indique que l'inverse des racines associées à la partie AR appartient au disque unité et donc bien stationnaire.

4 Source des données : Production sectorielle –BAM(Bank Al Maghrib) ;CPI,MP,GDP–IFS (International Financial Statistcs)

4 RÉSULTATS DE L'ESTIMATION



L'analyse des réponses impulsionnelles fait ressortir plusieurs observations. Tout d'abord au niveau agrégé, l'effet d'un resserrement de la politique monétaire conduit à une baisse instantanée du PIB, mais qui rebondit temporairement entre le deuxième et le troisième trimestre. Le rebond semble imiter les réponses des secteurs de l'agriculture et de la BTP au cours de cette période. Il ya une baisse globale du PIB en réponse au choc monétaire après le 3ème trimestre, ce qui suggère que les chocs des taux d'intérêt ont un impact clairement négatif sur l'économie réelle dans le court terme avant de reprendre son état stationnaire. Le niveau des prix accuse une baisse en réponse à un choc positif du taux d'intérêt de l'ordre de 2 trimestres, pour reprendre son état stationnaire à partir du 6ème trimestre. Cette réaction, reste en accord avec la vision conventionnelle, que le niveau des prix diminue en réponse à des chocs positifs de taux d'intérêt.

La réponse du secteur agricole et de la pêche suite à un resserrement de la politique monétaire, se ressent respectivement au 1er et 3ème trimestre. Ce comportement transitoire, peut être expliqué par la structure de ces secteurs, qui restent dépendants d'une organisation traditionnelle (organisation familiale, faible recours aux crédits bancaires). L'industrie d'extraction et manufacturière présentent une baisse suite à une augmentation du taux d'intérêt ce qui est compatible avec la théorie. Cette baisse immédiate de la production est évidente en réponse à la hausse des taux d'intérêt, étant donné la forte dépendance du secteur industriel au crédit pour financer leurs opérations. L'impact se dissipe à partir du trimestre 8, et perdant ainsi de son intensité au fil du temps. En ce qui concerne le secteur du BTP, il y a une baisse instantanée de la production dès le trimestre 1 mais qui se dissipe à partir du 8ème trimestre.

L'impact d'un choc monétaire sur les secteurs du commerce, hôtels & restaurants conduit à une forte baisse avant de converger vers leurs niveaux d'équilibre au terme du 7 ème trimestre. On observe aussi que le secteur des activités financières et assurances présente une baisse instantanée suite à une hausse des taux d'intérêts avant de rebondir au trimestre 7. La réponse est importante et rapide du secteur compte tenu de la relation existante entre la banque centrale et les banques commerciales comme source de financement , cette réduction de la valeur ajoutée à court terme peut être imputer à la baisse de la marge des banques commerciales net d'intérêts dans le contexte d'un choc monétaire , autrement dit, les opérations de refinancement auprès de la banque centrale deviennent plus couteuses.

REFERENCES

[1] P. Fajnzylber, J. Humberto López**,** ´´Remittances and development: lessons from Latin America'', *World Bank Working Paper*, 2008.

[2] Bank of England, "The transmission mechanism of monetary policy ", *The Monetary Policy Committee*, 2000.

[3] Banque de France,"La Politique Monétaire de l'Euro – système : Instruments et Procédures ", *Direction de la Communication*, Note d'information n° 131, 2006.

[4] B.S. Bernanke and M. Gertler,"Inside the Black Box : The Credit Channel of Monetary Policy Transmission ", *Journal of Economic Perspectives* ,Vol. 9, n°4, p. 27 – 48, 1995.

[5] B.S. Bernanke and A.S. Blinder ,"Credit, Money, and Aggregate Demand ", *The American Economic Review* , Vol.78, n°2, p. 435 – 439, 1988.

[6] A. Boughrara ,"Monetary Transmission Mechanisms in Morocco and Tunisia ",*Economic Research Forum*, 2009.

[7] J. Ganley and C. Salmon, "The Industrial Impact of Monetary Policy Shocks: Some Stylized Facts", *Bank of England*, 1997.

[8] B. Hayo and B. Uhlenbrock,"Industry effects of monetary policy in Germany", *Center for European Integration Studies*, 1999.

[9] F.S. Mishkin,"The Channels of Monetary Transmission: Lessons For Monetary Policy *", National Bureau Of Economic Research*, Working Paper 5464, 1995.

[10] F. Modigliani,"Monetary Policy and Consumption', in Consumer Spending and MonetaryPolicy: The Linkages ", *Boston: Federal Reserve Bank of Boston*, p. 9-84, 1971.

[11] D. Nampewo, E. Munyambonera and M. Mayanja Lwanga, "Sectoral Effects of Monetary Policy in Uganda", *Journal of Empirical Economics*, 2013.

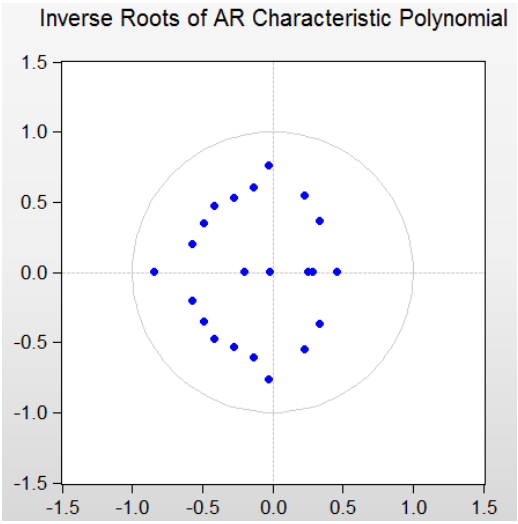
[12] J.B. Taylor, "The Monetary Transmission Mechanism: An Empirical Framework ", *Journal of Economic Perspectives* , Vol. 9, n°4, p. 11 – 26, 1995.

ANNEXES

UNIT ROOT TESTS

Variables	En niveau	Différence première	Conclusion
MP	0.3988	0.0001	I(1)
S1	0.7858	0.0000	I(1)
S2	0.7656	0.0255	I(1)
S3	0.1535	0.0000	I(1)
S4	0.6015	0.0000	I(1)
S5	0.6210	0.0000	I(1)
S6	0.7191	0.0000	I(1)
S7	0.1113	0.0000	I(1)
S8	0.8208	0.0001	I(1)
PIB	0.3988	0.0001	I(1)
CPI	0.1309	0.0000	I(1)

TEST DE STATBILITÉ DU MODELE VAR (AR)



International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 226-233
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

IMPACT OF MIGRANTS' REMITTANCES ON ECONOMIC GROWTH: CASE OF MOROCCO

Safaa Tabit and Charaf-Eddine Moussir

Mohammed V University,
Faculty of Juridical, Economic and Social Sciences, Department of economics,
Rabat, Morocco

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This paper aims to analyze the impact of MRA's remittances on economic growth by using two models VAR and ECM over the period 1975-2014. The results conclude that MRA's remittances represent a determinant of economic growth, in the short term, with an elasticity low compared to the long-term behavior. Given the impulse responses analysis, a shock on MRA's transfers has a positive impact on GDP, investment and consumption.

KEYWORDS: Remittances, VAR, Error correction model, Moroccans resident abroad, Economic growth.

JEL CLASSIFICATION: C22, F24, O10, O47.

1 INTRODUCTION

The consequences generated by international migration arouse considerable debate, both in the migrants' countries of origin and the host countries. This is due to its multidimensional character, which affects several aspects (political, economic and social). The fact that the majority of international migrants are from developing countries doesn't make migration a North-South phenomenon. In fact, nearly half of reported migrants move from one developing country to another. In 2014, according to the World Bank's estimates, 3 per cent of the world's population lived outside their country of origin and transferred approximately $493 billion[1]. Developing countries deserve special attention since they receive more than 70 per cent of remittances' flows.

Today, we are witnessing a growing awareness of remittances' benefits in terms of contribution to the economic development of migrants' countries of origin at local, regional and national levels. By way of background, it wasn't until the early 21st century that this question has actually gained visibility within international organizations such as Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), International Monetary Fund (IMF), International Organization for Migration (IOM) and the World Bank.

In recent years, migrants' remittances surpassed Official Development Assistance (ODA) received by countries. However, they are not considered as a substitute for this help, but rather as an alternative source of development finance in many developing countries (Wanner)[1]. These transfers have also the particularity of being distributed to a large number of people, according to an estimate of the International Fund for Agricultural Development (IFAD), they concern one person out of ten in the world.

[1] *2014's migrant remittances by areas are reported in the annex*

Remittances can be defined as interpersonal transfers between migrants and their families remained in the country. According to IMF's Balance of Payments Manual, migrants' remittances include three categories[2]: ***i)*** Compensation to employees comprises wages, salaries, and other remuneration, in cash or in kind, paid to individuals who work in a country other than where they legally reside. ***ii)*** workers' remittances refer to current transfers by migrants who are employed in new economies and considered residents there and ***iii)*** Migrants' transfers refer to capital transfers of financial assets made by migrants as they move from one country to another and stay for more than one year (IMF; Straubhaar & Vadean) [2],[3].

This paper aims to contribute to the literature of migrants' remittances and intends to further understanding of this phenomenon. In light of the magnitude of remittances received by Morocco, it analyzes their impacts on economic growth and other macroeconomic aggregates.

The rest of the paper is structured as follows: section 2 reviews the existing literature on the impacts of migrants' remittances on economic growth; section 3 describes the methodology and discusses the main empirical findings. The last section concludes.

2 IMPACT OF REMITTANCES ON ECONOMIC GROWTH: RELATED LITERATURE

Understanding the impact of remittances on economic growth represents a major macroeconomics' research field and a central element of Economic Policy's analysis. In what follows, we propose a range of theoretical and empirical literature related to the topic.

The literature inherent to the effects of remittances on economic growth seems to be ambiguous. The Philippines is a clear example of this ambiguity (Medenou & Gnansounou, 2010) [4]. In fact, two studies conducted on remittances received by this country have come to two different conclusions. Burgess & Haksar [5] showed that workers' remittances negatively affect economic growth unlike Ang [6] who identified a significant positive relationship between growth and workers' remittances towards the Philippines.

The heterogeneity of results classifies literature into 3 categories (Fajnzylber & Lopez; Chami & al.) [7],[8]; ***i)*** authors who conclude that there is a positive effect between remittances and growth, ***ii)*** the defenders of a negative or even a neutral relationship between the two aggregates and finally, ***iii)*** those for whom the remittances impact growth depending on the level of financial development of the home country.

According to some authors, remittances have a positive effect on growth. Indeed, the large share of remittances is usually spent on daily consumer goods while the rest is saved and / or invested. Whatever the spending pattern is, remittances contribute positively to economic growth (Rocher & Pelletier; Mc Cormick & Whaba) [9], [10].

In addition to the consumption channel, other authors have reached the same conclusion using the investment channel. In fact, remittances increase investment, which in turn impacts economic growth. Diaz [11] showed that remittances affect growth positively despite its weak magnitude. Similarly, Leon-Ledesma & Piracha [12] found that investment is mostly reflected in the purchase of capital goods which directly impacts labor productivity. Another aspect of investment concerns creation and corporate finance. Woodruff & Zeneto [13] study the impact of remittances on entrepreneurship in Mexico as well as access to credit. The authors show a positive correlation between the number of companies created in Mexico and remittances. Drinkwater & al. [14] reached similar results in a study of 20 developing countries.

Other studies conclude that remittances could have a negative effect on economic growth (Chami & al.) [8], since they generate more important costs -including reducing the labor supply - than profits. Indeed, Chami & al. [8], through a sample of 113 countries, show that an increase in remittances reduces beneficiary workers' efforts which lead to a decline in production. On the other hand, remittances could impede economic growth by influencing some variables. For the receiving countries, remittances contribute to the appreciation of the national currency. This effect called Dutch disease will have consequences on exports, employment and long-term growth (Lartey & al.) [15]. Similarly, Karagöz [16] drew a similar conclusion for Turkey as remittances have a negative impact on economic growth.

Moreover, other studies have shown that transfers have no impact on growth or investment. According to a study by the IMF in 2005 [17] on 101 countries, no relationship between remittances and growth has been found. Similarly, Barajas & al.

[2] *The categories used by the IMF include only official remittances, they don't capture transfers through informal remittance systems.*

[18] tested the relationship between remittances and economic growth of 84 receiving countries to conclude that there is no robust relationship between remittances and economic growth.

Therefore, just as Official Development Assistance, economic environment could play an important role in the effectiveness of remittances on growth. A good climate for investment and a developed financial system could help to increase the impact of remittances on growth and investment (Kireyev ; Eckstein; De Soto) [19], [20], [21].

As a matter of fact, financial infrastructure seems to be a determining factor of remittances' impacts. The state of the financial system serves as a catalyst that enables remittances to act on production (Ziesemer) [22]. Bettin & Zazzaro [23] found that an efficient banking system strengthens the positive impact of remittances on economic growth. Remittances do not represent only a source of liquidity and an access to credit guarantee, but they can also contribute to growth, in case of an efficient mediation of the banking system, by financing projects promoting growth.

This assumption, however, remains controversial, Giuliano & Ruiz-Arranz [24] on a sample of 73 developing countries showed that the impact of remittances on growth decreases with a high level of financial development. In other words, remittances help to promote growth only in countries that have undeveloped financial systems.

3 IMPACT OF REMITTANCES ON ECONOMIC GROWTH: EMPIRICAL ANALYSIS

In the following there will be an empirical investigation of the impact of remittances' inflows on the economic growth of Morocco. After highlighting the key macroeconomic determinants of migrants' remittances, now we will discuss the impact of transfer funds of Moroccans Residing Abroad (MRA) on economic growth. The purpose is to complete the analysis on panel data with an in-depth analysis of the case of one dependent country.

The graph below presents the joint evolution of the main financial flows towards Morocco, Remittances (TFM), Foreign Direct Investments (IDE), and Official Development Assistance (APD) as a percentage of GDP. We note that remittances occupy a larger share than FDI and ODA and hover around 6% to 9%. MRA's remittances represent the second source of foreign currency for the country just after tourism (Bensaid & Ibrouk) [25]. They show a stable and less volatile character unlike other flows.

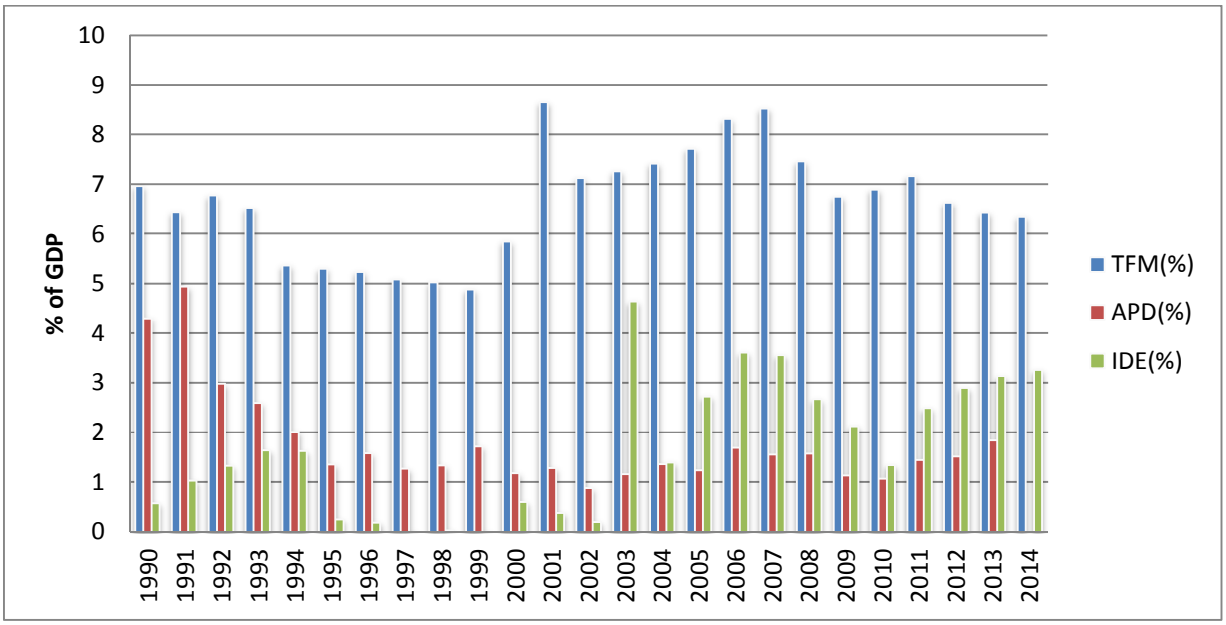


Figure 1. Financial flows towards Morocco, 1990-2014 (% of GDP)

Source: Calculation made based on World Bank data

To highlight the major characteristics of the relationship between GDP and remittances over the period from 1975 to 2014, we will adopt time series econometrics to analyze first, the causal relationship between these two variables using an Error Correction Model (ECM). Then, we will look at the impact remittances on GDP, Gross Fixed Capital Formation and

household Consumption, through the impulse-response of a VAR model. The data of all macroeconomic aggregates was extracted from World Development Indicators (WDI).

Before any estimate, first we must conduct a unit root test to determine order of integration of the variables in question.

Table 1. Augmented Dickey Fuller test

Variables	P-value		Order of integration
	In levels	In difference	
GDP	0.3550	0.0011*	I(1)
Remittances	0.2595	0.0001*	I(1)

**Coefficient significant at 1%.*

The ADF test results show that both variables are integrated of the same order I(1). Thus, there is a risk of cointegration. In order to estimate short term and long term elasticities[3], an Error Correction Model is used. Short-term dynamics' modeling provides information on how adjustments are made between the two variables in order to restore long-term equilibrium. Moreover, the long-term relationship is captured by the error-correction term, which reflects the speed of adjustment by which a system returns to equilibrium after a shock.

The ECM final estimate is as follows:

Table 2. Estimation results

Endogenous variable: GDP	Short-term relationship	Long-term relationship
C	0.039*** (2.88)	5.22*** (9.06)
LTFM	----------	0.88*** (33.02)
DLTFM	0.35*** (4.08)	----------
δ	-0.40 (-4.19)***	----------
R^2	0.48	0.96
F test	16.49***	1090.63***

**** Coefficient significant at 1%.*

The analysis of long-term parameter shows a stable relationship between remittances and GDP. The long-term elasticity (0.88) shows that the link between GDP and remittances isn't only positive but also important which indicates that these two variables are adjusted at the same rate. In the short term, remittances represent a determinant of economic growth with an elasticity around 35% which is low compared to the long-term behavior. This can be explained by the dominance of the allocation of the amounts transferred to current household consumption (Chami & al.) [8]. Indeed, the growth rate of MRA's transfers is positively correlated with household consumption's growth rate. The coefficient of correlation is 0.968 over the period 1975-2010 (Makhlouf & Naaman)[26].

After indentifying a stable relationship between transfers of MRA and GDP, it is now possible to explain the transmission mechanisms of a shock on remittances *via* the impulse-response functions.

[3] *The ADF test on residuals δ resulting from the estimation of the long-term relationship, shows that they are stationary. So the two series are cointegrated.*

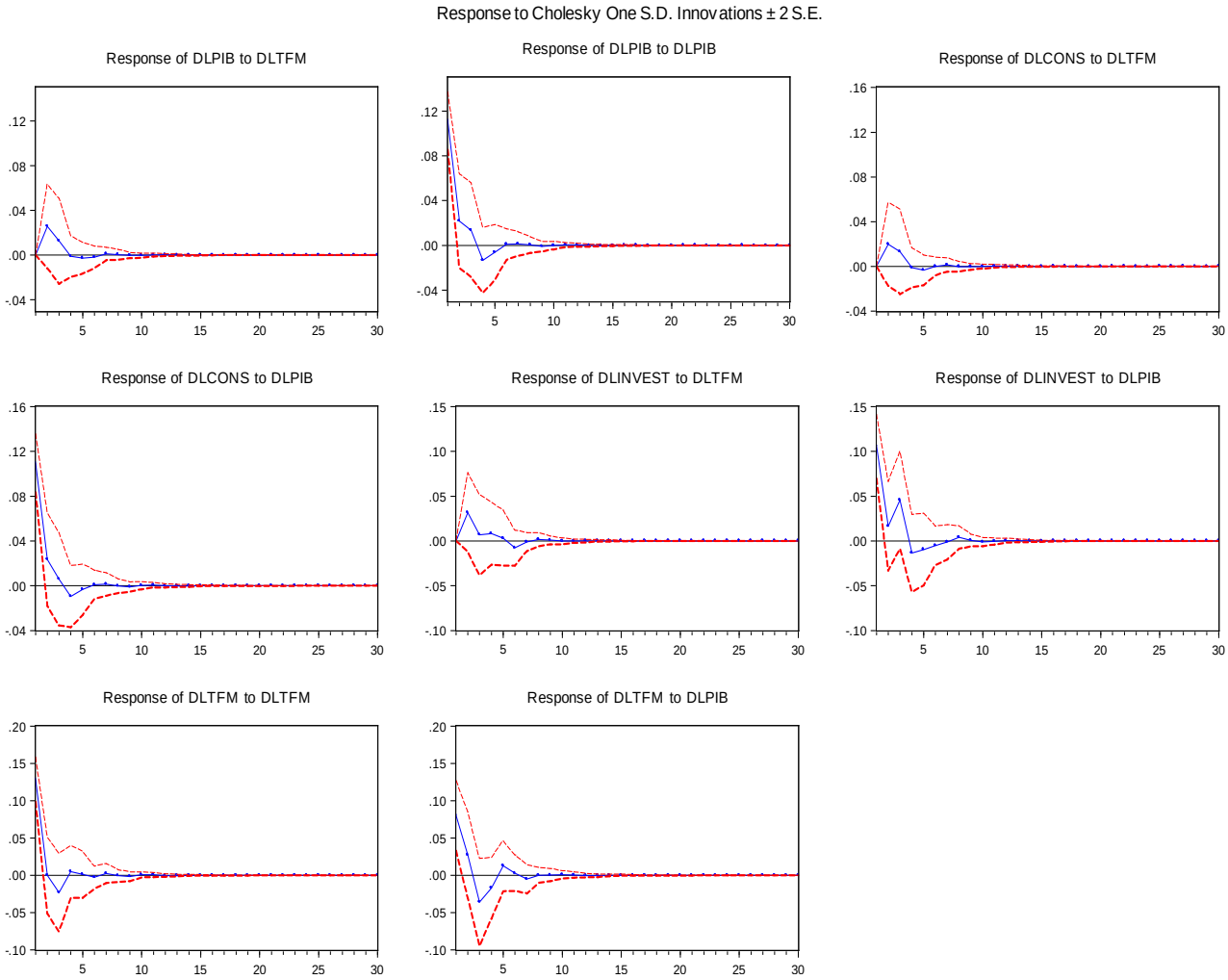


Figure 2. Impulse-response results

Source: Figures are generated using Eviews 8

The results[4] show that:

- MRA's transfers have a positive impact on GDP, investment and consumption;
- The response of consumption and investment following a shock of remittances is instant, with a similar response of investment and consumption. In fact, MRA's transfers are allocated in part for domestic consumption and investment in housing (Makhlouf & Naaman)[26];
- The magnitudes of GDP and consumption reactions are similar and follow the same trend;
- All variables found their steady states, it means that the shock disappears over time;
- In parallel, a positive impact on GDP has a transitory effect on remittances. It is positive but becomes null and negative which confirms the idea that improving the living standard (measured by GDP increase) has an opposite effect on remittances' inflows.
- *A priori*, from the impulse-responses of the VAR model, transfers from MRA seem to be countercyclical.

[4] *The impulse-response figures are presented in Annex 3*

4 CONCLUSION

This paper aimed to assess the impact of MRA's remittances on the economic growth of Morocco. The empirical estimation based on an Error Correction Model helped to highlight the major characteristics between remittances and GDP of Morocco. Remittances represent a determinant of economic growth, in the short term, with an elasticity around 35% which is low compared to the long-term behavior (88%). The latest estimate is based on a VAR model and covers the period 1975 - 2014. The analysis of impulse responses revealed that a shock on MRA's transfers has a positive impact on GDP, investment and consumption. Furthermore, a positive impact on GDP leads to a transitory decrease in remittances.

As any research work, this paper could still be improved and extended into various directions. The impulse-response analysis has revealed, *a priori*, a countercyclical movement of MRA's remittances. Therefore, a cyclical analysis would be interesting to highlight the cyclical role of transfers *vis-à-vis* economic situation of the recipient country.

REFERENCES

[1] P. Wanner , ''L'apport des migrants au développement : une perspective économique''. *Annuaire Suisse de politique de développement*, 2008.

[2] IMF, ''Balance of Payments and International Investment Position Manual (Sixth Edition)''*, International Monetary Fund, Washington D.C*. 2009.

[3] T. Straubhaar and F.P. Vadean, ''Les transferts de fonds internationaux des émigrés et leur rôle dans le développement''. *OCDE. Migrations, transferts de fonds et développement*, Paris, 13-40, 2006.

[4] T. Medenou and U. Gnansounou, ''Analyse des Canaux de Transmission des Transferts de Fonds sur l'Economie Béninoise''. *CAPOD,* 2010.

[5] R. Burgess and H. Haksar, ''Migration and Foreign Remittances in the Philippines'', *IMF Working Paper*, 2005.

[6] A. P. Ang, ''Workers' Remittances and Economic Growth in the Philippines'', *MIMEO. University of Santo Tomas. Manila. Philippines*, 2006.

[7] P. Fajnzylber and J. Humberto López**,** ´´Remittances and development: lessons from Latin America'', *World Bank Working Paper*, 2008.

[8] R. Chami, C. Fullenkamp and S. Jahjah, ''Are immigrant remittance flows a source of capital development?'', *IMF Working paper*, 2003.

[9] E. Rocher and A. Pelletier, ''Migrant workers' remittances: what is the impact on the economic and financial development of Sub-Saharan African countries?'', *Bulletin de la Banque de France*, 2008.

[10] B. McCormick and J. Wahba, ''Overseas Employment and Remittances to a Dual Economy''. *The Economic Journal*, 2000.

[11] V. Diaz, ''Analysis of the effect of remittances on economic growth using path analysis''*, University of Texas-Pan American*, 2007.

[12] M. Leon-Ledesma and M. Piracha, ''International Migration and the Role of Remittances in Eastern Europe'' *Studies in Economics, Department of Economics, University of Kent,* 2001.

[13] C.M., Woodruff and R. Zeneto, ''Remittances and Microenterprises in Mexico'', *Graduate School of International Relations and Pacific Studies Working Paper*, 2001.

[14] S. Drinkwater, P. Levine and E. Lotti, ''The Labour Market and Investment Effects of Remittances'', *Development Macroeconomics*, 2009.

[15] E.K.K. Lartey, F. Mandelman and P.A. Acosta, ''Remittances, Exchange Rate Regimes, and the Dutch Disease: a Panel Data Analysis'', *Working Paper, Federal Reserve Bank of Atlanta,* 2008.

[16] K. Karagöz, ''Worker's Remittances and Economic Growth: Evidence from Turkey''. *Journal of Yaşar University*, 2009.

[17] IMF, ''World Economic Outlook'', *Washington, DC, International Monetary Fund*, 2005.

[18] A. Barajas, R. Chami, C. Fullenkamp, M. Gapen and P.J. Montiel, ''Do workers' remittances promote economic growth?'', *IMF Working Paper,* 2009.

[19] A. Kireyev, ''The Macroeconomics of Remittances: The Case of Tajikistan''. *IMF Working Paper*, 2006.

[20] S. Eckstein, ''Dollarization and its Discontents: Remittances et the Remaking of Cuba in the Post-Soviet Era''. *Comparative Politics*, 2004.

[21] H. De Soto, *The Mystery of Capital: Why Capitalism Triumphs in the West and Fails Everywhere Else*. New York: Basic Books, 2000.

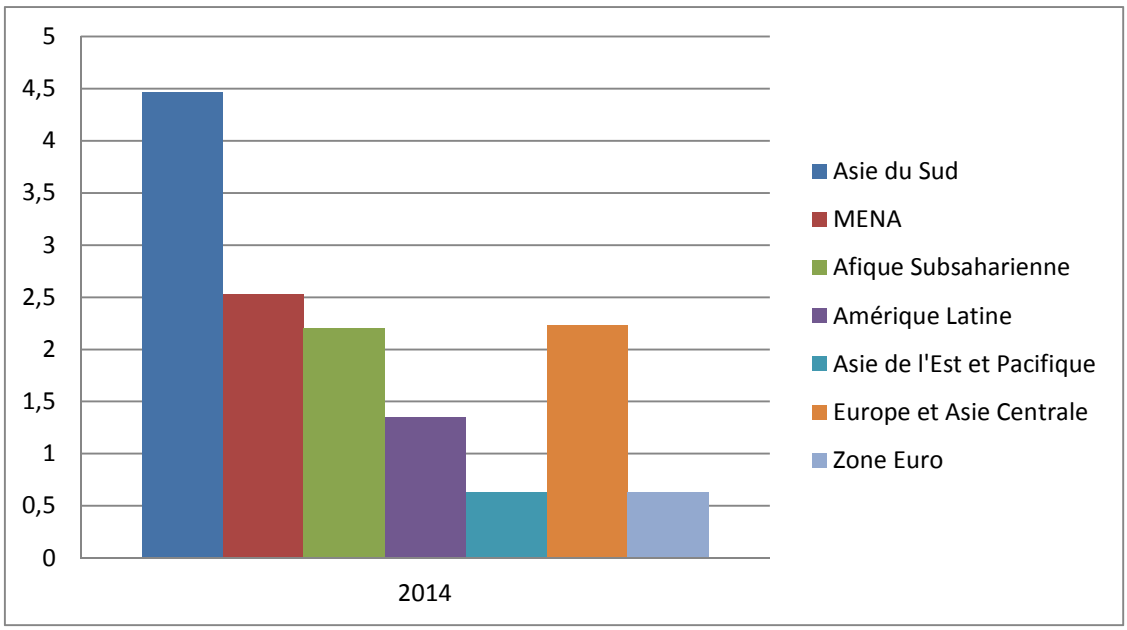
[22] T. H. Ziesemer, ''Worker remittances and growth: The physical and human capital channels''. *UNU-MERIT Working Papers,* 2009.

[23] G. Bettin and A. Zazzaro, ''Remittances and financial development: substitutes or complements in economic growth?'', *Bulletin of Economic Research*, 2012.

[24] P. Giuliano and M. Ruiz-Arranz, ''Remittances. Financial Development and Growth'', *Journal of Development Economics*, 2005.
[25] M. Bensaïd and A. Ibourk, ''Impact social des transferts de fonds des marocains résidant à l'étranger : une revue de littérature'', *Division of Policy and Practice. UNICEF*, 2008.
[26] F. Makhlouf and A. Naamane, ''The Impact of Remittances on Economic Growth: The Evidence from Morocco'', *Centre d'Analyse et Traitement Théorique des Données Economiques*, 2013.

ANNEX

Migrants' remittances by region in 2014 (% of GDP)



Source: Calculation made based on World Bank data

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 234-250
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Le capital humain et le renforcement de la productivité de l'agriculture en Afrique

[Human capital and the enhancing productivity of agriculture in Africa]

Adel KHADIMALLAH[1] and Zied AKROUT[2]

[1]Université de SFAX, CODECI, Institut Supérieur d'Administration des Affaires de Sfax, Tunisia

[2]Université de SFAX, URECA, Institut Supérieur d'Administration des Affaires de Sfax, Tunisia

Copyright © 2017 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 attempts to determine the best way to maximize the contribution of agriculture to the growth and global modernization of Africa. By using middle-income African countries as a sample, this paper studies the effect of industrialization, human capital, economic opening and institutional quality on the value added by the agricultural sector. The quality of human capital exerts an accelerating effect of the agricultural value added. Indeed, the level of human capital determines the ability to use a technology or innovation capacity. The results require the establishment of appropriate institutional arrangements to overcome the constraints that agricultural products face in market and to turn capital and investment towards agriculture.

KEYWORDS: agriculture, industrialization, human capital, data panel, African countries.

RESUME: Ce papier tente à déterminer la meilleure façon de maximiser l'apport de l'agriculture à la croissance et à la modernisation globales de l'Afrique. A l'aide d'un échantillon des pays africains à revenu intermédiaires, le papier étudie l'effet de l'industrialisation, le capital humain, l'ouverture économique et la qualité institutionnelle sur la valeur ajoutée créée par le secteur agricole. La qualité du capital humain exerce un effet accélérateur de la valeur ajoutée agricole. En effet, le niveau du capital humain détermine la capacité d'utiliser une technologie ou la capacité d'innovation. Les résultats exigent la mise en place d'arrangements institutionnels appropriés pour surmonter les contraintes auxquelles les produits agricoles se heurtent sur les marchés et orienter le capital et les investissements vers l'agriculture.

MOTS-CLEFS: agriculture, industrialisation, capital humain, données de panel, pays africains.

1 INTRODUCTION

L'Afrique dispose d'un immense potentiel qui lui permet de se nourrir et de lutter contre la faim. L'agriculture représente une part essentielle de l'économie de tous les pays africains. Un secteur agricole performant est essentiel à la croissance économique globale. En effet, une agriculture plus performante crée des revenus tant dans les zones rurales que dans les zone urbaines. La hausse des revenus permet aux ménages d'épargner et de dépenser davantage, ce qui a pour effet de stimuler la croissance et l'investissement. L'Afrique est la deuxième région pour la plus forte croissance économique, ses ressources financières n'ont rien à voir avec ce qu'elle était.

De nombreux analystes avaient mis en lumière le rôle de l'agriculture, en raison de ses ressources abondantes et de sa capacité, à transférer les excédents à un secteur industriel prépondérant. Le rôle économique de l'agriculture, tel que l'envisagent ces premières analyses, est conçu comme une voie à sens unique d'acheminement des ressources vers le

secteur industriel. Plusieurs économistes du développement ont toutefois tenté de signaler que, si la part de l'agriculture a certes diminué par rapport à l'industrie et aux services, elle a néanmoins augmenté en termes absolus, dans le contexte d'une intégration croissante et complexe avec les secteurs non agricoles.

L'intérêt de notre travail de recherche est de vérifier les relations entre le secteur agricole et le secteur industriel et comment expliquer l'efficacité du secteur agricole à travers l'introduction du capital humain, la formation brute de capital fixe et l'ouverture économique.

Cette étude se divise en trois sections. La première expose une revue de la littérature théorique et empirique en examinant les divers études sur le secteur agricole et d'en insister sur l'effet du secteur industriel et d'autres déterminants sur l'efficacité de l'agriculture. La deuxième section présente le modèle économétrique, les variables retenus ainsi que les résultats trouvés. Enfin, la dernière section expose en conclusion les principales recommandations pour une amélioration du secteur agricole.

2 REVUE DE LA LITTERATURE THEORIQUE ET EMPIRIQUE

La politique agricole africaine pose plusieurs questions sur son efficacité et surtout sur la valeur ajoutée qu'elle peut créer dans les économies du continent. Ce papier cherche à trouver et comprendre comment peut on augmenter ou diminuer certains indicateurs afin de bénéficier d'un accroissement de la valeur ajoutée agricole. Pour ce faire, le papier expose un panorama non exhaustif de la revue théorique et empirique concernant le secteur agricole de façon générale pour pouvoir dégager quelques éléments que peuvent nous servir dans la constitution de notre modèle et d'expliciter la performance d'une certaine stratégie agricole. Cette revue de littérature expose les travaux concernant les liens entre agriculture et industrie, le rôle des recherches et développement et les dépenses publiques dans l'accroissement de la valeur ajoutée agricole en insistant sur l'amélioration de la productivité des facteurs de la production agricole.

Plusieurs économistes ont considéré que le changement structurel était le seul moyen d'atteindre un niveau supérieur de développement.

Gaspar, Pina et Simoes (2014) étudient les liens entre l'agriculture et les secteurs non-agricoles au Portugal par l'évaluation de l'existence de relations de causalité et à long terme entre les trois principaux secteurs d'activité en termes de valeur ajoutée et de la productivité du travail en utilisant un modèle VAR pour la période 1970-2006. Ils montrent que les gains de productivité (avec la productivité du travail) dans les services et l'industrie ont une influence positive sur la productivité dans l'agriculture. Les décideurs portugais estiment que le rétablissement de la production agricole joue un rôle important pour surmonter les difficultés actuelles du pays. Cependant, ils doivent porter plus d'attention aux potentielles synergies entre les secteurs agricoles et non agricoles, et fournir à l'agriculture les capacités technologiques et organisationnelles nécessaires pour bénéficier de l'expansion de l'industrie et des services.

Les travaux empiriques font jusqu'ici enquête sur les liens sectoriels principalement dans le développement économique, où l'agriculture est souvent encore un secteur de production important en termes de production et de l'emploi. Par exemple, Yao (1994); Yao (1996); Yao (2000) mettent l'accent sur la Chine; Gemmell et al. (2000) ont étudié le cas de la Malaisie; Kanwar (2000) et Chaudhuri et Rao (2004) étudient les liens sectoriels dans l'Inde; Fiess et Verner (2001) mettent l'accent sur l'économie de l'Equateur; et Blunch et Verner (2006) examinent trois pays africains. La plupart des documents vise à déterminer l'existence d'une relation à long terme entre les différents secteurs de l'économie et établissant le sens de la causalité.

Blunch et Verner (2006) examinent la croissance de l'agriculture, l'industrie et les services en Côte d'Ivoire, le Ghana et le Zimbabwe en termes de PIB réel au cours de la période 1965-1997 en appliquant les techniques de co-intégration. Le résultat le plus robuste dans les trois pays est la relation positive et dynamique entre les secteurs agricoles et industriels. Les résultats obtenus avec une autre spécification où l'industrie est décomposée en quatre sous-secteurs (Fabrication, construction, le gaz et l'eau, et l'exploitation minière) confirment les résultats antérieurs.

Un peu différemment, Tiffin et Irz (2006) analysent directement la relation entre la valeur ajoutée agricole par travailleur et le PIB réel par habitant dans un échantillon de 85 pays développés et en développement. Les principales conclusions convergent vers une causalité unidirectionnelle de la valeur ajoutée agricole au PIB réel par habitant pour les pays en développement, tandis que la direction de la causalité dans les pays développés n'est pas claire. Les résultats concernant les liens sectoriels et l'importance de l'agriculture pour la croissance économique est spécifique au contexte, variant d'un pays à un autre, d'une période de temps à une autre dans le même pays, et aussi selon les définitions des secteurs et les variables utilisées dans l'analyse pour capturer les liens intersectorielle.

Il y a de nombreux pays qui ne disposent pas de la capacité d'importer de grandes quantités de céréales ou il serait trop coûteux de le faire, mais où la croissance de la population est encore très élevée. La plupart d'entre eux sont en Afrique.

Le changement climatique sera également un défi majeur pour un nombre important de ces pays, ce qui affecte les rendements et le détournement des ressources de recherche et développement vers l'adaptation plutôt que l'amélioration du rendement.

Un éventail d'innovations en matière de gestion des risques, le développement du marché, la finance rurale et la fourniture de services consultatifs, fournit un environnement propice à l'adoption de la technologie. En effet, en Afrique, ces innovations sont une condition nécessaire pour une adoption plus large des technologies critiques.

Les investissements dans la recherche et le développement et les compétences des agriculteurs détermineront l'avenir et le succès de l'agriculture.

Bouchet, Orden et Norton (1988) montrent qu'en France, le changement technologique est une source de croissance de la production agricole. En effet, la recherche domestique est estimée à être la principale cause de l'augmentation de la production de céréales sur la période 1960-1984, alors que les transferts internationaux de technologie et la recherche nationale semblent être importants pour la production de lait.

Damania, Berg, Russ, Barra, Nash et Ali (2015) cherchent à aborder la lenteur d'adoption des nouvelles technologies par les agriculteurs dans de nombreux pays en développement. Ils expliquent le lien entre l'accès au marché et les incitations à adopter une nouvelle technologie. Ils développent ainsi un modèle théorique pour guider l'analyse empirique qui utilise des données spatialement désagrégées de production agricole pour le Nigeria. Ils estiment l'impact des coûts de transport sur la production agricole, l'adoption des technologies modernes, et l'impact sur les rendements des agriculteurs. Ils constatent que les coûts de transport sont essentiels dans la détermination des choix technologiques, avec une plus grande réactivité chez les agriculteurs qui adoptent des technologies modernes, et parfois une réponse négative pour abaisser les coûts de transport. En somme, ils présentent des preuves convaincantes que les contraintes à l'adoption de nouvelles technologies et l'accès aux marchés sont interconnectées, et doivent donc être ciblées conjointement.

Il existe plusieurs études qui relient les dépenses publiques à la croissance économique, une large partie de ces études se focalisent sur le rôle des dépenses publiques pour promouvoir l'agriculture.

Selon Fan et Saurkar (2006), les dépenses publiques consacrées à l'agriculture, à l'éducation et au réseau routier contribuent fortement à la croissance agricole dans toutes les régions. Dans le secteur de l'agriculture, les dépenses allouées à la recherche ont des répercussions plus importantes sur la productivité que les autres catégories de dépenses.

D'après Fischer, Byerlee et Edmeades (2009), l'investissement dans la recherche est régulièrement cité comme la principale source de croissance de la productivité dans le secteur agricole.

D'après Diao et al. (2010), en Rwanda, pour chaque dollar de dépenses publiques supplémentaires dans la recherche agricole, le PIB agricole a augmenté de 3 dollars, mais les effets ont été plus marqués pour les aliments de base, tels que le maïs, le manioc, les légumineuses et la volaille, que pour les cultures d'exportation.

Le recherche et développement favorise la modernisation des techniques de production et la croissance de la productivité dans l'agriculture et contribue ainsi à faire augmenter les revenus agricoles et à faire baisser les prix pour les consommateurs.

L'investissement dans la recherche et développement sera le plus déterminant. En effet, les grands pays en développement tels que la Chine, l'Inde et le Brésil sont prêts à combler l'écart de l'intensité de la recherche avec les pays industrialisés.

Xayavong, Kingwell et Islam (2015) constatent que le capital humain et l'utilisation des innovations de la famille agricole ont des effets bénéfiques significatifs sur le rendement du secteur. Les compétences de l'agriculteur dans la gestion organisationnelle influencent aussi positivement la performance agricole.

Pour renforcer la sécurité alimentaire mondiale et augmenter les revenus et l'emploi dans les pays en développement, la plupart des experts et des décideurs politiques appellent à accroître, de manière durable, la production et la productivité de l'agriculture. Il est fréquent que lorsque les prix mondiaux des céréales atteignent le pic comme en 2008, un nombre des observateurs alimentaires mondiaux soulève la phobie d'une pénurie de nourriture.

Dans la majorité des pays en développement, les politiques sont maintenant plus favorables à la croissance rapide de la productivité. La productivité totale des facteurs[1] est le moteur principal de la croissance de la production agricole.

Fischer, Byerlee et Edmeades (2009) mettent l'accent sur les perspectives de rendement du blé, du riz et du maïs, car ces céréales dominent l'alimentation humaine et la croissance des rendements est considérée comme la principale voie pour répondre à la demande future. Ils montrent l'importance de l'efficacité des intrants et de la productivité totale des facteurs pour la détermination des prix réels. La productivité totale des facteurs dans l'agriculture continue à croître, et de nombreux exemples confirment la synergie générale des technologies d'entrée modernes qui permettent d'atteindre non seulement un meilleur rendement, mais aussi une plus grande utilisation des ressources. Il y a aussi l'efficacité dans l'utilisation des intrants qui offrent beaucoup de possibilités d'amélioration des cultures et la gestion des ressources pour offrir plus avec moins d'intrants.

Le succès dans le secteur agricole a été réalisé par l'exploitation minière des ressources non renouvelables, énergie fossile, le phosphate, et beaucoup d'eau souterraine. Notre examen de l'impact des limitations imminentes de cette stratégie soulève des préoccupations majeures. En général, il convient de noter que l'augmentation du rendement par l'élevage et l'agronomie est levée pour une utilisation efficace des ressources.

Carpentier, Gohin, Sckokai et Thomas (2015) étudient l'évolution de l'économie de la production agricole au cours des trente dernières années, en mettant l'accent sur la recherche européenne. Ils montrent que la variété des paramètres européens en termes d'allocation des facteurs et l'intégration des agriculteurs au sein de la chaîne agro-alimentaire a joué un rôle dans l'animation de la recherche européenne dans l'économie de la production agricole.

Wang et Delgado (2014) étudient l'impact de l'agriculture contractuelle sur les agriculteurs des pays en développement, motivés par la conviction que l'agriculture contractuelle stimule la transition vers l'agriculture moderne. Ils constatent également que la plupart des études empiriques identifient un effet positif et significatif de l'agriculture contractuelle sur le bien-être de l'agriculteur.

Selon Ban (2011), pour tirer profit de la croissance économique, les agriculteurs peuvent accroître les rendements de leurs cultures, passer à la production de produits à haute valeur ajoutée pour lesquels il existe une demande croissante sur le marché, augmenter la productivité du travail sur leur ferme et trouver des sources de revenus pour une partie de leurs membres de la famille non agricoles. Les auteurs insistent sur le rôle des institutions sociales de soutenir la recherche socio-économique pour être en mesure de fournir une certaine aide aux agriculteurs. En effet, l'accroissement du revenu moyen dans un pays, diminue la force de travail dans l'agriculture. Par conséquent les agriculteurs ont besoin d'une aide pour accroitre la productivité de travail dans leur ferme.

3 METHODOLOGIE ET ANALYSE DES RESULTATS

Dans la spécification de notre modèle, nous utilisons la valeur ajoutée créée par le secteur agricole (VASA) par rapport au PIB comme variable à expliquer. Cette dernière nous donne une idée sur la taille du secteur agricole ainsi que sur les effets de la productivité et le surplus du secteur.

Les variables explicatives du modèle sont composées de la valeur ajoutée créée par le secteur industriel (VASI) par rapport au PIB, la formation brute de capital fixe (FBCF) par rapport au PIB, l'ouverture commerciale (OUVC), l'indice de capital humain (HAI) et l'indicateur de corruption (INDICORP).

La valeur ajoutée créée par le secteur industriel (VASI) par rapport au PIB reflète la taille du secteur industriel ainsi que les effets de la productivité et le surplus du secteur.

La formation brute de capital fixe (FBCF) par rapport au PIB tient compte de l'investissement réalisé dans l'ensemble de l'économie.

L'ouverture commerciale (OUVC) qui correspond à la somme des exportations et des importations divisée par le PIB du pays mesure le degré d'intégration économique dans le commerce mondial.

[1] *En agriculture, les facteurs de production comprennent la terre, le travail, le capital « physique » (infrastructures, machines agricoles, etc.) et les intrants (eau, semences, engrais, produits phytosanitaires, etc.). Peut s'ajouter à cette liste le capital « humain » (éducation, santé).*

L'indice de capital humain (HAI[2]) qui est un indice permettant de mesurer le potentiel de développement du capital humain, détermine la capacité d'utiliser une technologie ou la capacité d'innovation.

L'indicateur de corruption (INDICORP) mesure le niveau de corruption au sein du système politique. Plus cette valeur est élevée pour un pays donnée, plus ce pays est considéré comme corrompu.

Ces variables sont extraites des bases des données de la banque mondiale WDI, Penn World Table 7.0, les statistiques de la Fondation pour les Etudes et la Recherche sur le Développement International FERDI et l'International Country Risk Guide ICRG.

Pour assurer une certaine robustesse de nos résultats, on passe par certaines étapes et vérification avant l'estimation.

3.1 TEST DE LA RACINE UNITAIRE

Une série temporelle est dite stationnaire si ses propriétés statistiques ne varient pas dans le temps (espérance, variance, auto-corrélation). La notion de stationnarité est importante dans la modélisation des séries chronologiques. Une série chronologique est stationnaire si elle ne comporte ni tendance ni saisonnalité. Le test de Dickey-Fuller (DF) teste s'il y a une racine unitaire dans la série. Pour éviter le problème de non stationnarité et éliminer toute éventuelle tendance, il est nécessaire pour les rendre stationnaires de procéder à une transformation en différence première (voir annexe).

3.2 TEST DE HAUSMAN

Le test d'Hausman permet de tester la différence entre le modèle à effets fixes et le modèle à effets aléatoires. Ce test peut être interpréter comme un test de spécification. Le test de spécification permet de déterminer si le modèle théorique est parfaitement identique pour tous les pays ou s'il existe des spécificités propres à chaque pays. Ainsi, les tests de spécification se feront équation par équation afin de retenir la méthode d'estimation la plus appropriée pour l'ensemble du modèle.

Tableau N°1: test de Hausman

Correlated Random Effects - Hausman Test
Equation: Untitled
Test cross-section random effects

Test Summary	**Chi-Sq. Statistic**	**Chi-Sq. d.f.**	**Prob.**
Cross-section random	2.946444	5	0.7082

Source : Estimation des auteurs à l'aide du logiciel Eviews 6.0

La probabilité de la statistique du test est supérieure à 10%. Doucouré (2008), soutient que dans ce cas, le modèle à effets aléatoires est plus approprié que celui à effets fixes.

3.3 TEST DE NORMALITE DES RESIDUS

Le test de normalité permet de vérifier si des données suivent une loi normale ou non. Le test de normalité de Jarque-Bera est fondé sur les coefficients d'asymétrie et d'aplatissement. Il évalue les écarts simultanés de ces coefficients avec les valeurs de référence de la loi normale. La p-value associée à la statistique de Jacques Bera est inférieure à 0,5 ; nous rejetons l'hypothèse nulle de non normalité des résidus. Donc, la distribution des résidus de notre modèle suit une loi normale.

[2] L'indice de capital humain est un indice composite qui englobe deux indicateurs sur les dimensions de la santé et deux indicateurs mesurant les dimensions de l'éducation.

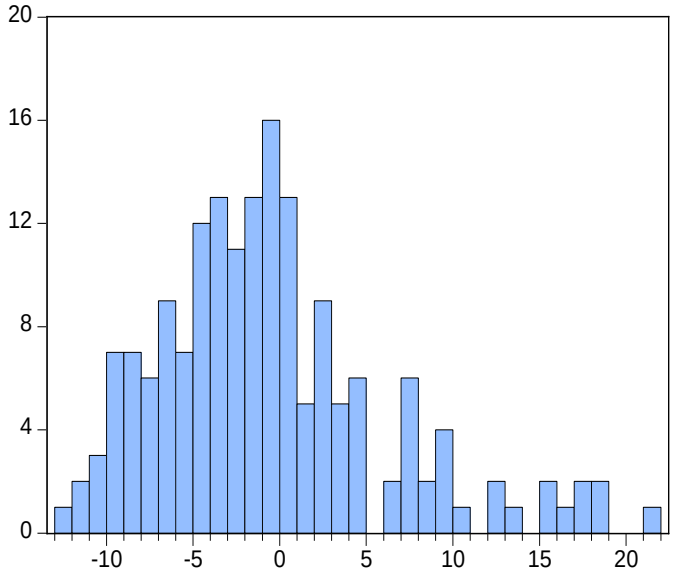


Figure N°1: test de normalité des résidus

Source : Estimation des auteurs à l'aide du logiciel Eviews 6.0

On peut maintenant passer à l'estimation des paramètres de notre modèle.

3.4 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Concrètement notre modèle suit la forme suivante :

$$\boldsymbol{VASA_{it} = constante + \alpha_1 * VASI_{it} + \alpha_2 * OUVC_{it} + \alpha_3 * INDCORP + \alpha_4 * HAI_{it}}$$
$$\boldsymbol{+\alpha_5 * FBCF_{it} + \mu_{it}}$$

On estime ce modèle sur les données de panel en considérant trois échantillons. Le premier échantillon considère l'ensemble des pays à revenu intermédiaire de l'Afrique. Ce dernier échantillon est subdivisé en deux échantillons, un échantillon des pays à revenu intermédiaire de tranche supérieure[3] et un échantillon des pays à revenu intermédiaire de tranche inférieure[4]. Les résultats des régressions sur données de panel en utilisant des modèles à effets aléatoires sont résumés dans le tableau suivant[5] (voir annexes).

[3] *Les pays d'Afrique à revenu intermédiaire de tranche supérieure sont l'Afrique du Sud, l'Algérie, l'Angola, le Botswana, le Gabon, la Libye, la Namibie et la Tunisie.*

[4] *Les pays d'Afrique à revenu intermédiaire de tranche inférieure sont le Cape Vert, le Cameroun, la République du Congo, le Cote d'Ivoire, le Djibouti, l'Egypte, le Ghana, le Kenya, le Lesotho, le Maroc, la Mauritanie, le Nigeria, le Sao tome et principe, le Sénégal, le Soudan, la Swaziland et la Zambie.*

[5] *Les résultats sont déterminés à partir du logiciel Eviews 6.0.*

Tableau N°2 : Tableau récapitulatif des résultats des régressions

	Revenu intermédiaire	**Tranche supérieure**	**Tranche inférieure**
Constante	51.45078***	23.53147***	58.61336***
VASI	-0.193731***	-0.154634***	-0.183145***
OUVC	-0.133559***	-0.020428	-0.147804***
INDCORP	-0.281023***	0.210071	-1.452386*
HAI	0.138953**	0.100176***	-0.293930***
FBCF	-1.010233**	-0.047385	-0.034651
R^2: Coefficient de détermination	0.45	0.46	0.45
La statistique F	27.96***	9.88***	17.27***
***** p[6]<0.01, ** p<0.05, * p<0.1**			

Source : Estimation des auteurs à l'aide du logiciel Eviews 6.0

Sur le plan technique les coefficients de déterminations des trois estimations présentent des valeurs acceptables. La qualité d'ajustement est bonne. La statistique de Fisher est significative pour les trois estimations indiquant ainsi une significativité globale du modèle ; c'est-à-dire que toutes les variables explicatives possèdent un pouvoir explicatif de la variable à expliquer.

En regardant le premier résultat c'est-à-dire l'échantillon des pays africains à revenu intermédiaire, on remarque que toutes les variables possèdent des coefficients significatifs au seuil de risque de 1%.

Seule la variable qualité de capital humain qui possède un signe positif. En effet, la capacité d'utiliser une technologie ou la capacité d'innovation est nécessaire pour l'accroissement de la valeur ajoutée de tout secteur et en particulier le secteur agricole.

Le secteur industriel est un secteur concurrent du secteur agricole et peut aussi utiliser la main d'ouvre agricole et exploiter une partie des terres dans la production industrielle. On remarque qu'une augmentation de 1% de la valeur ajoutée du secteur industriel induit à une baisse de 19.3% de la valeur ajoutée du secteur agricole.

L'ouverture commerciale mesure le poids des exportations et des importations par rapport au PIB, cette variable possède un signe négatif indiquant ainsi d'une part une certaine dépendance des importations africaines de l'agriculture mondiale qui vient d'influencer négativement la production agricole africaine et d'autre part la faiblesse du poids agricole dans les exportations africaines.

L'indice de corruption présente un signe négatif et significatif. En effet, la mauvaise gouvernance mesurée par l'indicateur de corruption peut empêcher le développement du secteur agricole. En plus des mauvaises institutions conduisent à de mauvaises performances et peuvent également conduire à l'incapacité de développer une agriculture viable. Cette mauvaise influence peut passer par l'instabilité politique et la dépendance par rapport aux produits primaires.

La formation brute de capital fixe joue en défaveur du secteur agricole. La formation brute de capital fixe encourage le secteur industriel et le secteur des services en détriment du secteur primaire (le secteur agricole).

En décomposant notre échantillon des pays africains à revenu intermédiaires en deux échantillons l'un avec des pays africains à revenu intermédiaires de tranche supérieure et l'autre avec des pays africains à revenu intermédiaires de tranche inférieure, on remarque que le deuxième sous ensemble garde les mêmes signes avec une diminution des significativités. En effet, l'indicateur de corruption passe d'une significativité de 99% à une significativité de 90%. De plus, la formation brute de capital fixe perd sa significativité. Pour le premier sous échantillon, la formation brute de capital fixe perd aussi de sa significativité, alors que l'indicateur de corruption change de signe et devient positif et non significatif. Ces résultats peuvent aussi expliquer le faible poids du premier secteur dans ces économies.

[6] *La p value nous indique sur la significativité partielle des variables explicatives.*

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce papier s'intéresse à vérifier et mesurer l'impact de certaines variables dans l'amélioration de la valeur ajoutée créée par le secteur agricole. Dans une première étape, le papier expose un panorama des travaux théoriques et empiriques qui examinent les liens intersectorielles et en indiquant le rôle des dépenses publiques dans l'encouragement et le développement de l'agriculture. A ces dépenses s'ajoute la qualité du capital humain comme un moyen nécessaire pour le renforcement de l'agriculture. Dans une deuxième étape, le papier utilise des régressions en données de panel afin de tester l'effet des variables explicatives sur la valeur ajoutée créée par le secteur agricole. Les résultats dégagés fournissent une idée sur les mécanismes qui permettent de soutenir le développement du secteur agricole africain.

Une vision générale sur le premier échantillon des pays africains à revenu intermédiaires montre que seulement la qualité du capital humain exerce un effet accélérateur de la valeur ajoutée agricole. Ce résultat change de signe et devient négatif pour l'échantillon des pays africains de revenu intermédiaires de tranche inférieure. Il ressort donc un besoin d'amélioration et d'orientation de la qualité du capital humain pour renforcer le développement du secteur agricole. En effet, un meilleur niveau de capital humain permet à l'Afrique d'accroitre la valeur ajoutée du secteur agricole. Le capital humain est sans doute l'un des facteurs les plus importants de la croissance économique. En effet, le niveau du capital humain détermine la capacité d'utiliser une technologie ou la capacité d'innovation. Dans notre analyse, le papier utilise le « Human asset Index » (HAI) pour mesurer le capital humain. Cet indice a été mis au point par les Nations Unies (DESA) et la Ferdi (Fondation pour les Etudes et la Recherche sur le Développement International, 2011). Cet indice prend en compte des variables telles que la nutrition, la scolarisation dans le secondaire, la mortalité des enfants et le taux d'alphabétisation des adultes.

Les autres variables à savoir la valeur ajoutée du secteur industriel, l'ouverture économique, l'indicateur de corruption et la formation brute du capital fixe présentent des signes négatifs indiquant ainsi un effet ralentissant de la valeur ajoutée agricole.

Le secteur industriel capte une grande partie de la main d'ouvre agricole. En effet, les revenus du secteur industriel ont conduit à accélérer l'exode rural et d'en diminuer du secteur agricole. Dans la plupart des pays africains, la proportion de main-d'œuvre dans l'agriculture a baissé considérablement malgré une croissance quasi nulle du PIB par habitant, ce phénomène s'inscrit dans la logique d'urbanisation.

L'ouverture économique garde le même signe négatif dans les trois échantillons. Il est nécessaire de transformer l'assiette des exportations et des importations en produits agricoles. Pour ce faire, il faut accroitre les exportations des produits agricoles et diminuer les importations des produits industriels en créant une nouvelle gamme des produits agroindustriels. La croissance du secteur agricole exige la mise en place d'arrangements institutionnels appropriés pour surmonter les contraintes auxquelles les produits agricoles se heurtent sur les marchés. Le rôle de l'Etat est primordial pour stimuler et orienter cette croissance agricole.

Pour la variable formation brute de capital fixe, on remarque aussi un signe négatif. Ce ci reflète l'orientation du capital vers d'autres secteurs autre que l'agriculture. L'absence d'effets de cette variable pour les pays africains à revenu intermédiaires suggère que les structures et les qualités institutionnelles des pays doivent être renforcées et ajustées à leurs besoins.

La qualité de la gouvernance mesurée par l'indicateur de corruption, est devenue l'une des mesures les plus importantes dans la discipline du développement économique. On peut penser que de mauvaises institutions conduisent à de mauvaises performances et peuvent également conduire à l'incapacité de développer une agriculture viable. Il est donc possible d'affirmer que la bonne gouvernance et un bon niveau de capital humain conduisent à de meilleures performances du secteur agricole.

Les résultats trouvés par cette analyse nous permettent de présenter quelques pistes ayant pour objectif l'amélioration de la valeur ajoutée du secteur agricole. La modernisation de l'agriculture doit faire face à une série de difficultés. Il s'agit notamment du faible niveau de la productivité et des connaissances techniques, de la forte vulnérabilité de l'économie et de l'environnement et de la fragilité des politiques agricoles et des institutions de soutien. Le gain de productivité provient de l'innovation scientifique et de la recherche et développement. L'agriculture est un secteur d'activité économique très différent de l'industrie, où les entreprises d'une taille suffisante peuvent financer une recherche-développement qui se traduit ensuite par des innovations et des processus de fabrication plus productifs.

REFERENCES

[1] Ban (2011): "Increasing Labour Productivity in Agriculture and its Implications", *The Journal of Agricultural Education and Extension,* Volume 17, Issue 5, 401-409;

[2] Blunch et Verner (2006): "Shared sectoral growth versus the dual economy model: Evidence from Côte d'Ivoire, Ghana and Zimbabwe", *African Development Review*, 18(3), 283-308;

[3] Tiffin et Irz (2006): "Is agriculture the engine of growth?", *Agricultural Economics*, 35(1), 79-89;

[4] Bouchet, Orden et Norton (1988): "Sources of Growth in French", *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 71, No. 2, 280-293;

[5] Carpentier, Gohin, Sckokai et Thomas (2015): "Economic modeling of agricultural production: past advances and new challenges", *Review of Agricultural and Environmental Studies,* 96-1, 131-165;

[6] Chaudhuri et Rao (2004): « Output fluctuations in Indian agriculture and industry: a reexamination", *Journal of Policy Modeling*, 26(2), 223-237;

[7] Damania, Berg, Russ, Barra, Nash et Ali (2015): "Agricultural Technology Choice and Transport", *World Bank Policy Research Working Paper,* No. 7272;

[8] Diao, Hazell et Thurlow (2010): "The role of Agriculture in African Development", *World Development* Vol. 38, No. 10, 1375-1383;

[9] Fan et Saurkar (2006): "Public Spending in Developing Countries: Trends, Determination and Impact", *EPTD Discussion Paper* No. 99;

[10] Fiess et Verner (2001): "Intersectoral dynamics and economic growth in Ecuador", *The World Bank, Policy Research Working Paper Series*, 2514;

[11] Fischer, Byerlee et Edmeades (2009): "Can technology deliver on the yield challenge to 2050?", *FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050,* 24-26 June 2009;

[12] Gaspar, Pina et Simoes (2014): « Agriculture in Portugal: linkages with industry and services", *Review of Agricultural and Environmental Studies,* 95-4, 437-471;

[13] Gemmell, Lloyd et Mathew (2000): "Agricultural growth and inter-sectoral linkages in a developing economy", *Journal of Agricultural Economics*, 51(3), 353-370;

[14] Kanwar (2000): "Does the dog wag the tail or the tail the dog? Cointegration of Indian agriculture with non-agriculture", *Journal of Policy Modeling*, 22(5), 533-556;

[15] Wang et Delgado (2014): "The Transition to Modern Agriculture: Contract Farming in Developing Economies", *American Journal of Agricultural Economics,* 96 (5): 1257-1271;

[16] Xayavong, Kingwell et Islam (2016): "How training and innovation link to farm performance: a structural equation analysis", *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics,* Volume 60, Issue 2, 227–242, April;

[17] Yao (1994): "Co-integration analysis of agriculture and non-agricultural sectors in the Chinese economy 1952-92", *Applied Economics Letters*, 1(12), 227-229;

[18] Yao (1996): "Sectoral co-integration, structural break and agriculture's role in the Chinese economy in 1952-1992: a VAR approach", *Applied Economics*, 28(10), 1269-1279;

[19] Yao (2000): "How important is agriculture in China's economic growth?", *Oxford Development Studies*, 28(1), 33-49.

ANNEXES

ANNEXE 1 : TEST DE LA RACINE UNITAIRE

Panel unit root test: Summary

Series: VASA
Date: 08/08/16 Time: 13:19
Sample: 1960 2012
Exogenous variables: Individual effects
User specified lags at: 1
Newey-West bandwidth selection using Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-1.38755	0.0307	24	904
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.70671	0.0439	24	904
ADF - Fisher Chi-square	61.4006	0.0927	24	904
PP - Fisher Chi-square	95.6417	0.0001	24	930

*** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.*

Panel unit root test: Summary

Series: VASI
Date: 08/08/16 Time: 13:21
Sample: 1960 2012
Exogenous variables: Individual effects
User specified lags at: 1
Newey-West bandwidth selection using Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-1.73427	0.0414	24	891
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-0.64981	0.2579	24	891
ADF - Fisher Chi-square	52.1712	0.3150	24	891
PP - Fisher Chi-square	61.8550	0.0863	24	918

*** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.*

Panel unit root test: Summary

Series: OUVC
Date: 08/08/16 Time: 13:23
Sample: 1960 2012
Exogenous variables: Individual effects
User specified lags at: 1
Newey-West bandwidth selection using Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-0.55471	0.2895	25	1215
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.52542	0.0636	25	1215
ADF - Fisher Chi-square	85.4300	0.0013	25	1215
PP - Fisher Chi-square	127.053	0.0000	25	1240

*** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.*

Panel unit root test: Summary

Series: INDCORP
Date: 08/08/16 Time: 13:23
Sample: 1960 2012
Exogenous variables: Individual effects
User specified lags at: 1
Newey-West bandwidth selection using Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-Sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	1.14718	0.8743	22	231
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.57379	0.9422	22	231
ADF - Fisher Chi-square	35.0371	0.8307	22	231
PP - Fisher Chi-square	36.6195	0.7774	22	254

*** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.*

Panel unit root test: Summary

Series: HAI
Date: 08/08/16 Time: 13:24
Sample: 1960 2012
Exogenous variables: Individual effects
User specified lags at: 1
Newey-West bandwidth selection using Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-4.96508	0.0000	22	394
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	2.99982	0.9986	22	394
ADF - Fisher Chi-square	38.8223	0.6926	22	394
PP - Fisher Chi-square	48.6812	0.2902	22	416

*** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.*

Panel unit root test: Summary

Series: FBCF
Date: 08/08/16 Time: 13:25
Sample: 1960 2012
Exogenous variables: Individual effects
User specified lags at: 1
Newey-West bandwidth selection using Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-3.30516	0.0005	24	939
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-3.61360	0.0002	24	939
ADF - Fisher Chi-square	104.506	0.0000	24	939
PP - Fisher Chi-square	100.785	0.0000	24	964

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

ANNEXE 2: TEST DE HAUSMAN

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled
Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	2.946444	5	0.7082

Cross-section random effects test comparisons:

Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
VASI	-0.207310	-0.193731	0.001248	0.7007
OUVC	-0.128564	-0.133559	0.000091	0.5997
INDCORP	-0.808724	-1.010233	0.033145	0.2684
HAI	-0.289243	-0.281023	0.000332	0.6518
FBCF	0.150435	0.138953	0.000287	0.4982

Cross-section random effects test equation:
Dependent Variable: VASA
Method: Panel Least Squares
Date: 08/08/16 Time: 13:26
Sample (adjusted): 1998 2011
Periods included: 14
Cross-sections included: 20
Total panel (unbalanced) observations: 171

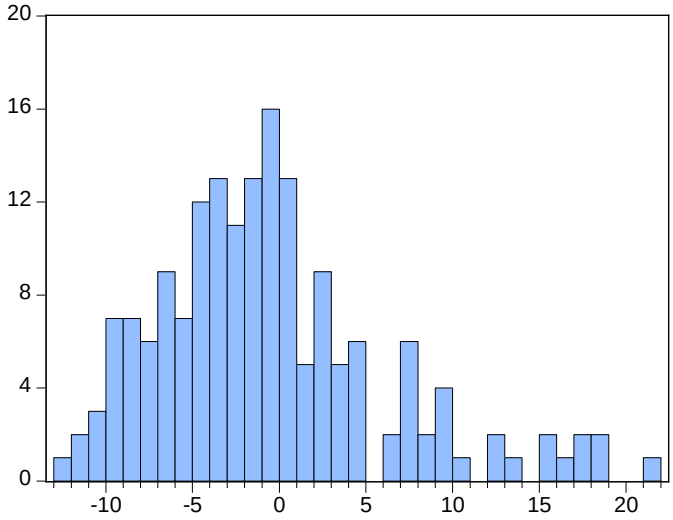
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	50.46076	4.112845	12.26906	0.0000
VASI	-0.207310	0.066442	-3.120170	0.0022
OUVC	-0.128564	0.024341	-5.281819	0.0000
INDCORP	-0.808724	0.502633	-1.608975	0.1098
HAI	-0.289243	0.041006	-7.053699	0.0000
FBCF	0.150435	0.061095	2.462332	0.0150

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.970194	Mean dependent var	15.74530
Adjusted R-squared	0.965295	S.D. dependent var	10.45263
S.E. of regression	1.947251	Akaike info criterion	4.305055
Sum squared resid	553.6009	Schwarz criterion	4.764363
Log likelihood	-343.0822	Hannan-Quinn criter.	4.491423
F-statistic	198.0176	Durbin-Watson stat	0.901561
Prob(F-statistic)	0.000000		

ANNEXE 3 : TEST DE NORMALITÉ DES RÉSIDUS



Series: Standardized Residuals	
Sample 1998 2011	
Observations 171	
Mean	-0.639904
Median	-1.251107
Maximum	21.55946
Minimum	-12.13980
Std. Dev.	6.644407
Skewness	0.996886
Kurtosis	4.035148
Jarque-Bera	35.95745
Probability	0.000000

ANNEXE 4 : RÉSULTATS DES RÉGRESSIONS

Pays africains à revenu intermédiaires

Dependent Variable: VASA
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)
Date: 08/07/16 Time: 12:24
Sample (adjusted): 1998 2011
Periods included: 14
Cross-sections included: 20
Total panel (unbalanced) observations: 171
Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	51.45078	3.891865	13.22008	0.0000
VASI	-0.193731	0.056271	-3.442855	0.0007
OUVC	-0.133559	0.022402	-5.961868	0.0000
HAI	-0.281023	0.036739	-7.649156	0.0000
FBCF	0.138953	0.058695	2.367368	0.0191
INDCORP	-1.010233	0.468503	-2.156301	0.0325

Effects Specification		
	S.D.	Rho
Cross-section random	7.055319	0.9292
Idiosyncratic random	1.947251	0.0708

Weighted Statistics			
R-squared	0.458698	Mean dependent var	1.463315
Adjusted R-squared	0.442295	S.D. dependent var	2.593549
S.E. of regression	1.925218	Sum squared resid	611.5664
F-statistic	27.96414	Durbin-Watson stat	0.831586
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.592156	Mean dependent var	15.74530
Sum squared resid	7575.206	Durbin-Watson stat	0.067136

Pays africains à revenu intermédiaires de tranche supérieure

Dependent Variable: VASA
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)
Date: 08/08/16 Time: 10:11
Sample (adjusted): 1998 2010
Periods included: 13
Cross-sections included: 7
Total panel (unbalanced) observations: 63
Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	23.53147	2.869590	8.200291	0.0000
VASI	-0.154634	0.030457	-5.077137	0.0000
OUVC	-0.020428	0.015404	-1.326211	0.1901
INDICORP	0.210071	0.231657	0.906819	0.3683
HAI	0.100176	0.021251	4.714055	0.0000
FBCF	-0.047358	0.036477	-1.298317	0.1994

	Effects Specification	
	S.D.	Rho
Cross-section random	2.006344	0.9143
Idiosyncratic random	0.614350	0.0857

	Weighted Statistics		
R-squared	0.464390	Mean dependent var	0.672581
Adjusted R-squared	0.417406	S.D. dependent var	0.937049
S.E. of regression	0.710042	Sum squared resid	28.73708
F-statistic	9.884130	Durbin-Watson stat	0.995869
Prob(F-statistic)	0.000001		

	Unweighted Statistics		
R-squared	-0.000891	Mean dependent var	6.803654
Sum squared resid	822.3186	Durbin-Watson stat	0.034802

Pays africains à revenus intermédiaires de tranche inférieure

Dependent Variable: VASA
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)
Date: 08/08/16 Time: 10:37
Sample (adjusted): 1998 2011
Periods included: 14
Cross-sections included: 13
Total panel (unbalanced) observations: 108
Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	58.61336	5.513685	10.63052	0.0000
VASI	-0.183145	0.092320	-1.983802	0.0500
OUVC	-0.147804	0.031667	-4.667419	0.0000
INDICORP	-1.452386	0.802673	-1.809436	0.0733
HAI	-0.293930	0.060231	-4.880064	0.0000
FBCF	-0.034651	0.102893	-0.336766	0.7370

	Effects Specification	
	S.D.	Rho
Cross-section random	9.062589	0.9360
Idiosyncratic random	2.369355	0.0640

Weighted Statistics			
R-squared	0.458531	Mean dependent var	1.860309
Adjusted R-squared	0.431988	S.D. dependent var	3.068439
S.E. of regression	2.304455	Sum squared resid	541.6724
F-statistic	17.27526	Durbin-Watson stat	0.831285
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.407178	Mean dependent var	20.96126
Sum squared resid	5795.944	Durbin-Watson stat	0.077690

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 251-266
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Influence of school based quality assurance practices on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub County, Kenya

Francis K. Waweru[1-2], Robert B. Mwebi[1], and Elijah M. Kirimi[2]

[1]Department of Curriculum, Instructions and Education Management, Laikipia University, Kenya

[2]Department of Public Affairs and Environmental Studies, Laikipia University, Kenya

Copyright © 2017 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 was therefore to examine the influence of school based quality assurance practices as performed by the head teachers on pupils' academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. The study was based on the value added theory and the production function theory of education. Using the *ex post facto* research design, the study used census methodology to gather data from all the 42 head teachers of public primary schools in subukia Sub County using structured questionnaires. Validity of the instrument was done based on expert judgment from the department of curriculum and education management of Laikipia University for determining face and content validity. The reliability of the instrument was determined through a single test administration by use of the cronbach alpha coefficient of which an alpha coefficient of 0.791 was obtained and considered acceptable. Nominal scale data was analyzed using frequency counts and percentages. Hypotheses were tested at the .05 level of significance using simple regression analysis. The study found a strong positive significant relationship between head teachers' planning activities r=.573, p=.00<.05, coordinating practices r=618 p=.00<.05, staffing practices r=689 p=.00<.05 and controlling practices r=667 p=.00<.05 and academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. The head teachers in public primary schools in Subukia should hold meetings as a quality assurance practices as a means of filtering how various schools stakeholders view quality assurance and implement them in the various aspects in the school management. Particularly, the PTA meetings should be used to moderate administrative processes in order to facilitate effective teaching and learning. PTA and educational administrators make concerted efforts initiate and sustain new projects, rehabilitate dilapidated infrastructures and initiate professional development through staff training. The findings of the study will be beneficial to Quality Assurance and Standards policy makers as they will offer useful suggestions on enhancing quality assurance and standards in primary schools for qualitative improvement of basic education in the country in general and Subukia Sub County in particular. Other researchers will also find the study useful as it will add to the body of existing literature in the field of educational quality assurance and standards.

KEYWORDS: Quality Assurance, Curriculum Implementation, Education Management.

1 INTRODUCTION

The provision of quality education has been a major area of concern to government and educators ever since Kenya gained independence in 1963. All the major education commissions and taskforces since independence (Republic of Kenya, 1964; 1976; 1988 and 1999) have alluded to the importance of provision of quality and relevance in education through the curriculum. In keeping with the spirit of providing quality to the consumers of education, the government has over the years endeavored to ensure that the recipients of the products of knowledge are offered services which are of the right quality and standards.

Formal educational services in schools are provided through a curriculum that is designed by the Ministry of Education (MoE). The right curriculum is that which is in tandem with the wider social and economic environment. According to Bishop

Corresponding Author: Francis K. Waweru

(1989) curriculum is a service product. Therefore, a child who is the consumer of this product should receive an educational service that is of reasonable quality and right standards (Republic of Kenya, 2010). In order to ensure quality education is provided in schools, the government of Kenya through the Basic Education Act (2013) has provided for the establishment of the Quality Assurance and standards assurance council whose mandate among others is to supervise and oversee curriculum implementation and delivery (Ministry of Education, 2013).

The function of quality assurance is a continuous process and should not be periodic. In cognizance, the Ministry of Education recognizes two types of supervision namely external supervision that is performed by the QUASOs from the ministry and Internal Supervision that takes place in the school on a regular basis under the auspices of the head teacher or principal and is popularly known as school based supervision (Abebe, 2014). It is worth noting that supervision can have a potentially positive impact on student learning owing to reduction of teacher absences, increased student attendance, improvements in teaching and better flow of information to central authorities thus leading to improved educational achievements (Verspoor, 1989; Warwick, 1992). One of the major indicators of quality education in schools is the performance of pupils normally in National Examinations such as KCPE and KCSE. Over the years in Kenya, stakeholders such as parents, the community and ministry of education official have tended to associate poor performance to lack of educational quality.

According to Subukia Sub County, KCPE examination performance over the past years has been plummeting with an average Mean Standard Score (MSS) of 226 out of a possible 500 marks. This poor performance calls for an audit of the school based quality assurance practices as pointers of quality education provision in the sub county. At the school level, the head teacher is charged with regulating the frequency of internal school inspection and assessment that culminates with summative end of year examinations. There is therefore need to examine some of the school based quality assurance management practices as carried out by the head teachers in order to understand their influence on academic performance.

Table 1: National and Subukia Sub-County KCPE Mean Score (2009 – 2013)

Year	Subukia Sub-County Mean	National Mean
2010	225.93	291.72
2011	225.32	288.52
2012	225.94	277.23
2013	228.09	291.51
2014	229.13	295.32

Source: Kenya National Examination Council (2009-2013)

According to the KCPE results between 2009-2013, Subukia Sub County performed below the National mean because of many factors among which these study intends analyze the influence of school based quality assurance practices as performed by the head teachers on academic performance.

1.1 STATEMENT OF THE PROBLEM

Performance of national examinations in Subukia sub county has been below the average mean score (MSS) of 250 marks out of the possible 500 marks. There is a general concern about the quality of education in Public Schools in Kenya. Quality in most cases is compromised at the implementation stage in the learning cycle. This is why Quality Assurance and Standards is important in enhancing students' performance at KCPE examination. However, the extent to which the below average performance is being influenced by school based factors in relation to internal quality assurance practices by headsteachers in Subukia Sub County is not yet known. Since performance is often associated with quality of education, it is imperative to examine the relationship between quality assurance practices employed by the head teachers of primary schools in the Sub County and academic performance of the pupils in the sub county.

1.2 SIGNIFICANCE OF THE STUDY

The purpose of school based quality assurance practices is to improve instruction, to strengthen classroom management, and to ensure that the curriculum is followed. Quality assurance practices ensure and help teachers to be more effective in curriculum delivery. In the light of this, the study is believed to have the following benefits: It may serve as an input for different levels of educational experts' such as quality assurance officers, education officers, teachers and the ministry of

education to understand the effectiveness of the practices adopted by head teachers in ensuring quality education in primary schools; It may assist the external and school-based (internal) quality assurance officers to know their weaknesses and strengths on supervisory practices and then encourage them to give more attention to implement supervisory activities in primary schools; This study may be a springboard for other researchers who want to conduct further research in the area of supervision and quality assurance for effective learning and teaching in order to improve pupil learning outcomes in public primary schools in Kenya.

2 LITERATURE

2.1 THE CONCEPTS OF QUALITY ASSURANCE

The internal quality assurance is based on the theory of value-added in education quality, assuming that the larger the improvement of internal process of teaching and learning, the larger the value-added to education quality (Cheng, 1997). If the internal process including different components and their relationships can be improved during a time period, the value added in quality will increase as the achievement of the planned goals is increased. The assumption is that the larger increase in achievement of planned goals is due to the larger improvement of internal process. Therefore, based on this theory, the component quality approach, the relationship quality or the total internal quality approach can add value in quality if it can improve some or all aspects of the internal process of education. This theory is relevant to this study in the sense that the internal processes for quality control as practiced by the head teachers including planning, coordination, controlling, organization and staffing when improved, will lead to effective schools. In other words, when the head teacher improves on the quality management practices as espoused, the internal processes of teaching and learning are likely to improve thus leading to improved academic performance of the learners.

Quality Assurance (QA) is a way of preventing mistakes or defects in manufactured products and avoiding problems when delivering solutions or services to customers (ISO, 2008). The ISO 9000 defines quality assurance as part of quality management focused on providing confidence that quality requirements will be fulfilled (ISO, 2008). In the field of education, Quality assurance relates to the achievement of educational program standards established by institutions, professional organizations, government, and/or standard-setting bodies established by government (Eurostat, 2010). Therefore, quality assurance mechanisms are the processes by which the achievements of these standards are measured (Eurostat, 2010). The measurement of quality is done either internally or externally. External Quality Assessment (EQA) is a system for objectively checking an institutions quality using an external agency. In Kenya, this is done by the ministry of education through the quality assurance council (Basic Education Act, 2013).

Internal Quality Assurance (IQA) in education refers to the efforts for improving the internal environment and processes such that the effectiveness of learning and teaching can be ensured to achieve the planned goals of education (Cheng and Tam, 1997). There are two approaches to ensuring that internal quality assurance is achieved. These include component quality approach and the relationship quality approach (*ibid*)

The Component Quality assurance approach focuses on improving the quality of some components of the structure with a hope to enhance or ensure the quality in student learning outcomes. For example, many improvement initiatives take teacher competence as the key factor for internal quality and make effort to improve teacher competencies such as language skills, pedagogic knowledge, subject knowledge, and use of information technology in education (Cheng, 1997). In this regard the internal quality efforts target improvements in school management, classroom environment, teaching, learning, curriculum, evaluation, and teacher education.

The Relationship Quality Approach on the other hand focuses mainly on improving the quality of relationship between components of the effectiveness structure (Cheng, 1997). It is assumed that the better relationship between components, the better impacts of components on the quality in student learning outcomes. This means that improvement of relationship between components is the key for ensuring education quality in classroom. The overall goal of this approach is to ensure that the teacher adapts his/her teaching performance to the classroom characteristics (such as class size, student composition, social climate, etc.) and the curriculum features (such as learning objectives and tasks, subject content, etc.) in order to maximize the learning opportunities for different students (Cheng, 1997).

2.2 QUALITY ASSURANCE IN KENYA'S EDUCATION SYSTEM

In 2003, the inspectorate department was renamed the Quality assurance directorate after the rationalization of the operations of the Ministry of Education (*ibid*). The education act of 2013, envisions the establishment of the quality assurance council whose mandate among others is to maintain quality and standards and supervise and oversee curriculum

implementation and delivery in schools (Basic Education Act, 2013). The act further gives the council authority to appoint quality assurance officers whose functions include but not limited to: Carry out regular and full panel quality assurance and standards assessment of all education institutions on a regular basis; Advise on the provision of proper and adequate physical facilities in all educational institutions; Ensure that the appropriate curriculum is operational in institutions; Organize and administer co-curricular activities with a view to developing an all-round child; Monitor the performance of teachers and educational institutions in accordance with all-round standard performance indicators (Basic Education Act, 2013; sec 64).

The functions performed by the QUASO officers from the ministry of education are generally considered external quality assurance functions since they are conducted by external agents outside the school.

According to the basic education act (2013), the role of internal quality assurance is a function of the school boards of management (BOM). The education act (2013) stipulates that the role of BOM is to promote quality education for all pupils in accordance with set standards and to supervise curriculum implementation and delivery on a day to day basis. Ordinarily, the functions of the BOM are delegated to the secretary who is the head teacher or principal of a basic education institution (Basic Education Act, 2013). This then implies that the head teachers are the principle internal quality assurance officers of the ministry through the BOM of the respective schools.

While performing the chain of command role, the head teacher is the centre of both the teaching and administration processes. This means that he or she is the middle man between staff members and the school board of management (BOM). He or she plays a bureaucratic role in the following ways: Organizes all school tasks to be accomplished; Upkeep of cleanliness of the buildings and all classrooms in the school; provision and maintenance of equipment such as desks and writing materials; distribution of duties among the teachers such as subject teachers and heads of departments; appointment of counselors to advice students with their problems; transmitting relevant information and policies to different persons; transmission of orders from the school board to the teachers and the community; delegates decision making and responsibility to members of both the teaching and non-teaching staff (MOE, 2004).

As a professional, the head teacher: is a consultant for his staff members by giving legal and professional advice to the teaching and non-teaching staff. He or she provides a democratic atmosphere where his staff, students, and community feel at ease to compose and discuss their problems; pays attention to problems affecting teachers who must be given attention as students; ensures that the School operates within certain policy guidelines so there must be consultation; He or she is to be a facilitator who listens to staff members during staff meetings and encourages them to do most of the talking in resolving issues and in discussing how to implement decisions; he/she will have to go along with his or her teachers when a communal decision is made; orients new teachers who join the school; is the master teacher of both teachers and the students; He or she functions as an official who prepares reports to take to the ministry of education on how the school is running (MOE, 2004)..

With regard to accountability the head teachers performs general and specific duties such as: supervising teachers and the school at large; taking responsibility for the management and development of the school; attending meetings both local and national levels to the benefit of the school; planning for the running of the school by ensuring that there are enough personnel, equipment and enough physical facilities before the school opens; meeting with the staff to make them ready before the school starts; during the school term, the head teacher makes sure that the school is operating as planned and he/she monitors teaching and activities to ensure that the school runs smoothly in accordance to the rules set by the minister of education and the teachers' service commission (MOE, 2004).

In view of the foregoing, the functions of the head teacher in ensuring quality can broadly be classed as: organizing, staffing, controlling and planning and coordination. All these functions have either a direct or indirect impact on students learning outcomes (Seyfarth, 2008). The following sections present literature on each of these functions and how they are likely to influence academic performance in schools.

2.3 INFLUENCE OF SCHOOL BASED QUALITY ASSURANCE PRACTICES AS PERFORMED BY THE HEAD TEACHERS ON ACADEMIC PERFORMANCE

Mworia (1993) points out that the school head teacher and staff must always keep the ministry of education, DEB, Committee members and general public full informed of the policies, programmes and the school state of affairs at a given time of the year. The head teacher should see to it that staff is inducted and retrained as teachers are supposed to be equipped with relevant skills, attitudes values and abilities to identify and deliver the educational needs of the child. In addition, head teachers must identify the most competent teachers with a specific knowledge, skills and abilities to account for higher performance (Raph, 2005). Patterson and Patterson (2004) define a head teacher as someone who works with colleagues for improving teaching and learning whether formal or informal. Q'Hair and Rietzig (1997) agree that teacher

leaders exhibit common qualities for example they perform consistently on professionals learning curve, demonstrate expertise, share that knowledge with teachers- and mentor new teachers. Thus teachers work with administration under shared leadership to create a school environment more conducive to academic achievement performance. Wayne (2004), Duke (2004) and Sledge, Morehead and Powers (2007) add that shared decision making and community building often strengthens the role of teachers. Empowered teachers often become leaders and their contributions can yield positive change within the school.

Glickman and Gordon (1990) also observe that one way to help teachers improve instruction is through coordination. Glickman and Gordon (1990) Model of clinical supervision presents a cyclical sequence of events that should be coordinated well in order to achieve positive results. The sequence includes teacher pre-conferencing to determine method focus, and duration of observation, classroom observation with categorical frequencies, physical and performance indicators, visual diagramming, space utilization, detached open-ended narratives participant observation, focused questionnaire and educational criticism, interpretation of observation (either interpersonal or directive analysis), post conferencing result, remedial action and critique (Glickman & Gordon ,1990).

The school manager must ensure that everything is in conformity to the established plans as a quality imperative. The control function is achieved through summative and formative evaluation programmes. The head teacher of a school can appraise the performance of the teacher and the student alike. Both formative evaluation and summative evaluations help the learners improve their academic performance and teachers too can improve their teaching effectiveness (Seyfarth, 2008). Among the various ways through which an educational manager can exercise the controlling functions in schools is through; checking of records of work; checking pupils notebooks assignments and home works; arrangement for regular assessment through CATs and Mocks etc and demanding regular feedback from teachers about performance of pupils (MOE, 2004). Control involves efficient use of resources, greater performance incentives, and continuous learning and adaptation. Rather than concentrating on spending more, schools must learn to consider trade-offs among programs and operations and must evaluate performance and eliminate programs that are not working (Hanushek, 1996).

Studies have shown a more positive relationship between planning at the institutional level and academic performance. For example, Odufowokan (2011) conducted a study that examined the relationship between school plant planning and students` academic performance in south west Nigeria secondary schools. The study revealed that the levels of school plant planning and students` academic performance were relatively close, and as such students` academic performance was significantly related to instructional space planning, administrative space planning, circulation space planning, planning for accessories and space for convenience planning. Nyaboga (2012) has also noted that regular meetings and having school strategic plans has a positive impact on academic performance.

CONCEPTUALIZATION

The conceptual framework presents the preconceived relationship among variables that are subsumed in the study. The quality management practices such as frequency of organizing meetings, planning, coordination, controlling and staffing are the independent variables while academic performance is the dependent variable. The study further presumes that the influence of quality management practices (IVs) on pupils academic performance (DV) can be moderated by factors such as quality of the teacher, the IQ of pupil, school factors and pupils socio-economic background by intervening in the relationship to influence the outcome effect.

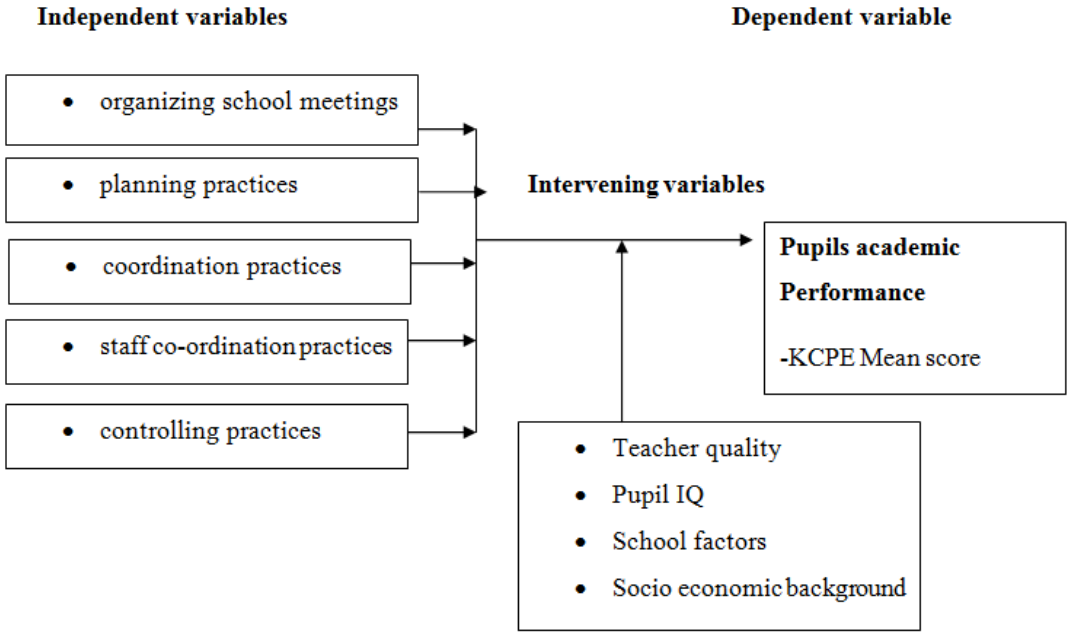


Figure 1: Interrelationship between variables subsumed in the study

3 METHODS

This study adopted an *ex post facto* research design of the predictive type since it will seek to find answers to the hypotheses through the analysis of variable relationships. The target population therefore constituted all the 42 head teachers in the County Public Primary Schools.). Since the population in this study was relatively small, the researcher will take all the 42 head teachers in Subukia Sub-County.

Data was collected using structured questionnaires administered to the selected respondents to elicit information related to demographic information, organization of meetings, planning, staffing, coordination, and controlling practices. The questionnaire also solicited information regarding examination performance of each school for the past five years. The questionnaire responses yielded ordinal scale data set that was transposed to continuous scale for data analysis purposes.

The information from the questionnaire was sorted and entered into a computer programme (SPSS Version 20) for analysis using both descriptive and inferential data analysis techniques. Descriptive analysis will involve use of frequencies, percentages, the arithmetic mean, and standard deviation. Hypothesis was tested using Pearson Product Movement correlation analysis technique at the 0.05 level of significance. The effect of combined effect of all quality assurance practices on academic performance was done using linear regression analysis.

4 PARAMETER ESTIMATES RESULTS

4.1 DESCRIPTIVE ANALYSIS ON FREQUENCY OF SCHOOL MEETINGS

This section analyzes the frequency of which the head teachers organized school meetings which is school based quality assurance practices meant to be performed by the head teachers. The analysis was used to determining the influence of frequency of organizing school meetings by the head teachers on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia Sub County, Kenya.

Table 1: Frequency by which Head Teachers organized for school meetings

Meetings	Very Frequent	Frequent	Occasionally	Less Frequent	Least Frequent
Staff meetings	3(7%)	27(64%)	0(0%)	11(26%)	1(3%)
PTA meetings	4(9%)	7(17%)	26(61%)	3(8%)	2(5%)
Class/Educational Days	1(2%)	5(12%)	15(36%)	17(41%)	4(9%)
Candidates meetings	14(34%)	21(50%)	6(14%)	0(0%)	1(2%)
Class representative meetings	7(16%)	14(33%)	12(29%)	6(15%)	3(7%)
BoM Meetings	6(14%)	11(26%)	22(52%)	2(4%)	2(4%)

Source: Field Data (2016)

Table 1 presents the analysis on management practices in relations to the frequency by which head teachers organize different school meetings. The school meetings organized by the head teacher included; staff meetings, PTA meetings, class/educational days, meetings with candidate class, meeting class representatives and school board management meetings. The frequency of the meeting was rated from very frequent to least frequent.

The study established that majority of respondents 30(71%) observed that head teachers frequently called for staff meetings as quality management practice used to achieve school based quality assurance practices compared to 12(29%) who observed that such meetings were less frequent. Majority of the respondents 26(61%) observed that head teachers occasionally called for PTA meetings compared to 11(26%) who observed that such meetings were frequent and 5(13%) who observed that the meetings were less frequent. Majority of the respondents 21(50%) observed that call for class/educational days meeting by the head teachers were less frequent, 15(36%) observed that such meetings were occasionally called and 5(14%) who observed that the meetings were frequently called. Majority of respondents 35(84%) observed that the head teachers frequently held meetings with candidates compared to 6(14%) who observed that such meetings were held occasionally and 1(2%) who observed that the meetings were held less frequently. Majority 21(49%) observed that the head teachers frequently held meeting with pupils' class representative compared to 12(29%) who observed that such meetings were occasionally held and 9(22%) who observed that such meetings were less frequently held. Last, majority of the respondents observed that the head teachers 22(52%) occasionally held meetings with the schools' Board of Management, 17(40%) observed that such meetings were frequent and 4(8%) who observed that the meetings were less frequent.

This finding indicated that primary schools head teachers held staff meetings, meetings with candidate class and class representatives frequently whereas PTA meetings and BOM meetings were occasionally held. Class/educational days were less frequently held. The finding furthered showed that the frequent staff meetings could give the head teachers a chance to listen to staff members feedback on issues affecting staff performance and as a matter of quality assurance try to resolve them where possible. The study also established that head teachers frequently held meetings with candidates to encourage them on the forth coming extermination and also assert their commitment in ensuring that the schools did well in the exterminations.

The school head teachers did not hold PTA meetings frequently. The Parents Teachers Association (PTA) is the agent of the Ministry of Education and head teachers must work in conjunction with them through regular consultations. The parents' teachers association were established under Education Act (1968), revised in (2012) and conferred with the responsibility of promoting health working relationships between teachers and parents. PTA serves as a channel of communication between the school and the community. They advise on educational needs as perceived by the parents and promote quality teaching and learning. They are expected to identify their schools short, medium and long term priorities and quantify the resources required towards the achievement of the school goals. In support of the role of PTA, Okumbe (1999) states that the PTA formulates school policies towards the achievement of the school objectives. They should identify the sources of funds, physical facilities, and the human resources available. They organize and coordinate the activities of the school with the prime function of achieving objectives of the school with maximum efficiency and effectiveness. They should influence and stimulate the human resources, provide appropriate organizational climate at the same time integrating the school and its activities with the society setup. In addition, they should evaluate the school activities in accordance to the blue print evaluation which enables the school to determine the achievement of predetermined goals.

Head teachers also did not hold class/educational days which are important occasions where students can reflect on what they learn in class with exactly what happens in a real work environment. They also did not frequently held meeting with pupils' class representatives. Class representatives play a leading role of giving positive feedback on aspects to the schools administration on concerns about issues which negatively affect the pupils' experience. They also report back to their class

mates the main points of discussions that take place at staff-student liaison and other meetings, and they share information about any action that is decided as result of the discussion. Failure to hold such important meetings affect school performance as is observed by Nyaboga (2012) who noted that regular meetings and having school strategic plans has a positive impact on academic performance.

As established from the study, head teachers occasionally held BOM meetings which is the sole decision making body in the development of schools. Educational management in Kenya's Primary and Secondary schools is the responsibility of the school management committees (SMCs), the Board of Governors (BOGs) and the institutional head teachers (Education Act, 1968). The Kamunge Report (1988) recommended that members of the SMCs be appointed from among the persons who have the qualities of commitment, competence and experience. According to the basic education act (2013), the role of internal quality assurance is a function of the school boards of management (BOM). The education act (2013) stipulates that the role of BOM is to promote quality education for all pupils in accordance with set standards and to supervise curriculum implementation and delivery on a day to day basis. Ordinarily, the functions of the BOM are delegated to the secretary who is the head teacher or principal of a basic education institution (Basic Education Act, 2013). This then implies that the head teachers are the principle internal quality assurance officers of the ministry through the BOM of the respective schools. This finding indicated that the head teachers in the public primary schools in Subukia Sub-County where not implementing the Education Act (2013) recommending frequent BOM meetings.

4.2 DESCRIPTIVE ANALYSIS OF HEAD TEACHERS PLANNING PRACTICES

This section presents the analysis of the head teachers planning practices as an important components of school based quality assurance practices meant to be performed by the head teachers. The analysis was used to establish the influence of head teachers planning of school activities on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

Table 2: Head Teacher Planning Practices

Planning component	SA	A	MA	D	SD
Teachers involvement	15(36%)	20(48%)	6(14%)	1(2%)	-
School timetable	25(60%)	12(29%)	4(9%)	1(2%)	-
School and class register	23(55%)	14(33%)	-	3(7%)	2(5%)
Scheme of work	24(57%)	16(38%)	-	1(3%)	1(2%)
Lesson plan	24(57%)	16(38%)	-	1(3%)	1(2%)

Source: Field Data (2016)

Table 2 presents head teachers planning of school activities as school based quality assurance practices that academic performance of pupils in public primary schools. The planning activities presented in the table include; involving teachers when planning calendar for school activities, keeping a copy of the school timetable, ensuring teachers prepare schemes of work at the beginning of the term, ensuring maintenance of school and class registers by teachers and ensuring teachers prepare lesson plans regularly. Likert scale was used to present head teachers planning of school activities presented as SA – Strongly Agree, A – Agree, MA –Moderately Agree, D – Disagree and SD – Strongly Agree.

As per Table 6 majority 35(84%) of the respondents agreed that head teachers involved teachers when planning school activity calendars compared to 6(14%) who moderately agreed and 1(2%) who did not agree. Concerning school time table, majority 37(89%) of them agreed that head teachers kept a copy of school timetable as a planning tool compared to 4(9%) who moderately agreed and 1(2%) who disagreed. As far as keeping the school and class register is concerned, majority 39(88%) of them agreed that head teacher ensured that teachers maintained school and class register as a management tool compared to 3(12%) who disagreed. on scheme of work and lesson plan, majority 40(95%) of them agreed that head teachers ensured that teachers prepared scheme of work and lesson plans at the beginning of every term respectively compared to 2(5%) who disagreed.

Head teachers in public primary schools in Subukia Sub-County involved teachers when planning school activity calendars and ensured that a copy of school timetable was kept as a planning tool. They ensured that teachers' maintained school and class register and also ensured that teachers prepared scheme of work and lesson plans at the beginning of every term as a management tool.

Studies have shown a more positive relationship between planning at the institutional level and academic performance. For example, Odufowokan (2011) conducted a study that examined the relationship between school plant planning and students` academic performance in south west Nigeria secondary schools. The study revealed that the levels of school plant planning and students` academic performance were relatively close, and as such students` academic performance was significantly related to instructional space planning, administrative space planning, circulation space planning, planning for accessories and space for convenience planning. Nyaboga (2012) has also noted that regular meetings and having school strategic plans has a positive impact on academic performance.

4.3 DESCRIPTIVE ANALYSIS OF HEAD TEACHERS' CO-ORDINATION PRACTICES

Head teachers co-ordination practices as an important component of school based quality assurance practices meant to be performed by the head teachers. The analysis was used to establish the influence of head teachers planning of school activities on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

Table 3: Head Teacher Co-ordination Practices

Co-ordination component	SA	A	MA	D	SD	Mean Score
Provision of teaching resources	17(41%)	22(52%)	-	1(2%)	2(5%)	43
Ensures discipline	19(45%)	17(42%)	-	3(7%)	3(6%)	43
Corporation and Teamwork	18(42%)	17(40%)	5(12%)	-	3(6%)	42
Staff and pupils discipline	15(36%)	18(43%)	-	4(9%)	5(12%)	41
Guidance to teachers	15(36%)	17(41%)	-	5(13%)	4(10%)	41
Staff performance	12(29%)	22(52%)	-	5(11%)	3(8%)	41

Source: Field Data (2016)

Table 3 presents head teachers' co-ordination practices as one of the key element of school based quality assurance practices. The co-ordination practices analyzed included; enhancing co-operation and teamwork among staff members, providing for adequate teaching and learning resources, ensuring that there is discipline among the teachers and students, judging issues relating to discipline of teachers or students with fairness, encouraging excellence in staff performance through constructive suggestions and giving instructional guidance to teachers appropriately.

The foregoing discussion presents the findings of the co-ordination practiced by the head teachers in Subukia Sub-0County. Majority 39(93%) of respondents agreed that head teachers provided adequate teaching and learning resources compared to 3(7%) who disagreed. in terms of discipline, majority 36(87%) of respondents agreed that they ensured that there was discipline among the teachers and students compared to 7(13%) who disagreed. As far as cooperation and teamwork is concern, majority 35(82%) of respondents agreed that the head teachers judged issues relating to discipline of teachers or students with fairness compared to 17(17%) who disagreed. In terms of providing guided direction to teachers, the study established that 32(77%) of respondents agreed that they gave instructional guidance to teachers appropriately compared to 10(23%) who disagreed. on issues of staff performance, majority 34(81%) of respondents agreed that they encouraged excellence in staff performance through constructive suggestions compared to 8(19%) who disagreed. The researcher, using mean score attempted ranked the head teacher co-ordination practices. The ranking showed that head teachers coordinated school based quality assurance in the following order; The co-ordination practices analyzed included; enhancing co-operation and teamwork among staff members, providing for adequate teaching and learning resources, ensuring that there is discipline among the teachers and students, judging issues relating to discipline of teachers or students with fairness Giving instructional guidance to teachers appropriately and encouraging excellence in staff performance through constructive suggestions.

This finding is supported by a study conducted by UNESCO (2009) which observes that coordination is a key task in schools but it can only raise the standards if all teachers continue to collaborate and work together with the school coordinator (UNESCO, 2009). This means that the head teacher has the task of coordinating teachers in order to achieve high levels of academic performance. The head teacher normally delegates jobs, tasks responsibility and initiatives of which he/she must take responsibility (Smith, n.d). It is through coordination that the head teacher ensures that the delegated roles are done for the achievement of school learning outcomes. A study by Bowers (1992) also supports this study by observing that highly coordinated teams achieved higher levels of performance. Research studies have also shown that organizational coordination has a positive impact on performance (Sanders, 2008).

4.4 DESCRIPTIVE ANALYSIS OF HEAD TEACHERS STAFFING PRACTICES

Head teachers staffing practices is an important components of school based quality assurance practices meant to be performed by the head teachers. The analysis was used to establish the influence of head teachers staffing practices on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia Sub County, Kenya.

Table 4: Head Teacher Staffing Practices

Staffing Practices	SA	A	MA	D	SD
INSET programme	10(24%)	16(38%)	12(28%)	1(3%)	3(7%)
Staff induction	12(29%)	19(45%)	-	6(15%)	5(11%)
Staff development	15(36%)	21(50%)	-	3(6%)	3(8%)
Teaching methodology	11(26%)	20(48%)	-	5(11%)	6(15%)
Staff reward	11(26%)	17(41%)	-	7(17%)	7(16%)

Source: Field Data (2016)

Head teachers staffing practices analyzed included; recommending INSET programmes for teachers to increase their effectiveness, Induction of new staff through provision of collegial atmosphere, encouraging staff to participate in staff development activities, holding teaching methodology meetings with members of staff and rewards to effective teachers by recommending them for promotion.

Table 4 above presents the results of analysis of head teachers' staff co-ordination practice. As can be seen in table 8 majority 26(62%) of respondents agreed that head teachers recommended INSET programmes for teachers to increase their effectiveness compared to 12(28%) who moderately agreed and 4(10%) who disagreed. Concerning staff induction, majority 31(74%) of respondents agreed that head teachers induced new staff through provision of collegial atmosphere, encouraging staff to participate in staff development activities and also held teaching methodology meetings with members of staff compared to 26% who disagreed respectively. On the issue of staff development activities, majority 36(86%) agreed that head teachers encouraged staff to participate in staff development activities compared to 6(14%) who disagreed. As far as staff reward is concern, majority 28(67%) of respondents agreed that head teachers offered rewards incentives to effective teachers by recommending them for promotion compared to 14(33%) who disagreed.

The finding showed that head teachers' staffing practice enabled them to; recommend INSET programmes for teachers for purposes of increasing their effectiveness, induct new members of staff through provision of collegial atmosphere and also to hold teachers methodology meetings with members of staff respectively, ordination practice enabled them to induct, encouraged staff to participate in staff development activities and teachers promotion as an effective reward system.

This finding is further supported by Okumbe (2001) who refers induction as placement. It is "the process of matching a teacher or educational personnel to both the content and context of the job when an employment offer has been made". Induction could be for a new staff, transferred staff or old staff, depending on the purpose of the programme. A study carried out by Dawo (2011) on the "key to quality teaching in Kenyan schools", acknowledged that induction is a vital step in the professional growth and development of a teacher because it acts as a bridge between preservice training and the actual teaching job. Induction therefore helps Newly Appointed Teachers (NATs) to quickly adjust to the academic, social, and sometimes political environment in the new job with the guidance of the more experienced mentors. Dawo went further to say that induction of NATs was more crucial considering that in Kenya, immediacy of post-training employment was not always guaranteed.

Wanzare (2007) supports this finding by explaining that the need for induction is obvious especially as teachers at work-place face challenges such as work over-load, inadequate professional support, culture shock and inadequate resources. The response to these challenges by the school principals through induction course can help boost teachers' self-confidence and knowledge at their assigned teaching duties. Simatwa (2010) conducted a study on induction needs of beginning teachers in public primary schools in Kenya. Dawo (2011) observes that an induction programme should provide systematic and sustained assistance to the beginning teachers. Such programme of induction can only be properly formulated and achieved when the induction needs of beginning teachers are identified and met through the supervisory role of the principals. Thus, the school principals need to ensure that induction courses are designed to help retain teachers; stimulates their need for development and enable them to be integrated into the educational institution (Okumbe, 2001).

4.5 DESCRIPTIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE ENHANCERS AND KCPE RESULTS 2010 -2014

Students' performance was the dependent variable set out in the study. This section presents the descriptive analysis of enhancers to students' performance at KCPE level and the actual KCPE performance between 2010 to 2014.

4.5.1 KCPE PERFORMANCE ENHANCERS

Performance enhancers analyzed in table 5 included; head teacher always ensures that he plans for improved performance, ensuring that meetings are geared towards performance, encouraging co-ordination activities that are geared towards performance and implementing controlling activities that are geared towards performance

Table 5: Head Teacher view on Enhancers to Students' Performance at KCPE level

Performance component	SA	A	MA	D	SD
Plans for improved performance	19(45%)	21(50%)	-	1(3%)	1(2%)
Performance oriented meetings	19(45%)	21(50%)	-	2(3%)	1(2%)
coordinated performance	17(41%)	20(47%)	-	3(7%)	2(5%)
Controlling oriented performance	23(54%)	13(31%)	-	4(9%)	3(6%)

Source: Field Data (2016)

Concerning improved performance, majority 40(95%) of respondents agreed that head teacher always ensured that plans for improved performance were implemented and that meetings were geared towards performance respectively compared to 2(5%) who disagreed. On conducting co-ordination oriented meetings, majority 37(88%) of respondents agreed that head teachers encouraged co-ordination activities that were geared towards performance compared to 5(12%) who disagreed. As far as controlled performance was concern, majority 36(85%) of the respondents agreed that head teacher implemented controlling activities that are geared towards performance compared to 6(15%) who disagreed.

The finding indicated that school based quality assurance practices equipped the head teachers with skill that enabled them develop plans geared towards performance. They were also able to hold productive meetings targeting pupils' performance. Head teachers' coordination and controlling skills were mapped on students' performance. In Kenya, primary level of education is measured by Kenya Certificate of Primary Education. Pupils undergo eight-year course and at the end of it the candidates are exposed to KCPE which is tested nationally. The examinations are used to place the learners in secondary level of education which in turn is used to place candidates in the training colleges and universities. Therefore KCPE is a very important component in education system.

4.5.2 2010-2014 KCPE PERFORMANCE

This section presents the analysis of KCPE performance in the Public Primary Schools in Subukia Sub-County between 2010 to 2014.

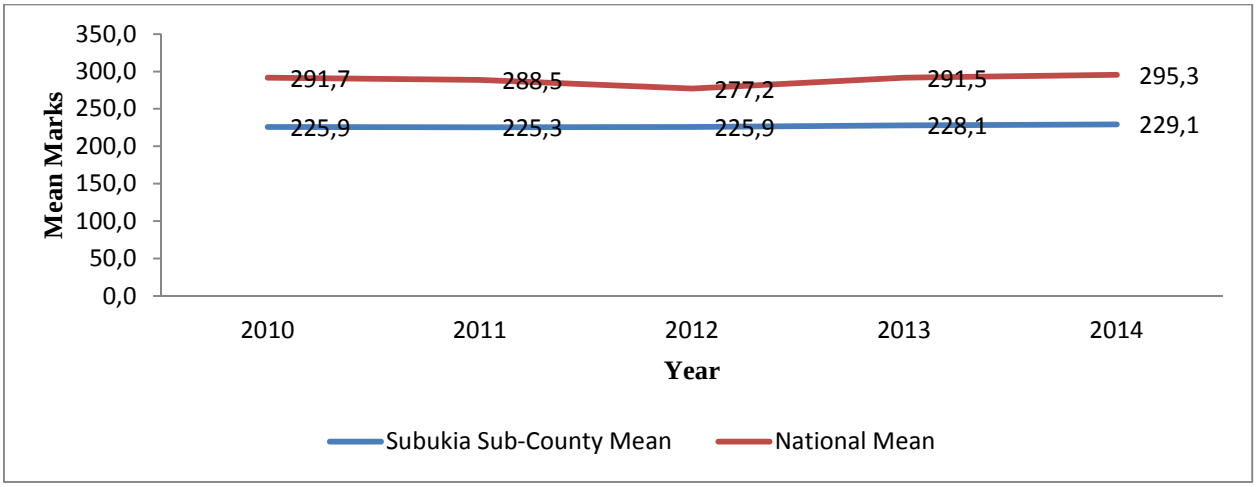


Figure 2: National and Subukia Sub-County KCPE Mean 2010-2014

The national KCPE mean through the 5 years remained higher than Subukia Sub-County Mean. Out of the 500 possible marks at KCPE, Subukia Sub-County scored below the average 250 marks indicating poor performance.

The finding is supported by Obiero (2010) who explored the effect of administrative practices on KCPE performance in Maseno Division in Kisumu. The study revealed that curriculum implementation and assessment, teacher professionalism and work related behavior and management practices predict KCPE performance. However materials and equipment as well as school environment and facilities have no significant influence on performance. The finding is further supported by Morumbwa (2006) who identified that understaffing of teachers, teacher and pupil de-motivation, poor time management, poor discipline standards, negative impacts of the community and lack of adequate teaching and learning materials. However these factors differ depending on the region under study as well as school. There is therefore need to carry out studies in every region to ascertain the individual factors that affect KCPE performance in the region.

4.6 PEARSON CORRELATION BETWEEN SCHOOLS BASED QUALITY ASSURANCES PRACTICES ON PUPILS ACADEMIC PERFORMANCE

Table 6: Correlation Coefficient Table

		Organizing	Coordination	Staffing	Controlling	Planning	Performance
Organizing	Pearson Correlation	1	.235	.281	.213	.079	.181
	Sig. (2-tailed)		.134	.072	.175	.620	.252
Coordination	Pearson Correlation	.235	1	.685**	.519**	.685**	.573**
	Sig. (2-tailed)	.134		.000	.000	.000	.000
Staffing	Pearson Correlation	.281	.685**	1	.660**	.561**	.599**
	Sig. (2-tailed)	.072	.000		.000	.000	.000
Controling	Pearson Correlation	.213	.519**	.660**	1	.691**	.618**
	Sig. (2-tailed)	.175	.000	.000		.000	.000
Planning	Pearson Correlation	.079	.685**	.561**	.691**	1	.667**
	Sig. (2-tailed)	.620	.000	.000	.000		.000
Performance	Pearson Correlation	.181	.573**	.599**	.618**	.667**	1
	Sig. (2-tailed)	.252	.000	.000	.000	.000	

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

There was non-significant correlation of 0.181 (p=0.252>0.05) between head teachers organizational practices of meetings and academic performance. Further finding indicated head teachers planning practices as a school based quality assurance and performance were correlated r=0.573, p= 0.000<0.05 indicating that head teachers' planning practices had significant positive influenced on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. Head teachers' coordination practices and academic performance of the pupils were significantly correlated r=0.618, p=0.000<0.05. Staffing practices and pupils academic performance were significantly correlated r=0.698, p= 0.000<0.05 indicating that head teachers' staffing practices had positive significant influence on academic performance of the pupils. Head teachers controlling practice and pupils' academic performance were significantly correlated r=0.667, p= 0.000<0.05 indicating that head teachers' controlling practices had positive significant influence on academic performance of the pupils. The finding indicated significant relationship between head teachers' organization for meetings, planning activities, coordinating, staffing and controlling practices and academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

4.7 Regression Analysis between Schools Based Quality Assurances Practices on Pupils Academic Performance

The results of the analysis are presented in Tables 10, 11 and 12.

Table 7: Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.730	0.533	0.468	0.347

The R^2 value indicates how much of the dependent variable, "pupils academic performance", was explained by the independent variables, "school based quality assurance practices which included; organizing for meetings, coordination practices, staffing practices, controlling and planning". In this case, The results of the regression indicated that the four predictors explained 53.3% of the variance (R^2=0.533), which was averagely large indicating that the data collected was fairly fitted to the regression line.

Table 1: ANOVA

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	4.950	5	.990	8.221	0.00
Residual	4.335	36	.120		
Total	**9.286**	**41**			

Source: Field Data (2016)

Predictors: organizing for meetings, coordination practices, and staff coordination practices, controlling and planning. The Dependable variable: pupils' academic performance. Table 13 indicated that the regression model predicted the outcome variable significantly $F(5, 36) = 8.22$, $p = .000<0.005$, and indicated that; overall, the model statistically and significantly predicted the outcome variable.

Table 9: Full Regression Model

Model	Unstd. Coef.	Std. Error	Std.Coef.	t	Sig.(P)
(Constant)	1.258	.578		2.177	.034
Organizing	0.032	0.101	0.038	0.311	0.758
Coordination	0.440	.097	.193	1.434	.040
Staff coordination	0.587	.187	.189	1.278	.026
Controlling	0.675	0.624	0.394	1.999	0.02
Planning	0.701	0.151	0.378	1.984	0.04

The first hypothesis of the study was that there is no statistically significant influence of frequency of organizing school meetings by the head teachers on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. This was determined by; $Y= \alpha_1+ \beta_1 x_{1+} e$, where Y was pupils academic performance enhancers, X_1 was the organizing for

meeting as a practice by head teachers, and β_1 coefficient. The variables; coordination practices, staffing practices, controlling and planning were held constant. The analysis shows that organizing for meetings practices by head teachers did not significantly predict pupils' academic performance (Beta = .038, t=.311, p= .758>.05) therefore accepting hypothesis that there is no statistically significant influence of frequency of organizing school meetings by the head teachers on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

The second hypothesis of the study was stated as; there is no statistically significant influence of head teachers planning of school activities on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. The relationship was determined by regression equation; $Y=\alpha_2 +\beta_2 X_2 + e$, where Y was pupils academic performance, X2 was the head teachers' planning for school activities and β_2 was the coefficient. The analysis established that planning of school activities practices by head teachers significantly predict pupils' academic performance (Beta = .0378, t=1.984, p= .040<.05) therefore rejecting the hypothesis that there is no statistically significant influence of head teachers planning of school activities on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

The third hypothesis of the study was stated as; there is no statistically significant influence of head teachers coordination practices and academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. The relationship was determined by regression equation; $Y= \alpha_3 +\beta_3 X_3 + e$ where Y was the pupils academic performance, X_3 was the coordination practice and β_3 was the coefficient. The analysis established that coordination practices by head teachers significantly predict pupils' academic performance (Beta = .194, t=1.434, p= .040<.05) therefore rejecting the hypothesis that there is no statistically significant influence of head teachers coordination activities on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

The fourth hypothesis of the study was stated as; there is no statistically significant influence of head teachers' staffing coordination practices and academic performance of pupils in public primary schools in subukia sub county, Kenya. The relationship was determined by regression equation; $Y= \alpha_4 +\beta_4 X_4 + e$ where Y was the pupils academic performance, X_4 was the staffing practice and β_4 was the coefficient. The analysis established that staffing activities practices by head teachers significantly predict pupils' academic performance (Beta = .189, t=1.278, p= .026<.05) therefore rejecting the hypothesis that there is no statistically significant influence of head teachers' staffing practices and academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya.

The fifth hypothesis of the study was stated as; there is no statistically significant influence of head teachers controlling practices on academic performance of pupils in public primary schools in subukia sub county, Kenya. The relationship was determined by regression equation; $Y= \alpha_5 +\beta_5 X_5 + e$ where Y was the pupils academic performance, X_5 was the controlling practice and β_5 was the coefficient. The analysis established that staffing activities practices by head teachers significantly predict pupils' academic performance (Beta = .394, t=1.999, p= .020<.05) therefore rejecting the hypothesis that there is no statistically significant influence of head teachers controlling practices on academic performance of pupils in public primary schools in subukia sub county, Kenya..

From the unstandardized coefficients, the following equation was developed:

$y= 1.258+0.0.032x_1+0.701x_2+0.440x_3+0.587x_4+0.675x_5+\varepsilon$

the equation meant that pupils academic performance increased by 3.2% by improving head teachers organization of meetings by a unit, performance increased by 70.0% by improving head teachers planning practices, performance increased by 44% by improving head teachers coordination practices by a unit, performance increased by 58.7% improving head teachers staffing practices by a unit and that performance increased by 67.5% by improving head teachers controlling practices by a unit.

5 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

5.1 CONCLUSIONS

The main aim of the study was to examine the influence of school based quality assurance practices as performed by the head teachers on academic performance of pupils in public primary schools in Subukia sub county, Kenya. The study established that apart from head teachers organizing meetings in school all other aspects of school based quality assurance practices positively influenced pupils academic performance. The study established that head teachers planning, coordination, staffing and controlling practices contributed significantly to pupils' academic performance of pupils in public

primary schools in Subukia sub county, Kenya. This was statistically evident by pupils' academic performance which was significantly correlated to head teachers planning, coordination, staffing and controlling practices.

5.2 RECOMMENDATIONS FOR PRACTICE AND POLICY

On the basis of the findings of this study, the following recommendations are important as far as examination of the influence of school based quality assurance practices as performed by the head teachers on academic performance of pupils in public primary schools in Kenya is concerned. First, the head teachers in public primary schools in Subukia should hold meetings as a quality assurance practices as a means of filtering how various schools stakeholders view quality assurance and implement them in the various aspects in the school management. Particularly, the PTA meetings should be used to moderate administrative processes in order to facilitate effective teaching and learning. PTA and educational administrators make concerted efforts initiate and sustain new projects, rehabilitate dilapidated infrastructures and initiate professional development through staff training.

Secondly, the study recommends that the schools should continuously evaluate their strategic plan process in order to come up with a plan that promote benchmarking of best pedagogical practices which can act as references to the teachers in learning successful and practically working teaching pedagogies, students should be involved in learning how to adopt to such successful pedagogies and also parents to appreciate the pedagogies as key stakeholders in the schools success. The plan should be developed and implemented around customers' service delivery. This can be achieved through aligning teachers, parents' students and other school stakeholders towards satisfying the schools primary customers who are the students through superior service delivery. There should be academics clinics to sensitize and entice all the key stakeholders to bring them fully on board on the issues in the strategic plans.

Thirdly, Ministry of Education should provide a participative, holistic school management training to increase head teachers' awareness of and understanding about the nature and responsibilities of in coordinating all the school activities. The training may motivate head teachers to increase their coordination roles as they fulfill their range of duties and responsibilities. Continuous professional training and development is important for head teachers because those experiences could enhance their knowledge and capabilities in their coordination roles in the management of schools. Head teachers can nurture a culture of shared instructional leadership. Instructional leaders can observe teachers and provide them with constructive feedback so that they improve and strengthen teachers' classroom management and instructional practices. In ensuring effective coordination by the head teachers, the Ministry of Education should strengthen of the key areas such as the decision-making process, teacher participation, support and involvement in the schools since features might have a significant influence on performance.

REFERENCES

[1] Abebe, T. (2014). The practices and challenges of school-based supervision in government secondary schools of Kamashi Zone of Benishangul Gumuz regional state. Addis Ababa: Jumma University.

[2] Bishop, G. (1989). Alternative Strategies for Education. London: Macmillan.

[3] Cheng, Y. C., & Tam, W. M. (1997). Multi-models of Quality in Education. Quality Assurance in Education, 5(1), 22-31.

[4] Glickman, C. D., & Gordon, S. P. (1990). Supervision and Instructional Leadership. A Development Approach (5th Ed). Needham Heights, M.A: Allyn and Bacou.

[5] Hanushek, E. A. (1996). Making Schools Work: Improving Performance and Controlling Costs. NY: Brookings Institution Press.

[6] Ministry of Education. (2013). Basic Education Act. Nairobi: Government Printer.

[7] Ministry of Education. (2013). The role of Quality Assurance and standards Directorate. Nairobi: MOE.

[8] Mworia R.N. (1993). Performance in KCPE examinations: A case study of Central Ementi Division in Meru District. Nairobi: Unpublished M. Ed Thesis, KU.

[9] Nyaboga, N. E. (2012). Leadership styles of headteachers and their impact on students academic performance in secondary schools, nyamaiya division, nyamira district. Nairobi: Kenyatta University.

[10] Odufowokan, B. A. (2011). School Plant Planning as Correlate of Students' Academic Performance in Southwest Nigeria Secondary Schools. International Journal of Business Administration, 2(2), 41-50.

[11] Okumbe, J. A. (1987). Effectiveness of Supervision among Selected Secondary Schools in Kiambua District. Unpublished M.Ed. Thesis. Nairobi: Kenyatta University.

[12] Patterson, J and Patterson 1. (2004). Sharing the Lead. Educational Leadership, 61:74- 78.

[13] Raph, 1. (2005). Assessment Alternative. Appraising Organizational Performance Journal.

[14] Republic of Kenya. (1964). Ominde Commission report. Nairobi: Goverrment printer.

[15] Republic of Kenya. (1976). The Gachati Commission. Nairobi: Government printer.
[16] Republic of Kenya. (1988). Education for Manpower training for the next decade and beyound [Kamunge report]. Nairobi: Government printer.
[17] Republic of Kenya. (1999). Totally integrated quality education and training (TIQET)[Koech report]. Nairobi: Government printer.
[18] Seyfarth, J. (2008). Human Resource Leadership for Effective Schools. Boston: Pearson Education Inc.
[19] UNESCO. (1960). Universal human rights. Paris: UNESCO.
[20] UNESCO. (2005). EFA Global Monitoring Report: "quality imperative In Education". UNESCO.
[21] UNESCO. (2009). The new roles of secondary school teachers. Paris: UNESCO.
[22] Verspoor, A. (1989). Pathways to Change: Improving the Quality of Education in Developing Countries. : World Bank Discussion. (p. 53). Washington DC: World Bank Discussion.
[23] Wayne, 1.R.(2001). Teachers as Leaders in Education Reforms. ERIC Document Reproduction Services NOED 46 2376.
[24] Warwick. (1992). The Implementation of Educational Innovations:Lessons from Pakistan. international journal of education and development, 12(4), 297-307.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 267-275
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les caractéristiques des diabétiques de type deux dans la ville de Lubumbashi

[The characteristics of type two diabetes in Lubumbashi city]

Kalunga Tompa Bernard[1], Sangwa Kiteba Guellord[2], J. Nsenga Ilunga[2], Mayuke Katshongo Jean Paul[3], Upité Mastaki Florry[2], Musisilwa Lwindi Elias[2], and Asumani Salimini[2]

[1]Faculté de Sciences Pharmaceutiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

[2]Faculté de sciences, Département de Géographie, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

[3]Faculté de sciences, Département des Mathématiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2017 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: Diabetes has become one of the main causes disability and death in the world; it's part of the main risks of blindness and kidness faiture diabetes is the basis of leg amputation and cardiovascular disease. The purpose of this study is to identify the characteristics of type two diabetes in Lubumbashi city and to understand what would be the etiology of this disease.

People with diabetes are vulnerable to potentially disabling and deadly health problems. Bay way causes of illustration chronic hyperglycemia cause neuropathy, retinopathy and nephropathy etc. Lipid peroxidation is the basics of the increased risk of cardiovascular disease in type two diabetics' patients.

This study consists to characterize diabetes by measuring blood glucose, cholesterol, triglycerides, height density lipoprotein-cholesterol, low density-cholesterol, L'aspartate aminotransférase and Alanine amino transférase assayed on a VISUAL ANALYZER (model : VISUAL/60VB0357,N°series : 1553, maker : SECOMAMCE) ; it's also prospective.

As for distribution the number of diabetics comes from Lubumbashi and katuba ships, it represents 25% of our sample and presents a dyslipidemia; it is highly correlated with insulino durability and hperinsulenemia.

KEYWORDS: Diabetes of Characteristics, etiology, prospective, distribution.

RESUME: Le diabète est devenu l'une des principales causes d'invalidité ; de la cécité ; de l'insuffisance rénale terminale et de décès au monde. Le risque de subir une amputation de la jambe ou de souffrir d'une maladie cardiaque ; d'un accident vasculaire cérébral est beaucoup plus élevé chez les personnes atteintes du diabète.

L'objectif de cette étude est d'identifier les caractéristiques biologiques des diabétiques de type 2 à Lubumbashi et comprendre quelle en est l'étiologie de cette pathologie.

Les personnes atteintes du diabète sont exposées à divers problèmes de santé potentiellement mortels et invalidants. A titre illustratif une hyperglycémie chronique provoque la neuropathie, la rétinopathie, la néphropathie etc ; une peroxydation lipidique est à la base de l'augmentation de maladies cardiovasculaires chez les patients diabétiques de type 2.

Cette étude consiste à caractériser les diabétiques de type deux d'après leurs âges et les sexes en dosant La glycémie, le cholestérol, les triglycérides, la lipoprotéine haute densité-cholestérol, la lipoprotéine de faible densité -cholestérol, L'aspartate aminotransférase et Alanine amino transférase (ALAT) dosé sur un VISUEL ANALYSEUR (modèle : VISUEL/60VB0357, N˚ série : 1553, Fabricant : SECOMAM CE). Cette étude est également prospective.

Quant à la distribution, le grand nombre de diabétiques provient des communes Lubumbashi et Katuba, il représente le 25% de notre échantillon et présente une dyslipidémie ; cette dernière est fortement corrélée avec l'insulino-résistance et l'hyperinsulinémie.

MOT-CLEFS: Caractéristiques des diabétiques, l'étiologie, prospective, distribution.

Corresponding Author: Sangwa Kiteba Guellord

1 INTRODUCTION

La consommation abusive du glucose provoque des dégâts aux vaisseaux sanguins, entraînant des maladies cardiaques et autres complications du diabète.

Le diabète est une maladie chronique qui survient lorsque l'organisme est incapable de produire suffisamment d'insuline ou d'utiliser l'insuline de manière efficace. En dépit de l'impact principalement urbain, le diabète de type 2 devient rapidement un problème majeur de santé publique dans les communautés rurales et urbaines des pays à faible et moyen revenu [1][2].

Aucun pays n'échappe à l'épidémie du diabète et, dans les états et territoires du monde entier, ce sont les personnes pauvres et défavorisées qui en souffrent le plus. Les communautés indigènes comptent parmi les catégories les plus vulnérables au diabète. On estime que le nombre actuel de 285 millions de patients diabétiques atteindra 330 millions en 2025 et devrait dépasser 366 millions en 2030[3].

Selon les estimations de la fédération internationale du diabète (2013) ; 19,8 millions d'adultes de la région d'Afrique sont actuellement atteints de diabète, soit une prévalence de 4,9 % pour la région. Les différences de prévalence entre les pays traduisent les transitions socioéconomiques et démographiques rapides auxquelles les communautés doivent y faire face à travers la région [4] [5].

Le développement de la maladie est expliqué par l'augmentation de la population, l'âge, l'urbanisation, l'augmentation de l'obésité est due à l'inactivité physique [6]. Les études de la Fédération internationale du diabète ont montré que les complications du diabète de type 2 sont une cause majeure de handicap, de diminution de la qualité de vie et de décès. Elles peuvent en outre toucher diverses parties de l'organisme et se manifester de différentes façons selon les personnes [7].

Les personnes atteintes du diabète sont exposées à un risque de développer divers problèmes de santé potentiellement mortels et invalidants. Une glycémie en permanence élevée peut être à l'origine de maladies graves touchant le système cardiovasculaire, les yeux, les reins et les nerfs [8] [9].

Les sujets intolérants au glucose ou les diabétiques de type 2 présentent une dyslipidémie ; signifiant qu'il existe un très long laps de temps durant lequel une dyslipidémie fait le lit des atteintes vasculaires, et probablement rénales, avant l'apparition d'une hyperglycémie marquée et qu'au moment où le diagnostic de diabète de type 2 est posé, les atteintes cardiovasculaires sont déjà engagées [10].

La Baisse de la lipoprotéine haute densité-cholestérol est un indicateur du stress oxydatif chez les diabétiques de type 2 [11].

2 METHODOLOGIE

Cette étude, réalisée pendant une période de trois mois ; allant du mois de Novembre 2014 au mois de Février 2015 ; Dont 40 échantillons des patients souffrants du diabète dont l'âge varie de 23 à 78 ans ont été analysés au laboratoire de l'hôpital Général de Référence Jason Sendwe. Consiste à caractériser les diabétiques de type deux d'après leurs âges et les sexes en dosant La glycémie, le cholestérol, les triglycérides, lipoprotéine haute densité-cholestérol, lipoprotéine de faible densité -cholestérol, L'aspartate aminotransférase et Alanine amino transférase (ALAT) dosé sur un VISUEL ANALYSEUR (modèle : VISUEL/60VB0357, N˚ série : 1553, Fabricant : SECOMAM CE).

Elle a inclus consécutivement pour la collecte des données tous diabétiques de type II, dont le taux de glycémie était supérieur à 110mg/dl et dont l'anamnèse confirme la présence du diabète. L'analyse statistique des données a été réalisée à partir du logiciel Excel.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

Les communes Lubumbashi et Katuba représentent le plus grand nombre des patients souffrants du diabète soit 25%, alors que les commune Ruashi et Kampemba représentent 17% de cas respectivement. Par ailleurs, la commune de la Kenya détient une minorité des diabétiques estimée à 2% de cas (Figure 1).

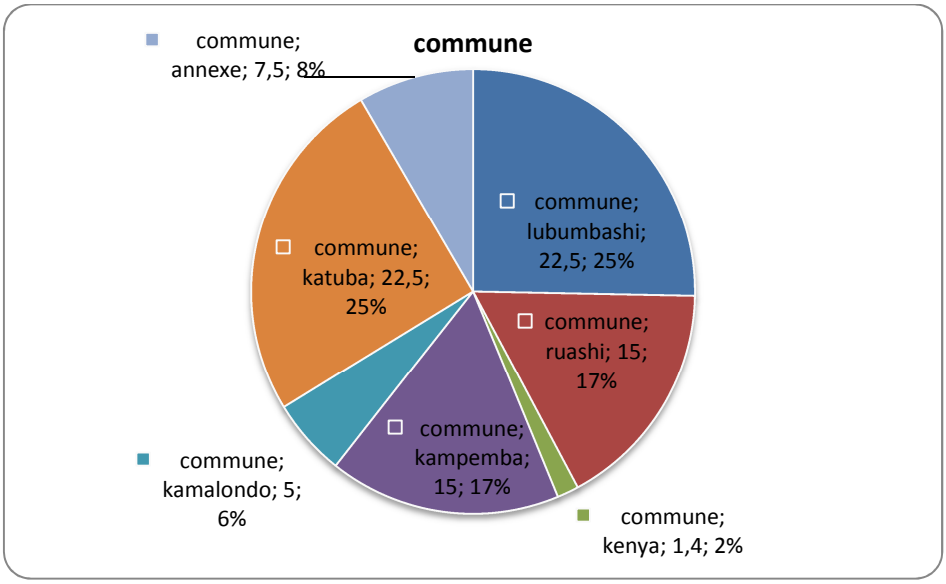


Fig. 1. Distribution des diabétiques dans la ville Lubumbashi

Les diabétiques dont la tranche d'âge est inférieure à 50 ans présentent 20% de cas, la tranche d'âge variant de 50 – 60 ans représente 45% des diabétiques et les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans représentent 35%. (Figure 2).

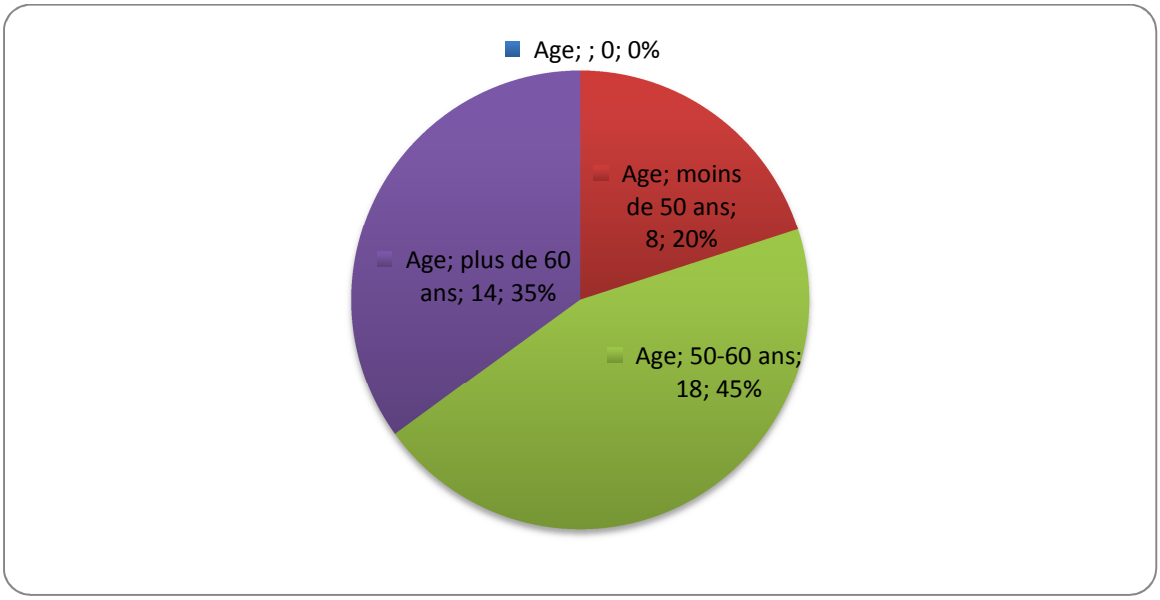


Fig. 2. Distribution des diabétiques en fonction l'âge

Les diabétiques dont la tranche d'âge est inférieure à 50 ans représentent une Moyenne d'âge de 46±1,8 ans chez les hommes et 34±8,3 ans chez les femmes ; les diabétiques dont l'âge varie de 50 – 60 ans représentent une moyenne d'âge de 56±3,4 ans chez les hommes et 55±3,3 ans chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans représentent une moyenne d'âge de 68,5±6,1 ans chez les hommes et 69,8±4,3 ans chez les femmes (Tableau 1).

Tableau I : Distribution des diabétiques par sexe et par âge.

Sexe /Age				
Age (ans)	Masculin		Féminin	
	Effectif	Moyenne	Effectif	Moyenne
< 50	3	46±1,8	5	34±8,3
50-60	11	56±3,4	6	55±3,3
>60	7	68,5±6,1	8	69,8±4,3
Total	21		19	

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une moyenne de la glycémie de 293,3±114,0mg/dl chez les hommes et 287,7±134,9mg/dl chez les femmes ; les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans présentent une moyenne de la glycémie de 179,7±50,9mg/dl chez les hommes et 213,7±57,3mg/dl chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentent une moyenne de la glycémie de 240,2±41,0mg/dl chez les hommes et 215,9±65,9 mg/dl chez les femmes (Tableau 2).

Tableau II : Distribution des diabétiques selon la glycémie (mg/dl) par âge et par sexe

Glycémie (mg/dl)						
Age (ans)	Homme			Femme		
	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)
< 50	3	293,3±114,0	60 – 110	5	287,7±134,9	60 – 110
50-60	11	179,7±50,9		6	213,7±57,3	
>60	7	240,2±41,0		8	215,9±65,9	
Total	21			19		

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une moyenne de cholestérol total de 229,7,3±57,7mg/dl chez les hommes et 195,6±50,5 mg/dl chez les femmes; les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans renferment une moyenne de cholestérol total de 204,7±34,2 mg/dl chez les hommes et 191±53,1mg/dl chez les femmes alors que les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentent une moyenne de cholestérol total de 159,2±40,6mg/dl chez les hommes et 233,2±78,6 mg/dl chez les femmes(Tableau 3).

Tableau III : Distribution des diabétiques selon la concentration de cholestérol par âge et par sexe.

Cholestérol T (mg/dl)						
	Homme			Femme		
Age (ans)	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)
< 50	3	229,7±57,7	< 200	5	195,6±50,5	< 200
50-60	11	204,7±34,2		6	191±53,1	
>60	7	159,2±40,6		8	233,2±78,6	
Total	21			19		

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une moyenne de triglycérides de 196,6±0,47mg/dl chez les hommes et 84,6±34,8mg/dl chez les femmes, alors que les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans présentent une moyenne de triglycérides de 116,1±53,7mg/dl chez les hommes et 86,3±34,8mg/dl chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentent une moyenne de triglycérides de 130,6±37,0 mg/dl chez les hommes et 180,6±95,1 mg/dl chez les femmes (Tableau 4).

Tableau IV : Distribution des diabétiques selon la concentration sanguine de TG (mg/dl) par âge et par sexe

Triglycéride (TG) (mg/dl)						
Age (ans)	Homme			Femme		
	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)
< 50	3	196,6±0,47	40-160	5	84,6±34,8	35-135
50-60	11	116,1±53,7		6	89,3±31,6	
>60	7	130,5±37,0		8	180,6±91,5	
Total	21			19		

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une moyenne de HDL-cholestérol de 84,4±41,8 mg/dl chez les hommes et de 52,0±26,3 mg/dl chez les femmes ; les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans présentent une moyenne de HDL-cholestérol de 44,1±12,8 mg/dl chez les hommes et 50,5±23,8 mg/dl chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentent une moyenne de HDL-cholestérol de 27,4±4,48 mg/dl chez les hommes et 59,6±39,2 mg/dl chez les femmes (Tableau 5).

Tableau V : Distribution des diabétiques selon la concentration sanguine de HDL-cholestérol (mg/dl) par âge et par sexe

Haute densité lipoproteine-cholestérol (mg/dl)						
Age (ans)	Homme			Femme		
	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)
< 50	3	84,4±41,8	>40	5	52,0±26,3	>50
50-60	11	44,1±12,8		6	50,5±23,8	
>60	7	27,4±4,48		8	59,6±39,2	
Total	21			19		

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une moyenne de LDL-cholestérol de 159,4±39,8 mg/dl chez les hommes et de 87,6±29,4 mg/dl chez les femmes ; les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans présentent une moyenne de LDL-cholestérol de 98,4±50,6mg/dl chez les hommes et 81,8±37,1 mg/dl chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentaient une moyenne de LDL-cholestérol est de 106,1±32,9 mg/dl chez les hommes et 150,4±115,6 mg/dl chez les femmes (Tableau 6).

Tableau VI : Distribution des diabétiques selon la concentration sanguine de LDL-cholestérol (mg/dl) par âge et par sexe LDL-chol(mg/dl)

Age (ans)	Homme			Femme		
	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence (mg/dl)
< 50	3	159,4±39,8	<100	5	87,6±29,4	<100
50-60	11	98,4±50,6		6	81,8±37,1	
>60	7	106,1±32,9		8	150,4±115,6	
Total	21			19		

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une activité moyenne de la GOT de 21,3±10,3UI/L chez les hommes et de 27,5±10,3 UI/L chez les femmes ; les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans présentent une activité moyenne de la GOT de 30,7±12,1 UI/L chez les hommes et 27,5±11,4 UI/L chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentent une activité moyenne de la GOT de 24,5±12,5 UI/L chez les hommes et 35,2±27,6 UI/L chez les femmes (Tableau 7).

Tableau VII : Distribution des diabétiques selon la concentration sanguine de GOT (UI/L) par âge et par sexe.

L'aspartate aminotransférase (ASAT) (UI/L)						
Age (ans)	Homme			Femme		
	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence	Effectif	Moyenne	Valeurs de référence
< 50	3	21,3±4,2	5-38	5	27,5±10,3	5-31
50-60	11	30,7±12,1		6	27,5±11,4	
>60	7	24,5±12,5		8	35,2±27,6	
Total	21			19		

Les diabétiques dont l'âge est inférieur à 50 ans présentent une activité moyenne de la GPT de18,9±4,3 UI/L chez les hommes et de 22,6±11,9 UI/L chez les femmes ; les diabétiques dont l'âge varie de 50 ans à 60 ans présentent une activité moyenne de GPT de 23,2±15,6 UI/L chez les hommes et 19,4±12,7 UI/L chez les femmes. Les diabétiques dont l'âge est supérieur à 60 ans présentent une activité moyenne de GPT de 28,3±11,0 UI/L chez les hommes et 24,4±14,0 mg/dl UI/L chez les femmes (Tableau 8).

Tableau VIII : Distribution des diabétiques selon la concentration sanguine de GPT (UI/L) par âge et par sexe

Alanine amino transférase (ALAT) (UI/L)						
Age (ans)	Homme			Femme		
	Effectif	Moyenne Ecart type	Valeurs de référence	Effectif	Moyenne Ecart type	Valeurs de référence
< 50	3	18,9±4,3	5 - 40	5	23,2±15,6	5 - 32
50-60	11	22,6±11,9		6	19,4±12,7	
>60	7	28,3±11,0		8	24,5±14,0	
Total	21			19		

4 DISCUSSION

De nos résultats découlent plusieurs observations :

Les diabétiques faisant partie de notre étude proviennent en grande partie des communes Lubumbashi et Katuba et représentent 25% des cas. La proximité de ces communes avec notre lieu de stage est à la base de ces occurrences dans le premier cas ; dans le deuxième cas la commune Katuba est dénommée grand pays à cause de sa forte densité démographique. Le milieu joue un rôle déterminant dans la genèse du diabète de type 2 et l'étude simultanée de citadins et de ruraux au sein d'une même population a montré que l'urbanisation rapide accroît la proportion des diabétiques dans les villes et d'une façon générale, dans les milieux ayant adopté un mode de vie « occidental », sa prévalence dans des groupes ethniques immigrant en occident est plus importante que celle observée dans les populations restées au pays d'origine. Leur retour au mode de vie « traditionnel » est par ailleurs associé à la progression de la maladie [12] [13]. Par ailleurs, nous pensons aussi que la sédentarité pourraient impacter la genèse du diabète de type 2.

Cette étude a révélé que la tranche d'âge variant de 50 – 60 ans renferme 45% des diabétiques (Figure 2). Nous pensons que ceci serait une preuve d'hyperglycémie chronique liée à l'âge supérieur à 40 ans. Ces résultats corroborent avec celles de la fédération internationale (2013) et de Grimaldi (2009). Qui ont montré que le syndrome métabolique est d'autant plus fréquent que l'âge est avancé. Par ailleurs l'étude par tomodensitométrie de la graisse abdominale et sous-cutanée a montré également que la graisse viscérale augmente avec l'âge [7] [14]. Une autre étude de prévalence du diabète réalisée en Guadeloupe en 1984–1985 par l'institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) a estimé par dépistage à 6,6 % la prévalence du diabète au sein de la population adulte (18 – 70 ans) et, pour 80 % des personnes, le diabète était déjà connu [9] [15].

Considérant la moyenne de taux de la glycémie dans toutes les tranches d'âge, nous avons remarqué une augmentation sensible par rapport à la normale. Ces résultats révèlent l'état d'une hyperglycémie chronique chez ces patients .Ces résultats démontrent aussi que soit ces patients ne bénéficient pas d'un suivi thérapeutique optimal soit qu'ils ne respectent pas de manière rigoureuse les règles hygiéniques de vie souvent recommandées aux patients diabétiques de type 2. En effet, le diabète de type 2 est caractérisé par trois anomalies physiopathologiques : une anomalie de la sécrétion d'insuline, une résistance périphérique à l'insuline et une production hépatique excessive de glucose [16].

Par rapport au taux de cholestérol total, nous avons remarqué que les hommes dont l'âge est supérieur à 60 ans ont une cholestérolémie normale. Par contre, les hommes et femmes dont l'âge variant de 50 ans à 60 ans ont présenté une légère hypercholestérolémie, celle-ci étant plus accentuée chez les hommes et les femmes diabétiques ayant moins de 50 ans et les femmes âgées de 60 ans (Tableau III). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que comparativement aux patients diabétiques de moins de 50 ans, il semble bien que ceux âgés de 50 à 60 ans respecteraient avantageusement les recommandations médicales notamment celles portant sur la consommation des médicaments hypolipidémiants (fibrates et statines). Les diabétiques femmes souffrent des problèmes hormonaux et aussi ceux liés à la surcharge pondérale. De plus, beaucoup de patients diabétiques jeunes consomment des aliments riches en cholestérol et de ce fait on assiste à une augmentation en LDL-cholestérol aussi car, lorsque le taux de lipoprotéine LDL augmente, le taux de cholestérol total augmente également [17].

En observant le taux de triglycéride, nous avons remarqué que tous les patients ayant participé à notre étude, tout sexe et âge confondus, ont présenté à l'exception des hommes âgés de moins de 50 ans, une triglycéridémie normale (Tableau IV). Cette hypertriglycéridemie observée chez les moins de 50 ans peut être attribués à des facteurs qui ne sont corrélés à la maladie diabétique, notamment l'alcoolisme, excès de sucreries et aliments trop gras. Cet état pathologique peut être inquiétant étant donné le fait que l'excès des triglycérides circulants entraîne une accélération des échanges inter-lipoparticules par l'intermédiaire de la CEPT (protéine de transport des esters de cholestérol) au dépend des fractions LDL et HDL. Ces modifications quantitatives sont à l'origine d'une diminution de la concentration de HDL-cholestérol et de la formation de LDL-cholestérol, petites et denses, beaucoup athérogènes. La diminution du HDL-cholestérol est encore favorisée par l'activation de la lipoprotéine lipase hépatique stimulée par l'hyperinsulinisme et le taux élevé d'acides gras libres. Ces différents mécanismes expliquent le profil lipidique athérogène caractéristique du syndrome métabolique : hypertriglyceridémie, diminution du HDL-cholestérol, LDL quantitativement normal avec particules LDL petite et dense [14].

S'agissant des taux de HDL-cholestérol, hormis les hommes diabétiques de moins de 50 ans ayant participé à l'étude, tous les autres patients ont présenté des taux sanguins en dessous de la moyenne normale. Nos résultats corroborent avec ceux publiés dans une étude antérieure réalisée par Kabamba et al. (2014) où il a été démontré que la Baisse du HDL-cholestérol est un indicateur du stress oxydatif dans le diabète de type 2. Etant donné que lors du diabète, le stress oxydatif est à la base de beaucoup de complications, le taux de HDL-cholestérol peut donner une idée du degré du stress oxydatif.

Dans cette étude, KABAMBA A.T. *al.* (2014) ont montré que la baisse du cholestérol-HDL laisse penser qu'il y a une grande quantité du cholestérol dans le sang qui reste exposer au stress oxydatif ou pouvant induire la dégradation des vaisseaux. Cependant la plupart des mécanismes physiopathologiques du diabète sucré dont le stress oxydatif se traduit sur le plan paraclinique par une diminution importante du cholestérol-HDL, laissant place au mauvais cholestérol qui peut alors générer par oxydation, des radicaux libres qui sont responsables des atteintes vasculaires comme il est établi que l'oxydation du cholestérol est un élément capital pour la survenue du stress oxydatif (KABAMBA [11].

Considérant la valeur de lipoprotéine de faible densité(LDL), nous avons remarqué que dans notre étude, toutes les femmes tout âge confondu, présentent des taux sanguins normaux. Les hommes par contre, ont présenté des taux anormaux, les moins de 50 ans étant plus frappés que les personnes beaucoup plus âgées. Les augmentations de LDL-c ont corrélées avec une dyslipidémie [12]. On pense que les concentrations de cholestérol-LDL (C-LDL) et de cholestérol-HDL (C-HDL) sériques sont des éléments clés de l'évaluation du risque lipidique d'athérosclérose. L'excès de C-LDL dans l'organisme peut provoquer et entretenir l'athérosclérose, facteur étiologique majeur des maladies cardiovasculaires.

En effet, à l'exception des patientes de plus de 60 ans, tous les patients présentent une valeur normale de l'activité de GOT par rapport à la valeur de référence, mais au fur du temps de l'évolution de la maladie ou l'état d'hyperglycémie chroniques, ces diabétiques peuvent développer les maladies cardiovasculaires [14].

Nous avons observés que toutes les tranches d'âge n'ont présentés aucune augmentation de l'activité de GPT c à risque hépatique.

5 CONCLUSION

Cette étude a révélé un aspect de la dyslipidémie auprès de 40 personnes diabétiques échantillonnées à l'hôpital Sendwe.

Elle indique également, que La baisse du HDL-cholestérol est un indicateur du stress oxydatif chez les diabétiques de type 2;

Les personnes atteintes du diabète sont exposées à un risque de développer divers problèmes de santé invalidants et potentiellement mortels. Une hyperglycémie chronique est à la base de l'installation du stress oxydatif et ses complications chez les diabétiques du type 2 peuvent provoquées (la neuropathie, la rétinopathie et la néphropathie…).

L'augmentation du risque de maladies cardiovasculaires chez les patients diabétiques de type 2 est due à une peroxydation lipidique. La dyslipidémie est étroitement corrélée avec l'insulino-résistance et l'hyperinsulinémie.

En effet la sédentarité et le changement brusque de mode de vie notamment au niveau nutritionnel des habitants de la ville de Lubumbashi seraient à l'origine de l'obésité, celle-ci favorisant l'insulino-résistance et par conséquent le diabète du type 2.

Les analyses régulières des paramètres biologiques du stress oxydatif chez le diabétique du type 2 permettent de savoir lorsqu'ils ont perturbés, une prise en charge précoce du patient, ce qui lui éviterait l'apparition des complications métaboliques souvent considérées comme facteurs d'aggravation de la maladie diabétique. L'idéal pour les diabétiques, c'est d'avoir en grande quantité des lipoprotéines HDL qui agissent en ramenant l'excès de cholestérol des tissus vers le foie au niveau duquel il sera détruit.

LEGENDE

***LDL**: Low density lipoprotein (lipoprotéine de faible densité) ; **ASAT** ou **GOT:** L'aspartate aminotransférase ; **ALAT ou GPT**: Alanine amino transférase **; CEPT** : Protéine de transport des esters de cholestérol ; **TG** : Triglycéride ; **C-LDL** : Concentration de cholestérol lipoprotéine de faible densité ; **HDL** : Lipoprotéine haute densité ; **C-HDL** : Concentration de cholestérol Lipoprotéine haute densité.*

REFERENCES

[1] Danaei G., Finucane M.M., Lu Y., Singh G.M., Cowan M.J., Paciorek C.J., Lin J.K., Farzadfar F., Stevens G.A., Rao M., Ali M.K., Riley L.M., Robinson C.A., Ezzati M., et Global burden of metabolic risk factors of chronic diseases collaborating Group (Blood Glucose). National, regional, and global trends in fasting plasma glucose and diabetes prevalence since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 370 country-years and 2.7 million participants. Lancet 2011; 378(9785):31–40.

[2] Zhu M., Li J., Li Z., Luo W., Dai D., Weaver S., Stauber C., Luo R., et Fu H. Mortality rates and the causes of death related to diabetes mellitus in Shanghai Songjiang District: an 11-year retrospective analysis of death certificates. BMC Endocr Disord. 2015; 15(7): 45.

[3] Tahmasebi A., Amin M.M., Poursafa P., Iraj B., Sadeghiyan H., Kelishadi R., et Sadeghian B. Association of geographical distribution of air quality index and type 2 diabetes mellitus in Isfahan, Iran. Pak J Med Sci. 2015 Mar-Apr; 31(2):369-73.

[4] Wild S., Roglic G., Green A., Sicree R., et King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projection for 2030. Diabètes Care. 2004 ; 7(5) :1047 – 53.

[5] World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization. 2009.

[6] IDF (International Diabetes Federation), diabetes atlas, sixth edition. 2013; 6:48-56.

[7] Fédération Internationale du Diabète. *L'Atlas du Diabète*, soixante-sixième comité de la santé mondiale, 6^{em} éd. 2013,2-930229-80-2 :13-17.

[8] Wang X., Yang F., Bots M.L., Guo W.Y., Zhao B., Hoes A.W., et Vaartjes I. Prevalence of the Metabolic Syndrome Among Employees in Northeast China. Chin Med J (Engl). 2015 Aug; 128(15):1989-1993.

[9] Moutet JP., Kangambea-Nouvier P., Donnet JP., Pileire B., et Eschwège E., Patterson AW. Diabetes mellitus and public health in Guadeloupe. W I Med J. 1990; 39(5): 139 – 43.

[10] Halimi S. *Dyslipidémies des diabètes et des états d'insulino-résistance*,Vol. 21 n° 7, 2000 : 345-346.

[11] Kabamba A.T., Bakari S.A., Longanga A.O., Lukumwena Z.K. *Baisse du HDL indicateur du stress oxydatif dans le diabète type 2*, Pan African Médical Journal, 2014,19.140.5279 :1-3.

[12] Buysschaert M. *Diabétologie clinique*, Préface de Gérard Slama, 3e éd. de Boeck, 2006 :103-127.

[13] Charles M.A. *Obésité, que nous dit l'épidémiologie*, CahNutr Diététique, 2011, 46(4) :167–72.

[14] Grimaldi A. *Traité de diabetologie*, Médicine-Sciensce, Flammarion, 2009, p.289-300.
Halimi S. *Dyslipidémies des diabètes et des états d'insulino-résistance*,Vol. 21 n° 7, 2000 : 345- 346.

[15] Costagliola D., Delaunay D., Moutet JP., Kangambea P., Demeulemeester R., Donnet JP., Papoz L., Eschwège E. The prevalence of diabetes mellitus in the adult population of Guadeloupe as estimated by history or fasting hyperglycemia. Diab Res Clin Pract. 1991 ; 12(4) :209 – 16.

[16] Harrison R. *Principe de Médicine interne*, 16e éd. Médicine-Science, Flammarion, 2006 :2152- 2160.

[17] Halimi S. *Dyslipidémies des diabètes et des états d'insulino-résistance*,Vol. 21 n° 7, 2000:345-346.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 276-287
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Zooplanctons et Macroinvertébrés aquatiques : vers un assemblage de bioindicateurs pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale

Cosme Z. KOUDENOUKPO[1], Antoine CHIKOU[1], Serge H. TOGOUET ZEBAZE[3], Narcisse MVONDO[3], Rodrigue U. S. HAZOUME[1], Pierre K. HOUNDONOUGBO[1], Guy A. MENSAH[4], and Philippe A. LALEYE[1]

[1]Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Aquaculture, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526 Cotonou, Benin

[3]Laboratoire de Biologie Générale, Unité d'Hydrobiologie et Environnement, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, P.O. Box 812, Yaoundé, Cameroon

[4]Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Centre de Recherche d'Agonkanmey 01 BP 884 Recette principale Cotonou, Benin

Copyright © 2017 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 main objective of this synthesis is the state of knowledge, potential, inadequacies and interest of assembling two bioindicators, specifically zooplankton organisms and aquatic macroinvertebrates. The analysis of published articles, master theses, doctoral theses, technical information documents, manuals and identification guides and other documents relating to the study of the two groups of organisms in the tropical region was made.
According to this analysis, aquatic zooplankton and macroinvertebrate organisms are extremely diverse and have potential sentinel species (pollu-sensitive and pollu-tolerant). These two groups of biondicators, by their diversity of taxonomic and functional forms, their variable life span, their wide distribution in running water and their different trophic positions, are complementary and thus constitute excellent tools for assessing the state of Health of hydrosystems. Their association would make it possible to account for the perfect state of health on all the sectors of the aquatic ecosystems. This article gives an overview of what is known about commonly used bioindicators, reveals some shortcomings of the work carried out and finally proposes guidelines for future studies.

KEYWORDS: Monitoring, bioindicators, zooplankton, macroinvertebrates, ecosystems.

RÉSUMÉ: L'état des connaissances, les potentialités, les insuffisances et l'intérêt de l'assemblage de deux bioindicateurs spécifiquement des organismes zooplanctoniques et des macroinvertébrés aquatiques constituent l'objet principal de la présente synthèse. L'analyse des, articles publiés, mémoires de master, thèses de doctorats, documents techniques d'informations, manuels et guides d'identification et autres documents relatives à l'étude des deux groupes d'organismes en région tropicale a été faite.
D'après cette analyse, les organismes zooplanctoniques et macroinvertébrés aquatiques sont extrêmement diversifiés et regorgent de potentielles espèces sentinelles (polluo-sensibles et polluo-tollérantes). Ces deux groupes de biondicateurs par, leur diversité de formes taxonomiques et fonctionnelles, leur durée de vie variable, leur large distribution dans les eaux courantes et leur différente position trophique sont complémentaires et constituent donc d'excellents outils pour une appréciation de l'état de santé des hydrosystèmes. Leur association permettrait de rendre compte du parfait état de santé sur tout l'ensemble des secteurs des écosystèmes aquatiques. Cet article donne un aperçu de ce qui est connu des bioindicateurs couramment utilisés, ressort quelques insuffisances des travaux réalisées et propose enfin des orientations pour les études à venir.

MOTS-CLEFS: Monitoring, bioindicateurs, zooplancton, macroinvertébrés, écosystèmes.

Corresponding Author: Cosme Z. KOUDENOUKPO

1 INTRODUCTION

Depuis le 19è siècle, les cours d'eau, particulièrement dans les pays industrialisés, sont gravement affectés par des différents types de pollution (industrielle, urbaine et agricole) [1]. De façon générale, [2] mentionne six risques majeurs susceptibles d'affecter les écosystèmes aquatiques de la planète: la sédimentation, la diminution des volumes d'eau, la contamination par des substances toxiques (pesticides, substances chimiques d'origine industrielle, métaux lourds, etc.), l'eutrophisation (pollution organique), l'acidification et la destruction des écosystèmes et des espèces endémiques.

Pour évaluer ces risques majeurs susceptibles d'affecter les milieux aquatiques, deux outils sont souvent utilisés.

Le premier outil, qui est également le plus ancien et le plus utilisé encore aujourd'hui, est l'analyse physico-chimique. Ce procédé analytique est basé, d'une part, sur la recherche de substances polluantes dans les eaux et, d'autre part, sur le relevé des variables hydrologiques et physico-chimiques caractérisant le milieu (hydrologie, matières organiques, température, taux d'oxygène dissous, etc.).

Le second outil a été élaboré en se basant sur une approche écosystémique des perturbations. Cette approche repose sur la constatation des phénomènes suivants :

- selon les préférences ou les exigences vis-à-vis des différents facteurs physico-chimiques et biotiques de l'environnement, les animaux et les végétaux se regroupent en associations ou biocénoses. Lorsqu'une perturbation survient, elle entraine des changements de la structure des espèces présentes dans le milieu. Cette modification se transforme donc en indicateur biologique de la pollution [3] ;
- la modification biologique provenant d'une perturbation comporte simultanément une modification structurale du peuplement initial, une apparition et une prolifération d'espèces qui affichent des affinités pour des conditions particulières et une disparition plus ou moins rapide du peuplement initial ou d'une partie de celui-ci [4] ;
- les communautés biologiques aquatiques sont influencées par les nombreuses activités humaines qui n'interviennent pas directement sur la qualité de l'eau [5].

Intégrant ces données, l'outil biologique est constitué d'une analyse des réponses des indicateurs biologiques aux perturbations et permet d'apprécier globalement la qualité des eaux d'un milieu.

Par conséquent, qu'ils soient biologiques ou physico-chimiques, il est nécessaire d'avoir à sa disposition les bons outils d'évaluation. Dans cette perspective, il paraît primordial de s'équiper du meilleur outil possible. Cependant, l'outil idéal permettant d'évaluer la pollution décrit par [6], qui se voudrait à la fois sensible aux effets de la pollution sur les communautés aquatiques, applicables généralement aux différents types de cours d'eau, capable de donner une évaluation continue des conditions non polluées jusqu'aux conditions polluées, et ce indépendamment de la taille de l'échantillon, et qui de plus permettrait une acquisition des données et un calcul aisé, n'existe pas. Néanmoins, de nouvelles méthodes synthétiques qui regroupent à la fois des composantes physico-chimiques et biologiques poursuivent cet idéal et sont d'ores et déjà utilisées de par le monde. Ainsi, les programmes de monitoring (ou suivi) intégrant la matériel animal, ont vu le jour en Europe au début du 20è siècle, à un moment où la dégradation des écosystèmes devenait telle que la santé de la population humaine était menacée. Ces programmes de monitoring sont généralement utilisés pour mesurer la réponse et le rétablissement des communautés aquatiques à la suite de perturbations anthropiques [7], protéger la biodiversité et améliorer la compréhension des relations entre les composantes physiques, chimiques et biologiques d'un écosystème [8].

Parmi le matériel animal utilisé pour la surveillance biologique des milieux aquatiques, le zooplancton et surtout les macroinvertébrés sont plus fréquemment cités. Ces organismes présentent l'avantage d'être le plus souvent tributaires d'un milieu, de répondre rapidement aux stress et de constituer un des premiers maillons de la chaine alimentaire dans ces cours d'eau [9]. De plus il existe une certaine rémanence chez ces organismes qui leur permet de témoigner de pollutions plus ou moins anciennes. Leurs cycles de vie est aussi différent, relativement long de l'ordre d'une année pour les macroinvertébrés [10] et de quelques semaines pour le zooplancton [11]. Toutes ces qualités valent à ces organismes de correspondre à de bons indicateurs locaux de la santé des écosystèmes aquatiques [9].

Qu'est-ce qu'un bioindicateur ? quelles sont leur caractéristique? quel est leur intérêt ? quelles sont leur insuffisance et quelles approches pour un meilleur monitoring des cours d'eaux ?, sont autant de questions auxquelles cette synthèse essayera de répondre.

2 MATERIEL ET METHODES

L'analyse récente des articles, mémoires de Master et de Doctorat spécialisés, Documents Techniques d'Informations, manuels, guides d'identification du zooplancton et des macroinvertébrés aquatiques et d'autres documents publiés relatifs à l'étude de ces organismes a été faite.

Cette analyse a permis de ressortir, dans un premier temps la limite de l'intérêt du premier outil d'évaluation des cours et plan d'eau (analyses physico-chimiques). Dans un second temps, la définition et les critères de choix d'un bioindicateur, les caractéristiques des deux groupes de bioindicateur, les principaux facteurs d'influence et les principales espèces sentinelles utilisées ont été clairement décrits. Enfin, après cette étape descriptive des deux bioindicateurs, s'en est suivie une critique des différents travaux réalisés en faisant ressortir les insuffisances et les limites, pour finir par l'intérêt de l'assemblage de ces deux bioindicateurs pour l'évaluation de l'état de santé des cours et plans d'eau.

3 RESULTATS

3.1 LIMITE DE L'INTÉRÊT DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

La détection ainsi que l'appréciation de l'intensité et de l'ampleur des pollutions se sont longtemps faites uniquement sur des mesures physico-chimiques ou biochimiques plus ou moins fiables. À cet effet, plusieurs difficultés limitent l'intérêt des analyses physico-chimiques de la qualité des eaux [12]:

- les analyses portent sur des prélèvements instantanés et sont donc insuffisamment adaptées aux détections de pollutions déversées de façon intermittente dans le milieu ;

- l'industrie chimique ne cesse de produire de multiples substances synthèses capables d'avoir, à dose infirme, une influence nocive sur la vie aquatique ;

- il existe un décalage entre l'apparition des nouveaux polluants et la mise au point des méthodes de détection.

Face à ces insuffisances, les études d'évaluation de l'état de santé des milieux reposent désormais sur les bioindicateurs.

3.2 DÉFINITION ET CRITÈRES DE CHOIX D'UN BIOINDICATEUR

Un bioindicateur est un organisme ou un ensemble d'organismes qui, par leur absence, leur présence, leur abondance ou leur distribution, donne des informations de nature qualitative sur l'état d'un environnement ou d'une partie de celui-ci [13].

Selon la définition de [14], reprise par plusieurs autres auteurs, un bioindicateur est un « organisme ou ensemble d'organismes qui, par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet de façon pratique et sûre, permet de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écocomplexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

A cet effet, les espèces pouvant servir de bio-indicateurs en milieu aquatique doivent remplir les exigences suivantes ([15], [16])

-être présentes sur tout le secteur de la rivière ou du plan d'eau et de façon quantitative ;

-croitre dans un habitat déterminé ;

-être facilement échantillonnables, identifiables et quantifiables ;

-intégrer la réponse de leur environnement aux fluctuations de la qualité des eaux ;

-être vivantes, ce qui est capital puisque l'on veut étudier l'impact de la pollution sur le vivant.

Par ailleurs, un bioindicateur est efficace s'il présente une sensibilité spécifique très forte par rapport à un polluant ou au contraire, s'il présente une forte résistance face à celui-ci et une capacité d'accumulation élevée ([17], [14])

A un niveau plus spécifique, l'espèce bio-indicatrice idéale est abondante dans l'aire étudiée, elle présente peu de variations saisonnières et son aire de répartition géographique est importante, ce qui permet de l'utiliser sur une grande échelle géographique et temporelle ([17] et [18]). De plus, sa taxonomie, ses caractéristiques biologiques et écologiques doivent être bien connues afin de permettre une interprétation fiable des résultats.

La présence de l'espèce dans une vaste gamme de milieux assure également la possibilité de comparer des résultats issus de lieux différents [19]. Dans le même ordre d'idées, la disponibilité des données historiques constitue un atout notable dans le cadre de la bioindication [9].

Aussi, la réponse observée suite à la perturbation environnementale doit être égale chez tous les individus de même âge ou de même taille ([20]) et évoluer de façon linéaire en fonction de l'intensité de la perturbation ([21], [9], [14]). Les espèces autochtones sont généralement considérées comme de meilleurs bio-indicateurs par rapport aux espèces exotiques qui sont plus compétitives, donc moins sensibles aux perturbations environnementales [18].

Ceci dit, toutes ces caractéristiques doivent être mises en relation avec les différents paramètres du cas à l'étude afin d'être intégrées au processus de sélection.

En outre, l'intérêt des bioindicateurs réside dans le fait qu'ils constituent « une mesure indirecte, substitutive, d'un phénomène écologique » [22]. D'abord, la compréhension de leur mode de vie respectif reflète leur exposition réelle aux différents contaminants [23]. Elle permet donc par le fait même d'évaluer leur pertinence en fonction des différents contextes de perturbation environnementale [24]. Ensuite, la compréhension de la relation écologique entre les êtres vivants et leur habitat permet de discriminer de façon objective les impacts des perturbations et l'influence de l'habitat [25]. Enfin, leurs caractéristiques intrinsèques, telles que leur longévité, leur cycle de vie, portée de leur potentiel en tant qu'indicateur, de même que la méthodologie et les coûts reliés à leur utilisation sont à considérer. Il est donc important de prendre en compte tous ces éléments d'information dans le processus de sélection des bio-indicateurs.

Sept bioindicateurs sont généralement utilisés dans les programmes de monitoring des milieux aquatiques : les algues, le zooplancton, les macroinvertébrés aquatiques, les poissons les bactéries, les oiseaux et Macrophytes [26].

3.3 LE ZOOPLANCTON EN TANT QUE BIOINDICATEUR DES MILIEUX AQUATIQUES

Le plancton animal, communément appelé zooplancton, correspond aux organismes aquatiques de très petites tailles, flottant librement dans la colonne d'eau et dérivant au gré des courants [27]. Malgré leur intérêt biologique, les études portant sur leur potentiel en tant que bio-indicateurs demeurent peu nombreuses [28].

3.3.1 CARACTÉRISTIQUES

Les organismes zooplanctoniques sont des consommateurs primaires qui se nourrissent du plancton végétal (phytoplancton) ou d'autres organismes zooplanctoniques ([29], [30, [16], [31]). Ils jouent un rôle déterminant dans les réseaux tropiques aquatiques puisqu'ils constituent une source importante de nourriture pour les poissons et les invertébrés prédateurs et assurent la régulation des populations d'algues par le broutage ([32], [33])

De plus, le rôle du zooplancton dans les processus d'épuration a été souvent oublié. Ce rôle consiste à éliminer des bactéries, des particules organiques et permettre la régulation de la biomasse phytoplanctonique.

Par ailleurs, les trois ordres de zooplancton (rotifères, cladocères et copépodes) ont une dynamique de population qui leur est propre, déterminée par le type d'habitat dans lequel ils se retrouvent. Les rotifères, qui dominent les rivières, ont un temps de développement très court, tandis que dans les milieux lentiques, on retrouve les copépodes, caractérisés par un temps de développement plus lent. Les cladocères, quant à eux, ont une dynamique de population intermédiaire [34].

Bien que la détermination systématique représente une difficulté technique en raison de la grande diversité du zooplancton [28], certains auteurs considèrent que les espèces zooplanctoniques sont plus aisément identifiables que les espèces phytoplanctoniques ([35], [16]).

Enfin, le zooplancton présente un taux de renouvellement très élevé. De ce fait, ces organismes s'adaptent très rapidement aux différents écosystèmes, ce qui fait d'eux d'excellents bioindicateurs des milieux aquatiques. À cet effet, plusieurs indices zooplanctoniques permettant d'évaluer la qualité des milieux ont été conçus sur la base des zooplanctons dont les plus importants sont : l'indice [36] et l'indice [37].

3.3.2 PRINCIPAUX FACTEURS D'INFLUENCE

De façon générale, la structure populationnelle du zooplancton est principalement influencée par, la vitesse du courant, la conductivité, la température, le taux de fermeture de la canopée et la proportion des débris végétaux [38], la saison et la profondeur [39], la richesse du phytoplancton ([40], [11]), la lumière [41] ainsi que la présence d'éléments des traces des ions

métalliques, le pH et la transparence ([42], [43]). On note également qu'en présence de contamination organique, certains protozoaires ciliés, rhizoflagellés et acinétiens deviennent prédominants [44].

De plus, l'eutrophisation favorise la prolifération de la flore planctonique dont se nourrit le zooplancton, ce qui engendre une augmentation de la biomasse zooplanctonique ([45], [46]). Par ailleurs, selon [47], les organismes zooplanctoniques sont sensibles aux hydrocarbures. Toutefois, leur patron de migration verticale dans la colonne d'eau engendre une incertitude quant à leur niveau d'exposition réel aux nappes d'hydrocarbures, ce qui réduit leur efficacité en tant que bio-indicateurs de ce type de pollution.

Enfin, plusieurs études ont démontré que les stades précoces et les adultes en période de reproduction sont sensibles à l'acidification de l'eau. La diminution du pH engendre une augmentation du taux de mortalité des juvéniles, ce qui a un impact direct sur la taille des populations. Les changements dans la répartition et l'abondance des espèces de zooplancton qui en découlent constituent donc un indicateur de l'acidification de l'eau [48].

3.3.3 PRINCIPALES ESPÈCES SENTINELLES UTILISÉES

Les rotifères constituent fondamentalement un groupe de bio-indicateurs zooplanctoniques les plus fréquemment utilisés. Ce groupe zoologique sert de bio-indicateur de la qualité des eaux surtout en région tropicale [49]. Ils sont considérés comme très sensibles aux conditions de leur milieu, car intimement assujettis à leur environnement ([50], [51] et [52]. Selon [53], la composition taxonomique des rotifères est révélatrice du niveau trophique des lacs. Ce sont des organismes capables de résister à une eutrophisation avancée et surtout les espèces de la famille des Brachionidés [54]. Parmi les rotifères, *Trichocerca cylindrica* et *Polyarthra euptera* ont été désignés comme indicateurs des milieux eutrophes, tandis que *Asplanchna herricki*, *Synchaeta grandis* et *Ploesoma hudsoni* sont des indicateurs des milieux oligotrophes. De plus les espèces *Rotaria rotaria*, *Keratella cochlearis*, *Lecane papuana*, *Brachionus falcatus* en sont quelques exemples qui sont indicatrices des eaux eutrophes et hyperheutrophes ([40], [46]). Puis, plusieurs rotifères du genre Brachionus sont caractéristiques des eaux mésotrophes ([55], [56], [57], [48]).

Un autre groupe de bioindicateur zooplanctonique est constitué par les grammares et les daphnies [58]. Les grammares, encore appelés crevettes d'eau douce, sont des petits crustacés (9 à15mm) aplatis latéralement. On les retrouve généralement dans les eaux fraîches et courantes. Ils occupent une position clé dans le réseau trophique (décomposeurs de la matière organique) [57] et sont sensibles au niveau d'oxygénation de l'eau, ([60], [71]). Les daphnies, quant à elles, communément appelées puces d'eau, sont des organismes d'eau douce qui se caractérisent par leur plasticité morphologique, dont les principaux facteurs inducteurs sont la température et la viscosité de l'eau [62]. Contrairement aux grammares, elles survivent dans les milieux très peu oxygénés grâce à leur capacité de produire de l'hémoglobine [71].

3.4 LES MACROINVERTÉBRÉS EN TANT QUE BIOINDICATEURS DES MILIEUX AQUATIQUES

Les macroinvertébrés benthiques sont des organismes aquatiques visibles à l'œil nu, qui ne possèdent pas de colonne vertébrale et qui habitent sur le fond des milieux aquatiques durant tout leur cycle de vie ou pour une partie seulement ([63], [1], [64], [65]). Les principaux taxons inclus dans cette définition sont les vers, les mollusques, les crustacés, les larves d'insectes et les échinodermes ([64], [65]).

3.4.1 CARACTÉRISTIQUES

En raison de leur systématique importante et diversifiée, les macroinvertébrés benthiques colonisent une grande variété d'habitats et de microhabitats [66]. D'ailleurs, ils sont très utilisés dans le domaine de bio-indication puisqu'ils sont abondants dans la majorité des milieux aquatiques, en plus d'être faciles à identifier et à échantillonner ([24], [67]). De plus, leur prélèvement a peu d'impact négatif sur le biote en place ([25], [67].

On retrouve les macroinvertébrés essentiellement sous les pierres, dans les sédiments à faible profondeur, dans les débris organiques ou à la surface des macrophytes [1]. D'ailleurs, ils peuvent coloniser des plans d'eau dont la petite taille permettrait seulement de supporter une faune ichtyenne très limitée, voire absente ([67], [63]). Les filtreurs suspensivores et les fouisseurs benthiques se nourrissent principalement de particules organiques (phytoplancton, débris de plantes terrestres et d'organismes aquatiques, fèces, résidus de produits pétroliers, etc). La toxicité des métaux et molécules organiques adsorbées à la surface de ces particules se reflète dans leur croissance, leur reproduction et leur défense immunitaire puisqu'ils sont biodisponibles, c'est-à-dire qu'ils sont transférés en partie dans les tissus des organismes qui les consomment

[60]). Cette capacité de bioaccumulation des substances organométalliques permet néanmoins une détection précoce par rapport au seuil de détection des outils traditionnels [68].

La structure des assemblages benthiques change lorsque leur environnement subit une perturbation, ce qui permet une meilleure caractérisation de la distribution spatio-temporelle de la pollution ([14], [65]).

Leur importante richesse recouvre un large éventail de réponses aux facteurs de l'environnement ([66], [21]). De plus, la réponse à ces perturbations varie d'une espèce à l'autre. Par exemple, certains organismes tolèrent de très basses concentrations en oxygène comme les tubifex et les aselles, tandis que d'autres dits spécialistes, ont besoin d'une eau très oxygénée pour survivre, tels que certaines larves d'éphémères et de perles [69].

Par ailleurs, la durée de leur cycle de vie varie généralement entre plusieurs mois et un an. Ils sont donc reconnus comme des organismes intégrateurs des effets synergiques des diverses perturbations ([70], [21]). Les individus aux stades plus sensibles répondent rapidement aux perturbations tandis que les effets globaux seront observables au niveau de la communauté, sur une échelle de temps plus grande [67]. De plus, comme leur mode de vie est essentiellement sédentaire, ils fournissent un portrait représentatif des conditions locales de leur habitat ([63], [66]).

Les macroinvertébrés benthiques sont un maillon important de la chaîne alimentaire aquatique [65]). D'ailleurs ils constituent la plus importante source d'alimentation de plusieurs espèces d'amphibiens, d'oiseaux et de poissons ([24], [71], [72], [21], [73]). Ils jouent donc un rôle clé dans les écosystèmes aquatiques.

3.4.2 PRINCIPAUX FACTEURS D'INFLUENCE

Les macroinvertébrés benthiques sont fortement affectés par la modification de leur habitat, la présence de matière organique, ainsi que la qualité et la diversité du fond des cours d'eau ([69], [63]). Par exemple, certains substrats tels que le sable et la vase, peu accueillants pour nombre d'espèces seront pourtant l'habitat de prédilection des chironomes et des vers [69].

La diversité des macroinvertébrés dépend de la fonctionnalité écologique des bandes riveraines et de la morphologie des cours d'eau, ceux-ci doivent s'écouler librement, présenter des débits réguliers et disposer de berges naturelles. De ce fait, la diversité spécifique sera plus faible dans les cours d'eau anthropisés [69].

Ensuite, comme ils vivent à la surface des rochers et au fond de l'eau, les macroinvertébrés benthiques sont grandement exposés aux hydrocarbures sédimentés [47]. Néanmoins, le niveau de sensibilité des différentes espèces est variable. En effet, plusieurs études ont démontré que les crustacés, particulièrement les amphipodes et les copépodes, sont très sensibles aux hydrocarbures, tandis que les polychètes et les nématodes sont beaucoup plus résistants [74]. De ce fait, la composition de certaines communautés macrobenthiques est influencée par la pollution des hydrocarbures.

Par ailleurs, la présence de polluants organiques toxiques a des impacts notables sur plusieurs macroinvertébrés benthiques. Puis les macroinvertébrés benthiques sont également sensibles à la teneur en oxygène des eaux ([69], [63]). De ce fait, la surabondance de nutriments peut nuire à leur survie puisqu'elle engendre l'eutrophisation des milieux aquatiques ce qui provoque la création de zones anoxiques.

3.4.3 PRINCIPALES ESPÈCES SENTINELLES UTILISÉES

Les macroinvertébrés les plus utilisés en tant que bioindicateurs sont surtout les insectes aquatiques (sous formes larvaires et parfois adultes), [1]. La référence [26] ajoute qu'en plus des insectes, que les crustacés, mollusques et les annélides d'eau douce sont aussi utilisés dans la bioindication des milieux. Ceux-ci sont sélectionnés sur la base de leur sensibilité respective aux perturbations.

En effet, dans le groupe des insectes, les larves d'éphémères et de plécoptères sont reconnues comme de bons bioindicateurs de l'eutrophisation des eaux courantes en raison de leur sensibilité à la raréfaction de l'oxygène. Par exemple, les larves d'éphémères du genre *Ecdyonurus* dépendent de la bonne oxygénation des cours d'eau tandis que l'éristale gluante (une espèce de mouche) est indicatrice d'une eau fortement polluée par la matière organique [69]. Une étude a également démontré qu'elles présentent un bon potentiel en tant que bioindicatrices de l'eutrophisation des étangs [75]. De plus, les larves d'odonates sont utilisées comme bioindicatrices de la salinité de l'eau puisqu'elles vivent presqu'exclusivement en eaux douces. Seules deux espèces africaines (*Ischnura senegalensis* et *Hemianax ephippiger),* reconnues pour leur tolérance à la salinité, peuvent se développer en eau saumâtre [76]. Enfin, une autre famille des insectes couramment utilisée sont les Chironomidés. Cette famille des Chironomidés affectionne les eaux riches en matières

organiques, aux températures élevées et aux faibles teneurs en oxygène dissous ([68] et [73]). Leur présence dans un milieu est indicatrice d'une pollution très avancée de ce milieu.

Parmi les crustacés, l'Aselle aquatique vit dans les eaux douces stagnantes ou à faible courant et riches en débris organiques. La prolifération de cette espèce constitue donc un indice de pollution organique. Elle est aussi sensible à la pollution par les nitrates et les pesticides, ainsi qu'à l'acidification et à la faible oxygénation des plans d'eau [26].

Dans le rang des mollusques, les physidae constituent une famille qui indique clairement l'état de pollution avancée d'un milieu aquatique. Elles prolifèrent dans les eaux aux fortes teneurs en nitrates, nitrites, orthophosphates et calcium [73]. La présence de cette famille des mollusques est le signe formel d'une forte pollution surtout organique. Les mollusques possédant une coquille calcaire sont très sensibles à l'acidification des cours d'eau puisque celle-ci se dissout lorsque le pH de l'eau est inférieur à 7 [77].

Quant aux mollusques bivalves, tels que les moules et les pétoncles, ils sont communément utilisés comme bioindicateurs en raison de leur capacité à bioaccumuler les polluants ([78], [79]). De plus, la plupart des spécimens de bivalves d'eau douce sont assez grands pour fournir une quantité de tissus suffisante pour procéder au dosage des polluants [79]. De ce fait, ces familles de mollusques sont utiles pour réaliser des suivis à long terme de la contamination [80]. D'ailleurs, les moules (surtout la moule bleue) sont les bioindicatrices de prédilection pour l'évaluation des impacts des travaux de dragage en zone estuarienne et côtière [60].

Enfin, l'importance des annélides dans la biosurveillance des éccosystèmes aquatiques n'est plus à démontrer. Le relevé de la littérature a montré que la qualité biologique des sédiments est souvent évaluée grâce à l'étude des oligochètes, qui se définissent comme des vers annelés aquatiques et peu mobiles. L'indice oligochète de bioindication des sédiments (IOBS) en est un exemple et permet d'évaluer la contamination des sédiments fins ou sableux, permanents et stables, par les micropolluants organiques et minéraux. Mais, cette méthode n'est pas applicable dans les secteurs qui présentent une mobilité importante des sédiments. De plus, elle ne peut être utilisée lorsque la portion minérale ou organique des sédiments est trop importante ou quand les échanges avec l'eau sont limités par la surabondance des films biologiques ou de macrophytes [81]. En milieu lacustre, on utilise l'indice oligochète de bio-indication lacustre (IOBL) qui permet d'évaluer la capacité des sédiments à minéraliser la matière organique présente dans les sédiments lacustres profonds. Ce dernier est très semblable à l'IOBS, à la différence que la profondeur de milieu d'étude implique l'utilisation d'un matériel d'échantillonnage adapté, soit une benne ou un carottier [82].

Enfin la sangsue, quant à elle, est abondante dans les eaux calmes, chaudes et peu profondes, en particulier où le fond est recouvert de débris divers. Les études ont démontré que les sangsues peuvent accumuler de fortes doses de contaminants organiques, ce qui fait d'elles de bonnes bioindicatrices de la contamination d'origine organique ([83], [84]). D'ailleurs, une étude a révélé que les sangsues du genre *Erpobdella* permettent d'évaluer la présence de biphényles polychlorés (BPC) dans la couche superficielle des sédiments fluviaux [85].

3.5 INSUFFISANCES ET INTÉRÊTS DE L'ASSEMBLAGE DES DEUX TYPES DE BIOINDICATEURS

Malgré les grandes potentialités de la bioindication que possèdent les deux bioindiacteurs énumérés ci-dessus, il ressort certaines insuffisances dont:

- la première insuffisance s'observe au niveau des organismes zooplanctoniques. En effet, ces organismes s'adaptent très rapidement à l'écosystème dans lequel ils vivent, si bien qu'une même espèce peut être indicatrice de état donné dans son milieu et indicatrice d'un autre état tout à fait différent dans un autre milieu ; cette insuffisance se justifie par leur forte capacité de déplacement, ce qui n'est pas le cas chez les macroinvertébrés aquatiques ;
- la deuxième insuffisance remarquée s'observe dans le rang des macroinvertébrés aquatiques. Étant donné que, leurs possibilités de déplacement (essentiellement des larves) sont faibles ; la recolonisation des secteurs pollués ne pourra se faire qu'à partir des adultes de la génération suivante, issus de secteurs non pollués. Cette insuffisance est corrigée par les organismes zooplanctoniques caractérisés leur cycle vital étant très court (quelques jours) ce qui leur permet de se multiplier rapidement dès que les effets du polluant ont disparu.

Ces deux bioindicateurs sont donc complémentaires et leur assemblage représente l'outil le plus pertinent pour mettre en évidence une pollution. En effet, l'utilisation simultanée des invertébrés et des zooplanctons devient intéressante à plusieurs égards :

- on obtient différentes réponses en fonction du bioindicateur utilisé. Les invertébrés permettent de détecter les perturbations de l'habitat et les zooplanctons les perturbations reliées à la physico-chimie des eaux.
- l'utilisation des deux bioindicateurs permet une caractérisation plus complète de l'écosystème aquatique.
- le temps de réponse des bioindicateurs n'est pas le même suite aux perturbations que peuvent subir les cours d'eau. Les zooplanctons sont des indicateurs de pollution à court terme si on les compare à d'autres organismes comme les invertébrés ou les poissons [86]. Ils ont des cycles de vie en moyenne d'un mois. Les invertébrés benthiques sont des indicateurs de pollution à moyen terme ; ils ont des cycles de plusieurs mois et en général d'un an ([87], [25], [1], [10], [88], [89]).

Ces remarques soulignent l'intérêt de la complémentarité entre les méthodes biologiques, dont l'usage simultané permet de disposer d'indicateurs de sensibilités différentes, intégrant la pollution sur des laps de temps variables [86].

4 CONCLUSION

Le monitoring des milieux aquatiques nécessite une étude axée sur les bioindicateurs. Il est essentiel d'utiliser les bioindicateurs dont la longévité concorde avec la dimensionnalité des effets étudiés pour que les résultats soient fiables et valides. Ainsi, les bioindicateurs situés au bas de la chaîne alimentaire (zooplancton) qui présentent généralement une courte durée de vie doivent être associés aux bioindicateurs situés à un niveau trophique supérieur (macroinvertébrés) afin d'évaluer efficacement les impacts qui surviennent sur une courte et longue période dans les cours d'eau. À cet effet, il serait donc préférable de combiner avec les macroinvetébrés aquatiques, les organismes zooplanctoniques, pour une meilleure évaluation de l'état de santé des écosystèmes aquatiques.

Cette combinaison permettra d'ailleurs la formulation des indices d'état trophique utiles dans les programmes de monitoring des écosystèmes aquatiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de la république du Bénin (MESRS) et l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) pour avoir financé cette étude.

REFERENCES

[1] Y. Boissonneault, Le suivi écologique des rivières du Québec : comparaison des bio-indicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques. Mémoire de maîtrise, Université de Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec, 137p, 2006.

[2] International Lake Environment Committee, Guidelines of Lake Management, Volume 8: World's. Lakes in Crisis, Shiga, Japan: International. 184 p, 1997.

[3] G. Tuffery, Incidences écologiques de la pollution des eaux courantes : les révélateurs biologiques de la pollution, p.243-280, dans Pesson P., La pollution des eaux continentales-incidences sur les biocénoses aquatiques, Gauthier-Villars (éd), 1980.

[4] J. Verneaux, Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales. Principales méthodes biologiques. *In : P. Pesson, (Eds), la pollution des eaux continentales, incidence sur la biocénose aquatique,* Paris : Bordas, 1980.

[5] C.B. Chessman, E.P. Hutton et J.M. Burch, Limiting ntrients for periphyton growth in sub-alpine, forest, agricultural and urban streams. Freshwater Biology, 28: 349-361, 1992.

[6] S.E. Cook, Quest for an index of community structure sensitive to water pollutin. Environmental pollution, vol. 11, p. 269-288, 1976.

[7] W. Beak, C. Griffing et Appleby, Use of artificial sustrate samplers to assess water pollution Biological Méthods for the assessment of water quality, ATSM STP 528, American Society for testing and materials, pp. 227-241, 1973.

[8] E. Hershey and G. Lamberti, Aquatic insect ecology. In : Ecology and classification of North America freshwater invertebrates, second edition. Academic Press. Throp, H et Covish A, Ed., 1056 p, 2001.

[9] Y Goaziou, Méthodes d'évaluation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basées sur les macrinvertébrés benthiques. Rapport de stage, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n°ENV/2004/0158, collection n°QE/146, 37p et 2 ann, 2004.

[10] T. Henri, R. Philippe, B. Michel et U. Philippe U, Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie écologie, 2010.

[11] S.H. Zébazé-Togouet, Biodiversité et dynamique des populations du zooplancton (Ciliés, Rotifères, Cladocères et Copépodes) au lac municipal de Yaoundé (Cameroun). Thèse de 3ème cycle, Université de Yaoundé I (Cameroun), 175 p, 2000.
[12] N Angeli, Interaction entre la qualité des eaux et les éléments de son plancton. In : Gauthier Villars éd., la pollution des eaux continentales. Incidence sur la biocénose aquatique, Paris, 97-146, 1980.
[13] B.A. Market, A.M. Breure and et H.G. Zechmeister, Bioindicators, Principles, concepts and applications. Vienne, Elsevier, 997p, 2003.
[14] D. Banaru et T. Perez, Bioindicateurs-Biomarqueurs, Notes de cours. Marseille, Université de Marseille, 15p, 2010.
[15] F.E. Round, Use of diatoms for monitoring rivers. In: Whitton B. A, Rott E., Friedrich G. eds. Use of algae for monitoring rivers. Institute Botanik, University Innsbruck:17-20, 1991.
[16] V. Lebon, Relations entre populations planctoniques et la physico-chimie des eaux de la Scarpe et de Petite Sensée dans la région de Douai (Nord). Mémoire de maîtrise, Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris, France, 66p, 1977.
[17] B. Wacila, Contribution à l'aide de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaîne trophique du littoral extrême ouest algérien. Thèse de doctorat, Université de Tlemcen, Algérie, 177p, 2012.
[18] S. Morin, Bio-indication des effets des pollutions métalliques sur les communautés de Diatomées benthiques : approches in situ et expérimentales. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, bordeaux, France, 302 p, 2006.
[19] B. Genin, C. Chauvin et F. Ménard, Cours d'eau et indices biologiques : pollution-méthodes-IBGN. 2ème édition, Dijon, Editions Educagri, 221 p, 2003.
[20] B. Pinel-Alloul, TXL 6014 Toxicologie de l'environnement, Notes de cours, Montréal, Université de Montréal, 69 p, 2005.
[21] T. Caquet, Des invertébrés pour la bio-indication de la qualité des cours d'eau : bilan et perspectives. In Feixi I, Grand C., Bio-indicateurs pour la caractérisation des sols, Journée technique nationale, 7è édition, Paris, 16 Octobre 2012, Rennes, ADEME, 2012.
[22] P. Landres, J. Verner and J. Ward Thomas, Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. Conservation Biology, vol. 2, n°4, p. 316-328, 1988.
[23] A. Harrag, Bio-indication : Concepts et biosurveillance, Notes de cours. Sétif, Université Ferhat Abbas, 2012.
[24] E. Vindimian et J. Garric, Bio-essais et bio-indicateurs de toxicité dans le milieu naturel. In Division biologie des écosystèmes aquatiques, CEMAGREF Lyon, 1993.
[25] T. Barbour, J. Gerritsen, B. Snyder and J. Stribling, Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 17p, 1999.
[26] Benoît-Chabot, Les facteurs de sélection des bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques : Elaboration d'un outil d'aide à la décision. Mémoire de maîtrise en environnement. Université de Sherbrooke, Québec, 104p, 2014.
[27] CCME, Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada. In CCME, Publications-Eau, 2011.
[28] J. Beisel, M. Peltre et Usseglio-Polatera, Impact de la pollution saline sur la biocénose aquatique de la Moselle-Rapport final Mars 2011. In CNRS, Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystème, 2011.
[29] C.A. Bonou, Etude de la productivité planctonique dans les étangs d'aquaculture en milieu saumâtre tropical. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, p. 227, 1990.
[30] C.A .Bonou, M. Pagano, L. Saint-Jean, Développement et croissance en poids de *Moina (cf) micrura* et de *Mesocyclops ogunnus* dans un milieu saumâtre tropical : les étangs de pisciculture de Layo (Côte-d'Ivoire). *Rev. Hydrobio. Trop*., 24 : 287-303, 1991.
[31] Ascont, Phytoplancton, macrophytes et invertébrés benthiques. In ADEME, réalisation de relevés biologiques sur des plans d'eau du bassin Adour-Garonne, 2013.
[32] M. Bouzidi, A. Youcef, A. Latrèche, M. Benyahia, N. Bouguenava et H. Méliani, Copépodes, Cladocères et Rotifères du lac Sidi M'hamed Benali (Algérie Nord-Occidentale). Physio-Géo, vol 4, p.69-85, 2010.
[33] H. Agadjihouèdé, C.A. Bonou, A. Chikou, A.P. Lalèyè, Capacité de développement de trois espèces zooplanctoniques d'intérêts aquacoles (Brachionus calyciflorus, Moina micrura et Thermocyclops sp.) élevées en condition monospécifique en aquariums avec la fiente de volaille.Tropicultura, 2011, 29, 4, 231-237, 2011.
[34] Groupe Raîne de Natagora, Gr(en)ouillons nous à traverser cette route ! Etude sur les noues de la Sambre : Extension de la « zone vulnérable aux nitrates ». In Info Sambre, Bulletin de la liaison du Contrat de Rivière Sambre & Affluents asbl-numéro 6, 2013.
[35] Shiel RJ. 1995. A guide to identification of Rotifers; Cladoceraus and Copepods from Australian Inland water, CRCFE Ident. Guide 3, 144 p, 1995.
[36] Sladecek, Rotifers as indicators of water quality, Hydrbiologia, 100: 169-201, 1983.
[37] Karabin, Pelagic zooplankton(Rotaria and Crustacea) variation in the processus of lake eutrophication. 1. Structural and quantitative features. Ekol. Pol., 33: 567-616, 1985.

[38] I.A. Monney, I.N. Ouattara, N.R. Etilé, N.M. Aka, M. Bamba et T. Koné, Distribution du zooplancton en relation avec les caractérisques environnementales de quatre rivières côtières du Sud-est de la Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences 98 :9344-9353, 2016.

[39] J.G. Tchapgnouo, T. Njiné, S.H. Zébazé-Togouet, S.C. Djutso Segnou, T.S. Mahamat, S. Tchakonté et B. Pinel-Alloul, Diversité spécifique et abondance des communautés de copépodes, cladocères et rotifères des lacs du complexe Ossa (Dizangué, Cameroun. *Physio-Géo* En ligne, Volume 6 : 22p, 2012.

[40] A. Oueda, W. Guenda, A.T. Kabre, F. Zongo and G. Kabre, Diversity, Abondance and Dynamic of Zooplankton Communauty in a South-Saharan Reservoir (Burkina-Faso). Journal of Biological sciences7(1) p. 8, 2007.

[41] I.N. Ouattara, A. Ouattara, T. Kone, V. N'douba, G. Gourene, Distrbution du zooplancton le long de deux petits bassins côtiers ouest africains (Bia et Agnébi). Agronomie Africaine 19 (2): 197-210, 2007.

[42] A. Gbemisola, Akin-Oriola, Zooplankton associations and environmental factors in Ogunpa and Ona rivers, Nigeria. Rev. Biol. Trop. 51(2): 391-398, 2003.

[43] A.B. Mohamed, A. Youcef, A. Ilhem, L. Ali, B. Mohamed, B. Nadia, M. Habib, Copépodes, Cladocères et Rotifères du lac Sidi M'hamed Benali (Algérie Nord-Occidentale,URL :http://physio-geo.revues.org/1128; DOI : 10.4000/physio-geo.1128, 2012.

[44] N. Tchatcho, Effets des rejets d'une usine de traitement de la cellulose sur la qualité des eaux du Ntsomo : Etude hydrologique et biologique du cours d'eau. Mémoire de DEA, Université de Yaoundé, Yaoundé, Cameroun, 58p, 2004.

[45] S.H. Zébazé-Togouet, Eutrophisation et structure de la communauté zooplanctonique du Lac Municipal de Yaoundé. Ph.D, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 200 p.+Annexes, 2008.

[46] F.M. Onana, Typologie et qualité biologique des cours d'eau du réseau hydrographique du Wouri basées sur les assemblages de zooplancton et de macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, Université de Yaoundé I, Cameroun. 201p, 2016.

[47] A. Sullivan et T. Jacque, Système de référence d'impact- les effets des hydrocarbures sur l'environnement marin : Impact des hydrocarbures sur la faune et la flore. In Commission européenne, Système d'information de la Communauté pour la maîtrise et la réduction de pollution. CNRS édition, Paris, France, 588 p, 2003.

[48] K.M. Moshood, Zooplancton assemblage of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria. Revue Biol. Tropicultura.ISSN-0034-7744. Vol 57, 2009.

[49] F.M. Onana, S.H Zébazé Togouet, T. Nyamsi, T. Domche et P. Ngassam, Distribution spatio-temporelle du zooplancton en relation avec les facteurs abiotiques dans un hydrosystème urbain : le ruisseau de Kondi, Cameroun. Journal of Applied Biosciences 82: 7326-7338, 13p, 2014.

[50] R. Pourriot, J. Capblancq, P. Champ et J.A. Meyer, Ecologie du plancton des eaux continentales. Masson, Paris, 198 p. 1982.

[51] E. Angelier, Ecology of streams and rivers. Science Pulisher, Inc.Enfield. 213p, 2000.

[52] D. Brassard, Variabilité à long terme des cladocères dans des lacs de la forêt boréale soumis à des perturbations naturelles et anthropiques. Mémoire de Maîtrise, Université du Québec (Chicoutimi, Canada), 42 p. + annexes, 2009.

[53] I. Duggan, J. Green and R. Shiel, Distribution of rotifres in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of lake trophic state. Hydrbiologia, vol.446, p.155-164, 2001.

[54] S.H. Zébazé-Togouet, T. Njiné, N. Kemka, M. Nola, S. Foto Menbohan, A. Monkiedje, D. Niyitegeka, T. Sime-Ngando et B. Jugni, Variations spatiales et temporelles de la richesse et de l'abondance des rotifères (Brachionidae et Trichonidae) et des cladocères dans un petit lac artificiel eutrophe situé en zone tropicale. Rev. Sci. Eau, 18(4): 485-505, 2004.

[55] D. Saksena, Rotifers as Indicators of Water Quality, Acta hydrochimica and hydrobiologica, vol 15, n°5, p.481-485, 2006.

[56] M. Isumbisho, H. Sarmenton, B. Kaningini, J.C. Micha and J.P. Descy, Zooplankton of lake Kivu, East Africa, half a century after the Tanganyika sardine introduction. Journal of Plankton Research, vol. 28, n° 11, p. 971-989, 2006.

[57] W. Koste, Rotatoria. Die rädertiere mitteleuropos. I. & II, Borntraeger ed, Berlin, 2 vols, 673 p, 234 p, 1978.

[58] K. Battle, Projet de maitrise sur les bio-indicateurs aquatiques, 120p, 2014.

[59] Lacaze, Un biomarqueur de génotoxicité chez *Gammarus fossarum* : développement, signification fonctionnelle et application au milieu naturel. Thèse de doctorat, Université de Metz, Loraine, France, 370 p, 2011.

[60] Pelletier, Projet de restauration des sédiments du port de Gaspé, Québec : Protocole pour le suivi biologique des mollusques. In BAPE, Projet de restauration, au sud du quai, au port de Gaspé (Sandy Beach), 2013.

[61] CCME, Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique-oxygène dissous (eau douce), In CCME, Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999.

[62] R. Dajoz, L'évolution biologique au XXIe siècle : les faits, les théories. Péronnas, Lavoisier, 326p, 2012.

[63] Y. Boissonneault, L'utilisation de l'Indice diatomées de l'Est du Canada (IDEC) pour cibler les milieux perturbés prioritaires In OBVRL, Caractérisation des écosystèmes aquatiques et de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière du loup (Mauricie), 2005.

[64] Société d'Aménagement et de Mise en valeur du Bassin de la Batiscan (SAMBBA), Eau et écosystème aquatique, des indicateurs intégrateurs. In CRE-Mauricie, L'agroenvironnement en Mauricie : Les indicateurs de nos actions, 2008.
[65] Québec.MDDEP, Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec- Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, Direction du suivi de l'état de l'environnement, MDDEP, 86p, 2008.
[66] France.MEDDE, Les outils de la bio-indication. In MEDDE, Connaissance et gestion intégrée des milieux aquatiques. http://www.guyane.developpement-durable.gouv.fr/ les-outils-de-bio-indication-a823.html (Page consultée le 4janvier 2014), 2013.
[67] Etats-Unis. EPA, Invertebrates as indicators of Prairies Wetland Integrity. In EPA, Bioindicators for Assessing Ecological Integrity of Prairie Wetlands, 2012.
[68] J. Moisan et L. Pelletier, Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2008. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-53591-1 (version imprimée), 86 p, 2008.
[69] Worl Wildife Fund (WWF), Macroinvertébrés-les habitants du fond de la rivière : Importance des macroinvertébrés dans les cours d'eau. In WWF, Riverwatch : Factshe et Macroincertébrés, 2007.
[70] E. Jeppersen, J.P. Jensen, M. Sonder-Gaard, T. Lauridsen and L.J. Pedersen, Top-down control in fresh water lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. Hydrobiologia 342/343, 151-164, 2007.
[71] P.M. Gnonhossou, La faune benthique d'une lagune ouest africaine (le Lac Nokoué au Bénin) : diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaîne trophique. Thèse de Doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. Formation doctorale : SEVAB. 169 p, 2006.
[72] D. Adandédjan, Diversité et déterminisme des peuplements de macrovertébrés benthiques de deux lagunes du sud-Bénin : la lagune de Porto-Novo et la lagune côtière. Doctorat unique en Sciences Agronomiques de l'université d'Abomey-Calavi, 239 p, 2012.
[73] S. Tchakonté, G. Ajeagah, D. Diomandé, A. Camara, M. Konan et P. Ngassam, Impact of anthropogenic activities on water quality and Freshwater Shrimps diversity and distribution in five rivers in Douala, Cameroun. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences 4: 183-194, 2015.
[74] Amiard et Amiard-C.Triquet, Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques. Paris, Lavoisier, 400p, 2008.
[75] N. Menetrey, B. Oertli, M. Sartori, A. Wagner and B. Lachavanne, Eutrophisation: are mayflies (Ephemeroptera) good indicators for ponds? Hydrobiologia, vol.597, n° 1, p. 125-135, 2010.
[76] A. Ndiaye, Module de formation des formateurs sur le suivi des Odonates. In Wetlands International Afrique, Projet de démonstration Bassin du fleuve Gambie, 127p, 2010.
[77] F. Noisette F. 2013. Impacts de l'acidification des océans sur les organismes benthiques calcifiants des milieux côtiers tempérés. Thèse de doctorat, Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris, France, 301 p, 2013.
[78] D. Bélanger, Utilisation de la faune macrobenthique comme bio-indicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 67p, 2009.
[79] Environnement Canada, Guide technique pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement des mines de métaux. Environnement Canada, 2012.
[80] J. Kaisier, Bioindicators and biomarkers of environmental pollutions and risk assessment. Hartford, Science Publishers, 304 p, 2001.
[81] Québec.MDDEP, Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec- Cours d'eau peu profonds à substrat meuble, Direction du suivi de l'état de l'environnement, MDDEP, 39p, 2014
[82] Aquabio. Macrophytes, In Aquabio, Pôles d'activités. http://WWW.aquabio conseil.fr/nos pôles-d'activités/macrophytes.html (Page consultée le 4janvier 2016), 2014.
[83] J. Metcalfe, M. Fox and J. Carey, Aquatic leeches (Hirudinea) as bioindicators of organic chemical contaminants in freshwater ecosystems. Chemosphere, vol. 13, n° 1, p. 143-150, 1984.
[84] A. Jain, B. Singh, H. Singh and S. Singh, Exploring Biodiversity as Bioindicators for Water Pollution, In Banaras Hindu University, National Conference on Biodiversity, Developpement and Poverty Alleviation, 2010.
[85] S. Macova, D. Harustiakova, J. Kolarova, V. Zlabek, B. Vykusova, T. Randak, J. Vélisek, G. Poleszczuk, J. Hajslova, J. Pulkrabova and Z. Svobodova, 2009. Leeches as sensor-indicators of river contamination by PCBs. Sensors (Basel), vol. 9, n° 3, pp.1807-1820, 2009.
[86] C. Fauville, S. Campeau et J.P. Descy, Développement et normalisation d'un indice biologique diatomées en Wallonie, Belgique. Rapport présenté à la Direction Générale des Ressources Naturelles et l'Environnement du ministère de la région wallonne, 61 p, 2001.
[87] P. Harper et L. Cloutier, Effets des reavaux de drainage sur la faune benthique d'un ruisseau agricole (Ruisseau des Anges, St. Roch-de-l'Achigan, Cté de Montcalm). Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche, 83 p, 1987.

[88] France.MEDDE, Biologie-Qualité des eaux. In MEDDE, Nature, paysages, eau et milieux aquatiques. http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/biologie-qualite-des-eaux-a153 (Page consultée le 10janvier 2014), 2014.

[89] A. Lecerf, Perturbations anthropiques et fonctionnement écologique des cours d'eau de tête bassin : Etude du processus de décomposition des litières. Thèse de Doctorat Thèse de Doctorat. Université de Toulouse III, France, 159 p. Université de Toulouse III, 159 p, 2005.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 288-302
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

IMPACT OF HOSPITAL DISCHARGES OF LEACHATE : STUDY AND ECOTOXICOLOGICAL PERSPECTIVE AND SOLUTION STRATEGY

Z. KASUKU WANDUMA[1], B. MARESCHAL[2], C. BOULAND[3], CH. DE BROUWER[3], B. EPUMBA[4], M.E. BIEY[5], D.A.E. MUSIBONO[5], A.K. KITAMBALA[5], C. MULAJI[6], A.M. MALUMBA[6], O. MONAMA[6], T. NKODI[7], and N. NZUZI PANZU[8]

[1]Facultés des sciences, Université Libre de Bruxelles, Campus de la Plaine, Boulevard de Triomphe, CP 260, 1050 Bruxelles, Belgium

[2]Solvay Brussels Schools of Economics and Managemant, Centre Emile Berheim, Université Libre de Bruxelles, Avenue F. Roosevelt 50, CP 114/03, 1050 Bruxelles, Belgium

[3]Ecole de Santé Publique, Centre de Recherche en Santé Environnement et santé au travail, Université Libre de Bruxelles, Campus Erasme, Route de Lennik 808, 1070 Bruxelles, Belgium

[4]Ecole de Santé Publique, Université de Kinshasa, BP. 11850, Kinshasa I, RD Congo

[5]Département de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, BP. 190 Kinshasa XI, RD Congo

[6]Département de chimie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, BP.190, Kinshasa XI, RD Congo

[7]Faculté de Pétrole et Gaz, Université de Kinshasa, BP.127, Kinshasa XI, RD Congo

[8]Faculté de Médecine, Université Protestante au Congo, BP. 4745, Kinshasa II, RD Congo

Copyright © 2017 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: Materials such as leachate or leachate from hospital waste as a source of contamination and impact on nature and the environment. These juices are sources or vectors of pollution, justifying the purpose of our study. We had carried out three sampling campaigns in 2006, 2008 and 2010, the leachate four hospitals (CUK, HGRK, HGK and HGRN). Thus, we studied the physicochemical parameters in leachates and global settings to the toxicity tests. The results of our study are consistent with each other and show that ecotoxicity is constant for leachate that appear stable while their composition is variable. The toxicity test leachate sorting studied at each hospital establishment.

Splits leachate can find a lasting solution in the nano filtration technique membranes during preparation of a wastewater treatment plant in the hospitals studied. Leachate contaminating the surrounding environment if not treated are at their rejection. Thus, instead of using reverse osmosis is an expensive technology and is justified if the standards are drastic, nano filtration is an intermediate way to help avoid pollution of hospital discharges juice. This technique helped us in our study to remove the chemical oxygen demand in the case of CUK. Thus we evaluated the performance of organic and inorganic membranes during the lowering of the inorganic filler according to the speed and pressure that are hydrodynamic conditions. The membranes have a specific behavior with respect to the leachate at the absorption, polarization and clogging of the pores. Indeed, the N01A membrane, discharge of COD is of 70% for a 10 bar pressure. The MP20 has a low membrane adsorption with leachate.

The MP-31 provides a high retention rate of COD. There is then a strong membrane-fouling interaction improves the selectivity of the membrane. Leachate particles clog the membrane pores and obstruction and static adsorption increase membrane rejection rate. We studied the coagulation mechanism as a pretreatment to improve the membrane performance on the N01A.

Corresponding Author: Z. KASUKU WANDUMA

On this membrane COD reduction from 70 to 77%, the flux increases to 105 l. $h^{-1}.m^{-2}$ at a pressure of 10 bar for a COD concentration of 300 $mg0_2l^{-1}$. The other two MP-31 membranes and MP20 provides for a flow limit of 11 l. $h^{-1}.m^{-2}$ COD respectively 1457 $mg0_2l^{-1}$on MP-31 MP20 and a concentration of COD 1417 $mg0_2l^{-1}$. For a max flow of 13 $l.h^{-1}.m^{-2}$ the retention percentage is 70% for COD 960 $mg0_2l^{-1}$
After coagulation, fouling index was 4.8 for the raw leachate and increases to 4.5 with the supernatant. Both indices are similar. Internal fouling content is 76%. This shows that clotting does not eliminate the molecules of molecular weight around 1000 Da. These particles continue to clog the pores of the membrane and the membrane performance is limited. With the membrane N01A we can treat 77% of COD which consists of chemical substances with a carboxylic function and the aromatic rings. We can in the leachate treatment and in order to install treatment plants in developing countries membranes kind N01A.

KEYWORDS: Impact, leachate, hospital discharges, zcotoxicological, solution.

1 INTRODUCTION

In all hospitals in our study, we observed several open landfills as shown in the pictures in this work. These discharges include both the waste similar to household waste and waste similar to waste infectious healthcare (syringes, soiled wadding, blood bags, the anatomical parts ...).

The open dump sites are a potential source of contamination of soil by leaching materials that have accumulated there. The juice is considered the major carrier of pollution. Therefore we assess the risk posed by landfills for water by studying the parameters related to the conductivity, pH, chemical oxygen demand (COD), metals, ions ecotoxicity using Microtox tests and Daphnia.

We thus conducted three sampling campaigns between 2006, 2008 and 2010 a study of four landfills sites leachate to find indicators that may be considered in the risk assessment.

We identified hospital waste storage sites CUK, HGRK, HGK and HGRN that impact on the water or on the ground using multistage sampling during the years of study.

Thus, we have established first a listing of data on the nature of discharges and type of material are deposited. Second, we have developed an inventory of materials and thirdly we have identified particular sites for water. The risk assessment shows that the discharge on the receiving environment is inherent in the nature of the medium that it releases.

Our comments focus on research qualifiers elements juices or liquids (leachate) out of landfills. The so called juice is the main vector of pollution that has an impact on the soil or groundwater by the discharges of the four hospitals.

2 EXPERIMENTAL METHODS

2.1 LEVIES

Our study focuses on three seasons starting from 2006, 2008 and 2010. The first campaign (I) was held on 10 September 2006, the second campaign (II) September 10, 2008 and the third campaign June 10, 2010. The selected dates and are not made at random but to allow us to work on undiluted leachate and during the period before the dry season (June) and the start of the rainy season (September). Leachate wear A1 references, A2, A3 and A4 for the campaign I, A12, A21, A31 and A41 to the countryside II and finally A121, A211, A311 and A411 for the campaign III and two places samples in each case.

2.2 TECHNIQUES

The oxidation reaction in the presence of potassium dichromate has enabled us to the DCO titrated in the presence of ferrous iron. The AFNOR dilution method for incubation at 20 °C allowed us to assay BOD_5.

Ammonium ions were determined by the colorimetric assay, nitrates and ortho phosphate by colorimetry. Ion chromatography enabled us to measure the chlorides, bromides and sulphates.

Technical known for the determination of metals in leachate, we opted for the atomic absorption spectrometry, which in principle for the determination several elements even in trace amounts (about a few mgl^{-1}). The technique is based on the

absorption by the elements in the atomic state of radiation from a discharge cathode lamp. We then take the linear relationship between the light absorbed and the concentration of the analyte in the sample. The atomising process is performed by a flame in an electrothermal device is in a graphite furnace. The sensitivity threshold is 0.1 to 100 gl^{-1} and even at the level of 20 $nmoll^{-1}$ in the blood, metal, hence its interest when the amount of sample collected is limited. This technic is mono-elemental and widespread for its reasonable cost [1].

2.3 PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS

The analysis focuses on determining the overall parameters such as chemical oxygen demand (COD) and biochemical oxygen demand in 5 days (BOD_5) and physico-chemical parameters such as conductivity, pH, nitrate (NO_3), ammonium (NH_4^+), ortho phosphate, chloride (Cl^-), sulfate (SO_4^{2-}), bromide (Br^-), analysis of metals and some organic compounds dissolved (DOC).

2.4 ECOTOXICITY TESTS COVER THE DAPHNIA TEST AND MICROTOX TEST

Daphnia are small crustaceans that measure 1 to 5mm transparent and easy to raise. Before leachate, this species modifies its heartbeat. During acute tests, they can immobilize and die. Similarly we can observe long-term effects in chronic tests. This test takes place during the long life of the organism and its effects can be seen on reproduction. We use Daphnia magna large. The substances act on the reproductive cycle [2] the test is done on the product to which the toxicity poses no problems in handling. We observe different concentration effects heartbeat, inability to swim for 15-20 seconds, decreased respiratory activity. We will measure the degree of stress caused by the leachate. Finally on a graph, we will determine EC_{50} for the substance. It is a concentration which causes 50% of the daphnia after 24 hours. This concentration allows us to rank them according to their level of toxicity products. The main parameter that bare had studied so this is the inhibition of mobility. Daphnia magna being a hard water species, it is found in the natural environment at higher hardness of 150 mgl^{-1} of calcium carbonate. [3] The terms of the toxicity test allow us to use Daphnia whose age is less than or equal to 24 (neonates) for 24 h test period. The volume of sample required is 500 ml and the intensity of light between 500 to 1000 lux and the number of daphnia per tube is 5.

The Microtox test is based on inhibition of the luciferase is an enzyme which catalyzes the oxidation of luciferin, which is accompanied by light emission. If the result is positive, there is the presence of substances which act on cell metabolism. The samples tested on bacterial bioluminescence measured after 30 minutes of exposure for a period of half a day. His interest was based on a good screening to evaluate the toxicity of samples of unknown composition and is used for the study of wastewater, sewage effluent, various leachates. [4] A single concentration of test (100%) can be made when the IC_{50} is greater than the highest concentration of the sample. Results are expressed as percentage of control. [5]

Also this test is used in the characterization of wastewater, sewage effluents, in the study of all kinds of leachate (STANDARD ISO 2007 WATER QUALITY). This test is reproductible, fast(5-15 min exposure) acceptable as an effective test of toxicity.

3 RESULTS

The Physico chemical parameters are shown in Tables 1 to 3 where we show that the measured values are variables that we do not know by comparing the values of literature nor the Congolese order in the matter as not existing.

TABLE 1. Country Analysis Leachate in 2006 with two locations of samples (1) and (2)

	A1(1,2)		A2(1,2)		A3(1,2)		A4(1,2)		Average
pH	8	8,2	8,2	6,0	7,8	8,0	7,1	7,5	7,6
CE(µScm^{-1})	2500	4600	13200	9500	11600	600	400	2800	5525
DCO(mgO_2/l)	300	400	271	1060	1920	1900	206	40	762,13
DBO_5(mgO_2/l)	60	50	150	160	180	170	15	20	81,88
DBO_5/DCO	0,20	0,13	0,55	0,15	0,09	0,09	0,07	0,5	0,11
PO_4^{3-}(mgP/l)	0,98	0,16	15,0	2,40	4,60	0,04	0,04	0,06	2,91
NH_4^+(mgN/l)	90	110	800	370	780	0	0	50	175
NO_3^-(mgN /l)	1,9	7,3	2,6	1,1	2,8	1,1	1,8	1,2	2,50
Cl^-(mg/l)	170	450	1060	300	1700	4,4	1,90	200	485,79
SO_4^{2-} (mg/l)	32	29	240	177	165	115	17	350	140,63
Br^-(mg/l)	0,6	4,3	1,1	14	8	0,2	0,2	2,7	3,91
COD (mgC/l)	99	184	702	288	547	2,7	2,1	72	237,1

Dissolved organic compound (DOC) were determined by gas chromatography coupled to a mass spectrometer, the liquid chromatography-detector stage diode array. The chromatography head space is labeled FID-ECD and the spectrometer is the type ION TRAP.

TABLE 2. Country II. Leachate analysis in 2008 with two locations of samples (1) and (2)

	A12(1,2)		A21(1,2)		A31(1,2)		A41(1,2)		Average
pH	7	9	7	7	7	9	11	8	8,12
CE(µScm^{-1})	3500	7840	1254	2330	1540	11760	12970	6020	5901,8
DCO(mgO_2/l)	3000	1103	200	220	75	2500	470	600	1021
DBO_5(mgO_2/l)	1170	210	65	47	23	560	10	110	274,4
DBO_5/DCO	0,39	0,19	0,33	0,21	0,31	0,22	0,02	0,18	0,23
PO_4^{3-}(mgP/l)	3,5	3,2	1,1	1,2	1,0	3,6	1,7	1,8	2,03
NH_4^+(mgN/l)	83	401	19	113	19,4	686	17,4	177	189,5
NO_3^-(mgN /l)	0,2	14,9	6,9	11,3	0,6	0,2	95,3	6,8	17,03
Cl^-(mg/l)	260	707	88,1	172	52,4	1472	102	956	474,94
SO_4^{2-} (mg/l)	785	126	135	68	257	74	1774	705	491
Br^-(mg/l)	0,2	4,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	6,1	1,49

COD unmeasured.

TABLE 3. Country III. Leachate analysis in 2010 with two locations of samples (1) and (2).

	A121(1,2)		A211(1,2)		A311(1,2)		A411(1,2)		Average
pH	6,8	7,9	7,3	8,3	7,9	8	9,2	8,1	7,04
DCO(mgO_2/l)	2280	2340	71	1530	1450	715	915	815	1264,5
DBO_5(mgO_2/l)	1070	280	7	180	140	74	125	410	285,75
DBO_5/DCO	0,47	0,12	0,098	0,12	0,097	0,10	0,14	0,50	0,19
PO_4^{3-}(mgP/l)	1,08	14,20	0,03	4,25	5,87	1,50	2,47	3,10	4,06
NH_4^+(mgN/l)	300	1200	17,2	800	701	250	400	300	469,02
NO_3^-(mgN /l)	0,08	0,22	1,00	1,07	0,59	0,70	1,65	2,14	0,81
Cl^-(mg/l)	1070	82,5	1110	1200	1300	1570	290	229	856,44
SO_4^{2-} (mg/l)	83,8	490	200	60	40	35	183	190	160,23

EC and Br^- unmeasured

3.1 COMMENT ON THE CHARACTERIZATION OF GLOBAL PARAMETERS

Chemical oxygen demand: in the tables below seals, the average value of IBD varies from 762.13 mg O_2l^{-1} to 1264,45 mg O_2l^{-1} with more than 50% of the leachate have a value close to 71 mg O_2l^{-1} which is the lowest value in Kinshasa reference General hospital during the campaign 2008 de leachate is diluted and probably belongs to the class 3 because there other lower values in the study. The three lowest values in class 3 are expressed in mg O_2l^{-1} respectively measured for leachate HGRN (40) HGRK (71) and HGK (75). The highest values of COD in Class 1 also expressed in a mg O_2l^{-1}re measured for leachate Kintambo General Hospital between 1900 and 1920 during the campaign I, a value of 2500 for the hospital General Kintambo 3000 and the university clinics of Kinshasa during the campaign II and finally in 1530 during the campaign in Kinshasa II reference General hospital and 1450 for Kintambo General hospital during the same campaign. The highest COD value indicates a high organic load associated with young leachate (acetogenic phase) or accidental pollution. As against the low COD values characterize stabilized leachate (methanogenic phase) for a lower redox potential [6].

The biochemical oxygen demand five days vary an average of the lowest of 81.08 mg O_2l^{-1} louse Campaign 1 and the average highest equivalent to 285.75 mg O_2l^{-1} for the campaign III. 50% of leachate have an average value of less than 81.88 mg O_2l^{-1} the lowest values in mg O_2l^{-1} (class 3) were observed at university clinics in Kinshasa (50) and 15 to 20 in the general hospital N'djili reference to the current campaign I. In the course of the campaign 2, the following values are observed BOD5 respectively at Kinshasa General reference hospital (47 and 65), the Kintambo General hospital (23) and at N'djili General hospital (10). Finally, other low values of leachate is obtained at the General Hospital of Kinshasa (7 mg O_2l^{-1}) and Kintambo General Hospital for 74 mg O_2l^{-1} during the campaign III. The highest values (class 1), mg BOD_5 belong to leachate university clinics in Kinshasa (560-1170) during the campaign II and 1070 mg O_2l^{-1} during the campaign III. At the General Hospital Kintambo recorded BOD5 in leachate is 180 mg O_2l^{-1}during the campaign I.

By observing the ratio of BOD_5 / COD, we find in our study values below 0.1. Indicating that campaign low biodegradability. What is not in agreement with a former landfills leachate then stabilized, what meets the assumption of a diluted leachate.

The values of COD/BOD_5 more than 0.3 shows a significant biodegradability and leachate does not exclude good biodegradability [7].

3.2 TREATMENT OF THE PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS

The conductivity measurement took place on two campaigns. Electrical conductivity values are not comparable from one country to another. Indeed the values we observed vary between 400 and 13200 µScm^{-1} for both campaigns. The minimum value corresponds to that obtained in the 2006 campaign to the general hospital Ndjili reference to a maximum value of 13200 µScm^{-1} corresponding to the EC leachate general referral hospital in Kinshasa. The average value of the leachate EC is 5902 µScm^{-1} which corresponds to that of 2008 campaign Thus, we observe that about 50% of leachate have a conductivity below that average value in this work. The lowest values for Class 3 are observed for samples taken at the General Hospital N'djili reference (= 400), the University Clinics of Kinshasa (2500 and 4600) in 2006 when first campaign tracking EC General hospital N'djili reference (1254 and 2330) and the EC leachate Kintambo General hospital (1540) and finally that of the University clinic of Kinshasa (3500).

Leachates which have higher conductivity are in Class 1 and are observed in reference Kinshasa General Hospital (= 13200) for a value corresponding to the leachate conductivity General Hospital N'djili reference (= 6020). Other leachate have a value between the two and are all Class 1.

The pH as the basic medium corresponding to 8.12 shows that we are in the presence of old landfills. 80% of leachate from our study have an average pH of between 7.04 and 8.16. The lower value of leachate pH (= 6.8) was observed during the 2010 campaign to CUK, followed respectively CUK (= 7), HGRK (= 7) and HGK (= 7) of the 2008 campaign. This low value is derived sample taken from the leachate is young. The highest value leachate pH is that of 11 of the 2008 campaign in the general hospital N'djili reference.

The concentration of nitrated in leachate has an average nitrate content which is less than the max value of 17.06 mgNl^{-1}. The levels measured are from 0.08 to 17.06 mgNl^{-1} and the median value is 2.50 mgNl^{-1}. the lowest levels comprise the class 3 landfills with a low value corresponding to the leachate KGRK (=1.1), HGK (= 1.1) and HGRN (=1.2) during the 2016 campaign to campaign 2008, low values correspond to the leachate CUK 2010 (=0.22 mgNl^{-1}), from 1 to 1.07 mgNl^{-1} for the general hospital in Kinshasa last respective values of 0.59 and 0.70 mgNl^{-1} General hospital of Kintambo.

Ammonium also comprises nitrogen because it is expressed to which the ammonium content in $mgNl^{-1}$. And leachate are ammonium content between 17.4 and 1200 $mgNl^{-1}$. what is measured varies between 0 and 1200 $mgNl^{-1}$. Class 3 has the lowest levels are observed for leachate CUK (90 and 110 $mgNl^{-1}$), HGRK (50 and 370 $mgNl^{-1}$), HGK (0 $mgNl^{-1}$) and finally HKRN (0 and 50 $mgNl^{-1}$) for the campaign I. for the campaign II, the low levels range from 19 $mgNl^{-1}$ for HGRK, 83 $mgNl^{-1}$ for CUK, 19.4 $mgNl^{-1}$ for HGK and 17.4 $mgN.l^{-1}$ for HGRN. For the 2010 campaign, the low levels are recorded in CUK (= 17.2 $mgN.l^{-1}$) and 300 $mgN.l^{-1}$ for HGRN. The highest grade (class 1) correspond to reference Kinshasa General hospital (800 $mgN.l^{-1}$ for the 2006 campaign), 686 $mgN.l^{-1}$ for HGK and finally 1200 $mgN.l^{-1}$ for CUK.

Ortho phosphate: several leachates have a content below 0.9 mgP/l, the lowest levels (Class 3) are observed for the leachate University Clinics (0.6 to 0.98) and for hospital N'Djili general reference to (0.04 and 0.06) during the 2006 campaign during the 2008 campaign the low levels of leachate values are assigned to CUK (3.2) HGRL (1,1) HGK (1.0) and finally HGRN (1.7). For the campaign III in 2010, the low levels are assigned to the leachate CUK (1.08), the HGRK (0.03), and the content of the leachate of 1.50 for the HGK. Class 1 with high levels of leachate matches for the 2006 campaign HGRK (15.00 $mgP.l^{-1}$), HGK for 4.60 $mgP.l^{-1}$. For the 2008 campaign, CUK (14.20 $mgP.l^{-1}$) and HGK (5.87 $mgP.l^{-1}$). These leachates were collected at two-year intervals. In view of our results, the leachates are stable.

The anions that have served in our study concern the chloride, bromide and sulfate in three seasons (2006-2008-2010).

Indeed the chloride contents vary from 4.4 to 1700 $mg.l^{-1}$ the average is 485.78 $mg.l^{-1}$. For the campaign I, Class 1 includes Kintambo Hospital (1700)> HGRK (1060)> 450 HGRK. For the campaign II, General Hospital Kintambo (1472)> HGRN (956)> 707 for university clinics of Kinshasa. For the campaign III General Hospital Kintambo (1570)> HGRK (1200)> CUK (1070). Unquoted contents are in Class 3.

For bromide ions, the measured values range between 0.0 and 6.4 $mg.l^{-1}$. Class 1 includes the campaign I leachate levels HGRK bromide (14 $mg.l^{-1}$)> 8 $mg.l^{-1}$ General Hospital of Kintambo and 4.3 to CUK. For Class 3, 2.3 $mg.l^{-1}$ for HGRN> 1.1 $mg.l^{-1}$ HGRK for the 2006 campaign.

Finally for the 2008 campaign for all hospitals in the study the leachate content is 0.2 $mg.l^{-1}$. As regards the sulphate ions, the levels obtained vary between 7 and 1774 mg/l. Thus, Class 1 includes HGRK (1774 mg/l)> CUK (185 mg/l) in Class 1 and other levels correspond to class 3.

3.3 CHARACTERIZATION OF METALS

The four hospitals produce leachate in which we find heavy metals. To ensure this, we proceed to a plasma emission spectrometry study coupled with mass spectrometry as a way to detect. We think of aluminum, copper, zinc, cadmium and lead. Next the three years 2006, 2008 and 2010, we present the results in Tables 4, 5 and 6. Sampling points 1 and 2. A1 = CUK, A2 = HGRK, A3 and A4 = = HGK HGRN

TABLE 4. Determination of metals in the leachate of the campaign I (2006)

Metals	A1(1,2)		A2(1,2)		A3(1,2)		A4(1,2)	
Al(µg/l)	201	33	200	20	500	537	232	243
Cu(µg/l)	20	17	21,3	25,1	180,4	121,7	4,1	5,7
Zn(µg/l)	60	115	100	80	70,0	285,9	96,0	15,8
Cd(µg/l)	2,23	2,54	4,8	5,5	0,70	2,2	2,50	2,23
Pb(µg/l)	9,4	7,8	6,6	10	27,8	1,1	26,7	1,1

TABLE 5. Determination of metals in the leachate of the campaign II (2008).

Metals	A1(1,2)		A2(1,2)		A3(1,2)		A4(1,2)	
Al(µg/l)	400	289	320	287,9	19,7	46,5	320	445
Cu(µg/l)	2,7	4,5	14,1	9,8	n.m	n.m	140	100
Zn(µg/l)	384	150	33,2	31,7	18,4	71,7	56,3	103
Cd(µg/l)	3,19	1,5	n.m	n.m	0,83	3,10	2,25	2,54
Pb(µg/l)	14,7	13,8	3,1	4,2	14,8	21,4	18,5	25,7

TABLE 6. Determination of metals in the leachate of the campaign II (2010).

Metals	A1(1,2)		A2(1,2)		A3(1,2)		A4(1,2)	
Al(µg/l)	435	840	55	60	273	171	47	n.c
Cu(µg/l)	10	20	25	41	23	26	48	n.c
Zn(µg/l)	600	315	61,9	41,5	550	400	15,8	130,2
Cd(µg/l)	1,3	1,9	1,5	2,3	2,3	4,7	19	10
Pb(µg/l)	16	21	16	21	500	<0,1	5,8	2,1

n.c : uncalculated

All three of the above tables confirm our assumption that the leachates are heavy metals and have a considerable impact even trace on the environment. The study was carried out by ICP-MS in semi-quantitative mode. The interest of the determination of metals in leachate spectrometry inductively coupled mass (ICP-MS) return to find their toxicity even trace and can simultaneously measure a large number of items in a wide concentration range. The technique is to sample the digestion by making metals extractable analysis. The metals here are atomized and ionized at high temperature in the plasma. Collision/ reaction chamber removes the interference and are thus separated at the detector depending on mass / charge ratio [8]. The interest of the ICP-MS technique is the need to dose of minute concentrations until ngl^{-1}involving adequate environnemental protection [9].

3.4 VIEWPOINT ECOTOXICITY

We express ecotoxicity tests EC_{50}, a concentration able to immobilize 50% of Daphnia after a given time and that induces a 50% decrease in luminescence of a population of bacteria in the case of your Microtox. We also will express in u.t. (toxic unit to calculate by dividing 100 by the EC_{50} value. The Daphnia test gives a limit of values between 0 and 16 u.t. and leachates were grouped into classes determined by us into five classes. For the Microtox test, the answer varies 0 to 250° C in five class 1 quality group 5 more toxic and non toxic. About 30% of leachate had no toxic to the Microtox test. The results are in table 7.

TABLE 7. Analysis of ecotoxicity tests

	MX (u.t.) 30min	DI (u.t.) 24h	Class MX	Class DI	Class TXI
A1(1,2)	240	6	1	3	1
	180	15	1	1	1
A2(1,2)	110	7	1	3	1
	105	11	1	2	1
A3(1,2)	24	13	2	2	1
	10	16	3	1	1
A4(1,2)	200	0,1	1	5	2
	97	7,0	2	3	2

Mx : Microtox, DI : Daphnia, TXI : class Mx+DI

The first preliminary tests were conducted on mobile equipment within 12 hours of harvesting. Then the tests were continued about 7 days for the Microtox test on the "Inhibition of marine bacteria bioluminescence with the AFNOR T 90-320, VIII revised in 2005. For the test Daphnia, it was performed as test immobilization of Daphnia magna. Then we measure the concentration of leachate produced a capital of 50% of the daphnia after 24 hours of incubation on our portable device for incubation at 20°C. We determine an effective concentration and 24 designated CE_{50} 24h.

In view of the results in Table 7, the ecotoxicity test shows that the samples used are the classification perspective (the University Clinics of Kinshasa, Kinshasa General Hospital Reference and Kintambo General Hospital) 1. class toxicity may be zero or greater than or equal to 1. The leachate three hospitals are stable. Samples taken at N'djili Reference General Hospital are classes 2. It is here a contribution of toxic waste and leachate are unstable. Data analysis of the three campaigns (2006, 2008, 2010) differentiates stable leachates that the constant ecotoxicity, unstable leachate including ecotoxicity and composition variables.

In the context of sustainable development charter completed by the polluter pays principle; how to assist hospitals in waste management and especially avoid pollution of any kind?

The implementation strategy is oriented in creating instead of purifying water and other waste from the care environment (recycling ...)

Thus, our study is a treatment of leachate collected by nanofiltration membranes. To control the removal of chemical oxygen demand remaining in the juice or percolate within hospitals, we will proceed to the biological treatment. We use three membranes, organic and mineral for lowering the organic filler according to the pressure and speed conditions (hydrodynamic conditions). These membranes have specific behavior with respect to the adsorption, concentration polarization and clogging of pores. It's also a way to purify liquid waste to this hospital in the DRC, which is a durable solution and a way to control the environmental impact of hospital activities.

Indeed nanofiltration (NF) is a membrane technology, which aims to stop the selective molecules whose size varies between 100 and from 10 to 0.5 nm. It was then microfiltration which retains substances of different sizes of the past. [10] The principle shows that the transfer takes place under the effect of pressure which is from 3 to 20 bar [11]. For separation, the mechanism is made by

In view of the results in Table 7, the ecotoxicity test shows that the samples used are the classification perspective (the University Clinics of Kinshasa, Kinshasa General Hospital Reference and Kintambo General Hospital) 1. Class toxicity may be zero or greater than or equal to 1. The leachate three hospitals are stable. Samples taken at N'djili Reference General Hospital are classes 2. It is here a contribution of toxic waste and leachate are unstable. Data analysis of the three campaigns (2006, 2008, 2010) differentiates stable leachates that the constant ecotoxicity, unstable leachate including ecotoxicity and composition vary sieving in a porous membrane where the transfer happens, and there results in the difference of the size of components to that of pores (<2 nm).

This technique replaces the reverse osmosis membranes in that its less dense and excellent physical barrier for dissolved molecules and retention of monovalent salts is low and the by-products is less rich brines. [12]

We have the beginning of our study, carried out the first stage is the preliminary step of sizing an installation. It was then step to define the performance of three membranes on the abatement of organic load [13].

In following our study there that leachate that has a stable character and shows that we are in the old part of the landfills according to the classification adopted for all leachate because the ratio of BOD_5 / COD gives an average 0.176 [14].

We consider in the study the average value of three campaigns for COD in leachate stabilized. The value is between 762.13 and 1264.5 mg O_2 l with an average of 1015.88 mg O2 / l. We will then fouling index (ASTM) different samples of leachate for their clogging power nano filtration [15]. To assess this index, we use membrane filtration technique 0,45 microns.

3.5 PREPARATION OF THE MEMBRANE OF NANOFILTRATION

Consider three membranes to reduce the chemical oxygen demand:

MP-20, 450 Da cut-off, its nature is polyester carrier and plane geometry. The surface area is 70cm^2, a pressure of 30 bar and a temperature of 50 ° C and pH between 2-10. The flow is 3,5 $l.h^{-1}m^{-2}.bar^{-1}$. Finally, the rejection rate of 5% for 5% NaCl, 40% for the 0.2% Na_2SO_4, 65% for the 5% glucose and sucrose 5% to 85%. Lowering the permeability is 4%

MP-31, 450 Da cut-off, its nature is polypropylene support and plane geometry. The surface area is 70cm^2, to a pressure of 40 bar and a temperature of 70 °C and pH between 2-14. The flow is 4 $l.h^{-1}m^{-2}.bar^{-1}$. Finally, the rejection rate is 20% for the 5% NaCl, 60% for the 0.2% Na_2SO_4, 65% for the 5% glucose and 80% to 5% sucrose. 27% is the reduction of membrane permeability.

N01A. cut-off 1000 Da, its nature is alumina support and tubular geometry. Its surface is 1250cm^2 to a pressure of 50 bar and a temperature of 25 ° C and a pH between 0-14. The flow is 30 $l.h^{-1}m^{-2}.bar^{-1}$. Finally, the rejection rate of 5% for 5% NaCl, 25% for Na_2SO_4 and 0.2% to 30% sucrose 5%. Lowering the permeability is 17%

The membrane mentioned above is capable of separating organic salts and organic molecules with low molecular weight. It comes from the reverse osmosis and intermediate position by the pressure range of 5 to 20 bar for 100 to 1000Da cutoff.

It is in the physico-chemical interactions between the solutes of the solution and the membrane material where there is the static adsorption membranes.

The nanofiltration pilot comprises a multi-stage centrifugal pump for recirculating the fluid, a positive displacement pump (which provides power to the recirculation loop) and a flow meter (the tip speed is between 1 and 5 ms^{-1}). Downstream pressure can reach 15 bar in the installation and upstream we measure the pressure membrane. To maintain the temperature at 20 °C a cold Mouvex group does when the module is Plan (MP-20 and MP-31) is tubular (N01A). The tests being carried out at a concentration observed, we can thus estimate the permeability, clogging, the rejection rate and finally regeneration of the membrane.

As we found the TSS in the leachate, colloids; high turbidity that we begin with the pre-filtration. A keg test, pre filtration is required on canvas before we pass on the membranes. After pre-filtration, the reduction of MES is around 40% or 80 $mgMES.l^{-1}$. In our study, the performance of the filter depends on the prior coagulation leachate, so we use ferric chloride [16].

Stirring conditions: 160$trs.min^{-1}$, 5 min for coagulation. To promote flocculation must 40$trs.\ min^{-1}$ for 20 min. Just 2 sludge stabilization hours to collect samples of supernatant. The ferric chloride dosage is determined by measuring turbidity.

3.5.1 INFLUENCE OF SPEED AND PRESSURE IN NANO FILTRATION: RESULTS

We illustrate our results on the evolution of the flow limit after two hours for the three membranes according to different traffic speeds in the following tables 8-18:

TABLE 8: filtration flow of the pressure on the MP-20 for water

Pressure (bar)	Flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
1,4	10,01
4	34,20
10	15,01
15	107,02

TABLE 9 : filtration flow of the pressure on the MP-20, v=1ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
1,4	0
5,2	20,01
10	55,20
14	60,10
15	69,2

TABLE 10 : filtration flow of the pressure on the MP-20, v= 3,4 ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow($l.h^{-1}.m^{-2}$)
0	0
4	24,01
10	55,20
14	68,03
15	79,02

TABLE 11. flow of the pressure on the MP-20, v= 5 ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
5,2	32,5
10	60,01
14	69,01
15	87,01

The following tables summarize the data obtained on MP-31 on different speeds.

TABLE 12. flow depending on the pressure on the MP-31, for water

Pressure (bar)	Flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
09	9,0
10	91,1
15	120,9

TABLE 13. flow depending on the pressure on the MP-31, v= 1ms^{-1}

Pression (bar)	flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
5	19,8
10	47,1
13,1	53,3
15	60

TABLE 14. flow depending on the pressure on the MP-31, for water v =3,4ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
5	20
10	60,1
13,1	64,8
15	78,1

TABLE 15. flow depending on the pressure on the MP-31, for water v=5ms^{-1}

Pressure (bar)	flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
5	20
10	52,8
13,1	65,2
15	77,9

The following tables relate to the study of membrane NO1A.

TABLE 16: flow depending on the pressure on NO1A for water

Pressure (bar)	flow ($lh^{-1}m^{-2}$)
0	0
1,2	13,1
5,0	58,9
10	104,7
15	105,1

TABLE 17. Flow depending on the pressure on NO1A, v=1ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow (lh^{-1}m^{-2})
0	0
6	9,1
10	10,9
13	13,0
15	14,1

TABLE 18. Flow depending on the pressure on NO1A, v=3,4ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow (lh^{-1}m^{-2})
0	0
4	8,9
6	13,1
10	27,02
15	28,01

TABLE 19. Flow depending on the pressure on NO1A , v=5ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow (lh^{-1}m^{-2})
0	0
6	13,1
10	17,2
13	17,9
15	25,3

By observing the membrane throughput for the case of MP-20 and MP-31 membranes, they operate in a linear fashion for the studied speeds. On the two membranes, the permeation flux is important that the mineral membrane. If we draw the graph to the speeds 3.4 and 5 ms^{-1} the curves are almost confused while for NO1A membrane of Table 18, the pressure has less effect on the permeability of the flux. For a speed for example 10 bar, v = 3,4 ms^{-1}, the flows are 60 l.h^{-1}m^{-2} respectively while for the NO1A membrane, the recorded stream is 27 l.h^{-1}m^{-2}.

3.5.2 THE CHEMICAL OXYGEN DEMAND, EVOLUTION AND THE REJECTION RATE IN THE CUK

Consider the studied velocity of 1 to 5 ms^{-1} to MP-20 membrane and NO1A for a 10bar pressure. The results are shown in Table 20. The average COD in the CUK is 762.13 mgO_2.l^{-1}., Any time during the 2006 campaign, for example, we have achieved a range of COD of between 40 and 1920 mgO_2.l^{-1}. This will be the basis of our study as shown in Table 21 on the first N01A membranes and MP20 and Table 20 summarizes the results of the effect of pressure on the rejection rate on membranes MP20, MP-31 N01A for a speed of 3,4ms^{-1}.

TABLE 20. The COD depending on the speed at 10 bar

Membranes	Speed (ms^{-1})	COD (mg0_2/l)
NO1A	0,55	960,00
MP20	0,55	1457,14
NO1A	3,00	937,14
MP20	3,00	1440,00
NO1A	3,14	960,00
MP20	3,14	1417,15
NO1A	4,80	960
MP20	4,80	1417,15

For 10bar pressure and a temperature of 25°C, the evolution of COD knew the two membranes do not significantly change with increasing speed. The results are similar on the two membranes. Performance of abatement of COD, the speed

does not bring any influence. The permeate stream can vary in either direction (increasing or decreasing) without depending on the COD and then we can choose an appropriate speed. The favorable observation shows that under the same hydrodynamic conditions the better NO1A membrane eliminates COD that MP20 membrane and then the rejection rate of the inorganic membrane is greater than that of the organic membrane.

TABLE 21. Effect of pressure on the rejection rate for v = 3,4ms^{-1}

Pressure (bar)	Membranes	(%)
4	MP20	60,0
	MP-31	76,1
	NO1A	65,5
6	MP20	70,0
	MP-31	76,2
	NO1A	70,0
10	MP20	76,0
	MP-31	76,0
	NO1A	77,1
13	MP20	76,0
	MP-31	84,5
	NO1A	76,2
15	MP20	76,0
	MP-31	84,5
	NO1A	77,1

We set the flow rate to 3.4 ms^{-1}, our finding that there is a slight increase in rejection rates with pressure. From 10bar, there is a stabilization of retention around 76-77%. The acceptable value of the chemical oxygen demand of 1417.15 mg0_2l^{-1} as shown in Table 22 for a stabilized flow to three hours.

TABLE 22. Performance membrane at 10 bar

Membranes	Flow (lh^{-1}m^{-2})	COD permeat (mg0_2l^{-1})
N01A	97,01	960,00
MP-31	60,1	-
MP20	55,2	1417,15

The behavior of each membranes is described in Table 23 to a pressure ranging from 6 to 10 bar, speed of 3.4 ms^{-1} for a temperature of 25 ° C.

TABLE 23: Behavior of each membrane as a function of determined operating conditions

	NO1A	MP-31	MP20
Gross flow(l.h^{-1}.m^{-2})	8,9	20	24
flow limit (l.h^{-1}.m^{-2})	13	11	55,2
Clogging (%)	28	34	5
Lowering of permeability (%)	18	29	8
Nanofiltrat COD (mg0_2/l)	960	1457	1417
Percentage retention (%)	70	76	70

N01A the membrane adsorbs the components of the leachate as MP-31 membrane and adsorption is only part of clogging for a retention rate of 70%.

MP-31 membrane has a retention rate of 76% longer than the two other membranes for low pressures. The irreversible blockage is 34% larger than the other two cases. The other two show values related to the static adsorption showing a strong

interaction between solute-membrane [17]. For a flow of permeate acceptable, retention of COD is improved due to this adsorption.

In MP20, there is a concentration polarization at the membrane surface and the flux decreases with respect to the flux limit. The leachate has less connection with the membrane that absorption is static. This explains an irreversible clogging of 34% with a retention rate of 70%. So there is not an electrostatic effect.

It should be noted in this study that clogging arises from clogging of pores by molecules contained in the leachate. The molecular weight of leachate molecules is between 500 Da and 1000Da according to [18]. Following this high molecular weight, there is internal clogging and penetration of these molecules in the membrane. Indeed, all that is clogging internal and surface absorption alter the membrane rejection and for the three membranes increases with pressure. According to Fick's law [19] such developments rejection rate highlights the importance of solubilization-diffusion process in the transfer mechanism in relation to the law of Hagen-Poiseuille (which describes the laminar flow of a viscous liquid in a cylindrical pipe for the capillary process. This process translates the irreversible transmission which is in the migration of chemical species in the environment and under the effect of thermal agitation there is movement of the components areas high concentration to those of concentration reliable. The law of Poiseuille gives theoretically the relationship between the rate of flow and viscosity of the fluid. [20]

3.5.3 THE PERFORMANCE OF THE MEMBRANE N01A: COAGULATION INFLUENCES

The flux decreases this is an observation and it is caused by fine organic molecules. We have developed a pre-treatment of coagulation-floculation to eliminate it. As there hydroxides in the leachate, there is also a sudden change of the solution has changed supernatant of color and increases the concentration of COD. We observe a reduction of COD of around 70% N01A membrane. We observed the presence of colloid in the leachates from which the acidic pH which was observed during treatment of data [21]. Colloids flocculate around pH 7-8 where in the presence of organic compound (carboxylic functions). Characterization data of the leachate and the supernatant concentrated in Table 24 and Table 25 that concentrates the performance of the membrane after coagulation N01A.

TABLE 24. Parameters of the leachate and the supernatant

Parameters	leachate of CUK	Supernatant
COD($mg0_2$/l)	762,13	410,15
pH	7,6	6,1
Turbidity (N.T.U)	536	4
MES(mg/l)	280	80
Fouling Index (1/min)	4,8	4,5

TABLE 25. N01A performance of the membrane after coagulation in 2006.

COD leachate	P (v=3,4 ms^{-1})	Flow($l.h^{-1}m^{-2}$)	Tr	COD Lt	Rt
762,13 $mg0_2$/l	5bar	58,9	70%	400$mg0_2$/l	70%
762,13 $mg0_2$/l	10 bar	105,1	77%	300$mg0_2$/l	76%

P= pressure, F= flow, Tr : percentage of rétention, Lt = treated leachate, Rt= total reduction.

Coagulation-flocculation is insufficient for the simple reason that it is difficult that the small molecules of acids coagulate. It is for this reason also that the clogging index is similar before and after treatment as shown in Table 25. However, after coagulation, the membrane performance is improved so that the reduction of chemical oxygen demand ranges from 70% to 77% so teaches that a pressure of 10 bar, the final permeation flux was 105 $l.h^{-1}.m^{-2}$ instead of 58.9 $l.h^{-1}.m^{-2}$. Thus the coagulation-flocculation has a goal of making the chemical oxygen demand of leachate stabilized.

Since fouling index is 4.5 the supernatant a character crushing because the molecules which it is composed have molecular weights close to 500Da and 1000Da, and are not completely removed during coagulation. These compound then clog the pores of the membrane causing the limitation of the performance and thus cause clogging. This requires the use of more dense membrane then the N01A will have a lower flow than organic membranes.

Seeing the relationship that may exist between the flow and pressure for a speed of 3.4 ms^{-1} N01a the membrane before and without coagulation, we see the clogging value remains high. Tables 26, 27 and 28 show the results to confirm our hypothesis.

TABLE 26. Flow function of pressure, pure water, v=3,4 ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow ($l.h^{-1}.m^{-2}$)
0	0
1,1	7,5
10	100

TABLE 27. Flow depending on the pressure, with coagulation, v=3,4 ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow ($l.h^{-1}.m^{-2}$)
0	0
5,12	25,5
10	40
15	54

TABLE 28. Flux en fonction de la pression, no coagulation, v=3,4 ms^{-1}

Pressure (bar)	Flow ($l.h^{-1}.m^{-2}$)
0	0
4	8,0
6	19
10	21
13	25,5
15,5	25,6

At a temperature of 25 ° C, an increase in the flow in function of the pressure is observed at the same time if coagulation or not. Clogging remains so high and irreversible hence increased flow.

4 CONCLUSIONS

Our study's primary motive ecotoxicity leachate few hospitals in Kinshasa and especially we focus on CUK. The ecotoxicity was assessed using Daphnia and Microtox tests. The main approach for the evaluation of physicochemical parameters. It appears that the tested leachate are stable for ecotoxicity notes for leachates whose composition is variable. This toxicity test is the first integration tool to study complex mixtures that can replace a physical and chemical analysis. The analytical resources that we used are important and help find the leachate which have a high potential ecotoxicity. Both tests did not identify the nature of the contamination but show the synergy of the components of a complex mixture. At high pH, toxicity is unambiguous. It is also louse us a physical and chemical indicator to control or monitor. The use of quality classes allows us to see the eco-toxic leachate behavior. We have developed our analysis that stable leachate are when ecotoxicity is constant for those who are unstable ecotoxicity which is variable. The tests are then sorting tool different landfill leachate studied. The second aspect of our study concerns the response to treatment with membrane nano filtration of the resulting leachate. This study allowed us to develop the technique for removing COD obtained after biological treatment. Instead of using the reverse osmosis technology which is expensive, we evaluated the performance of organic and inorganic membranes for assaying the lowering of the organic load. The performance of the three membranes were evaluated advantage of leachate CUK. The membranes also have a stabilized leachate behavior such as adsorption, polarization, pore clogging. Whatever the membrane, the abatement rate was around 70% in all cases. We at the hydrodynamic parameters used high traffic speeds for limiting the polarization and a decrease in permeation flux. With chromatographic methods, NMR spectrometry on ^{13}C, pyrolysis and mass spectrometry we have obtained in leachate stabilized naphtoic acid whose molecular formula is $C_{11}H_8O_2$ [22] (naphthalen-1 carboxylic acid) and other compounds the carboxylic group as fulvic acid and humic similar. The chemical formula of these acids present aromatic nuclei linked by the aliphatic chain and functional groups [23] acidic. The fulvic acids have similar molecular formula $C_{12}H_{12}O_5$ to which the O/C ratio is 0.7 with a -COOH function to a great abundance of

carbohydrate [24]. The polymerization reduces the aliphatic chain and its importance. It is therefore a yellowish liquid such as tea or gold whose molecular weight varies from 900 to 2000 $g.ml^{-1}$ different from the mass of the humic acid (between 1,000 to 100,000 $g.ml^{-1}$) of a light brown [25] which is not observed without our experimental study. That's the difference between naphtoic acid and its counterparts cited in this study. With the nano filtration we have to determine the transfer mechanism.

REFERENCES

[1] HAMON M., F. PELLERIN, M. GUERMET, G. MAHUZIER. 2002. Chimie analytique méthodes spectrales et analyse organique. Paris, Masson.

[2] FORBES V.E., T.L. FORBES, J.L. RIVIERE. 1997. Ecologie : Théorie et application. Ed. INRA, 256p

[3] PENNAK, R.W. 1989. Frech-Water invertebrates of United States. 3th edition, Protozoa to Mollusca. John-Wilem and Sons, New York. N.Y.

[4] ESCHER BI., N.BRAMAZ, J.F. MULLER, P.QUAYLE, S.RUTISHAUSER, ELM. VERMELRSSEN.2008. Toxic equivalent concentrations for baseline toxicity and specific modes of actions as a tool to improve interpretation of ecotoxicity testing of environmental samples. J. Environ.Mnt. 10 : 612-621.

[5] ANONYME. 1992. Environmental Canada, Biological test Method Toxicity test using luminescent Bacteria. Report EPS 1/RM/24.

[6] MAES .1986. Déchets industriels, mode d'emploi. Ed Technique et documentation. Paris

[7] CLEMENT B.1994. La toxicité aiguë des lixiviats de décharges, apports respectifs et complémentarité des approches biologiques et physico-chimiques. Thesis Univ. de Savoie, 323p

[8] APHA, AWWA, WEF. 2005. Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. 2e édition, Part 3125.

[9] DUPONT P-L., GALVEZ CH., Le GRAND N., KALUNZY P. 2009. Intérêt de l'ICP-MS pour l'analyse des ultra traces dans l'industrie électronique. Spectra Analyze, n° 267pp 44-50.

[10] ROUQUEROL J., D. AVNIR, C.W. FAIRBRIDGE, D.H. EVERRETT, JH.HAYNES, N.PERNICONE, J.D.RAMSAY. K.S.W. SING and K.K.UNGER. 1994. Recommendation for the characterization of porous solids. Pure and Appl.Chem, vol66, 8: 1739-1759

[11] POURCELLY G. 2004. Membranes polymères en milieu poreux, Procédés membranaires : Etat de l'art et perspectives. Actualités G.F.P. Bulletin n°99.

[12] MOULIN C. COTE P., MERCIER M. 1993. Nano filtration : l'avenir de l'eau. Biofutur 12 : 37-41.

[13] MIETTON-PEUCHOT M., PEUCHOT C., COURTOIS T. 1997. Nano filtration d'effluents industriels. L'eau, L'industrie . Les nuisances 12: 37-41

[14] CHIANE E.1977. Stability of organic matter in landfill leachates. Water Research. 11 : 225-232

[15] MAUREL A. 1995. Osmose Inverse , principe technologies et applications. Rapport d'Etudes SEP/SEATN 95-284 CEA. Cadarache, Saint Paul-Lez-Durance.

[16] SLATER C., AHLERT R., UCHRIN C.1983. Traitement of landfill leachates by Reserve Osmosis. Environmental Progress 2(4) :251-256.

[17] RANDON L., LIRA M., PATERSON R. 1994. Protein filtration using surface modified ceramic membranes. Congres interfiltra , Paris. 44-49

[18] TREBOUET D., LE COUPANNEC F., MORIND PEYRON J.J., JAQUEN P., QUEMENEUR F. 1996. Fractionnement et caractéristiques des lixiviats. Conférence JIE Poitiers, 73 :1-16.

[19] MARCHAND E.2007. Analyse de sensibilité déterministe pour la simulation numérique du transfert de contaminants. Thèse de Doctorat, Parix IX. 240p

[20] BOUDAOUD A., SAHAROUI C.2000. singular Thin Viscons Sheet. Ohys. Rev.E. p.64.

[21] AMOKRANE A. 1994. Epuration des lixiviats de décharge, prétraitement par coagulation-floculation, traitement par osmose inverse, post-traitement par incinération. Thèse Insa, Lyon, 186pages.

[22] RICHER J-C., J.RIGAUDY. 2002. Composés organiques purs, propriétés. Ed techniques de L'ingénieur, vol 2, p250

[23] CALVET R .2003. Le sol, propriété et fonction. Constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Ed. France Agricole, Dunod. Tome 1. 181p.

[24] LEGUBE B., F.XIONG, J-P. CROUE, M.DORE .1990. Etude sur les acides fulviques extraits d'eaux superficielles françaises, extraction, caractérisation avec le chlore. Revue des Sciences de l'Eau, 3 : 399-424.

[25] CHRISTMAN F.R., D.L. NORWOOD, Y. SEO, F.H.FRIMMEL.1987. Oxidative degradation of humic substances from freshwater environments. Humic substances II. Search of structure. NY, John Willey and Sons.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 303-327
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

CENT ANS D'EVANGELISATION DE L'EGLISE CATHOLIQUE : QUELS ACQUIS ET DEFIS ? CAS DE LA PAROISSE DE BOBANDANA, RD CONGO

Valentin MADIHANO MUNGU-IKO[1-2] and René BITANGI MUKOMBE[3]

[1]Institut Supérieur Pédagogique de KALEHE, RD Congo

[2]Institut Supérieur de Management de Grands Lacs (I.S.M.G.L), RD Congo

[3]Faculté de Sciences Sociales, Politiques et Administratives, Université de Goma, RD Congo

Copyright © 2017 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 evangelization of the Catholic religion carried out 100 years in the parish of Bobandana whose seat is established in Minova, in South Kivu, in the DR Congo.
Indeed, this article clearly shows that the Catholic religion has settled in a socio-cultural environment with strong traditional religious knowledge and practices, some of which resemble those of the Western religion. Throughout its establishment, the Church has invested in several fields; At the end of the centenary, the balance sheet is still mixed. For, on the spiritual plane, despite the fact that this Parish allowed the creation of other Parishes and that there was an increase of a significant number of the Catholic believers in this earth; We deplore, however, the very advanced disintegrating character which strikes his Church almost abandoned by the ecclesiastical authorities of her diocese. From the point of view of development, the parish of Bobandana has contributed considerably to the opening up of the environment by opening major roads leading to the large urban centers. In addition, it has reversed itself in education through the creation of primary and secondary schools with the active support of the local population. Moreover, in the agro-pastoral sector, new plants, new animals and breeding stock have been introduced into the environment. However, we deplore a Eurocentrist approach which does not often take account of local cultural realities in order to promote the spiritual and socio-economic development of the sons and daughters of this parish. The diocesan authorities seem to discriminate against them, Causes are unknown.

KEYWORDS: enculturation, assimilation, socialization, tradition, development, cultural value, rite, ceremony, devaluation.

RESUME: L'évangélisation de la religion catholique a réalisé 100 ans dans la paroisse de Bobandana dont son siège est établi à Minova, au Sud-Kivu, en RD Congo.
En effet, cet article montre clairement que la religion catholique s'est installée dans un environnement socio-culturel disposant d'une connaissance et des pratiques religieuses traditionnelles solides et dont certains rites ressemblent à celles de la religion occidentale. Tout au long de son implantation, l'Eglise s'est investie dans plusieurs domaines ; à l'issue du centenaire, le bilan est encore mitigé. Car, sur le plan spirituel, en dépit du fait que cette Paroisse a permis la création d'autres Paroisses et qu'il y ait eu une augmentation d'un nombre important des croyants catholiques dans ce terroir ; on déplore cependant le caractère de délabrement très avancé qui frappe son Eglise presque abandonnée par les autorités ecclésiastiques de son Diocèse. Du point de vue du développement, la Paroisse de Bobandana a considérablement contribué au désenclavement du milieu en ouvrant des routes principales menant vers les grands centres urbains. En outre, elle s'est invertie dans l'éducation par la création des écoles primaires et secondaires avec le concours actif de la population locale. Par ailleurs, en matière agro-pastorale, des nouvelles plantes, des nouveaux animaux et d'élevages ont été introduit dans le milieu. Cependant, on déplore une approche européocentriste qui ne tient pas souvent compte des réalités culturelles locales en vue de promouvoir le développement spirituel et socio-économique des filles et fils de cette Paroisse, on dirait une discrimination de ces derniers par les autorités diocésaines et dont les causes sont méconnues.

MOTS-CLEFS: enculturation, assimilation, socialisation, tradition, développement, valeur culturelle, rite, cérémonie, dévalorisation.

Corresponding Author: Valentin MADIHANO MUNGU-IKO

1 INTRODUCTION

Un siècle d'évangélisation chrétienne catholique en 2012 aux peuples dits indigènes de Bobandana, à cultures diversifiées, à cohabitation conflictuelle ; l'heure est à l'évaluation de l'assimilation de cette nouvelle culture européenne. Cette œuvre chrétienne de transformation spirituelle d'une culture africaine en la culture occidentale est un travail de longue alène. L'évangélisation qui consiste en l'adoption et à l'adaptation à une vie nouvelle, celle du changement mental, spirituel, économique, comportemental, etc, cette acculturation a rencontré une résistance de la population pour s'y conformer, elle en a payé le prix.

Suite aux efforts d'évangélisation des Européens, l'Afrique voit naître dès la fin du XIXe siècle d'innombrables nouvelles Églises associant la religion chrétienne aux traditions autochtones (en particulier la vénération des ancêtres).[1]

Cependant, comme tout changement s'inscrit dans le temps en vue de travailler sur l'aspect psychologique des bénéficiaires, le Père *Gillès de Péllichy*, premier Curé de la Paroisse en provenance de Nyundo en République du Rwanda, a consacré une partie de sa vie pour y apporter, grâce à la Bible ,*« la bonne nouvelle »* aux paroissiens de Bobandana. Il faut noter que, cette même Bible a été utilisée comme instrument de colonisation et donc, l'un des piliers pour asseoir l'entreprise coloniale. La réussite de cet enseignement a bénéficié du concours des autochtones sans distinction de sexe ; les femmes comme les hommes, tous ont participé à la construction de la Cathédrale de la Paroisse de Bobandana appelée au paravent ''Kitalaga''.

L'Eglise ne cesse de prêcher aux fidèles la cohabitation pacifique, l'amour du prochain, le développement et bien d'autres vertus. Mais, cent ans après, le bilan est mitigé. Entre temps, l'implantation de la Paroisse catholique dans la contrée située entre le Territoire de Kalehe et celui de Masisi, a été un choix stratégique d'installation suite aux conditions géographiques favorables du milieu. Par la suite, sa présence dans la région a permis de mettre fin aux conflits de conquêtes qui opposaient depuis plusieurs décennies le peuple Havu à celui de Hunde.

Par ailleurs, l'Eglise qui est venue comme le libérateur contre l'emprise des traditions coutumières et des démons sataniques, ne s'est pas installée de manière aisée au sein d'une communauté qui adore à cette époque son Dieu par des pratiques proprement traditionnelles contraires à celles des blancs. Pour faire table rase aux pratiques des peuples Noirs, les missionnaires interdiraient formellement toutes les idées ou pratiques ayant trait aux coutumes traditionnelles les qualifiant de diaboliques, de maléfiques et contraires à la bonne nouvelle. Malgré tout, les maux qui ont été visés par la prédication demeurent, du fait que les baptisés font toujours recours aux fétiches, à la sorcellerie et quelques uns croient aux rites traditionnels; la pauvreté atteint une ampleur assez inquiétante, l'analphabétisme d'une majorité de la population de la paroisse de Bobanda est toujours une réalité irréfutable.

Ainsi cent ans après, les défis sont énormes, alors que dans son plan, l'Eglise disait venir apporter la civilisation aux Nègres ; seulement quelques écoles ont été créées, certaines fonctionnent dans des classes en chômes, en bois et d'autres construites en dures avec trois ou quatre salles, incapables de faire face aux demandes en scolarité compte tenu du taux de croissance démographique que connaît la population de la Paroisse de Bobandana. L'unique école secondaire, c'est le Collège Lwanga créée à Minova siège de la Paroisse depuis 1926, n'a pas servi seulement les filles et fils de la Paroisse, d'autant plus que la majorité des bénéficiaires provenait des Provinces lointaines de la RD Congo et des Pays voisins, alors que considérée comme une école pilote de la région. Seuls les enfants des bourgeois ont eu à la fréquenter compte tenu des conditions sélectives difficiles pour y être inscrit. Ce qui a fait que, les enfants du terroir n'ont pas eu accès facile d'y étudier. Conséquence, le taux élevé des illettrés dans la contrée. Pour pallier la situation, il a fallu créer une école de cycle cours pédagogique aux environs pour essayer de soulager la demande des enfants du milieu.

En matière de santé, hormis l'hôpital chirurgical de Kirotshe, une création de la CEMUBAC, seule la maternité de Bubandana des sœurs de la congrégation des Filles de Marie a été construite à Minova récemment vers les années 1982, pour essayer d'apporter assistance aux femmes qui, pendant l'accouchement, leurs vies étaient en danger même si sa capacité d'accueil ne pouvait pas satisfaire aux besoins de tous les paroissiens. Récemment, deux hôpitaux généraux de référence venaient d'être inaugurés l'un à Bobandana et l'autre à Kiniezire.

[1] *Les chrétiens dans le monde, un article sans nom*

Sur le plan agricole, on a observé l'introduction des nouvelles cultures industrielles dans la région telles que les caféiers, les quinquinas, les eucalyptus, arbres qui contribuent énormément dans la construction des maisons et la fabrication des meubles partout dans la région.

En effet, l'évangélisation au profit des paroissiens de Bobandana a modifié tant soi peu les comportements d'un grand nombre des personnes qui ont accepté de recevoir la Parole et la mettre en pratique, bien qu'on observe encore chez d'autres gens une sorte de répugnance vis-à-vis de ce qu'ils ont qualifié d'une imposition de la culture occidentale.

Ainsi, cette méfiance s'est matérialisée par le vol et la vandalisassions répétitifs du tabernacle qui a été emporté et éventré avant d'être abandonné dans un marais proche de la paroisse et cela à quatre jours de la Noël 2003. La destruction du statut de la vierge marie, à la recherche des prétendus métaux précieux en vue d'un enrichissement facile, rapide et illicite, car selon certaines croyances ; les blancs y auraient caché des minerais qu'il faut extraire. En effet, depuis les années 2002, la majorité de la population de la région du Kivu a adopté une culture de la destruction et de désacralisation suite aux pillages successifs qui ont eu lieu pendant le régime de Mobutu. Ce comportement a été aggravé par les guerres tribalo-ethniques transformés en rébellions qui ont durées pendant plusieurs décennies avec des conséquences néfastes sur la vie des chrétiens.

A la suite de ces différents conflits, pour nombre personnes, il est devenu presque banal malgré l'évangile, de faire des actes de vandalisme, ce qui amène Aloys TEGERA à dire que: « *La montée de la violence dans cette localité a ouvert la porte à toute sorte d'abus et une tribalisation à outrance allant jusqu'à la désacralisation des objets symboliques. En effet, une façon de mettre dehors le curé hutu de la mission catholique dont la population est essentiellement formée de Havu et de Hunde, fut de voler le tabernacle dans l'église.* »[2]

En dehors de cette méfiance, on observe une concurrence pastorale menée par le protestantisme venu de la partie nord de la paroisse de Bobandana animé par certains membres de la communauté Nande pour contrebalancer la foi catholique. C'est ainsi qu'apparaîtra entre autres la CEBCA qui, actuellement est un défis à l'égard de l'Eglise catholique.

Au final, le constat est que cette communauté paroissiale vit avec ses doutes et ses questions qui demandent tout un travail d'élaboration de réponses qui soient à même de fouetter vigoureusement un vécu religieux dans un contexte général de vie qui mobilise toutes les énergies.

Eu égard à tout ce qui précède, il y a lieu de nous interroger sur les acquis réalisés et les défis auxquels l'Eglise Catholique a été confronté dans la Paroisse de Bobandana durant cent ans de son implantation et ce, dans les domaines spirituel, économique, socioculturel, infrastructurel ; bref pour la promotion du développement des paroissiens de Bobandana.

Faisons enfin remarquer que pour la compréhension et l'interprétation de cette analyse, nous nous sommes servi de la méthode dynamiste pour élucider les différents changements que l'Eglise catholique a pu apporter dans le milieu durant cent d'évangélisation et apporte encore dans le milieu ainsi que l'approche historique, alors qu'en ce qui concerne les outils de récolte des données, nous avons utilisé les techniques documentaire, d'interview, ou d'entretien libre non structuré, d'observation désengagée. Pour ce faire, les hommes et les femmes de troisième âge ont été nos informateurs privilégiés dans le milieu parce que, pour rechercher des éléments de l'Histoire de la Communauté ; nous avons ciblé en priorité les personnes dont l'âge varie entre 60 et 100 ans et quelques responsables de l'Eglise et coutumiers.

2 PRESENTATION DE LA PAROISSE DE BOBANDANA

La paroisse de Bobandana est l'une des plus anciennes paroisses du Diocèse de Goma. Ainsi, nous pouvons présenter de manière succincte le milieu de notre étude. Cette paroisse a évolué dans le Vicariat Apostolique de Goma qui fut créé le 30 juin 1959 par la division de celui de Bukavu. Il fut érigé, comme partout ailleurs en RD Congo, en Diocèse le 10 novembre 1959. Le portrait du diocèse de Goma se présente comme suit:

Administrateur Apostolique :

Louis VAN STEENE 1959 - 1960

[2] *TEGERA, Aloys : « réflexions autour du concept de légitimité et des pratiques passées et actuelles : la difficile marche vers l'apprentissage d'une culture citoyenne » in regard croisé.*

Evêques :

Joseph BUSIMBA MIKARARANGA 1960 - 1974

Faustin NGABU 1974-2009

Evêque Coadjuteur :

Théophile KABOY 2009-2010

Evêque actuel

Théophile KABOY 2010- à nos jours.

Le Diocèse comprend, dans la Province du Nord - Kivu, les Paroisses de la ville de Goma, celles des Territoires de Nyiragongo, de Rutshuru, de Masisi et de Walikale ainsi que celles installées dans une partie du Territoire de Kalehe au Sud Kivu. Il s'étend sur une Superficie de 25.000 Km2 avec une population de 2. 250.000, dont 975.000 sont des chrétiens Catholiques répartis dans 25 paroisses[3] (cfr. carte en annexe). Ainsi, la Paroisse dont il est question ici, est établie à cheval sur une partie du Territoire de Kalehe, Province du Sud-Kivu et en Territoire de Masisi en Province du Nord-Kivu.(cfr Fig.2)

2.1 L'ARRIVÉE DU PÈRE GILLÈS AU BORD DU LAC KIVU

Sans faire allusion au passage à Nyundo au Rwanda du Père Gilès de Péllichy, tel que signalé ci-haut J.B MURAIRI MITIMA note que, « *La Mission de Bobandana, établie par le charismatique Père Gillès de Péllichy, fut bâtie sur la colline Kitalaa (Bobandana) faisant partie du territoire disputé de la presqu'île du Buzi. Ce missionnaire, arrivé au Congo par Boma en janvier 1912, effectua en 7 mois le trajet Léopoldville–Uvira–Nya-Lukemba (Bukavu)–Goma–Rutshuru–Kishali– Sake. En fait, le religieux avait été conduit de Sake à Bobandana par le célèbre Commandant Henry et par le Commandant Brochart, le maitre de Kitopfu (Masisi), après avoir prospecté d'autres coins. Le Père Gillès de Péllichy raconte qu'il avait une préférence pour les bords des lacs Mukoto, où il s'était d'ailleurs rendu en premier lieu.* »[4]

Dans la presqu'île du Buzi, située à la pointe nord du Lac Kivu, Monseigneur Auguste Léopold Huys prend possession de la colline de Kitalaga du 17 au 19 juillet 1912. Entant que pionnier, et sous les ordres de son Evêque, le Père Alexandre Gillès de Péllichy mis ses pieds dans la notabilité de Butumba, le 20/08/1912. Il est logé par le fortin militaire belge installé à Bubandano (ou *Chibandano*)[5]. Il y reste avec une petite communauté chrétienne composée d'une quinzaine de familles venues de Nyundo (Rwanda) et de quelques militaires de la station. Pour se rapprocher de Biglimani, chef coutumier des Bahavu à l'époque, il avait ouvert la succursale de Kisiza – Bulenga la seconde installation d'évangélisation du missionnaire. Le 13 octobre 1912, il se fixe sur la colline de Kitalaga, lieu choisi par son évêque, pour abriter le poste de mission qui portera le nom de Bobandana pour signifier son objectif de réconcilier des Bahunde et des Bahavu en guerre de conquête. Pour gagner le cœur des Bahunde, qui ont perdu la guerre et l'espace, le missionnaire catholique Gillès de Pellich, le catéchisme, les chants et la liturgie sont faits en Kihunde. Mais avant cela, la plus grande difficulté était la communication avec la communauté locale. Elisabeth Nowali de Nyamubingwa, qui prit part au transport du sable qui a servi à la construction de l'église de Bobandana, décrit la technique d'approche du Père Gillès. « *Il est venu voir Mirimba, le chef du village Lushebere, puis a acheté la bière pour discuter avec les villageois. Il a pu ainsi gagner des adeptes parce que Victor Bikuba, le premier prêtre noir de notre paroisse, est de notre village.* »[6]

Du côté des Bahavu, la colline de Kitalaga, où est établie la paroisse, faisait partie des possessions personnelles d'un certain NZIGI RUSUMBA, un notable Havu qui l'aurait cédée aux Blancs par obéissance aux injonctions de son chef coutumier Mwami Sangara Biglimani. Ce site rencontrera l'assentiment des Pères Blancs qui l'avaient découvert après avoir exploré la région de Kibati, sur proposition du Père Pagès (Nyundo–Rwanda) où le manque d'eau et la proximité de la mission de

[3] *Annuaire de l'Eglise catholique en RD Congo, Editions du secrétariat général de la CENCO, Dépôt légal : NW 3.01037-57194, ISBN, B.P. 3258 – Kinshasa / Gombe, 2012 - 2013*

[4] *J-B MURAIRI MITIMA, Les Bahunde aux pieds des volcans Virunga (R-D Congo), L'Harmattan, Paris, 2005. p.116*

[5] *« Bubandano » (Chibandano : un de la langue havu qui signifie « Carrefour » où les gens des différents milieux peuvent se rencontrer pour discuter des problèmes de leur sociétés.*

[6] *Elisabeth Nowali, enquêtée et témoin vivant de l'installation de la mission de Bobandana.*

Lulenga et de Kishali les avait découragés, sur insistance du commandant Brochart, où les anthropophages (*Baliyoko*)[7] leur ont causé une grande terreur. Pour évangéliser, le Père Gillès crée des postes de santé, des écoles et fait beaucoup de visites à domicile sans parvenir à éteindre le conflit entre les Bahunde et les Bahavu. Des constructions à toit de chaume à la Mission seront plusieurs fois victimes d'incendies. Son opiniâtreté finira par payer. Plusieurs succursales sont ouvertes, le culte des dieux traditionnels disparaitront peu à peu et les œuvres de la mission vont grandir et vont se multiplier.

A cheval sur les territoires des Bahunde et des Bahavu, en 2012, et donc à la limite des provinces du Nord et du Sud-Kivu, ses subdivisions pastorales actuelles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Zones pastorales et succursales de la Paroisse de Bobandana actuelle

N°	Zone pastorale	Succursales						
01	BITONGA	Bitonga	Buyaga	Kabalekasha	Nyamatovu			
02	BULENGA	Bulenga	Butumba	Kagarama	Kea	Kitembo		
03	BUKOBATI	Bukobati	Kabingo	Nyamubingwa				
04	BWISHA	Bwisha	Kirehe	Makelele	Mbasha	Nyamuhundu		
05	BWITEREKE	Bugarama	Bwitereke	Ciriba	Mpumbi			
06	KALUNGU	Kalungu	Murambi	Tchebumba				
07	KINIEZIRE	Buruga	Kiniezire	Nyabivumo				
08	KITALAGA	Bishange	Buhumba	Buganga	Bweremana	Karubanda	Nyondo	Rutshunda
09	KYABONDO	Kabase	Kyabondo	Renga				
10	MUKWIJA	Makengere	Muganzo	Mukwija	Mweha			
11	RUHUNDE	Gahanga	Karango	Ruhunde	Segenyi			
12	SHANJE	Lumbishi	Numbi	Shanje	Tchambombo			
13	ZIRALO	Bulyashenge	Bunje	Chandokoro	Kashebere	Ndumba		

Source : Notre enquête

2.2 LA PERCEPTION ET LE MODE D'ADORATION DE DIEU CHEZ LES INDIGÈNES AVANT L'ÉVANGÉLISATION

2.2.1 LA FOI ANCIENNE DANS LA PAROISSE DE BOBANDANA

« *La Religion traditionnelle africaine exerce encore une forte influence sur les Africains qui sont naturellement religieux (…) si l'on veut répondre à la question : en quoi l'évangile a-t-il quelque chose de nouveau c'est-à-dire aux Africains, il est indispensable de connaître et d'apprécier les racines religieuses des peuples de ce continent puisque, selon la sagesse africaine, "c'est en enfonçant ses racines dans la terre nourricière que l'arbre s'élève* "».[8]

a) La notion de Dieu chez les Havu, Hunde, Tembo et Nyanga avant l'implantation de la Mission de Bobandana

D'après le récit d'un ancien, leurs ancêtres reconnaissaient l'existence de Dieu qu'ils appelaient ''*Namahanga*'',''*Lulema*'', ''*Ongo*''[9] selon les langues et on s'adressait à lui priant ''*kuhera*''.[10] Seulement, ce Dieu lointain était difficile à atteindre. Il a donc fallu l'intervention des intermédiaires que sont les différents dieux plus accessibles comme *Muhima*[11], *Hangi, Luendo, Biheko, Nyabingi, Kahombo, Chirunga, Shabushenjegerhe, Ntsibira* ou *Chilala*[12] chez les Bahunde et les Bahavu alors que chez les Banyarwanda il s'agissait de *Rutindangezi* et surtout *Lyangombe*[13] qui a eu beaucoup de succès

[7] (Balioko) : anthropophages, les mangeurs d'hommes.

[8] Jean-Baptiste Sourou, Religion Traditionnelle Africaine (RTA) et l'Eglise catholique à la lumière des deux synodes pour l'Afrique, de 1994 à 2009.) Cardinal Jean-Louis Tauran, président du Conseil pontifical pour le dialogue interreligieux ; déclaration faite au cours du second synode des évêques pour l'Afrique qui s'est tenue au Vatican en Octobre 2009. p1

[9] Namahanga'', ''Lulema'',''Ongo'',: noms simultanément Havu, hunde qui signifie Dieu créateur

[10] Kuhera : expression de la langue havu qui signifie prier

[11] ''Muhima'': c'était un ange chez qui il fallait passez pour atteindre Lyangombe, celui-ci avait le rôle de bénir

[12] Muhima, Hangi, Luendo, Biheko, Nyabingi, Kahombo, Chirunga, Shabushenjegerhe, Ntsibira ou Chilala : Ces différents noms ont la même signification selon différentes langues parlées dans la région, ils désignent les dieux ou des anges qui jouaient d'intermédiaires entre la population et le grand dieu.

[13] Lyangombe : Un nom qui signifiait dieu à l'époque

et dont ses miracles étaient perceptibles au sein de la communauté locale. Parmi eux, des esprits féminins comme *Mbalala* ou *Namukesa*. Les ancêtres sont alors les intercesseurs tous désignés dans cet au-delà invisible que tout le monde craint au point que tous ceux qui se sont exprimé dans le cadre de cette étude donnent l'impression que nos ancêtres adoraient un Dieu inconnu. Il n'empêche que chacun de ces dieux avait ses serviteurs appelés ''*Batahwa*'' dont le chef était le ''*Mushonga*[14]''.

b) Le culte des divinités

Le lieu de prière était un emplacement sacré à l'ampleur de la cérémonie religieuse. En plein air, les adeptes, nommés ''*Emandwa*[15]'', se rassemblaient à un lieu de départ dit ''*Rubuga*''[16] pour se rendre en procession au ''*Mulinzi*'' ou ''*Murinzi*'' [17]sous un grand arbre ficus ou érythrine situé dans un bosquet ou une forêt sacrée. Pour s'adresser à certains dieux, il fallait aller au bord du lac, d'une grande rivière ou à un carrefour de sentiers. Des constructions sacrées étaient érigées pour abriter le culte. C'est le cas de la case ''*Ruhimbi*'', de la paillotte ''*Bushenge*''[18] et de toutes les maisonnettes très basses appelées ''*Kajumiro*''[19]que chaque famille ou clan avait dans un coin de sa parcelle pour implorer les mânes des ancêtres chaque fois qu'il y avait un mal qui s'abatte à la communauté ou lors d'un événement heureux.

La cérémonie de prière, appelée ''*Mbero*'' (offrande), pouvait durer plusieurs jours surtout quand on priait *Lyangombe*, un dieu dont le statut était ambigüe parce que tantôt c'était lui, le dieu suprême dont l'esprit s'appelle *Biheko*[20] ou *Mana*, tantôt il était un dieu qui est le seul à connaitre « *le dieu plus puissant que lui* » comme disaient les prières qui lui été adressées.

En effet, dans une clameur de chants et de danses réglés par un officiant qui entre en transe, lui et les adeptes inspirés, qui, tous portent des peaux des bêtes, des néophytes au front marqué de la poudre blanche ''*pemba*'' sont initiés pour devenir ''*Emandwa*''. L'ambiance est celle d'une noce. Pendant la nuit d'initiation, on prie nu en dansant autour d'un grand feu. Le clou de cette cérémonie, où les chants reprennent des paroles obscènes uniquement autorisées dans ce cercle, est lancé lorsque l'officiant asperge d'eau l'assemblée à l'aide d'une queue de vache. Une procession se forme ; elle est ouverte par un couple formé occasionnellement. L'homme, ''*Insingo*'', est suivi d'une femme déjà adepte appelée ''*Inkoro*'' pour la circonstance. Le couple devient ''*Intengwa*''. Ils s'avancent jusqu'à un lieu tenu secret. Là ils ont une relation sexuelle dont les croyants, ''*Baalikwa*'', doivent garder strictement le secret sous peine de malédiction. Les dieux sont servis !!! Les participants finissent par partager les aliments et la boisson locale agréés par les dieux avant de rentrer au village rassurés sur leur avenir.

Selon notre informateur privilégié M. Ngurube, dans le Bubale où il vit et même au Buzi, plus au nord, les ancêtres adressaient leurs prières à plusieurs dieux dont *Lyangombe* et *Muhima* localisés sur la terre ferme ; *Chilala* et *Shabushenjegerhe* localisés sur le Lac Kivu. C'est la crainte qui poussait ces gens à fréquenter les lieux de culte visualisés par les grands arbres ficus (*muvumu*) pour le dieu *Muhima* et érythrine (*mugohwa*) pour *Lyangombe* afin de trouver des réponses à divers problèmes de la vie. Et ce sont les devins, ''*abashonga*'', qui indiquaient aux adeptes quel dieu implorer exactement dans chaque cas.[21]

A la date fixée, les adeptes et les néophytes se rendent au lieu de culte avec de la nourriture cuite, des boissons et des peaux à accrocher à une grosse tige d'arbre plantée dans un coin de l'aire de prière. Ce que les adeptes apportent est appelé ''*Ntulo*'' (offrandes). Les nouveaux ne sont pas tenus de s'en prémunir. Dès que l'Assemblée est installée, l'officiant principal, dénommé ''*Mwimpiza*'', entonne les chants et dirige les danses des initiés avant d'asperger les adeptes de bière crachée à la ronde. Ensuite, l'officiant entraine les adeptes confirmés, dits ''*emandwa*'', à l'écart avec les néophytes. Il est strictement

[14] Mushonga (devin) : prophète qui était consulté avant toute action en vue d'échapper aux malheurs
[15] Emandwa : les adéptes chargés d'aller prier, les enfants sont interdits d'y accéder
[16] ''Rubuga'' : lieu où les sages passaient leur temps pour trancher les palabres
[17] ''Mulinzi'' ou ''Murinzi'' : lieu où on priait le Lyangombe, sous un grand arbre mystique,
[18] Bushenge' : nom hunde qui signifie paillotte où on prier, où les sages tranchaient les palabres lieu de rencontrent pour le clan ou famille
[19] ''Kajumiro'': nom havu si signifie paillotte où les sages de la famille ou du clan se rencontraient sous la conduite du chef de famille en vue d'invoquer les esprits ou pour parler de leurs problèmes qui menacent la famille ou le clan
[20] Biheko : démon qui avait pour rôle d'amener les malheurs dans le clan ou famille; pour empêcher ses conséquences il fallait lui offrir un enfant fille choisie en famille qui ne se mariera jamais, celle-ci est donnée comme sacrifice ;
[21] Point de vue de Janvier Ngurube Lukuba, 70 ans : Entretien réalisé à Goma, Lundi, 09 janvier 2012 par Prosper Hamuli Birali.

interdit de divulguer ce qui se passe dans le bosquet sacré ''*mulinzi*'' [22]sous peine de mort ou de malédiction divine. Au retour, tout le monde, y compris les simples passants, est invité à partager l'agapè fait des provisions apportées par les adeptes et à l'issue duquel chacun rentre chez soi satisfait que les dieux aient bien voulu accueillir les prières du jour. C'est à une telle communauté et à ce stade de spiritualité que les Missionnaires viennent annoncer Jésus-Christ et la Sainte Trinité.

A leur arrivée, ils trouvent une population vivant dans un habitat dispersé, de l'artisanat strictement utilitaire et généralement en bonne santé à cause d'une bonne alimentation naturelle. Mais au cas où un habitant attrape une maladie, on doit savoir sa cause et les origines qui, souvent sont d'ordre mystique. En ce moment là, il faut que les sages adressent aux dieux de la guérison une prière ou des incantations pour que la victime soit rétablie dans son équilibre socio-culturel. En effet, lorsque l'homme a transgressé les interdits ou tabou, ''*miziro*''[23], pour qu'il en soit libéré, il faut qu'il soit soumis alors aux rites de délivrance, pendant lesquels on lui prescrit de l'eau mélangée à de la poussière râpée d'une carotte de ''*mubande*'' [24]ou du jus de feuilles sacrée ''*rago*''[25]. En cas d'échec on recourt à d'autres médicaments traditionnels appelés ''*amafumu*''[26]. C'est ainsi que Sigmund Freud nous renseigne que l*es conséquences de la violation d'un tabou dépendent donc non seulement de l'intensité de la force magique, inhérente à l'objet tabou, mais aussi de l'intensité du Mana qui, chez l'impie, s'oppose à cette force ».*[27]

Mais la même société est caractérisée par la haine entre les habitants, ce qui fait que certains membres font recourir aux poisons ''*obulozi*'' [28]dans le but de mettre fin à la vie de celui qu'ils considèrent comme ennemi. Mais, pour s'attacher à quelqu'un ou le dominer, il faut recourir aux ''*mashake*''[29], cette pratique est très courante chez les femmes havu vis-à-vis de leurs maris pour éviter qu'ils ne prennent pas une autre femme en mariage ; une façon de lutter contre la polygamie, qui est une pratique courante même jusqu'à présent dans la communauté.

c) L'éducation des enfants

Avant l'arrivée des Missionnaires, l'éducation se transmettait de parent à l'enfant. Il n'y avait pas d'école. La communauté des adultes était collectivement responsable de l'éducation des jeunes mais certains membres de la famille avaient des responsabilités spécifiques. C'est le cas de la tante à qui revenait le rôle d'ouvrir les yeux de ses nièces et de ses neveux sur les choses de la vie et surtout l'éducation sexuelle. Plus généralement, les hommes éduquent les garçons et les femmes les filles. Les préceptes moraux et autres se transmettent à travers les contes et les proverbes.

La case – paillote, *Bushenge*, au centre de toute la vie du village, est un haut lieu d'éducation en sa qualité d'espace d'échange entre générations et de lieu de prise de décision de la communauté. C'est là que se décidait tout ce qui concerne l'initiation des jeunes et où se faisait l'apprentissage des différents métiers.

Dans ces communautés, les principes de vie commune sont inculqués aux enfants dès leurs bas âges. D'abord, par la mère qui en dehors de la quasi exclusivité de la charge de l'éducation de sa fille, s'occupe également de celle de son fils jusqu'au moment où celui-ci ne deviennent titulaire de son foyen. Dans cette société, la femme joue un rôle très prépondérant dans l'éducation des enfants. En suite, pour le fils, son éducation incombe en majeur partie au père grâce à qui, il est autorisé à fréquenter la case – paillotte des hommes (*kajumiro ou obushenge*), jusqu'à l'âge adulte. Pendant cette période d'initiation, il acquiert des capacités pour affronter les défis de la vie et, est préparé pour accompagner des hommes à la cour royale où se prennent les grandes décisions de la société. En fin, notons que l'éducation des enfants filles et garçons est l'affaire des parents et surtout de toute la communauté, car les responsabilités sont partagées. Dans la même société, la femme était consultée plus ou moins directement lors de la prise des décisions même si son apparition en public était rare.

---

[22] ''mulinzi'' : C'est une concept havu qui signifie lieu d'adoration tenue secret où seules quelques personnes sont autorisées d'y accéder.

[23] ''miziro'': terme havu qui signifie les interdits ou tabous

[24]''mubande'' :terme générique chez plusieurs peuples bantus qui signifie un médicament constitué de certaines feuilles ayant une vertu thérapeutique, mélangées à la terre tirée de fœtus puis séché pour une longue durée et meilleure conservation, elle est utilisée comme une prévention contre le mal et plusieurs maladies.

[25]''erago'': c'est une feuille médicinale pour extraire le venin d'un serpent, ça aidait à beaucoup de choses dans la guérison

[26]''amafumu'' : nom qui signifie médicament qu'on administre aux personnes malades ;

[27] Sigmund Freud (1912), Totem et Tabou. Interprétation par la psychanalyse de la vie sociale des peuples primitifs, Édition Chicoutimi, Québec, mars 2002, p22

[28] ''obulozi'' : toute chose ou substance interdite à manger nuisible à la vie des hommes, capable de tuer une personne,

[29] Mashake : En langue, havu c'est une sorte de fétiche couramment utilisée par les femmes de la contrée pour se « protéger » contre le mal, souvent pratiquée par ces dernières en vue d'empêcher son mari de ne pas avoir l'idée de prendre en mariage une autre femme comme concurrente.

Avec l'arrivée des missionnaires à Bubandana, l'éducation va intégrer la notion de l'instruction scolaire par l'apprentissage de l'écriture, de la lecture et du calcul. Cette notion sera développée dans la partie sur l'éducation apportée par les missionnaires.

2.2.2 L'ARRIVÉE DE GILLÈS, LE MISSIONNAIRE DE BOBANDANA

Comme nous le savons bien, les racines religieuses des peuples d'Afrique dans leurs manifestations : rites (passage à l'âge adulte, culte des morts, relation avec les esprits), musiques et danses, prières et autres observances ont été considérées tout de suite par les premiers missionnaires comme de la barbarie, du fétichisme, de l'idolâtrie, de l'animisme, quelque chose de diabolique1 « sans étudier les contours exacts ».[30]

Pour s'attirer la sympathie, l'évangélisation est donc accompagnée du matériel que le missionnaire, le Père Gillès était entrain de distribuer aux indigents en leur faisant goûter du sel et du sucre. Il distribue des vêtements et organise des fêtes où il fait préparer beaucoup de viandes cuites dans l'huile d'un genre nouveau : l'huile de palme (*mawesa*). Le repas comprend aussi de nouveaux mets succulents comme le riz ou le petit pois. Des toutes ces choses s'ajoutent une curiosité à découvrir une personne à la peau blanche. Les enfants eux sont émerveillés et attirés par ailleurs de l'imaginaire construit autour d'un homme hors du commun, une personne à une peau étrange, c'est-à-dire d'un monde des Blancs. En plus, les médicaments contre les maladies qu'il propose étant plus efficaces que les offrandes à *Lyangombe* et à tout son panthéon, beaucoup viennent l'écouter surtout pour bénéficier des dons concrets et s'informer sur les voies d'accéder aux ''dons'' futurs au paradis.

Les Blancs sont malins. Les premiers Blancs sont venus avec du sel. Quand tu goutes le sel, tu aimes ça et demain, tu goûteras encore. C'est leur manière d'attirer les gens pour les emmener. Beaucoup se sont perdus en venant chercher du sel dans la main des Blancs. Et maintenant, le Père vient avec des comprimés. Il va encore vous prendre". Les malades craignaient de se faire manger; alors au lieu d'aller aux soins, ils craignaient mourir. Quand un malade venait faire soigner sa plaie, il mettait sa main devant sa figure pour ne pas voir le Père. Le Père disait à *un malade* : *"Il faut couper ta jambe."*[31]

En fait, le nombre des chrétiens va s'accroitre progressivement pour ne plus penser à chercher chaque fois d'autres Padri Gillès bienfaiteurs. La culture du communautarisme constitue une force et une source du développement. S'ils le comprennent, alors il faut les former sur la gestion des projets communautaires. Il restera juste à les conscientiser à la citoyenneté responsable ce qui implique l'accomplissement de ses devoirs et l'obligation pour l'Etat à rendre les services aux citoyens.

2.2.3 LE NOUVEL UNIVERS DES NOUVEAUX CROYANTS

La foi en Dieu progresse avec l'adoration d'un seul Dieu, qui selon les nouveaux croyants est celui des prêtres catholiques blancs. De plus en plus, des gens vont sincèrement à la messe et portent des chapelets et des croix, symboles de la croyance. La polygamie recule sans disparaître, mais les baptisés bénéficient quand même de plus en plus de l'accompagnement religieux du clergé. Au moins, pendant le temps de la prière, on observe la communion et l'unité des fidèles qui mettent de côté les conflits identitaires. On peut, à la suite de cela, constater qu'une grande discrétion demeure dans l'usage des fétiches, des amulettes et dans la consultation des oracles en cas de maladie ou d'un malheur.

C'est sous cet angle que René Tabard affirme qu' « *Un Africain qui se faisait baptiser, c'était un catholique de plus. Aujourd'hui, sans mettre en doute cette logique incontestable, on doit dire que si tout baptême d'un Africain constitue effectivement une augmentation du nombre de catholiques, ce rite ne signifie pas qu'il y a un Africain de moins ! Autrement dit, le baptême d'un adulte [africain] ne fait pas disparaitre dans l'eau bénite toute la culture qui le constitue dans son être d'Homme et d'Africain. Cette manière d'appréhender le rite d'entrée dans l'Eglise conduit à parler d'une double identité ou*

[30] *Bujot, B., Introduction à la théologie africaine, Academic Press Fribourg, cité par Jean-Baptiste Sourou, Religion Traditionnelle Africaine (RTA) et l'Eglise catholique à la lumière des deux synodes pour l'Afrique, de 1994 à 2009. P32*

[31] *Jean- François BAYART, Les Églises chrétiennes et la politique du ventre : le partage du gâteau ecclésial, CERI-CNRS, p25*

d'une double appartenance : un africain baptisé appartient à la religion catholique tout en restant bien souvent profondément marqué, dans son identité, par sa culture africaine, voire par sa religion traditionnelle.[32]

On peut signaler aussi que, pendant que l'intérêt aux rites religieux traditionnels s'effrite au point que la pratique de ses rites disparait et que la participation aux campagnes d'évangélisation augmente, le son du tambour qui annonçait le culte de divers dieux est remplacé par la cloche qui appelle les fidèles à l'église. Par ailleurs, les pratiques religieuses indigènes et objets récusés comme démoniaques tels que l'usage du feu, la présence de la viande comme offrande, l'immolation d'une bête, la boisson, les grelots pour marquer le début de la cérémonie, sont autrement visibles au lieu du culte de la nouvelle religion occidentale dont leurs équivalents sont les bougies, l'assensoire, la cloche, le vain, l'eucharistie etc.

Le même constat a été évoqué par René Tabard, lorsqu'il affirme que : « *Ce double mouvement dialectique entre Traditions africaines et Traditions du christianisme n'exclut évidemment pas l'importance de l'inculturation de la célébration liturgique, notamment sacramentelle. La place du corps, du mouvement, du rythme, de la musique demeure un lieu déterminant dans la dynamique de foi de nombreuses communautés africaines, et explique certainement, non seulement la difficulté de nombreux catholiques africains à trouver un ressourcement de leur foi en Europe dans la liturgie occidentale, mais également la tentation de créer des communautés catholiques africaines et de rejoindre des groupes évangélistes et autres mouvements chrétiens.*[33]

C'est ainsi que pour remédier cette controverse plus tard, Jean-Baptiste Sourou souligne que le pape Jean-Paul II avait publié en date du 25 mars 1988 un document inédit sur la Religion Traditionnelle Africaine intitulé : « *L'attention pastorale à la Religion traditionnelle africaine où il note que :* « *dans la mesure où la religion traditionnelle sera mieux comprise par les messagers de l'Evangile, le christianisme sera aussi présenté aux Africains de façon appropriée (…). Ainsi l'Eglise sera de plus en plus chez elle en Afrique, et les Africains se sentiront de plus en plus chez eux dans l'Eglise* ». Sourou soutient que, « *l'Eglise catholique se rendait davantage compte que vouloir séparer l'homme africain de son univers religieux, de ses « racines religieuses » était comme replanter un arbre sans ses racines, car l'Africain naît, vit, grandit et meurt dans un univers religieux et le passage de celui-ci au Christ est particulièrement délicat ».*[34]

Dans les nouveaux vécus, les interdits sont abolis et les traces de l'ancienne religion disparaissent à la faveur des nouveaux sacrements. Le dieu *Lyangombe* et ses adeptes ne sont plus officiellement vénérés et visibles dans l'environnement. La clameur assourdissante qui accompagnait le culte des dieux à Makelele ou à Bwisha a cédé place aux chants de prière du dimanche dans plusieurs maisons du Dieu vivant. Tout progresse alors vers la prise en charge de l'Eglise par les chrétiens.

Grace aux catéchistes locaux, la mission mère de Bobandana s'est élargie et a donné naissance à plusieurs autres missions ou paroisses notamment *Mutongo appelée Sainte Sabine en 1935, Birambizo appelée Notre Dame de l'Assomption en 1954, Walikale appelée Sacré-Cœur en 1955, Masisi appelée Mère de Dieu en 1958, Matanda appelée Christ –Roi en 1959, Mweso Saint Mathias Mulumba en 1960, Bibwe appelée Le Bon Pasteur en 1966, Katwe dite Marie Mère de l'Eglise en 1990, Sake dite Miséricorde Divine en 2000 et Kiniezire récemment.*[35] Alors que, jadis les catéchistes étaient considérés comme des simples propagandistes de la foi, aujourd'hui ils sont devenus des véritables animateurs pastoraux.

Simplement, nous pouvons noter qu'il y a eu évolution quand on voit que la notion de prise en charge de l'Eglise par les fidèles s'accroche en fait sur celle de ''*kunene*''[36], allusion faite à une corvée agricole qui permettait à la communauté de prendre en charge les dépenses de la cour du Mwami un peu comme une sorte de nouvelle féodalité mise en place par l'Eglise catholique. On se rend compte plus tard que les missionnaires s'approprient des vastes terres au détriment des autochtones. Cette pratique féodale caractérise dès lors l'Eglise catholique partout où elle s'est installée dans la région. C'est pourquoi nous pouvons nous demander comment faire pour restaurer l'ancien système populaire d'auto-prise en charge alimentaire détruit afin d'assurer l'autonomie et la pérennité de la vie communautaire. En effet, grâce à l'assolement et à la

[32] René Tabard, « Religions et cultures traditionnelles africaines », Revue des sciences religieuses [En ligne], 84/2 | 2010, mis en ligne le 27 octobre 2015, consulté en aout 2016. pp190-205

[33] René Tabard, idem, p 19

[34] Jean-Baptiste Sourou, Religion Traditionnelle Africaine (RTA) et l'Eglise catholique à la lumière des deux synodes pour l'Afrique de 1994 à 2009.p 3

[35] Archives de la Paroisse de Bobandana, consultées le 28 septembre 2016

[36] ''Kunene'' : dans le dialecte havu, il signifie réserve ou espace du Mwami où les sujets devaient travailler pour lui. Le Mwami pouvait offrir ou prêter une partie à une personne de son choix.

jachère, la productivité du sol était maintenue et permettait la constitution des stocks gardés dans les greniers (*enguli*)[37]. Aujourd'hui on ne garde plus rien. On vend tout sur pied (*okumurhemere*).

Certes, la venue des missionnaires catholiques dans la région a apporté une solution aux conflits d'occupation qui opposaient les Havu aux Hunde ; l'Eglise a joué le rôle d'arbitre et médiateur surtout le fait d'avoir choisi la colline de Kitalaga qui se situe à cheval entre les deux communautés en opposition.

La communauté catholique a été consciente de la divergence qui caractérise la société africaine, ainsi au cours des assises d'Octobre 2009**,** il a été question de justice, paix et réconciliation en Afrique. La plupart des intervenants ont été assez clairs : « *La justice, la paix et la réconciliation ne peuvent être réalisées sans tenir compte de leur contenu dans la culture africaine* ». L'archevêque de Conakry, Mgr Vincent Coulibaly a lui, insisté sur « *l'urgence du dialogue interreligieux tripartite entre Christianisme, Islam et Religion traditionnelle africaine pour construire la paix et mettre davantage en lumière l'esprit de fraternité et de solidarité du génie culturel africain* »[38]

Toutefois, cette adhésion mécanique des paroissiens à la foi catholique de Bobandana s'est fait avec beaucoup de sacrifices et d'abnégation qui, pour accéder aux sacrements, il a fallût que les bénéficiaires s'adonnent aux travaux presque forcés au profit de l'Eglise, donc des missionnaires. Pour en bénéficier, il a fallu soumettre les prétendants baptisés aux travaux manuels pendant plusieurs années et de fois faire des longues distances de l'habitation pour bénéficier des sacrements tels que les baptêmes, le mariage, la confirmation etc.

Au terme de cette partie, nous avons décrit les anciennes pratiques des populations de la mission de Bodandana avant l'arrivée des Missionnaires et les stratégies utilisées par le Père Gillès pour se faire accepter par les indigènes. Nous avons retracé l'itinéraire ou trajectoire emprunté par le premier missionnaire pour atteindre la région, les sacrifices consentis par les paroissiens de Bobandana pour asseoir la mission.

3 LES ACQUIS DE L'EVANGELISATION CATHOLIQUE DANS LA MISSION DE BOBANDANA

Dans cette partie du travail, il sera question de présenter les avantages que l'évangélisation a dû apporter à la population de la région de Bobandana notamment dans les domaines éducatif, spirituel, socio-sanitaire et agro-partoral.

3.1 LES FRUITS DE L'ÉVANGÉLISATION DU POINT DE VUE ÉDUCATIF

Avant l'arrivée de l'homme blanc, les nègres ne savaient ni lire ni écrire, alors que l'écriture est l'un des moyens très efficace et moderne pour communiquer ; puisque la Bible elle-même est l'ensemble d'écrits qui constitue le message d'évangélisation leur apportée. Pour faire passer ce message, parmi les premières opérations, il faut donc commencer à apprendre à certaines personnes rencontrées et intéressées à lire et à écrire ; pour aider les missionnaires dans leurs lourdes charges d'évangéliser la Bonne Nouvelle. Ainsi, à l'occasion, certaines gens dévouées, engagées et habiles sont formées pour devenir des catéchistes afin d'être envoyés dans les différents milieux de la région avant de procéder à la création des écoles proprement dites pour instruire des petits enfants et adultes.

3.1.1 UN ÉCOLIER ADULTE NARRE SON PARCOURS SCOLAIRE

Balikeka Bisengimana narre sa vie chrétienne en ces termes: « *quand je commence mes classes, mes parents résidaient encore au Rwanda. Je fais ma 1ère année à Ngora, ma 2ème à Kanzenze et ma 3ème à Murumba dans Bugoyi au Rwanda. Ensuite nous traversons la frontière pour nous installer définitivement à Matanda au Congo. C'est ainsi que l'année 1952 je me trouve à l'école de Rushoga où les enseignants finissent par se rendre compte que je maitrise les matières des trois premières années du primaire. Ils le signalent à l'abbé Kajiga Gaspard qui nous envoie poursuivre notre scolarité à la Mission de Bobandana dirigée à l'époque par le Père Supérieur Hermans. Nous sommes alors en 1954. Dans cette nouvelle école où nous avons été envoyés à sept, dont Nzabara Masetsa et Mathias Muhawe, nous nous distinguons par notre maitrise des matières. Mais, le fait que nous ne connaissions pas le Kiswahili et ne parlions que le Kinyarwanda nous expose aux brimades*

[37] *Enguli : terme havu qui signifie grenier*

[38] *Jean-Baptiste Sourou, "Ecclesia in Africa » à la lumière de « l'Esprit d'Assise », Essai de lecture du premier synode pour l'Afrique en marche vers le second, L'Harmattan, Paris, 2008. P23*

de nos collègues de classe complexés. Victime de toute sorte de coups bas et par peur de voir se réaliser la promesse puérile d'être jeté dans le lac, je fuis l'école et rentre à Matanda retrouver ma fiancée et ma famille ».[39]

Pour répondre au besoin en ressource humaine en vue d'une évangélisation à tous les niveaux, avec un accent particulier aux personnes adultes, les missionnaires Gillès et sa suite ont initié ce qu'ils ont appelé des chapelles-écoles pour apprendre les gens à lire et à écrire, mais aussi à former les catéchistes. Ce qui avait rendu d'ailleurs obligatoire la scolarité des enfants, et le parents dont son enfant n'acceptait de s'y rendre devait être interpellé par la police.

3.1.2 LA CRÉATION DES CHAPELLES-ÉCOLES

Avec sa mentalité occidentale du 20ème siècle, le Père Gillès, ne discute pas ce qu'il croit juste. Les enfants sont forcés d'aller à l'école où ils acquièrent les fondements de la culture occidentale. Le baptême devient l'un des préalables permettant l'accès à la sphère ecclésiastique, savoir lire et écrire, se faire soigner au dispensaire, porter des habits en coton, toucher un salaire, etc.

Pour atteindre cette mission, Gillès s'appuie sur un personnel indigène dont le dévouement est remarquable. Quand il est venu de Nyundo, il était accompagné de Jean RUHUBUKA et de ZIKAMABAHARI Cosmas auxquels s'ajoutent KITANGA Thobie, KISILE Antoine et BIZURU Antoine en provenance de la mission de Marungu à Baudouinville (ville de Kalemi) en vue de renforcer l'équipe. Ce sont eux qui font fonctionner la succursale de Kisiza – Bulenga. Ce qu'ils montent est désigné sous le vocable de ''chapelle – école'' parce que, autour de cette dernière, des nouvelles cultures et méthodes culturales sont expérimentées et appliquées par les paysans.

Pour le nommé *Padri*[40] Gillès, si la traduction de quelques écrits religieux en langue locale fut un véritable exploit, notamment la catéchèse, les chats liturgiques en kihunde, ce qui reflète l'intérêt suscité pour cette langue. Cette dernière a été utilisé comme vernaculaire pour les enfants hunde, havu, tembo, banyarwanda et nyanga qui recevaient l'instruction scolaire dans les premières succursales que sont Kisiza – Bulenga, Bwitereke, Kishicha (Sake), Nyamitaba (Nyakariba), Ziralo, Malehe, Mahindule (Nzulo), Bishange, Bukobati ou Ufamandu ; toutes créée en 1913.

Etant donné que Kisiza est le siège et la résidence du Mwami Biglimani, chef coutumier des Bahavu du Buzi, le Père commença par fonder la chapelle-école à ce lieu dans le but de répondre au besoin du milieu environnant dont Bubandano, comme l'avait prévu Mgt Huys. Située à 14km de Kitalaga, l'actuelle Paroisse de Bobandana, la succursale de Kisiza allait aussi desservir une bonne partie de la population des Bahavu établie sur la presqu'ile de Buzi-Bulenga. Le chef coutumier Biglimani se montra fort enthousiaste et se mit à la disposition des missionnaires pour toute aide jugée nécessaire en vue du bon fonctionnement de la chapelle-école.

En avril 1913, la construction était achevée et l'inauguration eut lieu à la pentecôte le 11 mai de la même année. Vu l'importance de cette fondation, par manque des catéchistes formés, le catéchiste Tobi Kitanga venu de Baudouiville, (Kalemi) pris sa direction. Les débuts de Kisiza furent encourageants pour les Pères Gilès au point que le chef Biblimani fit venir beaucoup d'enfants. Lui-même commençait à lire et à écrire tout en montrant beaucoup d'intérêts à l'égard de l'œuvre de ces missionnaires. Cela se confirme par le taux élevé d'intellectuels dans cette contrée en ces jours.

Entre temps, deux mois après la fondation de la succursale, le Père Gilès de Pélichy confer le baptême à des catéchumènes qui s'étaient préparés avant l'arrivée des Pères. Le 11 juillet, selon certains récits, une grande fête est organisée pour la petite garnison car 20catéchumênes du milieu reçoivent le baptême après avoir passé une évaluation à la satisfaction des catéchistes et celle de leur dévoué moniteur Maurici. Après Kisiza, les Pères Blancs ouvrirent successivement Bukobati, Makelele, Lutobongo, Bwitereke, Malehe, Igali, Ntsulo, Kishugi, etc.[41]

Parmi les enseignants qui ont beaucoup contribué à la formation des jeunes de la Mission de Bobandana, l'on cite régulièrement Monsieur Philippe Muhima comme l'un des enseignants célèbres.

---

[39] Entretien réalisé avec Anicet Balikeka Bisengimana, 79 ans. 52 ans de mariage. 37 ans catéchiste. Mugunga, le 18 janvier 2012.

[40] Padri : appellation Swahili issue du nom français couramment utilisé pour désigner les premier missionnaires catholiques arrivés au Congo : ''Père''

[41] Idem, pp 27-28

Tableau 2. Quelques cas d'écoles créées du poste de mission à la paroisse de Bobandana

Localisation :	Ecole :	Année de Création	1ers enseignants :	1ère promotion :	Observations :
Bulenga	Ep. Biglimani	1913	- Ruhabura Jean - Zikamabahari Cosmas - Kitanga Thobie - Bizuru Antoine		Ecole reconnue en 1927
Bishange	Ep. Bishange	1916	- David Ngoko - Namart - Léon Bikoma		Ecole fermée de 1950 à 1962
Bwitereke	Chapelle- école	1936	- Charles - Léon Ragi - Raphaël Bashonga	- Ngubiri Rudasinzira Laurent - Mugongo Ferdinand - Félix Magendo	Transfert de la chapelle – école à Nyamasasa en 1954
Bishange	Ep. Kabingu	1950	- Jean Chikuru	-Ngayaberura Ferdinand	Ecole déplacée une fois suite aux conflits fonciers avec Mr Rugo puis avec les adventistes.
Bitonga	Ep2 Bitonga	1950	- Damien Mpabanzi - Jean Sabugabo - Hugo Shirambere - Jean Chikuru - Nzarubara		L'école construite en 1952 a été déplacée plusieurs fois (1965, 1972, 1990)
Kiniezire	Ep. Kiniezire	1955	- Nzonga - Sébastien Kalimira - Raphaël Bifuko - Rénova Bajagahe - Laurent Mwisa		1er diplômé d'Etat : Shamavu Désiré Mwami
Gahanga	Ep. Gahanga	1956	- Etienne Ntiryea - Stanislas Ziribugire		
Makengere	Ep. Makengere	1956	- -Raphaël Ndabananiye - Eric Ruzuba	-Byabuze Kazibi -Déo Rukeba -Bulindi Apollinaire -François Ndeshi	
Kea	Ep. Kea	1956	- Serudore François - Ndabananiye Raphaël		De 1962 à 1978, Kea est une succursale de l'Ep. Biglimani
Lumbishi	Ep. Lumbishi	1957	- Laurent	- Sebihogo - Nyirasafari - Mvukiyehe	Ecole initiée par Mr l'abbé Kajiga Gaspard
Tchebumba	Ep. Tchebumba	1958	- Faustin Binyemimana		
Makelele	Ep. Bubale	1958	- Henri Mbalibukira	- Hamuli Mushumo - Jean-Marie Rushisha	Ecole créée pour les enfants des ouvriers de la plantation de Makele
Numbi	Ep. Numbi	1962	- Gatera	- Matage	

Source : Archives de conseiller de Bobandana

Toutefois, la liste s'est allongée petit à petit en conformité avec la démographie de la population vivant sur l'étendue de la Mission, ce qui fait qu'aujourd'hui, on dénombre 51 écoles primaires et 17 écoles secondaires conventionnées catholiques initiées par l'Eglise, mais dont la plupart ont été construites par les efforts des parents et les autorités n'ont fait que guider et prendre la direction. (voir ci-dessous)

Au fur et à mesure, la Mission de Bobandana installée à Kitalaga devenait une grande agglomération constituée des autochtones attirés par les œuvres sociales qu'organise l'Eglise. C'est là qu'on peut désormais trouver des hommes et des femmes qui savent lire et écrire. Les cabarets qui y sont créés prospèrent et diffusent de la musique moderne grâce aux phonographes à disques. En clair, c'est un milieu où l'hypocrisie et la luxure font bon ménage. Les dix commandements y étaient théoriquement répétés, afin de pouvoir renforcer l'évangile.

Les réalisations de la Mission de Bobandana, sur le plan éducatif en faveur des populations de Masisi-Walikale et Kalehe sont multiples, entre autres :

1. Bobandana a encadré, défendu et tenté de soulager les peines des habitants durant la guerre 1914-1918 en particulier lors des tentatives des réquisitions des biens et des personnes.
2. Bobandana a apporté aux habitants de la région, dès 1917, en pleine guerre, la première Ecole, dite Ecole de Masisi, laquelle figurait ainsi parmi les seules 9 écoles officielles congréganistes du Congo[42].
3. Elle a tracé le chemin du mariage monogamique c'est-à-dire chrétien, et permis aux jeunes filles de la région d'accéder timidement mais sûrement à l'instruction moderne.
4. Elle a favorisé, par le biais de la future Mission et de l'Ecole centrale de Mutongo, l'accès à l'instruction et l'épanouissement culturel de la vaste région du nord-Masisi et de l'Est de Walikale.

Non seulement les jeunes garçons s'y faisaient déjà inscrire à l'école, mais l'autre volet, tout aussi important fut celui de l'engagement évangélique des Catéchistes de la région. A côté de Pio Kikongo qui allait quitter définitivement avec femmes et enfants, sa région natale des rives du lac Kivu, le groupe rencontré sur place était composé d'apôtres laïcs, tels Yoakimi Mutima, Berenaba Kabungo, Yakobo Muchanga, Joseph Mukono, Eujenio Kasiwa etc. Tous avaient été préparés, baptisés et spécialement formés par le Padri Gillès de Pélichy pour annoncer l'évangile par l'enseignement et le bon exemple. Ainsi quand les diplômés de l'Ecole normale (Ecole des moniteurs) de Mugeri viendraient, ils y trouveraient des fondations solides. Ce furent ces mêmes catéchistes qui suscitèrent les vocations en commençant par leurs propres enfants, même si les résultats s'avérèrent parfois mitigés.

Les pionniers, parmi lesquels Monseigneur Victor Roelens et Auguste Huys, ainsi que le Révérend Père Alexandre Gillès de Pélichy étaient conscients de l'ampleur de la tâche dans l'énorme étendue d'une superficie estimée à 30.000 Km2 de cette nouvelle Mission, peuplée d'un habitat dispersé dans une forée dangereusement habitée des bêtes sauvages féroces. Mais cela ne semblait pas les impressionner outre-mesure. Son Excellence Mgr Huys et les R.P. Gilles de Pélichy et Smulders ont entrepris, en juillet 1912, un héroïque voyage de quelques jours depuis Lulenga (Rugari) jusqu'aux rives des Lacs Mukoto, bien décidés à y implanter cette Mission, et donc, pour le Père Gillès de Pélichy, d'y séjourner définitivement.

Le Père Gillès, premier missionnaire de la Paroisse de Bobandana a été passionné des paroissiens de la contrée de Bobandana et la volonté de ses autorités ecclésiastiques de vouloir le muter vers le Territoire de Kabare a été à la base de son retour pour l'Europe, comme une manière de désapprouver la décision. Ainsi, peut être que des éléments plus précis se trouveraient ailleurs, « *si ma mémoire est encore fidèle, le Père Gillès a été contraint de rentrer définitivement en Europe pour avoir refusé une mutation vers la mission de Irhondo-Byuhu à Kabare en 1935. C'est pourquoi, en date du 27/11/1935, le Père Victor Vuylsteke était venu le remplacer. Il restera jusqu'au 1er janvier 1941 et sera remplacé à son tour par le Père Léon Viaene.* »[43]

3.1.3 L'APPORT DES PAROISSIENS DANS LA CONSTRUCTION DES ÉCOLES DANS LA MISSION DE BOBANDANA

La construction de la plupart des écoles conventionnées catholiques dans la paroisse de Bobandana est une œuvre qui, en grande partie émane de la contribution matérielle, financière, physique et morale des paroissiens de Bobandanna. Bien que l'initiative de la création de ces écoles était venue des autorités ecclésiales de la Paroisse, mais leur construction et l'espace ou terrain d'implantation sont les efforts des parents. Ainsi, le rôle de l'Eglise était de constater le besoin en construction d'une école pour demander l'adhésion des parents au projet. En effet, les parents identifient le lieu où la dite école doit être érigée, le terrain était alors cédé gratuitement à l'Eglise, à son tour '' le chef coutumier'', que sont le Mwami, les Chefs de

[42] *Présidence de la République du Zaïre : 'Le Bilan 1965-1970 ; débuts enseignement primaire au Congo'.*
[43] *Archives de la Paroisse de Bobandana, consulté le 24 septembre 2012*

village étaient consultés pour ravir de force à certains *Bashamuka*[44] leurs champs contre rien ; une façon ***d'exproprier pour cause d'utilité publique***. Les paroissiens doivent apporter les matériaux de construction, pour la plupart c'étaient des roseaux, les arbres, les pailles ou chaumes servant comme toit ; et comme si cela ne suffisait pas, ils constituaient la main d'œuvre gratuite jusqu'à l'achèvement des salles de classes.

Les parents de la Paroisse de Bobadana ont contribué à 80% pour que ces écoles énumérées ci-haut voient le jour dont la liste d'est pas exhaustive. En vue d'accomplir ces genres des travaux, les paroissiens devront consacrer une ou deux journées par semaines selon le besoin pour construire des salles de classe aux sacrifices de leurs activités quotidiennes. C'était une sorte de corvée à la quelle les paroissiens étaient soumis qui ne disaient pas son nom.

Par ailleurs, cette pratique de prise en charge de construction des écoles par les efforts des paroissiens a perduré jusque dans les années 1992, avant d'être transformé en système de frais de construction incorporés dans les frais scolaires, que les parents doivent payer trimestriellement. Ainsi, certaines écoles construites en dure de cycle primaire dont le nombre de classes ne dépassaient pas 3ou 4 ont servi à former les enfants des paroissiens à lire et à écrire seulement sans leur permettre d'accumuler une connaissance suffisante afin de découvrir des grandes choses en vue d'un épanouissement scientifique. Et malheureusement, suite au manque d'écoles de cycles long primaire et secondaire beaucoup d'enfants n'ont pas bénéficié d'un enseignement complet, comme cela a été le cas dans les paroisses de Jomba et de Rugari dans le Territoire de Rutshuru d'où venait la plupart d'enseignants pour former les enfants de la Paroisse de Bobandana. Cette situation d'insuffisance des cadres capables de former les filles et fils de Bobandana a perdurée jusque dans les années 1998.

En définitive, nous pouvons noter que l'Eglise catholique bien qu'agent catalyseur de développement dans la paroisse de Bobandana, elle a tout de même contribué à l'exploitation de l'homme et les paroissiens ont été utilisé comme des sujets au service de l'homme blanc d'un côté et du prêtre de l'autre côté qui vit par la contribution quotidienne des paroissiens.

3.2 L'APPORT DE LA MISSION SUR LE PLAN SPIRITUEL

La lutte contre les coutumes païennes fut menée avec intransigeance par les Prêtres de Kitalaga. Le culte aux mânes des ancêtres, la consultation des devins, la polygamie et toutes les coutumes concernant le mariage, les sacrifices aux esprits, le port des amulettes, les interdits, les coutumes touchant la naissance, le cérémonial funéraire etc.[45]

Selon les déclarations nos vérifiées de notre informateur, en date du 1er octobre 1913, 1.610 païens sont baptisés, mais la plupart d'entre eux reviennent assez vite à leurs anciennes pratiques à la suite des conséquences malheureuses de la première guerre mondiale qui avait frappé la population. Après la guerre de 14-18, toute la région est secouée par la famine et les maladies, la méningite notamment. Au Rwanda voisin, cette famine est connue sous le nom de ''*Rumanura*'', elle va entrainer plusieurs mouvements des populations du Rwanda et du Burundi vers la RD Congo. Les victimes rwandaises accueillies par la mission de Bobandana seront logées à Kashenda. La catastrophe apaisée ; presque tous rentrent chez eux et d'autres se dispersent dans les hauts plateaux du Kivu.

La croissance démographique est considérable, car *après le démembrement de la Paroisse de Bobandana, les récentes statistiques fait étant de 82 340 baptisés depuis la création de la Paroisse jusqu'à présent*.[46] Il faut en plus noter que son action a entrainé une dynamique profonde des pratiques culturelles. Du point de vue matrimonial, par exemple, d'une part, ce n'est plus la famille qui fiance ses enfants, le choix des futurs conjoints devient une affaire personnelle et d'autre part, le jour du mariage, les parents des mariés voient devant eux une belle mariée voilée à l'occidental suivant les exigences de l'Eglise.

Le 08 décembre1912, le Père Gillès de Pélichy célèbrent pour la première fois la messe dans l'église dont les travaux de construction avaient commencé le 14 Octobre, date à laquelle les missionnaires dont Gillès s'installaient à Kitalaga définitivement.[47] Dans le souci d'asseoir la mission, et tel qu'il avait été pour les autres postes du Kivu, le besoin d'ouvrir des succursales pour rependre l'influence missionnaire s'avéra une tâche de première nécessité pour le poste de Kitalaga. Ainsi,

[44] *Bashamuka : terme havu qui signifie notable, sur qui le Mwami compte dans son entité en toute circonstance*
[45] *Théophile Kaboy, Oui nous célébrons le centenaire de l'évangélisation au Diocèse de Goma : Ainsi naquit la paroisse de Bobandana 1912-1947,s.e, s.l,s.d, p30*
[46] *Liber baptizatorum de la paroisse de Bobandana, 2016*
[47] *Idem, p23*

Kisiza, qui était l'un des premiers milieux à accueillir la mission, mais compte tenu de sa position géopolitique inconfortable pour accéder à d'autres coins, les missionnaires avaient décidé de la délocaliser vers Kitalaga, un lieu plus ou moins ouvert.

Au niveau du Vicariat apostolique du Kivu (archidiocèse de Bukavu), Bubandana a contribué à son épanouissement, avec des records des vocations qui figureront toujours dans les annales de l'évangélisation du Kivu :

- Le premier grand séminariste du Kivu, Alexandre Kabuya qui aurait pu être le premier prêtre du Kivu s'il n'était décédé au Grand séminaire[48].
- Les trois premières Religieuses du Kivu (Christine Kaumyo, Maria Sangara Nabikali et Savina Namukongya). Leur parcours, spécialement celui de Sœur Christine, dès 1924, fut digne d'un héroïsme épique rarement égalé. Comment, en effet, de jeunes filles pratiquement analphabètes ont pu parcourir tant de centaines de km vers l'inconnu jusqu'au lointain Baudouinville en plein Katanga et y rester des années, se permettant de surmonter la nostalgie de leurs région et familles restées au Kivu, jusqu'à devenir Religieuses à part entière.
- Le Père Gillès de Pélichy ne s'était pas limité à sa Paroisse, car c'est lui qui finança la création des Missions de Burhale (Ngweshe) en 1921 et de Bukavu I Sainte-Thérèse en 1933, avant de s'atteler à la fondation de la mission de Mutongo en 1935, appelée Paroisse Sainte Sabine.

Ces œuvres traduisent les réalités décrites par Arnaud JOIN-LAMBERT et Ignace NDONGALA *qui notent qu' « on se réjouisse comme d'un fait positif qu'en Afrique l'Église soit « l'unique réalité qui fonctionne encore bien ». Il s'agit d'une analyse de société, et non de constater « la croissance remarquable du nombre des prêtres et des personnes consacrées», pendant qu'on se réjouit des « nouvelles opportunités offertes à la mission de l'Église »*[49]

3.2.1 1957, UNE ANNÉE CHARNIÈRE

Dans le cadre de l'épanouissement de la Paroisse de Bobandana, d'autres sites ont été ciblés notamment Karuba, Matanda, Kibabi, Ngungu et Ufamandu sont les succursales que les Missionnaires se préparent à détacher de la Mission de Bobandana pour créer une nouvelle Mission qu'ils se proposent d'implanter à Kitalimwa. En effet, certains catéchumènes ont d'ailleurs été baptisés à la Mission Kitalimwa, en vue de la mise en application de cette proposition, qui, plus tard ne sera pas réalisée suite à l'impraticabilité du milieu. C'est plutôt Matanda qui a été choisi comme nouvelle Mission tel que le déclare Anicet Balikeka Bisengimana, en ces termes : « *à l'époque, je suis à la tête du Collège des Conseillers dits ''Abajanama''. Et c'est en cette qualité que Monseigneur Richard Cleire (photo ci-contre) me confie les travaux de construction des abris et gites qui accueilleront les prêtres qui ont finalement opté pour l'établissement de la Mission à Matanda* ».[50]

3.2.2 LE TOURNANT DE L'ANNÉE 1959

Cette année-là, le Père Michel D'Huart, en sa qualité de premier curé de la Mission, bénit l'église de Matanda accompagné de son Vicaire, Père Walter et de son économe Père Gils Franz. Depuis avril 1959, Matanda vient d'être érigé en Mission à l'instar de plus d'une dizaine d'autres qui formeront le Vicariat Apostolique de Goma en juin de la même année.

Depuis lors, on a constaté l'arrivée et l'essor des Eglises protestante de Kihindo et adventiste de Karuba concurrençant significativement l'Eglise Catholique. Chaque fois que les catholiques ouvrent une succursale, ils viennent s'interposer juste à côté. L'Eglise catholique est à Rushoga quand les protestants atterrissent à Chona puis, pour débaucher des fidèles catholiques de Matanda, les protestants s'installent juste à proximité à Nyamirazo. Alors que les adventistes eux prennent racine à Humule avant d'atteindre Kinduzi en imitant les stratégies des catholiques pour s'attirer des fidèles.[51]

[48] *R.P. Gillès de Pélichy : « Souvenirs », in CNKI 1928-1953, Ed. Cuypers, Bruxelles, 1953, pp 118-119*

[49] *Arnaud JOIN-LAMBERT et Ignace NDONGALA, L'Eglise et les défis de la société africaine. Perspective pour la deuxième assemblée spéciale du synode des évêques pour l'Afrique. Actes des journées d'études à 2008 Louvain-la-Neuve, (Belgique) Annales de l'École Théologique Saint-Cyprien [Yaoundé] vol. 12, n° 23 (2009) p13*

[50] *Entretien avec Anicet Balikeka Bisengimana, 79 ans. 52 ans de mariage. 37 ans catéchiste. Mugunga, le 18 janvier 2012.*

[51] *Idem. Mugunga, le 18 janvier 2012.*

3.3 IMPACT DE L'ACTION MISSIONNAIRE À MATANDA

La contribution des indigènes convertis au christianisme n'a pas été sans impact. Les catéchistes ont joué un rôle non négligeable dans la prédication et l'évangélisation à travers les paroisses les plus lointaines de Matanda, comme une façon d'accomplir la parole de la bible qui dit : « *allez donc, faites de toutes les nations des disciples, baptisez-les au nom du Père, du Fils et du Saint Esprits. Et enseignez leur à mettre en pratique tout ce que je vous ai prescrit »*[52]

3.3.1 UN ENGAGEMENT PASTORAL POUR LA PARTICIPATION À LA TRANSFORMATION ECCLÉSIASTIQUE

Pour la conversion au catholicisme dans la Mission de Matanda, les catéchistes ont joué un rôle important dans la propagation de l'Evangile. Les Missionnaires ne venaient que pour appuyer les initiatives prises par les ''*Abajanama*[53]''. La tactique utilisée était de cibler un village et d'y organiser régulièrement des visites de courtoisie aux habitants. Ensuite, les enfants étaient attirés par des séances d'alphabétisation et de catéchisme à partir desquels, il était décidé des sujets de conversation avec leurs parents. Le lieu de telles rencontres était appelé ''*Kisomero*[54]''. C'est le nombre de fréquentation du *Kisomero* qui permettait de mesurer l'intérêt du milieu au message apporté. C'est à la lumière de ces fréquentation le prêtre pouvait décider d'ouvrir une classe pour les enfants convertis. C'est dans cette ambiance que « *Bigilimani, le Mwami des Bahavu du Buzi apprit rapidement les prières courantes ; il étudia le catéchisme, aida les Pères à construire la chapelle-école de Kisiza et durant la maladie du catéchiste, il assura lui-même pendant un mois les leçons de lecture et d'écriture dans cette succursale».*[55] La fierté de la mission était à son comble si les catéchistes parvenaient, après l'ouverture de la classe « *Kisomero* », à convaincre le prêtre à venir dire la messe au lieu de *Kisomero*. C'était un évènement qui, généralement déclenchait le processus de création d'une succursale.

Il faut noter que durant toute cette époque, le catéchiste n'étais pas salarié. C'est simplement une personne au service d'une communauté qui lui témoigne un tel respect qu'il est exempté des corvées à la cour du Mwami (chef coutumier) et même aux services commandés du colon blanc. Sinon, il vit de l'agriculture comme tout le monde avec en plus l'abnégation et du devoir accompli à la satisfaction de son cœur. Ce n'est qu'en 1960 que nous parvenons à convaincre la Mission de former les catéchistes lettrés à l'exploitation des écritures saintes et de leur concéder ponctuellement une partie de la dîme. Les fruits de toute cette sueur sont abondants[56]*,* précise Monsieur Anicet Balikeka.

Malheureusement, après ce travail pénible et de longues années accomplis sans salaire, les anciens catéchistes s'indignent de constater qu'ils faisaient objet d'exploitation par les prêtres. En effet, sur la route à bord de leurs véhicules, ces derniers les dépassent à vive allure comme s'ils n'ont jamais servi l'Eglise. Ainsi, les anciens demandent aux prêtres, juste une certaine considération et des visites à leurs domiciles. Sachant aussi que la vieillesse est une courbe descendante, il faut rappeler aux vieux les fondements du christianisme. Mais, il ne faut surtout pas commettre l'erreur de les jeter comme du bois mort. Ils peuvent encore être utiles. Ce comportement d'exploitation affiché par les prêtres a donné naissance dans le milieu à une expression havu : « *Orhenji omubirigi analabarha omupadiri* [57]».

C'est dans le même cadre que Jean-François Bayard décrit ce comportement chez certains nouveaux prêtres, lorsqu'il note que, *« Les futurs prêtres doivent savoir que l'ordination sacerdotale ne ''vaccine'' pas contre l'idolâtrie de l'argent. On constate en effet, chez les jeunes prêtres, une trop grande préoccupation pour l'argent. Le démon de l'argent est rusé*; *il peut s'infiltrer même dans l'usage des choses saintes. »*

Pendant toute cette période d'évangélisation, le prêtre se contentait de l'administration des sacrements parce que la vie pratique de l'Eglise était entre les mains des laïcs. C'est la communauté qui demandait aux prêtres que tel devienne leur catéchiste à cause de sa vie chrétienne exemplaire. Les chrétiens se sentaient valorisés et donc consultés et écoutés.

---

[52] *Mathieu 28, 18-20*

[53] *Abajanama : terme de la langue Kinyarwanda qui signifie catéchiste*

[54] *Kisomero ou echisomo : le premier terme est de la langue rwandaise et le second est issu de la langue havu. Tous deux signifient le lieu d'apprentissage*

[55] *Théophile KABOY, Oui nous célébrons le centenaire de l'évangélisation au Diocèse de Goma : Ainsi naquit la paroisse de Bobandana 1912-1947,s.e, s.l,s.d, p39*

[56] *Op cite. Mugunga, le 18 janvier 2012.*

[57] *Orhenji omubirigi analabarha omupadiri : expression havu qui veut dire, le comportement du colon belge se reflète à travers celui du prêtre. Ils sont les mêmes.*

Par contre, actuellement les prêtres sont devenus des ''Commandants''. Ils nomment les catéchistes sur des critères clientélistes. Les choses ont changé selon Anicet Balikeka quand il dit, « *Où a-t-on vu quelqu'un recevoir le baptême moyennant l'argent ? s'exclame un ancien catéchiste!! La corruption pour accéder à un sacrement ! Avant, tu faisais ça et c'était fini !tu étais déchu une fois que le prêtre l'apprenait. Aujourd'hui, « faites ce qu'ils disent et non ce qu'ils font !!*[58] ». L'Eglise profane actuellement beaucoup des choses qui, jadis étaient sacrées.

Au sujet des mœurs des prêtres, Anicet Balikeka Bisengimana poursuit en disant que « les règles fondamentales de la vie s'intériorisent au cours de l'enfance. Pourquoi admettre des protestants et des musulmans comme enseignants dans les écoles catholiques ? Quelle catéchèse donnera un tel mercenaire ? Si ce n'est pas le catéchisme de Luther, le coran de Mohamed. En tout cas c'est un scandale d'apprendre que les notions de sexualité se donnent, garçons et filles ensemble. Que voulez-vous qu'ils fassent sinon gouter à ce qu'ils viennent d'apprendre surtout que le Maitre leur dit que le comble c'est la grossesse non désirée qu'il faille éviter par l'usage des capotes »!

On parle beaucoup aujourd'hui, ajoute *J-F Bayard, de la légèreté des jeunes prêtres dans leurs rapports avec le monde féminin, de leur recherche exagérée de la compagnie des femmes, des filles, des religieuses zaïroises* (...). *Les séminaristes « suiveurs »***,** *sans personnalité, sans caractère, indisciplinés, doivent être écartés du séminaire* ; *les séminaristes qui aiment passer leur temps* à *des causeries interminables avec des filles doivent être avertis* à *temps de cela; les récidivistes et les incorrigibles doivent être réorientés* ; *les séminaristes qui cherchent la compagnie des femmes ou des filles, qui aiment nouer des amitiés ambigües avec les filles, des religieuses, qui s'adonnent aux jeux d'amour frivoles et passagers doivent quitter le séminaire.*[59]

C'est là qu'un Conseil des Sages, composé des catéchistes à la retraite, peut être utile. Il peut savoir comment dire à un prêtre de rompre avec l'injure facile, la boisson en public ou de ne pas se battre ; tout comme, avec sagesse, il peut dire facilement aux fidèles les défauts qui les éloignent de la dignité d'une vie de chrétien catholique. Le mal à son siège se trouve dans le refus de se détacher des biens matériels. C'est ce qui fait obstacle à la reconnaissance et à l'imitation de quelques modèles de vie chrétienne encore disponibles.

A un moment donné, une agglomération, composée de quatre quartiers s'est érigée aux alentours de la Paroisse avec à la tête un capita. Elle est alors repartie dans des habitats organisés en quatre quartiers dirigés chacun par un ''Kapita'' dont voici :

- Quartier Nyundo : Axe allant de la mission vers Kashenda ;
- Quartier Lembelembe : Axe Chagwa ;
- Quartier Bufundi : de la croix à l'entrée de l'Ecole Normale en descendant vers Cyungiri ;
- Irhondo-Byuhu était le nom donné au camp des enseignants plus familièrement appelé ''Bwalimu''.[60]

3.4 RÉALISATION DE LA MISSION SUR LE PLAN DU DÉVELOPPEMENT HUMAIN

3.4.1 INTRODUCTION DES NOUVELLES PLANTES ET NOUVELLES BÊTES

A son arrivée à Bobandana, Père Gillès trouve une variété de produits vivriers comme le haricot, la patate douce, la courge, le sorgho, l'éleusine, l'igname ou le maïs cultivés sur brûlis.

Les missionnaires apportent alors le soja, l'arachide, le manioc, l'oignon, l'aubergine, l'eucalyptus, l'acacia, des plantes industrielles (caféier, quinquina et thé), une variété de fruits et de fleurs, etc… Ils initient aussi les paysans à la pépinière, à la culture en tas et à l'utilisation de l'âne dans l'agriculture. Une première pépinière d'eucalyptus est établie à Mitumbala. Les habitants de Matanda transportent les plants sur leurs têtes, mais la plupart des bénéficiaires les jettent à cause de l'ignorance de son utilité au profit des arbres forestiers. Les Moniteurs agricoles, recrutés parmi les nouveaux lettrés formés par l'Eglise catholique, montrent aux paysans comment planter le roseau pour former des haies anti érosives.

[58] *Op cite. Mugunga, le 18 janvier 2012.*

[59] *Jean- François BAYART, Les Églises chrétiennes et la politique du ventre : le partage du gâteau ecclésial, CERI-CNRS, p4*

[60] *Ce que rapporte Mwalimu Hamuli ici se comprend dans la mesure où c'était une pratique courante des Missions catholiques. Il suffit de voir le village de Mudzi-Maria autour de l'évêché de Bunia en Ituri ou l'immense agglomération de Tshiumbe au Katanga où il n'est plus possible de séparer les terres du Diocèse de celles des générations successives de familles chrétiennes.*

3.4.2 L'AMÉLIORATION DE LA SANTÉ DES PAROISSIENS DE BOBANDANA

Avant l'arrivée des missionnaires, les havu, les hunde, les nyaga, les tembo etc utilisaient uniquement la médecine traditionnelle pour se faire soigner. Les produits utilisés sont d'origine végétale, animale et minérale. En cas de complication ou résistance thérapeutique il y a nécessitait de recours aux guérisseurs. Dans ce cas, la cause de la maladie pouvait être imputable aux mauvais esprits c'est-à-dire à la désobéissance au dieu *Biheko*.

A cette occasion il y a le sacrifice d'animaux confirmait la croyance que l'offrande de victimes expiatoires épargnerait la vie des hommes. Du côté des causes, la frontière est floue entre l'origine naturelle et mystique ou la sorcellerie.

Avant l'arrivée de Père Gillès et l'implantation d'un centre d'encadrement des femmes pour jouer le rôle d'une maternité ; mettre au monde était une opération à très haut risque. En effet, cela se faisait exclusivement à domicile ou dans la brousse environnante sous la supervision de sages-femmes appelées ''*Baalikwa*[61]''. La réussite de cette épreuve traumatisante créait durablement un lien, un pacte entre la sage-femme et la parturiente qui vient d'échapper à la mort. Et pour cause, pas d'asepsie. La parturiente étant couchée à même le sol, le risque d'infection était élevé. Le moment d'accoucher arrivé, toute la famille craint, au point qu'il est demandé à la femme d'avouer tout ce qu'elle ne dirait jamais, puisqu'elle est entre la vie et la mort ; donc faire une repentance. Comme pêchés particulièrement visés c'étaient : l'infidélité conjugale, l'injure aux parents, surtout celles profanées à l'égard de sa belle famille, l'usage de filtres d'amour, etc. A l'occasion, on lui fait boire alors le ''*kifukumula*[62]'', liquide extrait de la plante au nom générique de ''*erhuza*[63]'' ou ''*omuyobora*[64]''. Après l'accouchement, la nouvelle accouchée a droit à une alimentation spéciale pour favoriser la montée du lait. L'arrivée du bébé est accueillie par des yoyos (*empundu*) à intervalles réguliers : trois fois s'il s'agit d'un garçon et deux fois s'il s'agit d'une fille.

L'arrivée du Père Gillès coïncide alors avec la modification d'habitudes sanitaires. Des religieuses ouvrent un dispensaire où les femmes viennent accoucher. La médecine occidentale viendra prouver son efficacité. Mais l'efficacité des Missionnaires s'observera plutôt du côté de la prophylaxie avec la distribution d'habits et de savon et l'enseignement de l'hygiène. C'est avec lui que les gens sont passés du ''*muruturutu*''[65] (sulfate de cuivre) à l'alcool à bruler comme désinfectant. Plus généralement, la fréquentation de dispensaires diminue la mortalité.

En outre dans le domaine de la santé publique, le Père Gilès a initié l'usage des latrines, à se laver et à laver ses habits au savon moderne. Les leçons d'hygiène données à l'occasion du catéchisme prouvent leur efficacité. L'habitude s'installe d'enlever les chiques à l'aide d'épingles en fer en lieu et place des arrêtes de poisson ou d'acheter du savon. Le comprimé apparait sans que la potion de la pharmacopée traditionnelle ne disparaisse. Le recul progressif des maladies telles que, la lèpre, la varicelle et la variole est constaté suite à l'obligation de propreté à la quelle sont soumises les populations par le changement de leurs mœurs, fruits du partenariat entre l'Eglise catholique et l'administration coloniale.

3.4.3 AMÉLIORATION VESTIMENTAIRE : DE LA PEAU DE BÊTES AUX HABITS EN COTON

De nouvelles aspirations vestimentaires apparaissent chez les indigènes, qui étaient généralement habillés en peau de bête et en écorce d'arbres. « Etre comme les gens de la Mission » signifie être chic, en bonne santé et rêver de s'approcher de l'homme Blanc. Ces nouveaux comportements sont dictés par la fréquentation de la chapelle – école, lieu d'apprentissage des règles d'hygiène, de préceptes divins. En matière d'habillement à coton, les missionnaires en avaient le monopole, et c'est eux d'en distribuer à qui ils veulent. Mais les personnes privilégiées étaient les chefs coutumiers et les domestiques.

On observe aussi une promotion humaine quand les enfants du milieu entrent dans le cercle de l'élite coloniale locale. Les nouveaux mets sont bien succulents et le sel iodé relève le goût des anciens.

---

[61] *Baalikwa : ce terme havu qui signifie une femme sage, celle qui conduit l'accouchement*

[62] *Kifukumula: c'est un concept havu qui a la signification de produit médical sous forme de liquide fabriqué par des plantes et autres substences en vue de soulager une femme enceinte*

[63] *Erhuza : c'est un une plante du nom havu quie est utilisée pour calmer les esprits empires, on pouvait le boire dans l'eau, comme on pouvait utiliser la feuille pour calmer un malade possedé par des mauvais ésprits ;*

[64] *Omuyobora :*

[65] *'muruturutu'' : C'est concept havu qui signifie un produit médicinal utilisé chef une personne souffrant d'une indigestion ou contre les vers intestinaux ;*

3.4.4 L'APPORT DE LA MISSION SUR LE PLAN DU DÉVELOPPEMENT EN INFRASTRUCTURE

Les premières constructions en dures sont entamées partout où les missionnaires ont foulé leur pieds en commençant par les chapelles-écoles. La grande impression est celle de la construction de la mission de Bubandana qui abrite la Paroisse Saint Joseph. En fait, la venue des Pères Blancs a mis à contribution des indigènes mobilisés pour contribuer à ouvrir les nouvelles routes ou élargir les sentiers existants afin de permettre aux véhicules et motos des missionnaires, des colons ainsi que des chefs coutumiers de rouler avec moins des difficultés. Donc, le milieu a reçu un certain degré de développement avec l'élargissement des sentiers en routes, la création des marchés pour l'écoulement des produits agricoles, la mise sur pied des jardins fruitiers autour des maisons, la pêche avec de nouveaux outils (filets, hameçon,…), l'habitat regroupé et la pratique d'activités dévolues aux comités locaux de développement par les comités d'évangélisation.

L'habitat s'améliore en ce sens que les murs ne sont plus en paille, mais en claies badigeonnées de boue. Ce qui diminue la fréquence d'incendies des cases. Du côté de l'artisanat, maçons et menuisiers apparaissent. La mission initie la fabrication de briques, de tuiles et de planches ainsi que l'élevage du porc et du canard.

A l'heure actuelle, la contribution des missionnaires catholiques dans ce domaine n'est plus à démontrer, car on observe partout un véritable boom et explosion en infrastructure partout dans le milieu.

4 DEFIS RENCONTRES PAR LES MISSIONNAIRES DANS LA MISSION DE BOBANDANA

4.1 RUPTURE ET CONTINUITÉ

Comme le notent dans leur étude, les professeurs CORTEN et MARY, les « *prophètes africains […..] conjuguent sorcellerie et modernité en invitant les Noirs à renoncer à leurs fétiches pour devenir des Blancs».Cela est d'ailleurs confirmé par le roman autobiographique de Justine MINTSA, où à la suite du décès accidentel d'un enfant, des universitaires chrétiens formés en France et aux Etats-Unis mêlent pratiques chrétiennes et pratiques animistes dans lesquelles la sorcellerie tient une large place*.[66]

Deux mondes se complètent implicitement pour continuer l'apiculture, l'agriculture, la pêche, l'élevage et l'artisanat. Il faut simplement déplorer la disparition de certains médicaments et techniques de soin traditionnels. Quelques maladies que la médecine traditionnelle guérissait subsistent. C'est le cas du ''*fumbi*''[67], du ''a*masima*'' [68]ou du ''*seke*''[69].

Sur le plan spirituel, il y a lieu de retenir la multiplicité d'autres églises chrétiennes qui sont venues à la concurrence de celle de l'église catholique. Pour s'en rendre compte, il faut être édifié sur le nombre d'églises protestantes qui sont implantées partout dans la Paroisse dont leurs doctrines sont beaucoup plus focalisées sur la prophétisassion du bonheur charnel et les églises dites de réveil dont leurs prédications sont orientées en grande partie contre la politique hégémonique de l'Eglise catholique. Pour ces églises l'homme a été crée pour jouir du bonheur matériel du monde ; la lutte contre la pauvreté, la vieillesse par exemple sont leur cheval de batail.

Plus généralement, le boom religieux qui est perceptible depuis les années 1980, au moins, ne s'est pas démenti, dont les principales manifestations restent, d'une part, la mobilisation fondamentaliste, aussi bien chrétienne que musulmane, de l'autre, la progression (ou le sentiment d'une progression) des pratiques de l'invisible, si l'on range ces dernières, par commodité certes contestable, dans la sphère de la religion.[70]

4.2 LE DÉFI SOCIOCULTUREL

Même si les indigènes ont déploré le traitement dont ils ont été victimes de la part des chefs traditionnels, les prêtres de leur part ont exploité la population au nom de la Bible. Femmes et homme ont été soumis aux corvées en transportant les briques cuites pour la construction du temple de la paroisse de Bobandana en contre partie, le payement à la monnaie de

[66]F.G. Dreyfus, Religion et Politique en Afrique subsaharienne in Géopolitique des Afriques subsahariennes, n° 25 10/09 p60
[67]''fumbi'': concept havu qui signifie maladie qui pouvait attaquer la tête et entrainer une follie ou attaquer une femme enceinte
[68] ''amasima'': c'est une maladie qui frappe une femme pendant la grossesse oulors de l'accouchement et dont la cause serait l'infidélité de son marie ou d'elle-meme pendant la période de ladite grossesse ;
[69]''seke'': C'est un apcès désigné de manière vulgueur ''sans tête'' capable de causer la mort au patient
[70]Jean-François Bayart, op cite, p1

singe. Sans discrimination d'âge, les fils et fille de la paroisse de Bobandana ont travaillé durement pour l'implantation et la construction de la Mission de Kitalaga.

Un témoin décrit ce qu'il avait vécu à la Mission de Bobandana : « *avec mes yeux, âgé de 4 ou 5 ans, quand mon père Antoine Ruchababisha, plus familièrement appelé Ndoni, était le Capita général de la Mission qui nous logeait en face de l'entrée nord de l'église. Il supervisait les travaux du maçon Karokoli, du menuisier Rukabya, du boy Mashukano et d'autres ouvriers engagés ou occasionnels. Là je voyais les femmes venir avec des paniers pleins d'argile qu'elles transportaient sur le dos depuis Kabale-Kasha. Mon père leur donnait un peu de sel contre leur peine sous forme de salaire. C'est cette argile qui était utilisée pour la fabrication des briques qui ont servi à la construction des écoles et autres bâtiments de la Mission de Bobandana qui sont exploité comme couvent des prêtres. L'église était déjà achevée depuis longtemps à ce moment-là. En tout cas, parmi ces transporteuses, les femmes hunde et tembo ne manquaient jamais. C'était dur, c'était très pénible. Mais quand on parle de l'évangélisation, on ne voit que les hommes* ».[71]

A moins que le mérite ne soit fonction de la longueur de la barbe, qui nourrissait, blanchissait et reposait tous ces catéchistes au retour de leurs tournées éprouvantes. Et même ça : les femmes aussi ont servi dans l'enseignement. Les Sœurs Blanches avaient formé des jeunes filles en deux ou trois ans. A leur tour, elles ont initié leurs congénères à la lecture et à l'écriture. C'est le cas de Séraphine Namoba, l'épouse de Tata Lwamba. Plus tard, certaines gens interviennent comme enseignants et enseignantes telles que Marie-Thérèse Sangara et Colomba Shanyungu, Joséphine Wabo, Léonie Mulimbi, Angèle Bifuko et Ursula Ndundu. La question demeure : où sont les femmes dans l'Histoire de l'évangélisation dans la paroisse Bobandana ? Pourquoi tout leur apport n'est pas visible ?

4.2.1 UN ORDRE ANCIEN POUR LE MAINTIEN D'UNE PAIX SOCIALE FRUSTRANTE

Le chef coutumier, appelé Mwami, était au-dessus de toutes les lois dès lors que toutes les terres et toutes les femmes lui appartenaient. Il bénéficiait de diverses corvées exécutées par la population sous sa gestion sans aucune obligation de verser un salaire en contrepartie. L'organisation sociale exclue donc toute notion des droits de l'homme tels que définis à l'heure actuelle. Seul le Mwami est garant de la paix sociale en sa qualité de dernier recours pour tout et pour tous. Malheureusement cette réalité est encore vivante dans le mode de gouvernance en République Démocratique du Congo en particulier et dans la plupart d'Etats africains. La confusion est grande entre la paix sociale et le règne de l'injustice des dirigeants congolais et un pouvoir autocentré.

Le pouvoir des chefs coutumiers a été renforcé par l'Eglise, même si actuellement, suite aux conflits cycliques et requirent dans la région, ce pour s'effrite au fur et à mesure ; alors que ce derniers constituent le symbole de la tradition au sein de la société de Bobandana.

La famille du Mwami forme la classe de la noblesse ce qui traduit l'orgueil, un complexe de supériorité sur les autres humains considérés comme des sujets. Le lieu dit *Bushenge* c'est-à-dire la paillotte des sages disparaît alors que jadis considéré comme un lieu par excellence d'éducation, de rencontre des sages d'un même clan puis que considéré par l'Eglise comme étant un endroit impure par rapport à la conception des missionnaires.

Et pourtant, il existait des instances de recours allant du Conseil de famille à celui du Mwami en passant par celui du village aussi appelé le ''*Bushenge*''.

Mettons-nous donc en face de cette réalité. Laissant de côté toute conception de la religion en général, considérons les religions dans leur réalité concrète et tâchons de dégager ce qu'elles peuvent avoir de commun; car la religion ne peut se définir qu'en fonction des caractères qui se retrouvent partout où il y a religion. Dans cette comparaison (….) pour celui qui ne voit dans la religion qu'une manifestation naturelle de l'activité humaine, toutes les religions sont instructives sans exception d'aucune sorte; car toutes expriment l'homme à leur manière et peuvent ainsi nous aider à mieux comprendre cet aspect de notre nature. [72]

En effet, on constate une réalité contrariée entre ce qui est prêché par les missionnaire et ce qui se pratique dans l'Eglise, la question de fond qui se pose est celle du sens à donner au signifiant par rapport au signifié. Il est étonnant de constater

[71] *Cri du cœur de Mme Speciose Ruch ababisha, Goma, le 1er mars 2012.*

[72] *Emile Durkheim, Les formes élémentaires de la vie religieuse : livre premier, le système totémique en Australie, Les Presses universitaires de France, cinquième édition, Paris, 1968, p32*

certaines similitudes des signes utilisés dans l'ancien rite de prière de la religion traditionnelle et ceux pratiqués à la messe, c'est-à-dire dans le temple de l'Eglise catholique. Ainsi, la queue de vache pour aider à asperger de l'eau aux adeptes, le feu, la viande fraiche, les clochettes, la boisson, du foufou, et le tambour anciennement utilisés pendant les cérémonies des rites traditionnelles sont aujourd'hui présents à la messe sous une autre forme avec l'aspersoir ou goupillon, la bougie, le pain ou eucharistie qui devient corps du Christ, la clochette, le vin de raisin et le tam-tam sont des choses qui constituent les éléments sacrés pour l'Eglise catholique. La Père Gillès serait-il venu supprimer ou renforcer ce qu'il a rencontré ?

Quant au défi culturel, il est important dans la mesure où certaines pratiques païennes continuent sous motif de la conservation de la culture. A en croire Sigmund Freud, selon lui « *On comprend fort bien pourquoi, la transgression de certaines prohibitions taboues présente un danger social et constitue un crime qui doit être puni ou expié par tous les membres de la société, s'ils veulent échapper à ses désastreuses conséquences. Le danger dont il s'agit nous apparaîtra comme réel, si nous mettons les velléités conscientes à la place des désirs inconscients. Il consiste dans la possibilité de l'imitation qui aurait pour conséquence la dissolution de la société. En laissant la violation impunie, les autres s'apercevraient qu'ils veulent faire la même chose que le malfaiteur ».*[73] C'est ainsi que, pour ne citer que ces deux exemples, à la pleine lune, les mères de jumeaux sortent toujours pendant la nuit à la sortie de la lune, elle prononce des imprécations et des incantations en direction de l'astre, ceci pour préserver ses enfants jumeaux de tous les maléfiques. Ensuite, le cadavre de quelqu'un qui est mort noyé est toujours enterré au bord du lac ou rivière où s'est produit l'accident accompagné d'une cérémonie officiée par quelqu'un qui se souvient encore des formules à prononcer pour que l'âme du défunt ne revienne plus hanter le village pour se venger sur les survivants. Plus grave encore, ce sont les amulettes dont la détention traduit en fait la culture de la facilité et la recherche de l'immédiateté qui s'installent durablement.

Dans sa réflexion, Théophile KISALU KUNGU constate qu'*à côté des bouleversements qui affectent le croire sur le plan de l'Église universelle, les chrétiens d'Afrique ont d'autres défis plus spécifiques. Appartenant aux cultures qui ont des pratiques spirituelles et religieuses différentes de celles du judéo-christianisme, les Africains croyants en Jésus-Christ ont parfois des difficultés à faire la part des choses entre les pratiques magico-spirituelles ancestrales et la foi chrétienne ou à apporter au christianisme des valeurs appréciables de leurs cultures.*[74]

Par ailleurs, la culture de la facilité a été accentuée. Il n'est plus question de travailler durement pour que la récompense vienne au bout de la peine. Cette philosophie est renforcée par l'intervention des ONG qui suite aux guerres récurrentes, ces dernières distribuent vivres et non vivres aux personnes touchées. Malheureusement, elle devient comme une culture pour certaines gens qui, au lieu de s'en donner au travail du champ, du commerce ou autre travail rémunérateur et attendre les résultats, il vaut mieux se faire inscrire sur une liste de bénéficiaires dits vulnérables et on a ainsi de la nourriture sous les moindres efforts. Dans la Bible, Dieu a tout promis nous disent les sectes religieuses. Pourquoi souffrir ? Il suffit de demander ce qu'on veut à Notre Père dans une chambre de prière qui promet des réponses directes et express. C'est ce qui explique le succès de ces sectes qui surfent sur la dépendance psychologique des personnes facilement abusées.

A l'issu de notre enquête, nous avons pu constater que, contrairement à la religion traditionnelle, la grande nouveauté du catholicisme c'est de permettre un accès direct à Dieu qui est Père. Le recours à la multiplicité de dieux et aux fétiches n'était en réalité qu'un manque de clairvoyance sur le rôle des serviteurs de ces dieux dans le commerce avec l'au-delà. L'attitude du chrétien doit donc traduire son assurance qu'il n'y a pas de barrière entre lui et son Dieu.

En définitive, le défi pour la réhabilitation de la Paroisse de Bobandana est encore réel, même si les autorités ecclésiastiques du diocèse de Goma ont tendance à minimiser le fait. La construction de la mission dont l'inauguration a eu lieu en 2012 menace d'écroulement si rien n'est fait, les chrétiens qui y prient courent le risque. La position géo-politique de Bobandana ne la facilite pas à sa promotion. Située en Province du Sud-Kivu mais, gérée à partir de la Province du Nord-Kivu, cette position rend la Paroisse de Bobandana plus vulnérable et donc considérée comme un enfant abandonné, cette dernière considérée comme étant une vache à lait mais, dont ses fruits ne bénéficient pas aux paroissiens par manque du leadership engagé et soucieux du milieu. Et cela ne pourra se concrétiser que par l'adoption d'une politique d'intégration des filles et fils de Bobandana dans l'administration du diocèse. Un effort assez considérable doit être consenti pour promouvoir les fils et filles de la contrée pour prendre seuls de destin de cette vielle Paroisse du Diocèse de Goma.

---

[73] *Sigmund Freud (1912), Idem p45*

[74] *Arnaud JOIN-LAMBERT & Ignace NDONGALA MADUKU, L'Église et les défis de la société africaine. Perspectives pour la Deuxième assemblée spéciale du synode des évêques pour l'Afrique Actes des journées d'études 2008 de Louvain-la-Neuve (Belgique), Cahiers Internationaux de Théologie Pratique, Série « Actes » n° 2, Publié sur le site : www.pastoralis.org en novembre 2011 p50-57*

5 CONCLUSION GENERALE

Au début du XXème siècle, les habitants du territoire actuel de la Paroisse de Bobandana, au bord du Lac Kivu, voient surgir des Missionnaires blancs déterminés à démanteler leur représentation du monde, obscur pour eux, pour leur inculquer la Bonne Nouvelle de Jésus-Christ, personnage qu'il s'est avéré impossible de caser dans leur panthéon habituel. En fait, ces Missionnaires mettent leurs pieds sur une terre occupée par deux tribus, les Bahavu et les Bahunde, en guerre de conquête dans un contexte général où un nouvel ordre apporté par le colonisateur belge est en train de s'imposer par la force. Faisant partie de l'identité dominatrice, ils réussiront à implanter la religion catholique dans un monde qui dispose de la connaissance de Dieu et de son culte ainsi que d'une organisation socio- politique de type féodal qui ne recherche pas des mécanismes de cohabitation pacifique. Chacune des tribus antagonistes voudra que la nouvelle religion soit son alliée contre l'autre.

Le fait qu'aujourd'hui, cent ans après l'arrivée des Missionnaires européens est au bout d'un chapelet d'actions d'un développement aussi bien spirituel que social ; on s'aperçoit après analyse que la foi chrétienne s'est ancrée dans la mentalité de la population, même si un travail d'évangélisation et de conscientisation doit se poursuivre pour sauver les âmes. Entre temps il y a lieu de remarquer que les pratiques traditionnelles qui sont l'incarnation de la culture Havu, Hunde, Tembo et Nyanga n'ont pas été toutes démantelées bien que qualifiées de païennes ou démoniaques.

C'est dire que la foi n'est pas donnée une fois pour toutes ; elle s'entretient. Il faut pour cela interroger en permanence son attitude et ses pratiques pour savoir si elles sont toujours conformes à la morale et à l'éthique chrétiennes. Le travail d'évangélisation doit donc se poursuivre et tenir compte des anciens et nouveaux paramètres de la société. En effet, les droits de l'homme ou la citoyenneté responsable sont les nouveaux paradigmes de la liberté du croyant appelé à vivre Jésus-Christ d'une façon autonome.

Cependant, le centenaire de la Paroisse de Bobandana est un moment privilégié pour faire le bilan de l'évangélisation sur plan le développement spirituel, humain et socio-économique vis-à-vis des paroissiens de Bonandana. L'arrivée des missionnaires catholiques pour évangéliser les Havu, les Hunde, les Tembo, les Nyanga et les Banyarunda est parti sur des préjugés européocentristes considérant les Noirs comme des hommes n'ayant aucune valeur culturelle susceptible d'élever la vie humaine. Et à notre avis cette conception est à la base de certains ratés et résistances observées dans le parcours de l'évangélisation catholique dans la Paroisse de Bobandana. Ainsi, donc l'approche d'assimilation serait beaucoup plus bénéfique pour la réussite de l'évangélisation de manière parfaite. Le reniement de l'identité culturelle par les missionnaires blancs vis-à-vis des indigènes a constitué un précédent fâché de l'évangélisation catholique à Bonadana.

Il s'est fait remarquer un paradoxe patent du fait que, l'utilisation par l'Eglise catholique, lors des cérémonies de culte, des mêmes objets ou symboles jadis utilisés par les Noirs (Havu, Hunde, Nyanga et Tembo) lors de rites traditionnels pendant l'adoration divine (le feu, le lançant, le tambour, la boisson, la nourriture, etc) ; qui, malheureusement ont été considérés comme étant démoniaques par les missionnaires, mais qui réapparaissent sous une autre forme.

La question actuelle de la survie des chrétiens installés dans une zone rurale confrontée à plusieurs problèmes dont la maladie des plantes, l'instabilité politique etc, relancent la problématique de la poursuite d'une enculturation du message de Jésus-Christ tel que celui-ci soit intégré dans une approche qui tienne compte des aspirations et des valeurs locales pour un développement durable. C'est le défi majeur des prochains cent ans de la Paroisse de Bobandana en particulier et de l'Eglise Catholique en RD Congo en Général.

REFERENCES

[1] Annuaire de l'Eglise catholique en RD Congo, Editions du secrétariat général de la CENCO, Dépôt légal : NW 3.01037-57194, ISBN, B.P. 3258 – Kinshasa / Gombe, 2012 – 2013

[2] BAYART Jean- François*, Les Églises chrétiennes et la politique du ventre : le partage du gâteau ecclésial,* CERI-CNRS, sans date.

[3] BAYART Jean-François, « Religion et politique en Afrique : le paradigme de la cité cultuelle », in *Etudes africaines comparées*, 1, avril 2015

[4] BUJOT, B. Introduction à la théologie africaine, Academic Press, s.d. Fribourg, cité par Jean-Baptiste Sourou, Religion Traditionnelle Africaine (RTA) et l'Eglise catholique à la lumière des deux synodes pour l'Afrique, de 1994 à 2009.

[5] DURKHEIM Emile, *Les formes élémentaires de la vie religieuse* : livre premier, le système totémique en Australie, Les Presses universitaires de France, cinquième édition, Paris 1968.

[6] DREYFUS F.G., « Religion et Politique en Afrique subsaharienne » in *Géopolitique des Afriques subsahariennes*, n° 25 10/09

[7] GILLES de PELICHY R.P., « Souvenirs », in *CNKI ,1928-1953*, Ed. Cuypers, Bruxelles 1953,
[8] IYANANIO Simon-Pierre*, L'Église catholique et l'éducation civique des populations en République Démocratique du Congo. Le cas de Shabunda, au Sud-Kivu,* Thèse de Doctorat en théologie pratique, Québec, Canada, 2015
[9] JOIN-LAMBERT Arnaud & NDONGALA MADUKU Ignace, *L'Église et les défis de la société africaine. Perspectives pour la Deuxième assemblée spéciale du synode des évêques pour l'Afrique*. *Actes des journées d'études 2008 de Louvain-la-Neuve (Belgique),* Cahiers Internationaux de Théologie Pratique, Série « Actes » n° 2, Publié sur le site : *www.pastoralis.org* en novembre 2011
[10] KABOY Théophile, Oui nous célébrons le centenaire de l'évangélisation au Diocèse de Goma : Ainsi naquit la paroisse de Bobandana 1912-1947,s.e, s.l,s.d,
[11] MURAIRI MITIMA J-B., *Les Bahunde aux pieds des volcans Virunga (R-D Congo*, L'Harmattan, Paris, 2005.
[12] NOMIND A., *Les forces religieuses en Afrique noire* : *un état des lieux*, sans édition, lieu et date.
[13] Présidence de la République Zaïre : 'Le Bilan 1965-1970 ; débuts enseignement primaire au Congo'.
[14] Sigmund Freud (1912), *Totem et Tabou*, Interprétation par la psychanalyse de la vie sociale des peuples primitifs. Ouvrage traduit de l'Allemand avec l'autorisation de l'auteur en 1923 par le Dr S. Jankélévitch. Réimpression : 1951. Édition, Chicoutimi, Québec. 2002,
[15] SOUROU Jean-Baptiste, "*Ecclesia in Africa » à la lumière de « l'Esprit d'Assise », Essai de lecture du premier synode pour l'Afrique en marche vers le second*, L'Harmattan, Paris, 2008
[16] SOUROU Jean-Baptiste, Religion Traditionnelle Africaine (RTA) et l'Eglise catholique à la lumière des deux synodes pour l'Afrique, de 1994 à 2009.) Cardinal Jean-Louis Tauran, président du Conseil pontifical pour le dialogue interreligieux ; déclaration faite au cours du second synode des évêques pour l'Afrique qui s'est tenue au Vatican en Octobre 2009.
[17] TABARD René, « Religions et cultures traditionnelles africaine : Un défi à la formation théologique », in *Revue des sciences religieuses* 84 n° 2 (2010), mis en ligne le 27 octobre 2015, consulté en aout 2016.
[18] TEGERA, Aloys : « réflexions autour du concept de légitimité et des pratiques passées et actuelles : la difficile marche vers l'apprentissage d'une culture citoyenne » in *regard croisé.*

ANNEXE



Fig. 1. Carte du Diocèse de GomaFig. 2. Carte de la Paroisse de Bobandana



Fig. 2. Carte géographique actuelle de la Paroisse de Bobandana



Fig. 3. La vue extérieure de la Paroisse de Bobandana/Minova

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 328-334
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Highly Birefringent Wideband Residual Dispersion Compensating Photonic Crystal Fiber

Japatosh Mondal[1] and Mohammad Shaifur Rahman[2]

[1]Department of Electrical and Electronic Engineering,
Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Science and Technology University,
Gopalganj-8100, Bangladesh

[2]Department of Electrical and Electronic Engineering,
Khulna University of Engineering and Technology,
Khulna-9203, Bangladesh

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: We propose a new type highly birefringent spiral photonic crystal fiber (PCF) for residual dispersion compensation in a wide range of wavelengths. The 2-D finite element method (FEM) with perfectly matched boundary layer (PML) is used for numerical simulation. The arrangement and diameter of circular air holes in the designed PCF has been tuned to offer almost flat dispersion profile with average dispersion coefficients of -609.321601 and -396.32923 ps/nm-km for X and Y-polarization, respectively, within the wavelengths of 1350-1600 and 1350-1800nm. The proposed spiral PCF shows high birefringence of 0.0170 and nonlinear coefficient 44.3679 and 28.1431 $W^{-1}km^{-1}$ for X and Y-polarization at 1550nm.

KEYWORDS: Birefringence, chromatic dispersion, finite element method, non- linear coefficient, spiral PCF.

1 INTRODUCTION

In the recent years, photonic crystal fibers (PCF) compared to conventional optical fiber provides unique features [1] due to freedom in the design of the microstructure cladding around a solid central core where light is guided by means of modified total internal reflection (MTIR). Tailoring ability of the air hole arrangement and its diameter of a PCF has made it to be an attractive optical waveguide in which several important optical properties such as large chromatic dispersion [2-4], large mode area [5], high nonlinearity [6-7] and high birefringence [8-10] can be achieved.

The rapid development of optical fiber network and the boost data rates compels serious residual chromatic dispersion in transmission distances. In addition, optical sources of different wavelengths are being widely used nowadays for optical communication. Hence, the best approach is to nullify the positive chromatic dispersion for a large bandwidth of wavelengths. To serve this, dispersion compensating fiber [11] (DCF), a fiber that contains large negative dispersion properties has to be launched. The chromatic dispersion can be customized by arranging the air hole size, shape and large index contrast of PCF. In recent times, an equiangular spiral photonic crystal fiber (ES-PCF) has been reported [12] for high nonlinearity with ultra flattened dispersion profile and super-continuum generation in the visible region. More recently, effusive technique has been employed [3] to achieve a flattened negative dispersion over E+*S*+*C*+*L*+*U* wavelength bands with an average dispersion 227 ps/nm-km. In order to minimize losses and costs, the dispersion compensation fiber should be as short as possible and thus the magnitude of negative dispersion should be as large as possible in optical fiber communication.

In many applications of PCFs in transmission medium for communication, it is essential to suppress the birefringence to construct the system polarization in sensitive and so polarization states have been maintained using high birefringence PCFs [13]. In the PCF with ideal symmetry [14], the two polarization modes are degenerate. Normally, two methods, breaking the symmetry and built-in- stress can be used to construct high birefringence. To design unsymmetrical, many optimization can be approached, e.g. double or triple defects in the fiber core or the air holes can be elliptical instead of circular one or

Corresponding Author: Japatosh Mondal

defected elliptical core with circular air holes. By using these techniques, birefringence up to 10^{-2} has been reported in spiral lattice to form an elliptical core shape [9], elliptical air holes within the fiber [15] or soft glass with crystal core. But we propose index guided spiral PCF with defected elliptical core which serves various potentials such as large flattened negative dispersion, high birefringence and nonlinearity [16]. In particular, nonlinearity can diminish the footprint and power consumption of various optical mechanism.

In this paper, a new spiral PCF with defected elliptical core has been proposed for dispersion compensation fiber. A defected elliptical air hole at the core region is used to achieve a larger negative flattened dispersion to get dispersion compensation over 1350-1600nm for X polarization and 1350-1800nm for Y polarization. Besides this demonstration, an admirable goal would be to take full use of flexibility in design of PCF to take simultaneous wideband high birefringence, large nonlinearity and large negative flattened dispersion, which might be of potential tools in signal processing applications. The factors of the design methodology of the proposed structure are given in Section II. The numerical analysis is explained in Section III, while the conclusions are given in Section IV.

2 DESIGN METHODOLOGY

The general structure of the proposed spiral PCF with defected elliptical core in our simulation as illustrated in Fig.1. Compared to the conventional circular lattice structure and hexagonal lattice structure, spiral lattices of circular air holes (black dashed lines) with defected elliptical core in Fig.1 (c), are introduced as the cladding of the PCF. It has 10 arms and the starting air holes of each arm form a single spiral of radius r_o with equal angular displacement from previous one is increased by θ. The radii of subsequent rings are enhanced by geometric progression of following manner (r_o, r_o+p, r_o+2p,.....); where p represents pitch. Each arm contains 16 air holes. Among these, first nine air holes have same radius of r_h. The PCF is composed of elliptical lattices in Fig.1 (b), having 12 circular air holes have same radius of r_e with ellipticity ratio (a: b=2:1) in the central core region, are arranged by Rmamnujan's formula. To make extra large asymmetry, 1 and 7 position air holes are omitted in elliptical core, shown in Fig.1(c). The spiral-shape structure is compact for tight light confinement and large nonlinearity. The defected elliptical arrangement of circular air holes provides high birefringence as well as large negative chromatic dispersion. We use circular air holes to facilitate easy fabrication.

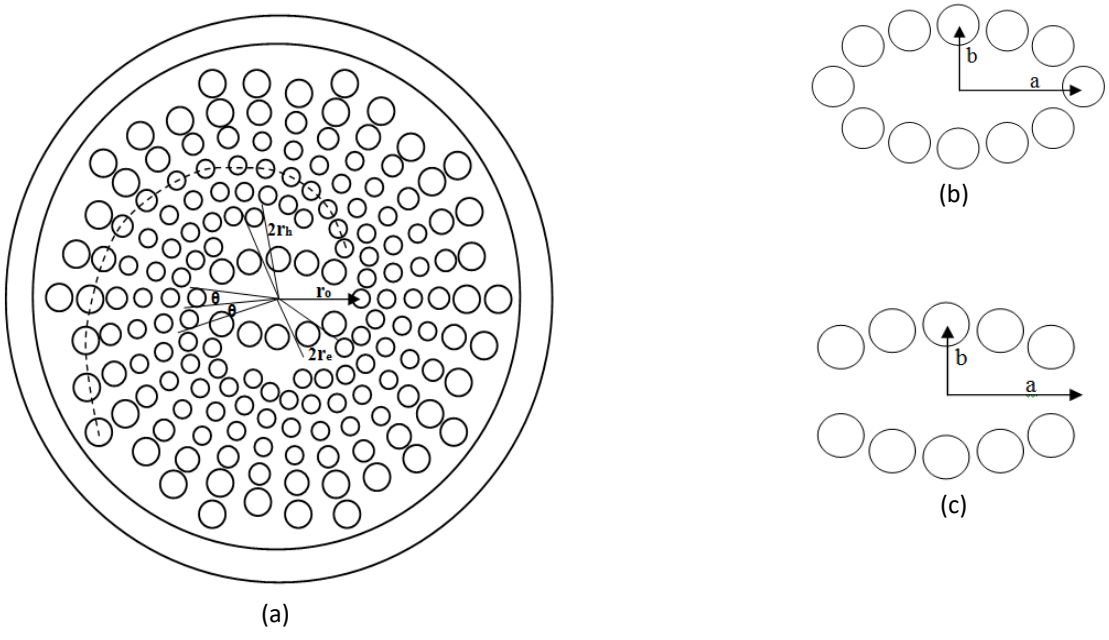


Fig. 1. Cross section of proposed (a) Spiral PCF, (b) elliptical core with circular air holes and (c) defected elliptical core in central region

3 NUMERICAL ANALYSIS

We determine the field distribution and refractive index of the designed spiral PCF with defected elliptical core by using a full-vector finite element method (FEM) software (COMSOL Multiphysics 4.2). The material dispersion of Silica is taken into consideration. The birefringence (Δn_{eff}), chromatic dispersion (D) and nonlinearity (γ) are expressed as follows:

$$\Delta n_{eff} = n_{eff}^{X} \sim n_{eff}^{Y} \quad (1)$$

$$D = -\lambda / c.d^2 n_{eff} / d\lambda^2 \quad (2)$$

$$\gamma = 2\pi n_2 / (\lambda A_{eff}) \quad (3)$$

where c is the light velocity in vacuum, is the wavelength, A_{eff} is the effective area of fundamental mode, and $n_2 = 2.3\times10^{-20} m^2 W^{-1}$ is the nonlinear refractive index of Silica. The material dispersion is considered by using the Sellmeier formula [17] to get the refractive index of silica at different wavelengths. To analyze, r_o = 1.4 μm, ϑ =12°, r_h = 0.154 μm, r_e=0.21 μm, a = 1.3μm and b=0.65μm are reported for the optimized structure. For evaluating the dependency on thickness of perfectly matched layer (PML) has been reported [9]. However, we change the PML value from o.6 to 1.6 μm in shown in Fig.2. It can be clearly seen that the chromatic dispersion remains unchanged with wavelength that would be afforded to fabricate the PCF design easily.

The goal is to generate a flat negative chromatic dispersion of high magnitude over the wide band. Our proposed design shows an average value of chromatic dispersion for X-polarization which is equal to -609.32 ps/(nm-km) with a dispersion variation of 14.26 ps/(nm km) between -598.15 ps/(nm km) and -582.75 ps/(nm-km) in the wavelength range 1350nm to 1600nm which is equal to -396.33 ps/(nm km) for Y-polarization with a dispersion variation of 9.34 ps/(nm km) between -356.25 ps/(nm km) and -388.60 ps/(nm km) in the wavelength range 1350nm to 1800nm. We have compared our result of chromatic dispersion with research articles[3], [18] and [19] that provides better negative dispersion shown in Fig.3.

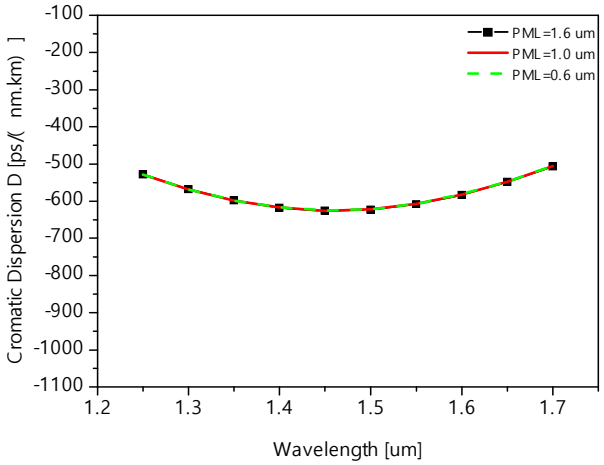


Fig. 2. Dispersion with respect to thickness of PML

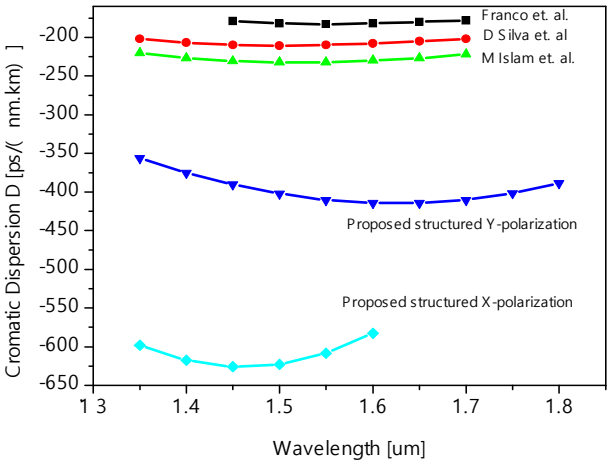


Fig. 3. Comparison between chromatic dispersion

We then investigate the dependence of chromatic dispersion on the wavelength under different re of elliptically circular air holes. With the increase of r_e, dispersion for X and Y polarizations also increases in both case as demonstrated in Fig 4(a) and (b) respectively.

From Fig. 4, it can be explained that 1) negative dispersion for Y-polarization is flatter than X-polarization at r_e equal to 0.21µm and 2) dispersion for X-polarization is varied dramatically which can be achieved up to -1037.49 ps/(nm km) at 1400nm for r_e of 0.23µm and 3) more flatness portion of dispersion is lower than 1550nm (1400nm to 1500nm) for X-polarization which is near to 1550nm and above (1550nm to 1700nm) for Y-polarization. In both cases, variation of flat portion is increased from radius 0.21µm to 0.23µm because field interacts with silica cladding of spiral ring is more for X-polarization (a) than Y-polarization (b) beyond the defected elliptical air holes as illustrated in Fig. 5.

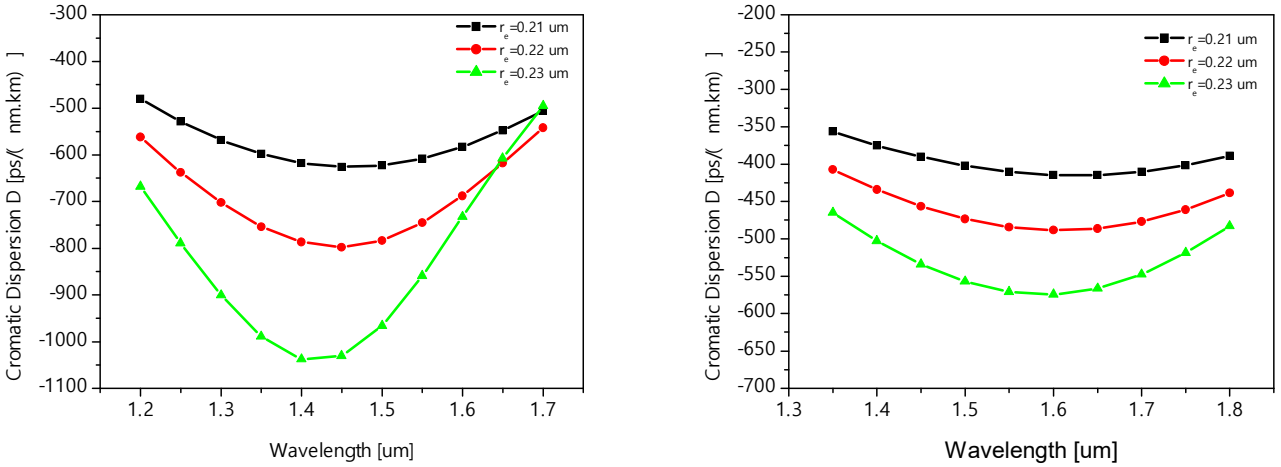


Fig. 4. Chromatic dispersion for (a) X-polarization and (b) Y-polarization

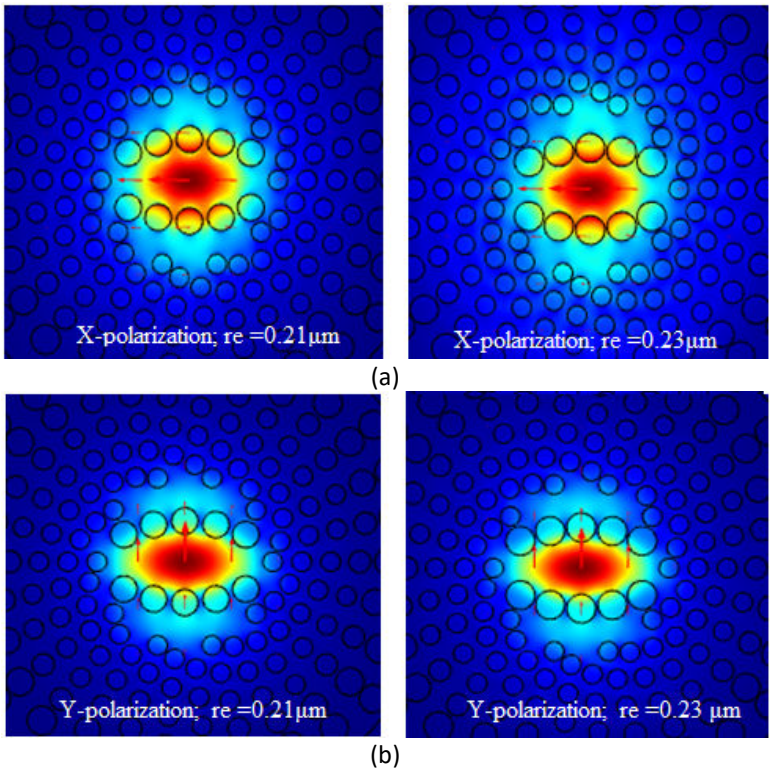


Fig. 5. Chromatic dispersion for (a) X-polarization and (b) Y-polarization

We further examine the dependence of birefringence and non-linearity on the diameter of elliptically circular air holes. After fixing the ellipticity ratio at 2, the birefringence as a function of the diameter of r_e is depicted in Fig.6. The birefringence increases with the increase of the diameter of r_e because the fiber cross-section is more asymmetric. It can be examined that the birefringence is about 0.0170 at 1550nm when r_e=0.21µm. A maximum birefringence of 0.0223 is achieved when r_e enhances up to 0.23µm, manifested in the insets in Fig.6.

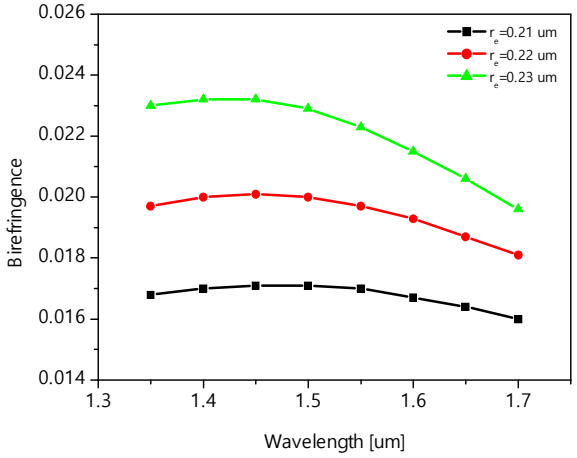


Fig. 6. Birefringence variance with respect to r_e

With the evidence of Fig.7, one can observe that the nonlinear coefficient of our designed PCF is very high, and the nonlinear coefficient does not change significantly increasing with elliptically circular air holes radius, but reducing almost linearly with increasing wavelengths. Especially, for X-polarization, the non-linear coefficient is up to 44.3679 $W^{-1}km^{-1}$ and 28.1431 $W^{-1}km^{-1}$ for Y-polarization at 1550nm. The results of birefringence and non-linearity are compared individually with the former values that are presented in the literature [3], [16].

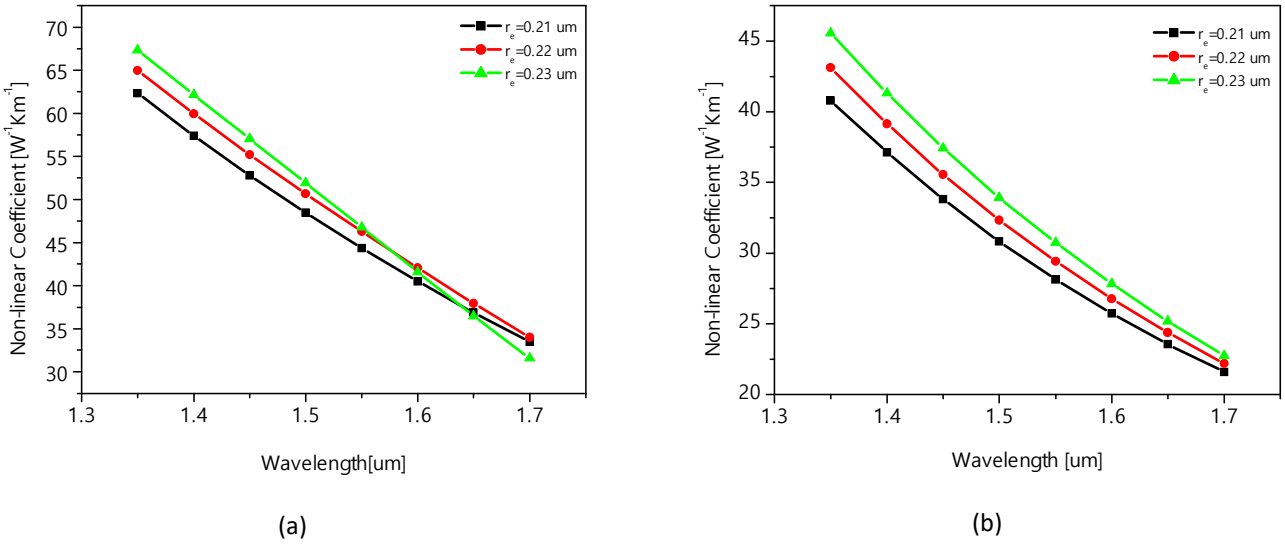


Fig. 7. Influence of r_e on non-linearity for (a) X-polarization and (b) Y-polarization

Here, it has been possible to trade off high chromatic dispersion, high birefringence and large non-linearity by using our optimized design. To reach manufacturing process, confinement and bending loss is considered. For our design, the confinement loss is found to be around 0.1926 dB/km.

Finally, a comparison is made between properties of the proposed SPCF for broadband dispersion compensation and some other PCFs designed for the same. The comparison between these fibers are presented in Table 1 which takes into

account the magnitude of average negative dispersion, dispersion variation and birefringence to compensate the accumulated dispersion of the SMF. The proposed DC-PCF exhibits the higher value of the average negative dispersion with lower dispersion variation that those presented before.

Table 1. Comparison between properties of the proposed DC-PCFs and other DC-PCFs

PCFs	Average dispersion ps/(nm.km)	Band(nm) with dispersion variation	B (1550nm)
Proposed SPCF	-609.32(X) -396.33(Y)	1350-1600(14.26) 1350-1800(9.34)	0.0170
Ref. [3]	-227	1350-1675(11)	0.0170
Ref. [18]	-179	1480-1675(2.1)	-
Ref. [19]	-212	1350-1675(11)	-

4 CONCLUSION

In round up, we have put forward a silica spiral PCF with ultrahigh chromatic dispersion, birefringence and nonlinearity by employing defected elliptical core in the center of the fiber. It will be a significant design to determine above three features simultaneously by changing one parameter and using only one material that provides freedom in the proposed design. Within a wavelength range of 1350–1800 nm, the proposed PCF recommends ultrahigh chromatic dispersion of (-1037.49)/(-574.411276) ps/(nm km), high birefringence up to 0.0232 and large nonlinearity up to 67.34/45.55 $W^{-1}km^{-1}$ for X/Y-polarization. These characteristics promise to pave the way for a highly efficient and outstanding partner in wideband signal processing applications in fiber optic communication.

REFERENCES

[1] P. S. J. Russell, "Photonic-crystal fibers," *Journal of lightwave technology*, vol. 24, no. 12, pp. 4729–4749, 2006.

[2] M. S. Habib, K. Nasim, M. S. Habib, M. I. Hasan, and R. Ahmad, "Relative dispersion slope matched dispersion compensating highly birefringent spiral microstructure optical fibers using defected core," *Optical Engineering*, vol. 52, no. 9, pp. 096 110–096 110, 2013.

[3] M. A. Islam and M. S. Alam, "Design of a polarization-maintaining equiangular spiral photonic crystal fiber for residual dispersion compensation over wavelength bands," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 24, no. 11, pp. 930–932, 2012.

[4] M. I. Hasan, M. S. Habib, M. S. Habib, and S. A. Razzak, "Highly nonlinear polarization maintaining dispersion compensating fiber for high-speed transmission system," *Optical Engineering*, vol. 52, no. 11, pp. 116 112–116 112, 2013.

[5] J. Knight, T. Birks, R. Cregan, P. S. J. Russell, and J.-P. De Sandro, "Large mode area photonic crystal fibre," *Electronics Letters*, vol. 34, no. 13, pp. 1347–1348, 1998.

[6] J. Liao, J. Sun, M. Du, and Y. Qin, "Highly nonlinear dispersion-flattened slotted spiral photonic crystal fibers," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 26, no. 4, pp. 380–383, 2014.

[7] S. Revathi, S. R. Inbathini, and R. A. Saifudeen, "Highly nonlinear and birefringent spiral photonic crystal fiber," *Advances in OptoElectronics*, vol. 2014, 2014.

[8] J. Mondal and M. S. Rahman, "Design of highly birefringent dispersion compensating spiral photonic crystal fiber," In *Electrical Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT), 2015 International Conference on IEEE*, pp. 1-4, 2015.

[9] C. Gui and J. Wang, "Elliptical–spiral photonic crystal fibers with wideband high birefringence, large nonlinearity, and low dispersion," *Photonics Journal, IEEE*, vol. 4, no. 6, pp. 2152–2158, 2012.

[10] T. Huang, J. Liao, S. Fu, M. Tang, P. Shum, and D. Liu, "Slot spiral silicon photonic crystal fiber with property of both high birefringence and high nonlinearity," *Photonics Journal, IEEE*, vol. 6, no. 3, pp. 1–7, 2014.

[11] K. Mukasa and Takeshi Yagi. "Dispersion flat and low non-linear optical link with new type of reverse dispersion fiber (RDF-60)." In *Optical Fiber Communication Conference*, p. TuH7. Optical Society of America, 2001.

[12] A. Agrawal, N. Kejalakshmy, B. A. Rahman, and K. T. Grattan, "Soft glass equiangular spiral photonic crystal fiber for supercontinuum generation," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 21, no. 22, pp. 1722–1724, 2009.

[13] S. E. Kim, C. G. Lee, I. Moon, and C.-S. Kee, "Hybrid square-lattice photonic crystal fiber with high birefringence and negative dispersion," In *OFS2012 22nd International Conference on Optical Fiber Sensor*, pp. 842 172–842 172. International Society for Optics and Photonics, 2012.

[14] M. Steel, *et al.*,"Symmetry and degeneracy in microstructured optical fibers," *Optics letters*, vol. 26, no. 8, pp. 488–490, 2001.

[15] S. E. Kim, B. H. Kim, C. G. Lee, S. Lee, K. Oh, and C.-S. Kee, "Elliptical defected core photonic crystal fiber with high birefringence and negative flattened dispersion," *Optics express*, vol. 20, no. 2, pp. 1385–1391, 2012.

[16] J. Liao, J. Sun, Y. Qin, and M. Du, "Ultra-flattened chromatic dispersion and highly nonlinear photonic crystal fibers with ultralow confinement loss employing hybrid cladding," *Optical Fiber Technology*, vol. 19, no. 5, pp. 468–475, 2013.

[17] V. Brückner, To the use of Sellmeier formula, *Senior Experten Service (SES) Bonn and HfT Leipzig, Germany*, 2011.

[18] M. A. Franco, V. Serr˜ao, F. Sircilli *et al.*, "Microstructured optical fiber for residual dispersion compensation over wavelength bands," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 20, no. 9, pp. 751–753, 2008.

[19] J. P. D. Silva, D. S. Bezerra *et al.*, "Ge-doped defect-core microstructured fiber design by genetic algorithm for residual dispersion compensation," *Photonics Technology Letters, IEEE*, vol. 22, no. 18, pp. 1337–1339, 2010.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 335-348
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Activate the Economic Side for Saudi Arabia Tourism through the Innovation of Traditional Motifs in Textiles

Thanaa Alsarhan and Hanan Bukhari

Fashion Design Dept. Faculty of Arts and Design, King Abdul- Aziz University, Jeddah, Saudi Arabia

Copyright © 2017 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 research dealt on the idea of linking the authenticity values of Saudi Arabia heritage motifs with the current and future advancement of the techno- development for contemporary creative ideas serving the religious tourism field. The different motifs were examined to create appropriate printing designs for hotel furnishings and acceptable pilgrimage women clothing. The software Photoshop program was applied to design colorful wallpapers to give a sense of multiplicity of colors in the design background that were applied on fabrics with tie and dye natural printing using curcuma, cochineal, hibiscus, henna, tea and coffee extracts. The modified designs from the tradition motifs were formed by only one color and applied on the multiplicity colored background by the flat silk screen printing technique regarding the eco-friendly and economical points of view. As a result, this study is considered as a developed idea for the preparation of small-scale projects to reduce unemployment problem in particular for women, through innovative designs which can be applied on textiles with more or less environmental easiest techniques in reducing effort and cost.

KEYWORDS: Eco-friendly, Natural dyeing, Silk screen printing, Saudi heritage, Tourism.

1 INTRODUCTION

The people lifestyle has changed through time course and therefore a diversity of values has occurred through the recent technology which has transformed the slow lifestyles to faster pace (Sadsunk, 2014). The development has added a variety of things to the world; thus the expansion of Saudi Arabia in its topography and climate led to the diversity in the styles of the architectural models for every region. Each area has its own architectural characteristics that give it its identity by different construction methods or different decoration styles (Marzouq 2010).

Tourism in Saudi Arabia is one of the basic pedestals and one of the economic activities that have the elements for attractions (Awad, 2012). Religious tourism is considered one of the important elements since it's the birthplace of the Islamic religion, which makes the place a tourist attraction, where millions of Muslims attend Makkah and the prophet's mosque in Madina to perform pilgrimage. The Saudi government is increasing its support for the tourism representative in the General Authority for Tourism and Antiquities and which of its goals the development and rehabilitation of tourist sites, heritage and development activities and events.

The conventional motifs in the different Saudi Arabia regions are considered as one of the environmental and architectural values. In addition, traditions, culture and heritage clothing are attractive for tourism (Marzouq, 2010). Some People like to purchase souvenirs that because they like to remind themselves of place they have visited. These objects can range from jewelry trinkets and T. shirts to expensive, crafts, artworks, and clothing (Weaver & Lawton, 2006). However, memorabilia can also include items that are not purchased such as a ticket stubs, rocks, and see shells. In many instances the products are locally produced and could be one of kind. When this is not the case, many displays still tend to create the illusion of exclusivity by displaying a small number of items from the same product line.

Using designing software will help in innovation, development, and enhancement of more creative designs. Photoshop is one of the most important programs in this field. It comes with several elements and tools which can create textile with more

Corresponding Author: Thanaa Alsarhan

effective patterns and schemes in a very fast and easy manner. This research focuses on using pictures of traditional buildings, clothing, and heritage houses and hand tools of different regions of Saudi Arabia. Computer software can be used to repeat, resize, recolor these pictures and design more creative textile that can be used in tourist facilities and services in a way that represent our national identity. (Hanan, 2012)

The term design is the process of planning and organizing, or placement of a goal, perceived in advance, and is accomplished by different physical means. It is a process that is in a continuous need for exercise that aims to arrive at a form or to achieve a purpose (Fekry, et.al. 2014). The design process in fact, means creative (or innovative) work, which achieves its purpose perfectly. The designer should, of course, be in possession of imagination and creativity talents, and to be able to link between them within an integrated entity that has continuation and innovation to serve specific and defined goals (Fekry, et.al. 2014). The design is not only an expression of creative emotions but it is the ability to achieve response requirements of others, in which the artist substantiates and creates as a form as well.

Printing is rather an ambiguous term. Methods of coloring some areas of fabrics differently to others by using dyes, pigments and paints all tend to be termed as printing although, in fact, some of these are not strictly printing but rather dyeing and coloring techniques, whereas the art of a printing pattern is affected by the selected design and the way of dyestuffs or pigments are applied (Wilson, 2001).

This study is a creative research and the methodology based on collecting heritage Saudi motifs from various sources in terms of artistic and historical background. The findings were used as an inspiration for creating contemporary printing designs for tourism textiles. The procedure of creating printing designs for fabric was implemented based on the art composition of decorative designs for example: point, line, color, light and shade, balance, repetition, movement and dominance or emphasis. Designs were implemented using the dyeing and printing on textiles and clothing by multiple ways that are less pollution to the environment (Janhom et.al, 2006; Al-Amoudi& Osman, 2009; Heba & Gamal, 2011).

2 METHOD AND PROCEDURE

2.1 DESIGNS FORMATION

The motifs were altered and manipulated to be more innovative and contemporary through the integration of modern art and the use of technology programs like CNC design consistent with the modern era with the respect of the Islamic religion and the traditions of the community.

- In designs (1) the ornamented motif designed in botanical flowers (shape 1) from the Asir region with some changes in shape and size of the botanical unit. They were blended with the geometrical motifs (shapes 2-4), assembling the two units in one design of longitudinal and vertical lines at the bottom to form a design set of ladies dress “gilbab” and scarf.



(1) **(2)** **(3)** **(4)**

- In design (2) the ornamented motifs are borrowed from the archeological shapes (squares and triangles) in Asir region (shape 5). They are blended with parallel and non-parallel lines to form a design set for ladies Hijab dress”gilbab” and bag.



(5)

- In design (3) the botanical ornamented units are borrowed from the Asir region shapes (1, 6, and 7). The flowers were stripped in a simple shape and repeated in a linear longitudinal semi-orderly way of different overlapping sizes. The conglomerations of units were controlled in order to find out the relationship between the mass and the empty space to fit in designing ladies' Hijab dress.



(6)



(7)



(8)

- In design (4), the units are derived from the archeological and heritage ornaments of houses and stones from Asir, Riyadh, and Tabuk regions shape (8-10).



(9)



(10)



(11)

The triangles are stripped simply and regularly in different directions with different sizes of units in particular place. They are filled and emptied for the inspiration of the shape, depending on the gradual coloring effect of the background to form a design suitable for ladies' trousers.

- In design (5) stone units of Riyadh, Qasim and Gulf regions shapes (11-13) are blended. The selection of units is made by using the Photoshop program through (enlarging, minimizing, repetition, deletion, and addition), then moving to filters tools in order to give laniary effects making black and white colored design.





(12) **(13)** **(14)**

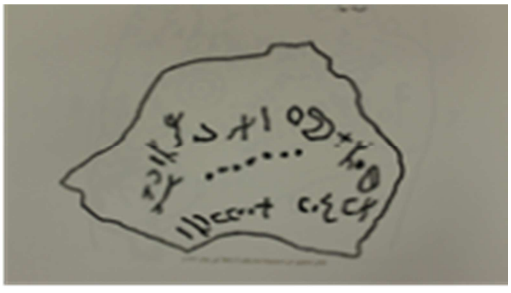
- In design (6) the units are selected from bows, knots and niches of mosques in addition to the metallic coin taken from the eastern region; Al-Baha, Jason and Al-Jouf (shapes14-17). The units are blended and overlapped together while displaying some to the front and some of the back with the shadow and light focusing on the niches and the complete and incomplete circles to form a design suitable for wall hangings.






(15) **(16)** **(17)** **(18)**

- In design (7) the written ornamented motif are borrowed from the northern region's rocks and stones (shape18). The shape was repeated neatly and clearly in subsequent lines, using tools of enlarging and minimizing to form a design set for hotel furnishing room; wall hanging, curtain, pillow and bedroom sheet.



(19)

- In design (8) the units are derived from the bucket and ancient houses of clay nature from Al-Jouf in shape (20, 21) using the mirror tools to make the front replication and enlarging the units in the middle and minimizing them at the edges to form a design for hotel furnishing room; wall hanging, curtain, pillow and bedroom sheet.



(20)



(21)

2.2 PRINTING AND DYEING OF PATTERN DESIGNS

- Cotton: polyester 65:35 blended fabrics purchased from Jeddah were washed with 5 g/l non-ionic detergent and 3 g/l sodium carbonate at 60°C for an hour.
- 10% (v/v) of each of curcuma, hibiscus, tea, henna, cochineal and coffee were extracted for 2 hours at 80° C; the extracts were filtered and used as dyeing bath.
- Dyeing and Tie and dye printing methods were carried out using the mentioned extracts in presence of alum, ferrous sulphate, copper sulphate mordants using simultaneous mordanting with 5 % (o.w.f) metal mordants, keeping the liquor ratio; M:L as 1:40 for the for the weight of the fabric to plant extract.
- Handmade silk screen printing was applied using the following printing paste for each 100 gm.

3 %	Dye / pigment
65 gm.	Sodium alginate thickener (8%)
6 cm^3	Sodium carbonates (10%)
23 cm^3	warm water
3 gm.	urea
Total	100

- The printed samples were then dried at 100 °C for 3 min and fixed by superheated steam at 100 °C for 10 min. Printed samples were rinsed with cold water for 20 min. and then hot water at 80 °C for 20 min, followed by soaping agent with an anionic detergent (2 g/L) at 100 °C for 10 min, then rinsed well and air-dried at room temperature.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The purpose of design is the conveyance of ideas and optical data with the organization of various elements of the decorative expression of a feeling, in order to obtain a total satisfactory which gives the equilibrium and balance to these elements. In this study, a number of design ideas are illustrated. It has been taken into confederation of these ideas, the structural, plastic and aesthetic basics of design that are suitable for printing each kind of applications (ladies Hijab dress" gilbab", head cover, bag, ladies blouse or trousers, wall hanging, curtain, bed sheet and upholstery).

- Design idea (1) was based on the mixing of floral and geometrical motifs to become together in consistency with a balanced aesthetic appearance, in which the adhesion of the two motifs resulted in a harmony and contrast relationship to enrich the design.



Graphic pattern design ***Ladies Hijab Gilbab*** ***Head cover***

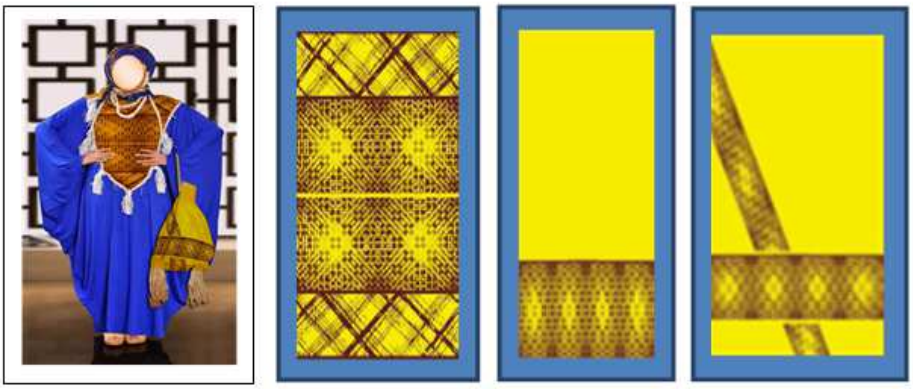
Tie and dye printing was carried out using curcuma and cochineal extracts, in addition with navy and blue pigments. This was followed by flat silk screen printing with black color of the floral and geometrical elements.



Applied printed design (1)

The floral and geometrical elements are represented in a decorative configuration inside vertical ribbons which are perpendicular on two other ribbons in the bottom of the gilbab design. While the design of the head cover is based on the previous two horizontal ribbons. The diversity in this design has confirmed the values of balance and rhythm in the design through vision (Meleisea, 2005). Colors have been diversified between warmth and coolness, giving unity and balance in general. Also, color transparency, light and shades in the background have played an important role in showing the beauty of each element separately. The repetitions in irregular overlapping shapes to form complete and incomplete circles and flowers were depended on the idea of optical illusion to give not only the inspiration of movement and vibration, but also a line effect in order to present the gradual effect in the background color and the printed design.

- In Design idea (2): Two different patterns of geometrical elements are prevailing in the ladies Hijab dress “gilbab. Each pattern appears separately inside a ribbon in which the creative design was based on a set of paralleled horizontal ribbons.



Graphic design ***Ladies Hijab gilbab*** ***Head cover*** ***Bag***

Only one from the last mentioned two patterns appears in the ribbon at the edge of the head cover while the same ribbon is repeated twice in the bag, one horizontally and the other was intersecting with the horizontal ribbon. The fabric was dyed with a mixture of curcuma: cochineal extract using alum mordand, followed by flat screen printing with dark brown pigment for the geometrical elements.



Applied printed design (2)

Simplicity is realized in this idea when the design contains the necessary indispensable elements. Therefore, the basic artistic elements necessary to build this design were chosen, and all other elements that do not meet any point in use were ruled out. It is featured in the design the usage of repetition as one of the aesthetic basis of design and there is no dout that the hot background color helped in focusing on the main elements.

- In design idea no. (3), the constitution of the design was a decorative floral element which were reformed and appeared repeatedly in slightly different sizes that are suitable to be printed for a ladies Hijab dress “gilbab”.



Graphic design ***Pattern design***

Lines are used in the spaces between the elements in order to connect them to each other. Repetition is one of the principles of aesthetic construction of the design and rhythm fulfillment throughout this repetition, which grants an unlimited extension form.





Applied printed design (3)

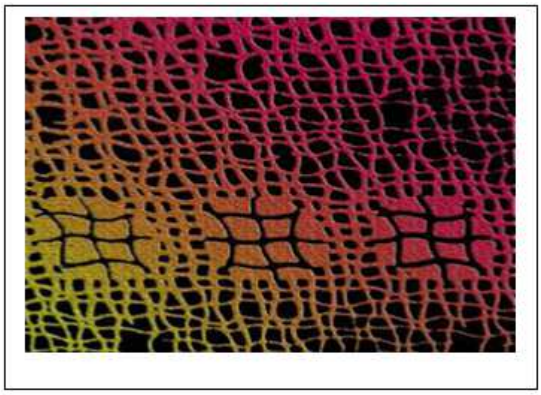
The fabric was first dyed with a mixture of henna, hibiscus and tea extract mordanted with ferrous sulphate to produce the brownish olive green color background. This was followed by silk screen printing using dark brown pigment.

The colors were used to give the design unity arising out of the relationship between shape and background. Shape is the main content intended to be expressed. While the background stands for the atmosphere suitable for the shape, through which the shape features and conveys its message.

- In design ideas no. (4); the elements manifest themselves through an internal combination. The Idea is divided into three semi vertical equal parts; each one contains a semicircular shape at the lowest third of the design, free lines exit from the edges of that shape in a way emphasizing the sense of ancient torn fabrics to form a design suitable for ladies trousers.



Graphic design



pattern design





Applied printed design 4

The coloring idea was contributed with a significant part in the organization of visual perception of the design. So, black color came as a background that included work elements which varied in colors as a link connecting the elements of design together and emphasizing the unity as well as balance of these elements. Tia and dye printing was applied on the background with a combination of curcumin, henna, tea extracts in addition to a pink color pigment. This was followed by printing the main design with black color using silk screen.

- In design idea no (5); it represented a sample of innovative suggestions for textile printed wall hangings. The creative process in the design idea was based on forming landscape scene elements. It was benefited of the different linear and formal values in the design thereby creating a sense of value to the recipient. Thus, forms has ranged between being shapes taking curved and oblique directions, adding a sort of gentleness, tenderness, and leniency, and have also differed among themselves in size and thickness. Increasing the roundness led to identify the areas and add a sense of relaxation unlike its dynamic nature. The usage of black background helped to emphasis the white foreground.



Graphic design



Applied printed design 5

Flat screen printing was carried out on black background fabric using silver white printing paste. Colors and shades are used carefully to emphasis the main form. It has been taken into account the combination between each part of the general shape to achieve unity through good organization in relationship between the parts of the design to each other, and the relationship of each part to the whole composition.

- In design idea no. (6); the introduced printed textile wall hangings was based on integrating a number of circular , semicircular, curved and semi curved elements that were distributed in a decorative formation through which the elements appear as if they are rising from below to upward.



Graphic design



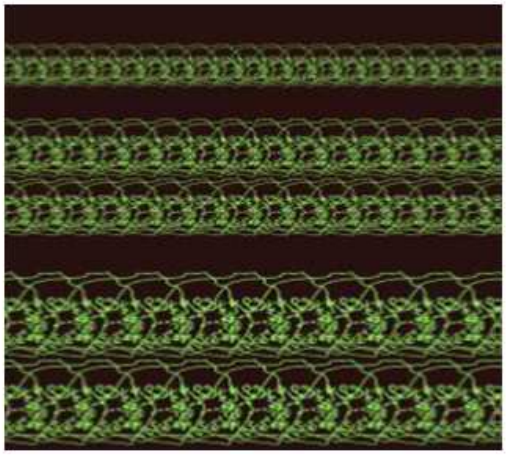
Applied printed design 6

The overlapping and synergy of these elements together have confirmed their unity and connectivity with the rest of the artwork. The hot background color emphasized the design elements in a creative shape in order to give the feeling of movement and continuity. The fabric was dyed with a mixture of curcumin and cochineal extract mordanted with alum, followed by flat screen printing with black color. The design was lightened with red colors in some places using stencil printing technique.

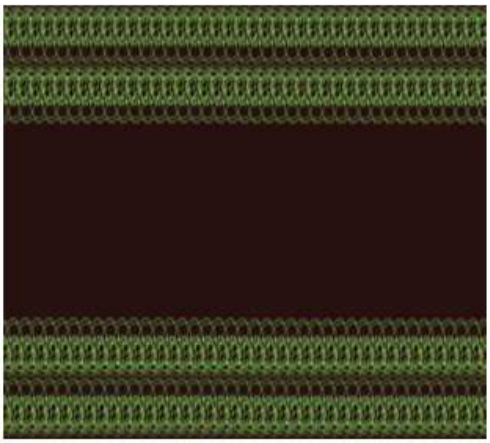
- The main idea in designs no (7 and 8) is creating a relationship between different furnishing textile styles; wall hanging, curtain, bed sheet and upholstery in order to be matching with each other using similar elements. The repetition of elements through stripes was shown in all design ideas; some ideas depend on the usage of different sizes as seen in wall hangings and curtains to help the eye to move through the design from large to small elements gradually. Resemblance between both sides; the right and the left side are attained in these designs. This resemblance provides beauty to the idea. Resemblance acts as a source of enjoyment and individual. The analogous and semi-analogous elements relate to each other with a firm tie which is their resemblance. So; all elements constitute a whole unit.



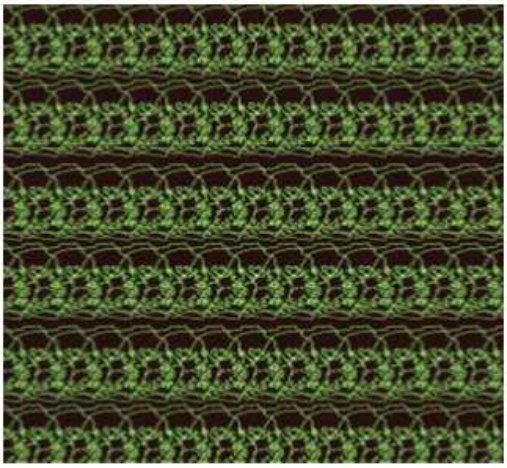
Wall hanging



Curtain



Bed sheet



Upholstery



Graphic design (7)



Wall hanging



Curtain



Bed sheet



Upholstery



Applied printed design (7)

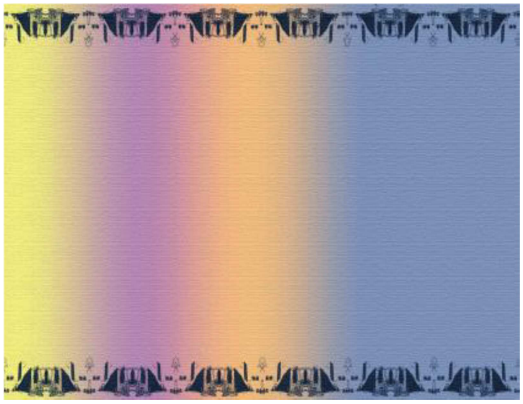
While using cheerful colors in the background of idea no (8), it helped in focusing on the elements. Making the effect of blending, minimizing and enlarging of the units gave the effect of radiation through the relationship between the model and empty spaces.



Wall hanging



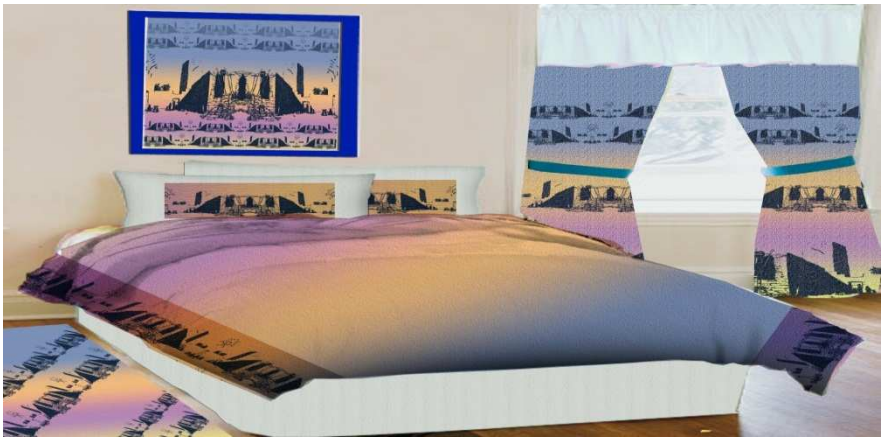
Curtain



Bed sheet



Upholstery



Graphic design (8)

Stencil printing was carried out on the fabric using the background colors (Rose, brownish yellow and navy blue). The brownish yellow was prepared from the mixture of curcuma and coffee extract using alum mordant. This was followed by direct flat screen printing using black pigment.



Wall hanging



Bed sheet and upholstery



Curtain



Applied printed design (8)

The designs (7, 8) in general are balanced and harmonious. This can be attributable to the relationship of portion-portion; namely the style through which each portion of the design corresponds to the other to create the sense of continuous bond between the portions. We mean by the portions those lines, shapes, colors and textures….etc. As for the relationship between portion-totality; it is the style which combines the portion separately and the general formation. It was taken into consideration that each good distribution contains internally a repetition of its rhymes, harmonies; while the repetition of shape results in an emphasis upon it.

4 CONCLUSION

This study aims to find scientific solutions required to support tourism enterprises to stimulate economic side and reduce the negative aspects of society such as unemployment and environmental pollution and depletion of energy wasted where

This study addresses three main axes first axis deals with the dimension Technical inherent heritage Saudi through the application of its units decorative taken from folklore in various regions of the Kingdom of pieces of art work printed on various textile carrying Saudi identity of these units belong to the tourist side of where the furniture hotels and Accessories art posters, etc., in addition to the requirements of the Hajj and Umrah from bags and Scarves and subtract..... etc.

The second axis in search deals with the economic dimension for how to activate religious tourism, which is characterized by the Kingdom as well as its significance economic in providing job opportunities for youth and women Saudi Arabia through the most suitable and Acer road alignment to tradition Arabia finally touches axis latter to the practical side of which is based on last reached the world of eco-friendly technology and energy saving while providing an economic feasibility study familiar with all aspects of different themes

ACKNOWLEDGEMENT

This work was funded by the Deanship of Scientific Research (DSR), King Abdul-Aziz University, Jeddah, under grant No (67/364/1434). The authors, therefore, acknowledge with thanks DSR technical and financial support. The authors have great appreciation to Prof. Khadiga Rawzi Qashqari for her help as a consultant in this work. Great appreciation to Mrs. Reem el Ghamdi, and Mrs. Amal Bokhary for their technical support.

REFERENCES

[1] Al-Amoudi, E.S. Osman, E.M. (2009). Optimization of Dyeing Performance of an Eco Friendly Natural Dye "Vervain Barks" applied to Silk Fabrics at Different pH Values. *Research Journal of Textile and Apparel*. 13(1), 34-45

[2] Awad,A.Z., Al Ghamdi,A., Al Salook,A., Al Thuniyan, M., Al Zahrani, A. (2003). Al Baha Region Antiquities, Kingdom of Saudi Arabia Antiquities series, King Fahad National Library, Antiquities and Museums Agency.

[3] Fekry, F., Anees, E., Sayes, S. (2014). The advantages of social Media Networks Marketing for women Casual Clothes Printed Designs Inspired by Islamic Arts, *International Design*. 4 (3), 227-248.

[4] Hanan,A.B. (2003). Electronic Design in Clothing and Textile, Scientific Publication Center. King Abdulaziz University.

[5] Heba, F.M., Gamal, A.M. (2011). Environmental Assessment of of Osage Orange extraction and its dyeing properties on protein fabrics, Part 1. Standardization of extraction. *Journal of environmental science and technology.* 4, 395-402.

[6] Janhom, S., Watanesk, R., Watanesk,S. &Griffiths, P. Orn-Anong, A., Naksata, W. (2006). Comparative study of lac dye adsorption on cotton fibre surface modified by synthetic and natural polymers. *Dyes and Pigments*. 71(3), 188-193

[7] Marzouq, A. (2010), Art of Traditional Architecture Decoration in Aseer, Saudi Commission for Tourism and Antiquities, Riyadh

[8] Meleisea, E. (2005). Education for Creativity. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) Richard Engelhard, Regional Advisor for Culture in Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.

[9] Sadsunk, S. (2014). Fabric Printing Design: An Inspiration from Thai Kites. *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*. 8 (5), 1365-1386.

[10] Weaver, D. Lawton, L. (2006). Tourism Management, 3rd Edition, John Wiley & Sons.

[11] Wilson, J. (2001)). Printing and printed textile design, Handbook of Textile Design. 106-117.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 349-357
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Soutirage de l'énergie le long des lignes à haute tension : technologie profitable pour les pays en développement

***Alphonse Omboua*[1-2]**

[1]Docteur en Sciences Appliquées, Université de Liège, Belgium

[2]Professeur, Université du Congo Brazzaville, Republic of the Congo

Copyright © 2017 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: Nowadays, electricity has become essential for improving the quality of life of the population; in developing countries, millions of people do not always have access to electricity. These people mainly reside in rural areas.
The classical solution which is unrealistic below a certain power threshold, delays rural electrification and aggravates the exodus towards urban centres already congested and unable to absorb this migration. Thus, to combat late electrification, new techniques are required for the countryside. In this article, we describe the principles of some energy extraction techniques directly from the high voltage lines, profitable methods for the developing countries.

KEYWORDS: Racking, Energy, high voltage lines.

RESUME: De nos jours où l'électricité est devenue incontournable pour l'amélioration de la qualité de la vie des populations ; dans les pays en développement, des millions de personnes n'ont pas toujours accès à l'énergie électrique. Ces personnes résident principalement en zone rurale.
La solution classique, irréaliste en-deçà d'un certain seuil de puissance, retarde l'électrification rurale et aggrave l'exode vers les centres urbains déjà engorgés et incapables d'absorber cette immigration.
Ainsi, pour combattre le retard de l'électrification, de nouvelles techniques s'imposent pour le monde rural. Dans cet article, nous décrivons les principes de quelques techniques de soutirage de l'énergie directement des lignes à haute tension, méthodes profitables pour les pays en développement.

MOTS-CLEFS: Soutirage, Energie, lignes à haute tension.

1 INTRODUCTION

Fournir de l'électricité en milieu rural devient une nécessité, pour répondre à la demande sans cesse croissante des ruraux en énergie.

La ligne à haute tension passe au-dessus de leurs têtes mais, ils n'ont pas l'électricité nécessaire pour tourner leurs moulins. Cette situation n'est pas nouvelle, dans les pays en développement, les lignes à haute tension traversent des territoires entiers, elles laissent sur leur passage d'innombrables villages qui attendent en vain la connexion au réseau électrique.

En effet, la solution classique de la transformation de la très haute tension en basse tension, au profit des populations rurales coûte cher et n'est pas économiquement rentable, pour les distributeurs de l'énergie électrique.

Pour contourner les coûts de ces postes de transformation classiques, la technique du soutirage de l'énergie le long des lignes à haute tension pouvait venir renverser les données du problème car, avec des techniques simples, on peut prélever

de faibles quantités d'énergie le long des lignes à haute tension, au profit du monde rural. Ces techniques monophasées, plaident en faveur des coûts raisonnables avec une mise en œuvre que pourraient assumer les compétences locales.

D'ouvrage de transport de l'énergie dans sa destination première, la ligne à haute tension pourrait aussi assumer un rôle de distributrice de l'énergie électrique aux populations rurales.

Cette publication expose les différentes techniques possibles, pouvant faire l'objet d'une vulgarisation réelle en électrification rurale.

Le soutirage de l'énergie, directement des lignes à haute tension peut aujourd'hui, se focaliser sur les techniques suivantes :

- La technique des câbles de garde isolés ;
- L'installation du transformateur PLX (détaillé dans la suite);
- Les diviseurs capacitifs de tension ;
- Les diviseurs inductifs

2 TECHNIQUE DU CABLE DE GARDE ISOLE

Le câble de garde est un conducteur de faible diamètre, disposé parallèlement au-dessus des lignes à haute tension, et servant principalement à protéger celles-ci des décharges atmosphériques. Ce câble est normalement relié à la terre à travers les pylônes, et n'est pas utilisé pour le transport de l'énergie électrique. Lorsque ce câble de garde est isolé, il devient l'une des armatures d'un condensateur, l'autre étant constituée par les autres conducteurs et on peut en extraire de l'énergie induite par les couplages capacitifs et inductifs.

Un conducteur connecté directement au câble de garde isolé peut permettre d'extraire l'énergie induite, afin de pouvoir alimenter une charge, au travers d'un transformateur monophasé HTA/BT et d'un dispositif de régulation de la tension ; le retour du courant se faisant par la terre.

Ce concept pouvait être vulgarisé et appliqué dans plusieurs pays en développement. Il est déjà en phase d'expérimentation dans les pays tels que le Ghana, le Liberia et le Burkina Faso. Cela permet d'électrifier les localités situées le long des lignes à haute tension, sans la construction des postes de transformation classiques HTB/BT qui s'avèrent très onéreux. Cette technique permet de réduire le coût des investissements, tout en s'adaptant aux faibles demandes de puissance monophasée de ces localités villageoises généralement pauvres.

Au Burkina Faso, la ligne d'interconnexion électrique entre les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso a été réalisée en une tension de 225 kV. Cette ligne a pour vocation d'acheminer l'énergie électrique depuis la ville de Ferkéssédougou en République de Côte d'Ivoire jusqu'à Ouagadougou au Burkina Faso.

Pour optimiser l'exploitation de cette ligne, aujourd'hui, les localités de Koumbia située à une soixantaine de kilomètres de Bobo-Dioulasso et une autre, Sabou à moins d'une centaine de kilomètres de Ouagadougou, sont alimentées par la technique du câble de garde isolé.

2.1 FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Le système fonctionne au moyen de transformateurs de distribution HTA/BT monophasés éventuels, branchés entre le câble de garde et la terre. Pour maintenir la tension d'alimentation suffisamment constante compte tenu des variations de la charge, des équipements de régulation de tension sont nécessaires (par exemple des réactances contrôlées par thyristors, etc.). L'avantage qui peut en découler consiste au transport de l'énergie par un seul conducteur de phase jusqu'au poste monophasé HTA/BT.

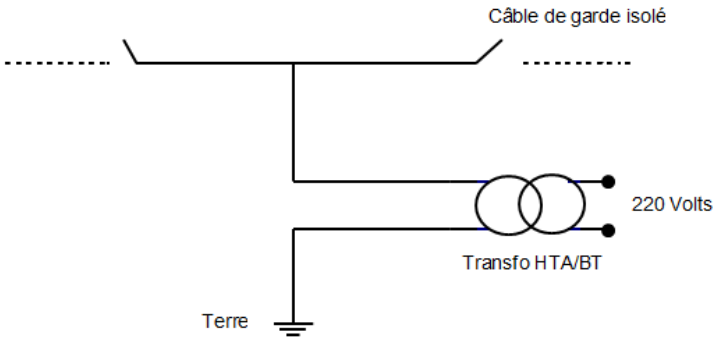


Fig. 1. Schéma de principe du système

2.2 AVANTAGES DU SYSTEME

Le fonctionnement de ce système est autonome et fiable ; conséquemment, son utilisation s'avère appropriée pour l'électrification rurale de petites localités isolées.

La puissance disponible est fonction principalement du niveau de tension de la ligne et de sa configuration géométrique. Plus le niveau de tension est élevé et plus la puissance par kilomètre de câble de garde isolé est grande.

2.3 PUISSANCE DISPONIBLE SUR LE CABLE DE GARDE ISOLE

La tension induite $\mathbf{V_0}$ sur le câble de garde isolé, résulte de la superposition des effets capacitifs et magnétiques sur ce câble. La méthode mathématique de calcul de cette tension induite (tension entre le câble de garde et la terre), pourra faire l'objet de publications ultérieures.

Il est évident d'affirmer que cette tension induite est proportionnelle à la tension nominale de la ligne et à la longueur du câble de garde isolé.

On désigne par $\bar{Z} = R + jX$ l'impédance de Thévenin du circuit équivalent au câble de garde isolé ; la tension aux bornes peut s'écrire : $\overline{V_0} = \overline{V_R} + \overline{V_X} = \overline{V_R} + jX\bar{I}$ alors que sur la résistance, on a : $\overline{V_R} = V_R$ c'est-à-dire un réel pur. Soit $\bar{I}$ l'intensité du courant qui traverse le système du câble de garde isolé alimentant une charge ; la puissance complexe ($\overline{P}$) délivrée est : $\overline{P} = \overline{V_0} \cdot \bar{I}$

La relation $\bar{I} = \frac{\overline{V_0} - \overline{V_R}}{jX}$ conduit à $\overline{P} = \overline{V_0}\left(\frac{\overline{V_0} - \overline{V_R}}{jX}\right)$

Si nous écrivons $\overline{V_0} = V_0 (\cos\delta + j \sin\delta)$, on trouve : $\overline{P} = \frac{[V_0(\cos\delta + j \sin\delta)]^2 - \overline{V_0} V_R}{jX}$

La puissance active produite est la partie réelle de $\overline{P}$,

soit Réelle ($\overline{P}$) = P = $\frac{2{V_0}^2 cos\delta \sin\delta - V_0 V_R sin\delta}{|X|}$ [W] (1)

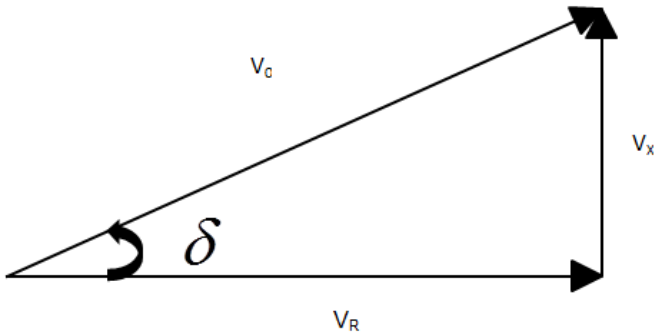


Fig. 2. Construction de Fresnel

De la construction de Fresnel, il découle que $V_R = V_0 \cos\delta$ et donc

$$P = \frac{2{V_0}^2 cos\delta\ \sin\delta - {V_0}^2 cos\delta\ \sin\delta}{|X|} = \frac{{V_0}^2 cos\delta\ \sin\delta}{|X|} \quad [W] \quad (2)$$

La puissance active produite par le système est :

$$\mathbf{P} = \frac{\boldsymbol{{V_0}^2 \sin 2\delta}}{\boldsymbol{2|X|}} \quad [W] \quad (3)$$

Cette équation montre qu'il est possible d'élever cette puissance active produite, soit en augmentant l'angle de transport entre les deux points, soit en réduisant artificiellement la réactance X de la liaison.

La puissance maximale que peut fournir le câble de garde isolé est donc :

$$\mathbf{P_{max}} = \frac{\boldsymbol{{V_0}^2}}{\boldsymbol{2|X|}} \quad [W] \quad (4)$$

3 TECHNOLOGIE REALISEE AU VILLAGE MAKOLA : LE PLX

Un projet de soutirage de l'énergie sur une ligne à 220 kV fut expérimenté avec succès en 2002, avec la collaboration d'une équipe d'experts belges, au village Makola du Congo Brazzaville.

Le projet était subsidié par l'AGCD (Agence Générale pour la Coopération au Développement), mené par l'unité de recherche « Transport et Distribution de l'Energie Electrique » de l'Université de Liège (Belgique) . Appuyé par une thèse de doctorat, le projet a utilisé un transformateur de type nouveau dénommé PLX , construit par le partenaire industriel ALSTOM-Balteau de Beyne-Heusay (Belgique). Cette réalisation concrète du projet au Congo Brazzaville, avait connu les implications de l'Université du Congo et de la Société Nationale d'Electricité.

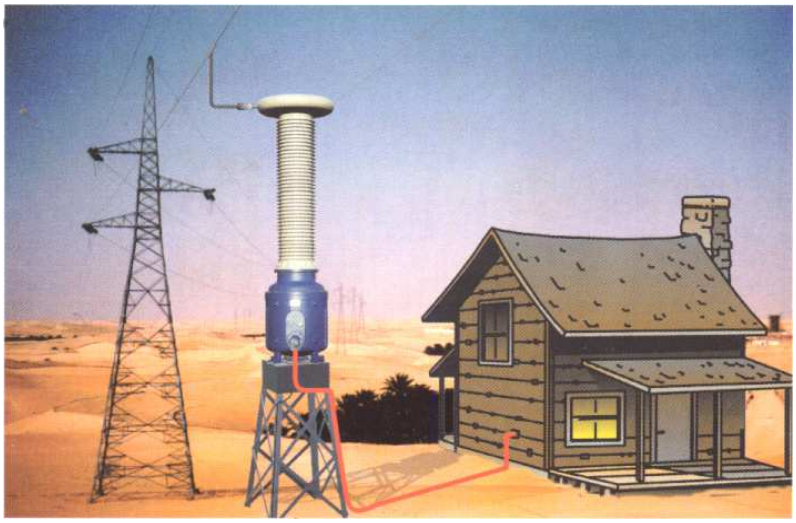


Fig. 3. Makola : principe du soutirage monophasé à 230V d'une ligne à haute tension 220kV

Ce transformateur monophasé PLX, réalisé par ALSTOM est connecté sur une phase de la ligne HTB 220 kV (le retour du courant se faisant par la terre), pour délivrer directement la tension 220 Volts , utilisée par les villageois.

La solution préconisée renverse les données de l'électrification rurale car elle permet sans investissements excessifs, l'alimentation de faibles charges situées le long et au voisinage des lignes à haute tension.

3.1 AVANTAGES DU PLX

a) La Technologie D'isolement Au Gaz Sf6 A Ete Choisie Pour Obtenir

- un faible coût de réalisation (matériel déjà existant, au niveau des bornes des traversées, cuve, etc.)
- un faible poids et volume assurant une transportabilité aisée ;
- facile d'installer ;

- une sécurité intrinsèque permettant de connecter le transformateur directement sur une ligne à haute tension. La technologie du SF6 a déjà fait ses preuves depuis plusieurs années et existe partout dans le monde pour les transformateurs de tension, etc. ;
- maintenance quasi- nulle ;

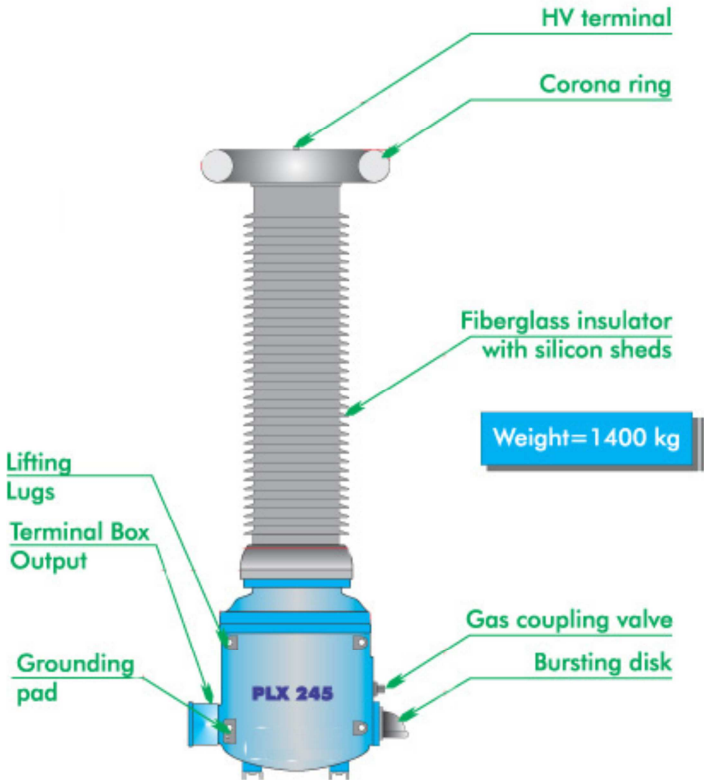


Fig. 4. Le PLX : la technologie réalisée à Makola

b) Economique, écologique et sans entretien

c) Applications multiples

- Electrification de petites communautés isolées proches des lignes à haute tension,
- Remplacement de postes conventionnels trop puissants pour les besoins,
- Sources d'alimentation pour les projets de construction, de mines, etc.
- Sources d'alimentation des services auxiliaires dans les postes de transformation à haute tension.



Fig. 5. Le poste au PLX réalisé à Makola

4 LES POSTES A DIVISEURS CAPACITIFS DE TENSION

Les diviseurs de tension capacitifs ou transformateurs de tension capacitifs sont déjà utilisés comme transformateurs de mesure dans les postes à haute tension mais, ils peuvent être formatés en vue de l'alimentation de faibles charges, le long des lignes à haute tension.

Contrairement aux transformateurs classiques basés sur les bobinages primaires et secondaires où l'on obtient la tension U_2 à partir d'une tension U_1. Ici, la tension secondaire est obtenue par une division de la tension primaire et cette division est assurée par deux bancs de condensateurs en série, de capacités respectives C_1 et C_2.

Pour ce type d'alimentation, la puissance est soutirée d'une phase de la ligne à travers les condensateurs constituant le diviseur capacitif de tension, le retour du courant se faisant par la terre. Ainsi, le niveau de la tension de transport est réduit à un niveau de distribution, permettant l'emploi d'un transformateur HTA/BT pour passer du niveau de la tension de distribution à celui de l'utilisation.

La connexion sur un seul conducteur de phase de la ligne à haute tension procure un système monophasé d'alimentation ; il suffit de répéter l'opération sur les autres conducteurs de phase de la ligne pour concevoir une éventuelle version triphasée.



Fig. 6. Poste à diviseurs capacitifs

Tension d'entrée : 115 à 245 kV
Tension de distribution : 11 à 35 kV
Photo CENELEC /BG CHECO – Canada

On y distingue 3 parties associées à trois niveaux de tension: haute, moyenne, basse.

- La haute tension est constituée par la ligne et le condensateur C_1 de couplage ;
- La moyenne tension est constituée par le condensateur C_2, la bobine de compensation, le filtre amortisseur et le primaire du transformateur HTA/BT ;
- La basse tension comprend le secondaire du transformateur HTA/BT et la charge.

4.1 SCHEMA A VIDE DU DIVISEUR CAPACITIF

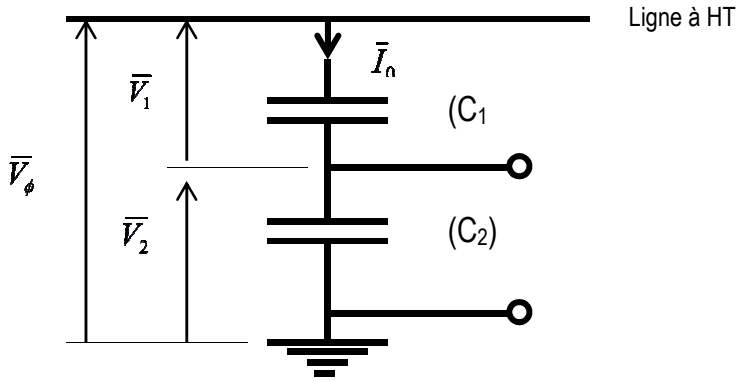


Fig. 7. Schéma à vide d'un diviseur capacitif de tension

Soit $\bar{V}_\phi$, la tension phase –terre de la ligne, on a les relations suivantes :

$$\bar{Z}_1 = \frac{1}{jC_1\omega}\ ,\ \bar{Z}_2 = \frac{1}{jC_2\omega}\ \ et\ \ \bar{I}_0 = \frac{\bar{V}_\phi}{\bar{Z}_{éq}} = \frac{\bar{V}_\phi(C_1 + C_2)}{C_1 \cdot C_2} \qquad (5)$$

Le système fonctionne tel que la tension V_2 est obtenue par la division de la tension $\bar{V}_\phi$

soit $V_2 = \frac{\bar{V}_\phi}{K}$, En écrivant $\bar{V}_2 = \bar{Z}_2\,\bar{I}_0$, on trouve la tension à vide $\bar{V}_{20} = \frac{\bar{V}_\phi}{(\frac{C_1 + C_2}{C_1})}$

La tension à vide à la sortie du diviseur est $V_{20} = \frac{V_\phi}{(\frac{C_1 + C_2}{C_1})}$ (6)

ainsi, le rapport de la division de la tension est : $\mathbf{k_{01}} = \frac{C_1 + C_2}{C_1}$ (7)

Sachant que k_0 est une constante strictement supérieur à 1, la relation $C_2 = (k_0 - 1)C_1$ montre que $C_2 > C_1$ et donc la plus faible capacité est celle qui est directement connectée sur le conducteur de phase de la ligne à haute tension.

4.2 LE SCHEMA DE PRINCIPE DU DIVISEUR CAPACITIF

On désigne par V_2 la tension de sortie du diviseur qui est une tension de distribution HTA et V_Φ la tension phase – terre de la ligne de transport sur laquelle le soutirage est effectué.

Outre la régulation de la tension, le dispositif doit tenir compte de l'énergie réactive générée par les condensateurs, les problèmes relatifs aux courants harmoniques. Pour alimenter la charge, le système doit comporter une bobine de compensation et des filtres amortisseurs.

Ici, un schéma synoptique du système :

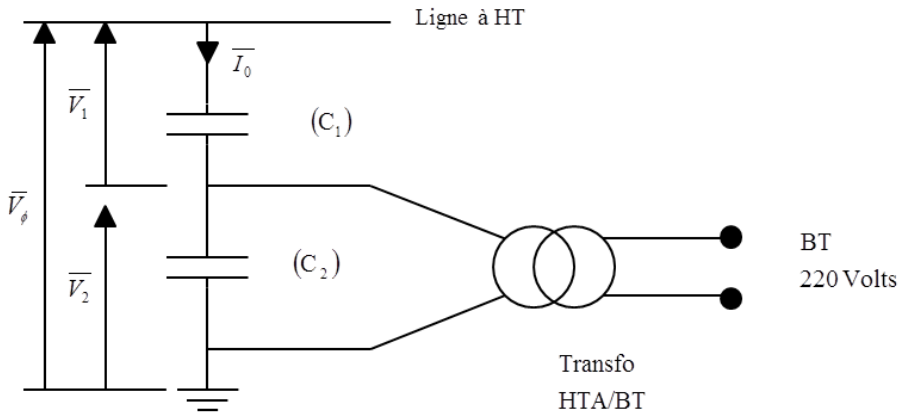


Fig. 8. Schéma de principe d'un diviseur capacitif de tension

5 LES DIVISEURS INDUCTIFS DE TENSION

Contrairement au principe du diviseur capacitif, ici, la division de la tension est réalisée par un ensemble de deux inductances en série, disposées comme les condensateurs précédents. Ce système peut également se connecter sur un seul conducteur de phase d'une ligne à haute tension et un transfo HTA/BT permet d'obtenir la basse tension. S'agissant de la tension à vide, on montre aisément que

$$\overline{V}_{20} = \frac{\overline{V}_\phi}{\frac{L_1+L_2}{L_2}} = \frac{\overline{V}_\phi L_2}{L_1+L_2} \quad \text{et en écrivant} \quad \overline{V}_{20} = \frac{\overline{V}_\phi}{k_0}, \text{ on trouve} \quad k_{02} = \frac{L_1+L_2}{L_2} \qquad (8)$$

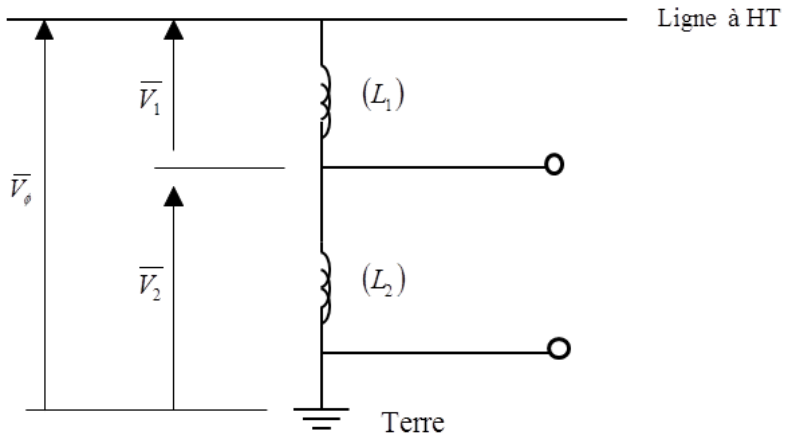


Fig. 9. Schéma à vide d'un diviseur inductif de tension

La relation $L_1 = (k-1)\, L_2$ conduit à $L_2 < L_1$: la self la plus importante est donc celle qui est connectée sur le conducteur de phase de la ligne à haute tension.

5.1 LE SCHEMA DE PRINCIPE DU DIVISEUR INDUCTIF

Pour alimenter la charge, le système doit se doter d'une régulation adéquate de la tension. Contrairement aux condensateurs, les bobines vont consommer de l'énergie réactive d'une phase de la ligne électrique. Des études préalables sont nécessaires pour une maitrise des flux d'énergie réactive sur la ligne. Ici, un schéma simplifié du système :

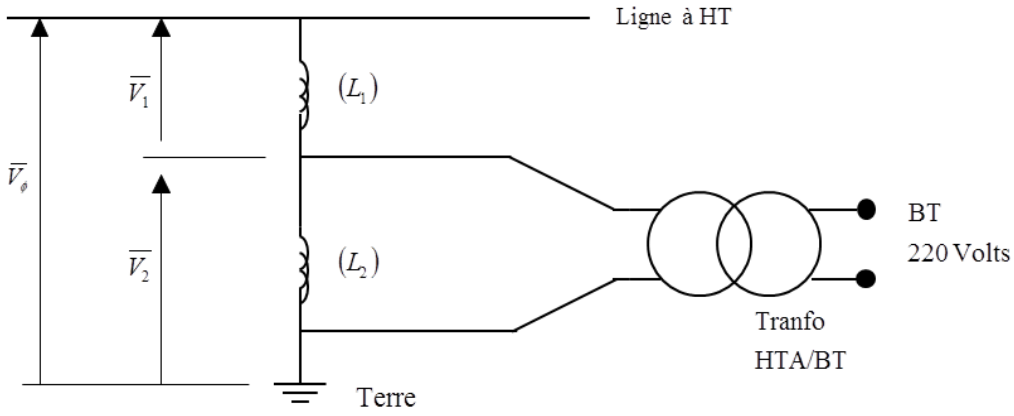


Fig. 10. Schéma de principe d'un diviseur inductif de tension

6 CONCLUSION

Le but principal d'une ligne à haute tension est le transport de l'énergie électrique mais, avec le soutirage de l'énergie, un rôle supplémentaire s'ajoute : celui de distributrice de l'énergie, aux populations riveraines.

Les technologies développées dans cet article comme les postes à couplage capacitif tels que développés par Hydro-Québec et CEGELEC / BG CHECO devraient mériter une attention particulière dans l'électrification rurale des pays où l'électricité demeure encore une denrée rare.

Les petites localités de nos pays où les communautés éloignées sont privées d'électricité parce que la technologie conventionnelle présente des obstacles économiques et techniques, souvent insurmontables. Ici, de nouvelles technologies innovatrices s'imposent !

REFERENCES

[1] BG CHECO – CEGELEC – Postes à couplage capacitif(SCC) pour électrification rurale fiable et rentable. Mars 1995
[2] A. OMBOUA - Thèse de doctorat 2002 - Université de liège : Alimentation de faibles charges directement des lignes à haute tension. pp 24-91
[3] Iliceto F. '' lightly Loaded Long HV transmission Lines. Guidelines prepared at the request of the Word Bank- Washington DC,1982-1983.
[4] Iliceto F, Cinieri E, Casely-Hayford L. '' Lignes de transport HT à longue distance, faiblement chargées pour l'extension de l'électrification des pays en voie de développement. Applications au Ghana'' rapport CIGRE pp 37-11 . 1984.
[5] Iliceto F, Cinieri E, Casely-Hayford L ., Dokyi G.'' New Concepts on MV Distribution from Insulated Shield Wires of HV lines. Operation results of an experimental system and Applications in Ghana", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.N°4, October 1989.
[6] Cinieri E., Iliceto F.,Dokyi G.'' A New Method for the Analysis of Power Distribution Schemes at MV Using the Insulated Shield Wires of HV lines. Operation Results in Ghana''. African 1992, Swaziland, sept.1992, paper A-054.
[7] TURAN GÖNEN: Electric Power Transmission System Engineering : Analysis and Design. Copyrigt 1988 by John Willey.
[8] M. Voisin, Z. Ren, F. Bouillault, *'A numerical model for magneto–mechanical coupled problems'*,COMPEL, The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, Vol. 19, N°2, 2000, pp. 759-765
[9] Electrical Safety. A guide to the causes and prevention of electrical Hazards, J.Maxwell Adams. IEE power series 19, The Institution of Electrical Engineers, London, UK, 1994
[10] Traité d'Electricité, Volume XII, Energie Electrique.
[11] Michel Aguet et Jean Jacques Morf, Edition Georgi 1981 pp 112-115
[12] Ch.S.Walker,''Capacitance, Inductance and Cross-Talk Analysis'' Artech House, Boston, 1990.
[13] C.R Bayliss & H .Turner, Electrical Review , 18-31 may 1990
[14] Shok voltage design criteria

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 358-364
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

ÉTUDE BACTÉRIOLOGIQUE DES INFECTIONS URINAIRES AU SERVICE BACTERIOLOGIE AU C.H.R AL IDRISSI - KENITRA

Ahlam Qebibo[1], Meryam Nhiri[1], Nourdine Rhaim[1], Abdslam El Akhal[2], Esmail Abeer[1-3], Aicha Faiq[2], Nabila Oujar[2], Mohammed Ouhssine[1], and El Hassan Berny[1]

[1]Laboratoire de Biotechnologie, Environnement et Qualité (LABEQ), Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, BP 133, 14000 Kénitra, Maroc

[2]Laboratoire des analyses médicales du C.H.R El IDRISSI, Kénitra, Maroc

[3]Department of medical microbiology, Faculty of Science, Ibb University, Ibb, Yemen

Copyright © 2017 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 urinary infection often remains the most frequent of the infections after the infections of the respiratory system.
This work began(affected) the study of various pathogenic agents causing the deferent urinary infection and their sensibility or resistance closed view the various families of antibiotics prescribed at the level of the laboratory bacteriology of the regional hospital to Kenitra.
According to our experiences we were able to classify bacteria according to their dominance so to determine the rate of resistance of the latter to antibiotics frequently used at the level of the laboratory.

KEYWORDS: urinary infection; bacterium, bacteriology; infections, resistance.

RÉSUMÉ: L'infection urinaire reste souvent la plus fréquente des infections après les infections de l'appareil respiratoire. Ce travail a entamé l'étude de différents agents pathogènes causant des cystites ; pyélonéphrites et prostatites ainsi leur sensibilité ou résistance vis-à-vis les différentes familles des antibiotiques prescrites au niveau du laboratoire bactériologie du centre hospitalier régional à Kenitra.
D'après nos expériences on a pu classer les bactéries selon leur dominance ainsi de déterminer le taux de résistance de ces derniers aux antibiotiques fréquemment utilisées au niveau du laboratoire.

MOTS-CLEFS: infection, bactérie, ECBU, antibiotiques.

1 INTRODUCTION

L'urine est un liquide jaune clair, transparent sécrété par les reins et éliminé par les voies urinaires. L'urine se compose principalement d'eau et d'un résidu sec entièrement soluble à l'état normal, elle est normalement stérile mais elle est souillée physiologiquement lors de son émission par les germes présents dans la flore cutané muqueuse et génito-urinaire.

L'examen cytobactériologique des urines (ECBU) ne nécessitant qu'un simple recueil des urines, cet examen permet de mettre en évidence la présence anormale de germes ou de certaines cellules. Il n'est pas utile pour un premier épisode chez une femme jeune (moins de 65 ans), sans antécédents uro-néphrologiques et sans facteur de risque d'antibio-résistance (antécédents d'antibiothérapie répétées, acquisition nosocomiale). Il peut être avantageusement remplacé par la recherche

de leucocytes et de nitrites à la bandelette faite par le clinicien. Si la bandelette est négative, le diagnostic d'infection urinaire peut être éliminé.

L'ECBU est indispensable pour le diagnostic d'une infection du tractus urinaire dans les contextes suivants :

- Enfant (<15 ans),
- Homme,
- Femme si bandelette urinaire douteuse, >65 ans, enceinte, porteuse d'anomalies du tractus urinaire, ayant eu plus de 4 épisodes d'infection urinaire dans l'année ou si le dernier épisode date de moins de 3 mois, ayant des facteurs de risque d'antibiorésistance.

Chez les patients asymptomatiques, la prescription est justifiée dans les cas suivants :

- Patient devant bénéficier d'une intervention dans la sphère urogénitale.
- Femme enceinte : si la bandelette urinaire est positive ou dans le cadre de la surveillance systématique si elle est diabétique ou en menace d'accouchement prématuré, hyper albuminurie, antécédents d'infection urinaire à répétition ou de pyélonéphrite, uropathie sous-jacente.
- Patient diabétique avec bandelette urinaire positive.

Remarque : chez la personne âgée toute la difficulté est d'attribuer à la bactériurie la responsabilité d'un tableau clinique atypique (fièvre isolée, douleurs abdominales, altération inexpliquée de l'état général...). La recherche d'une uropathie doit être systématique.

Le but de notre travail est de ressortir les microorganismes pathogènes responsables des infections urinaires dans la région du Gharb chrarda bni hsen prélevés au niveau du laboratoire Bactériologie du centre hospitalier régional El Idrissi, ainsi calculer le taux de résistance de chaque bactérie.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIELS

- Urine
- Microscope ; Centrifugeur ; Étuve ; autoclave ; hotte et réfrigérateur ;
- Boitte pétrie ; tubes ; lame et lamelles ; écouvillon ; Micropipette ;
- Coloration Gram et coloration bleu de méthylène ;
- Différents types de milieux de culture et antibiotiques ;
- Galerie traditionnelle et galerie API 20.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 PRÉLÈVEMENT DES URINES:

■ Chez un adulte non sondé

- De préférence : urines de la première miction du matin,
- A défaut : à plus de 3 heures d'une miction précédente,
- En dehors des périodes de menstruation (sinon port de tampon),
- Avant tout traitement antibiotique si possible (sinon le signaler).

Déroulement du prélèvement (fait en général par le patient lui-même) :

- Lavage de mains
- Toilette intime soigneuse au savon ou avec un antiseptique (lingette, compresse) :
- chez la femme : de la vulve, des grandes et des petites lèvres en les écartant, et du méat urétral
- chez l'homme : du prépuce et du méat urétral
- Rincer à l'eau stérile
- Eliminer le premier jet d'urine (environ 20 ml)
- Recueillir les 20 à 30 ml suivants dans un flacon stérile sans toucher le flacon
- Fermer hermétiquement le flacon

- Inscrire sur le flacon nom, prénom, ECBU

■ **Chez un nourrisson et le jeune enfant**

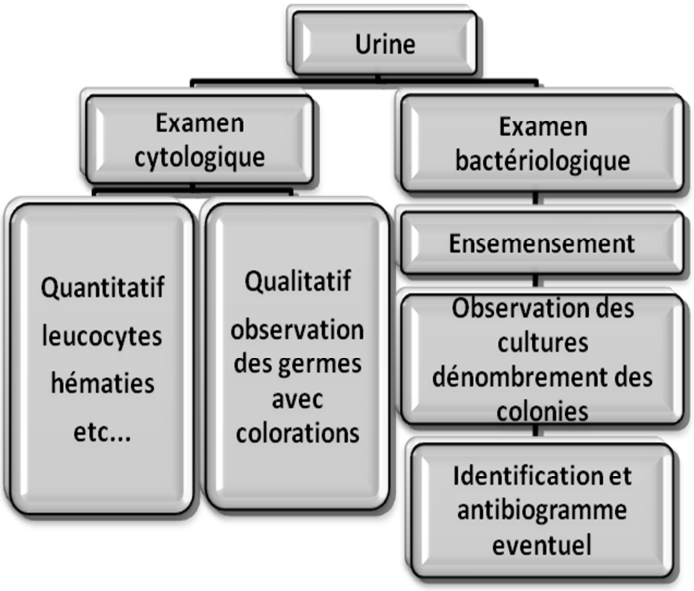
- Lavage de mains (préleveur : parent ou personnel de santé),
- Utiliser un collecteur stérile après désinfection soigneuse du périnée (savon ou antiseptique - rinçage à l'eau stérile).
- Ne pas laisser le collecteur en place plus d'une 1/2 heure (passé ce délai remplacer le collecteur par un collecteur neuf).
- Transvaser les urines dans un flacon stérile dès le recueil réalisé.

■ **Chez un** patient **porteur d'une sonde urinaire**

- Lavage de mains (préleveur : personnel de santé),
- Recueil par ponction (seringue + aiguille stérile) dans la paroi de la sonde (sur site spécifique si il existe) après désinfection (alcool iodé : 1 minute),
- Si changement de sonde : faire prélèvement sur nouvelle sonde,
- Ne pas prélever les urines dans le sac collecteur,- ne pas déconnecter la sonde du sac pour prélever les urines.

2.2.2 DÉROULEMENT D'ECBU

Premièrement, on remplit un petit tube par l'urine puis on le centrifuge, après la centrifugation on jette l'urine et on laisse que le culot (la partie sédimentée d'urine), et on le fait entre lame et lamelle pour l'observation microscopique, ce travail va nous permet de savoir la présence ou l'absence de : les levures, leucocytes, hématies, cellules épithéliales, cylindres, cristaux, parasites et aussi tester l'acidité de l'urine et sa couleur. Après ce travail, on ensemence dans un milieu de culture (souvent PBC) l'urine analysée sous forme des stries puis on l'incube pendant 24 heures dans l'étuve à 37°C. Ensuite, on observe les résultats de culture, si la culture est positive nous procédons a identifier la bactérie responsable de l'infection en faisant une coloration Gram et les différentes testes qui peuvent nous orienter et nous aider afin de déterminer la bactérie et enfin nous mettons la bactérie sous teste de différentes disques d'antibiotiques convenables.



3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 RÉSULTATS

Durant les années 2011/2012 et parmi 1859 prélèvements d'ECBU réalisés au niveau du laboratoire de bactériologie du centre hospitalier régional El Idrissi Kénitra, nous avons trouvés 262 cas positifs d'où nous avons isolés et identifiées les souches bactériennes responsables d'infections urinaires.

Ainsi nous avons pu les classer selon leur dominance comme suit :

- *Escherichia coli* avec 48.85% ;
- *Klebsillae sp* avec 25.9% ;
- *Staphylococcus aureus* avec 13.3%
- *Proteus sp* avec 4.2% ;
- *Enterococcus sp* avec 3.4% ;
- *Staphylococcus albus* avec 2.2% ;
- *Pseudomonas sp* avec 1.9% ;
- *Candida albicans* avec 0.76%.

Nous avons procédé a isolement, purification et conservation de quelques bactéries afin d'étudier leur sensibilité et leur résistance vis-à-vis les différentes types d'antibiotiques.

Les bactéries isolées à partir de prélèvement urinaire sont codés comme de suite :

- 72/10: pseudomonas sp
- 75/10: staphylococcus aureus
- 101/10: Escherichia coli
- 115/10: Escherichia coli
- 6/11: klebsiellae sp
- 28/11: klebsiellae sp
- 32/11: Enterococcus sp
- 63/11: Escherichia coli
- 68/11: pseudomonas sp
- 72/11: proteus mirabilis
- 78/11: proteus sp

- 258/5: enterococcus sp
- 177/12: Enterbacter sp
- 21/1: Proteus vulgaris
- 181/2: Staphylococcus aureus
- 214/2: klebsiellae sp
- 311/3: proteus mirabilis
- 370/3: proteus vulgaris
- 329/4: Citrobacter sp
- 312/4: Candida albicans

Ces bactéries après être isolées et purifiées nous avons étudiés leur sensibilité et leur résistance d'où nous avons obtenues les résultats mentionnées dans le tableau suivant :

Bactérie	**Antibiotique**		
	Sensible	**Intermédiaire**	**Résistant**
N° 72/10 *Pseudomonas sp*	Ciprofloxacine Tobramycine Imipenem	_	Augmentin Amoxicilline Cefriaxone Cefalotine
N°75/10 Staphylococcus aureus	_	Erythromycine	Oxaciline tetracycline Pénicilline G Lyncomycice Teïcoplanine
N°101/10 *Escherichia coli*	Ceftriaxone Levofloxacine	Tobramycine Augmentin Ceftazidime	Cefalotine
N°115/10 *Escherichia coli*	Imipenem Colistine	Ceftriaxone Tobramycine	Amoxicilline Augmentin Cefalotine Ceftazidime Ciprofloxacine
N° 6/11 *Klebsiellae sp*	Colistine Imipenem	_	Amoxicilline Augmentin Cefalotine Ceftazidime Tobramycine Levofloxacine

			Monofloxacine Acide nalidixique
N° 28/11 *Klebsiellae sp*	Colistine Imipenem Ceftazidime Ceftriaxone	_	Augmentin Cefalotine Tobramycine
N° 32/11 *Enterococcus sp*	Tetracycline Erythromycine Lincomycine Imipenem Ciprofloxacine Colistine	_	Acide nalidixique Pénicilline G Amikacin Ceftriaxone Cefalotine Augmentin
N° 63/11 *Escherichia coli*	Cefotaxime Cetriaxome Ciprofloxacine Colistine Sulfamide	_	Augmentin Tobramycine Cefalotine
N° 68/11 *Pseudomonas sp*	Ciprofloxacine Colistine Peperacyline	Ciftazidime Tobramycine	Augmentin Cefalotine Ceftriaxone Monofloxacine Ampicilline Sulfamides
N° 72/11 *Proteus mirabilis*	Ciprofloxacine	Tobramycine	Augmentin Imipenem Ciprofloxacine Colistine Cefalotine Acide nalidixique Amikacin Sulfamide Ciftazidime
N° 78/11 *Proteus sp*	_	Tobramycine	Amikacin Sulfamide Ciftazidime Augmentin Imipenem Ciprofloxacine Colistine Cefalotine Monofloxacine
N° 258/05 *Enterococcus sp*	Tobramycine Ampicilline Gentamycine Lincomycine		Pénicilline G Kanamycine Amikacine
N° 177/12 *Enterobacter sp*	Augmentin Gentamycine Colistine Ceftriaxone	_	Ofloxacine Chloramphénicol Tobramycine Imipenem
N° 21/01 *Proteus vulgaris*	Ceftriaxone Imipenem Ofloxacine	_	Augmentin Tobramycine Gentamycine Colistine
N° 181/02 *Staphylococcus aureus*	Vancomycine	_	Pénicilline G Oxaciline Chloramphénicol Erythromycine Sulfamide Ofloxacine
N° 214/02 *Klebsiellae sp*	Colistine Levofloxacine Augmentin Ceftriaxone	_	_

	Gentamycine Sulfamide Ciprofloxacine		
N° 311/03 *Proteus mirabilis*	Gentamycine Sulfamide	_	Amoxicilline Ceftazidime Ciprofloxacine Chloramphénicol Acide nalidixique Ceftriaxone
N° 370/03 *Proteus vulgaris*	Augmentin Colistine Ceftriaxone Ceftazidime Ciprofloxacine Imepenem	_	Gentamycine
N° 329/04 *Citrobacter sp*	Colistine Ceftriaxone Ceftazidime Ciprofloxacine Imepenem Pipéracilline		Amoxicilline Augmentin
N° 312/04 *Candida albicans*	Fluconazole Capsofungine Itraconazole Posaconazole Voriconazole		Flusytosine

3.2 DISCUSSION

Les résultats obtenus à partir des antibiogrammes réalisés nous ont permis de déterminer le pourcentage de résistance de chaque souche bactérienne.

Le pourcentage est calculé par la relation suivante et le tableau XX présente les résultats obtenus par le calcul.

% résistance = (nombre de antibiotiques résistants/ nombre totale d'antibiotiques testés)*100

Bactérie	Pourcentage de résistance	Bactérie	Pourcentage de résistance
N° 72/10 *Pseudomonas sp*	62.5%	*N° 21/01* *Proteus vulgaris*	57.15%
N°75/10 Staphylococcus aureus	85.71%	*N° 181/02* *Staphylococcus aureus*	87.50%
N°101/10 *Escherichia coli*	28.57%	*N° 214/02* *Klebsiellae sp*	12.5%
N°115/10 *Escherichia coli*	42.86%	*N° 311/03* *Proteus mirabilis*	75%
N° 6/11 *Klebsiellae sp*	80%	*N° 329/04* *Citrobacter sp*	25%
N° 28/11 *Klebsiellae sp*	42.85%	*N° 312/04* *Candida albicans*	16.66%
N° 32/11 *Enterococcus sp*	53.85%	*N° 78/11* *Proteus sp*	90.91%
N° 63/11 *Escherichia coli*	37.5%	*N° 258/05* *Enterococcus sp*	_
N° 68/11 *Pseudomonas sp*	54.55%	*N° 177/12* *Enterobacter sp*	50%
N° 72/11 *Proteus mirabilis*	54.55%	*N° 370/03* *Proteus vulgaris*	14.28%

La résistance bactérienne est un concept qui fait de plus en plus parler de lui depuis quelques années. Les conséquences de la résistance bactérienne aux antibiotiques sont considérables : augmentation de la morbidité et, dans certains cas, de la

mortalité, augmentation des coûts du système de santé causé par une cessation de l'effet antibactérien d'un antibiotique au cours d'une infection. La fréquence de résistance a continuellement augmenté pour de nombreuses bactéries pathogènes au cours ces des dernières décennies.

La résistance microbiologique se traduit par la croissance ou l'absence de croissance d'une souche bactérienne en présence d'un antibiotique. Il faut bien comprendre que la résistance microbienne dont font état les rapports de laboratoire est fonction de la concentration sérique que peut atteindre un antibiotique. Par conséquent, la notion de souche sensible ou résistante est toujours en relation avec la concentration sanguine que peut atteindre l'antibiotique prescrite. Il faut par ailleurs savoir que c'est la résistance nouvelle ou acquise qui est problématique. Cette résistance tend plus à se transmettre au sein de la même espèce, ou parfois à d'autres espèces bactériennes. De nombreuses bactéries sont intrinsèquement résistantes à des antibiotiques (bactéries Gram négatif à la vancomycine, *Pseudomonas* à l'ampicilline, etc.), et cette résistance est habituellement stable, peu transmissible à d'autres espèces et peu problématique.

En effet le pourcentage de résistance des bactéries étudiées nous permet de déterminer le taux de la résistance en calculant la moyenne des pourcentages pour chaque espèce bactérienne.

D'après les calculs nous avons trouvé que *Staphylococcus aureus* est plus résistante avec un taux de 86.60% suivi par *Pseudomonas* avec 58.52%, *Proteus* avec 58.39%, Enterobacter par 50%, *Klebsiellae* par 45.12%, *Escherichia coli* par 40.54% et Enterococcus par 37.5%.

4 CONCLUSION

L'examen cytobactériologique des urines (ECBU) permet de mettre en évidence la présence anormale de germes ou de certaines cellules qui provoque des infections plus ou moins dangereuses ainsi de trouver les différentes antibiotiques efficaces afin de traiter ces derniers.

Pour valider cette étude, nous avons étudié ; identifié et purifié les différents germes issus des infections urinaires aussi réalisé les antibiogrammes selon le type de germe soit des bactéries gram(-) ; bactérie gram (+) dans le cas des cystites/urétrites ou champignon dans le cas de candidose.

En parallèle nous avons trouvé calculé le taux de résistance de chaque microorganisme ce qui nous a permis de les classer comme de suite : *staphylococcus* 86.60% suivi par *Pseudomonas* avec 58.52%, *Proteus* avec 58.39%, *Enterobacter* par 50%, *Klebsiellae* par 45.12%, *Escherichia coli* par 40.54%, *Enterococcus* par 37.5%, *Citrobacter* par 25% et Candida par 16.66%.

Le présent travail nous a orienté à réaliser une autre étude en se basant sur les germes isolés et leur résistances pour étudier les effets des principes actifs d'origine végétal.

REFERENCES

[1] KASS E.H. : Bacteriuria and diagnosis of infection of the urinary tract. Arch. Inter. Med., 1957. 100, 709-715.
[2] MOINARD D. : Examen cytobactériologique des urines (ECBU) chap. 8 in Bactériologie médicale techniques usuelles : Carbonnelle B., Denis F., Marmonier A., Pinon G., Vargues R., SIMEP Ed. Paris, 1987.
[3] ZAMBARDI G., CHOMARAT M., FRENEY J. Prélèvements en bactériologie clinique. In : manuel de Bactériologie clinique. Vol I, 2° edition J. Freney, F. Renaud, W. Hansen, C. Bollet eds. Elsevier 1995, pp 159-195.
[4] N. Faucher, T. Cudennec Hôpital Sainte Périne, Paris : Les infections urinaires bactériennes 2004.
[5] H. Darbas, H. Marchandin, N. Bourgeois et S. Charachon : DIAGNOSTIC ET SUIVI DES INFECTIONS URINAIRES LE BON USAGE DE L'EXAMEN CYTO-BACTERIOLOGIQUE DES URINES 2007. N° 93 - Infections urinaires de l'enfant et de l'adulte. Leucocyturie.
[6] Roberts RR, Hota B, Ahmad I, Scott RD 2nd, Foster SD, Abbasi F, Schabowski S, Kampe LM, Ciavarella GG, Supino M, Naples J, Cordell R, Levy SB, Weinstein RA. Hospital and societal costs of antimicrobial-resistant infections in a Chicago teaching hospital: implications for antibiotic stewardship. Clin Infect Dis. 2009 Oct 15;49(8):1175–84
[7] K. Herzoga, M. Krauseb: Résistance bactérienne début de l'ère post-antibiotique. SWISS MEDICAL FORUM – FORUM MÉDICAL SUISSE 2015;15(12):266–270

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 365-370
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

SUR LES ESPACES TOPOLOGIQUES FINIS ET RESEAUX INFORMATIQUES

PALUKU KASOKI CLARA

Département de Mathématique Informatique, Faculté des Sciences,
Université Pédagogique Nationale (UPN), Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2017 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: Les espaces topologiques finis (espaces d'Alexandroff) sont actuellement utilisés en informatique théorique. L'objet de cet article est d'établir le lien entre espaces topologiques finis et réseaux informatiques, en portant des éléments de la bade irréductible de la topologie.

KEYWORDS: espace d'Alexandroff, espace topologique fini, base irréductible, digraphe.

1 INTRODUCTION

Soit τ une topologie sur l'ensemble X=$\{1,2,\dots,p,\dots,n\}$ à n éléments. Soit D(τ) $le\ digraphe\ de\ \tau$. Considérons les sommets de D(τ) $comme$ les ordinateurs.

L'interconnexion entre ordinateur p et l'ordinateur q est défini par l'arc p$\rightarrow -$q équivalent à l'inclusion $U_q \subset U_p$ des éléments de la base irréductible de l'espace topologique fini X.

Soit un réseau informatique orienté de n ordinateurs. Les éléments Up de la base irréductible de l'espace topologique (X,τ) où X = $\{1,2,\dots,p,\dots n\}$ sont définis par $U_p = \{p\} \cup \left\{q \in \frac{X}{\mathrm{p}} \rightarrow -\mathrm{q}\right\}$

Ainsi une topologie sur un ensemble fini représente un modèle d'un réseau informatique et réciproquement.

2 ESPACES D'ALEXANDROFF FINIS [1], [2] [6]

2.1 DÉFINITION : [6]

Un espace d'Alexandroff est un espace topologique dans lequel toute intersection d'une famille (fini ou infinie) d'ouverts est un ouvert.

Par symétrie ceci équivaut à dire que toute réunion (fini ou infinie) d'une famille des fermés est un fermé. Si τ est une topologie d'Alexandroff sur un ensemble X, la famille τ^* des complémentaires dans X d'éléments de τ forment une topologie sur X appelée la co-topologie de τ.

2.2 DÉFINITION

Soit (X, τ) un espace topologie où X est un ensemble non vide et $\tau \subset \mathcal{P}(X)$ une topologie sur X. on dit que τ est une topologie finie sur X, ou (X, τ) est une espace topologique fini lorsque card (X)$\leq n$ où n est un nombre naturel.

Ainsi une topologie finie est une topologie d'Alexandroff car elle possède un nombre fini d'ouverts. [6]

Corresponding Author: PALUKU KASOKI CLARA

2.3 DÉFINITION

Soit (X, τ) un espace d'Alexandroff fini. Pour tout élément p dans X, on pose $U_p = \cap \{V \subset X : V \text{ est un ouvert de } X \text{ et } p \in V\}$.

En d'autres termes U_p est le plus petit (au sens de l'inclusion ensembliste) ouvert contenant p.

La famille $\mathcal{B} = \{U_p : p \in X\}$ s'appelle base irréductible de X.

Cette famille joue un rôle capital dans les espaces d'Alexadroff. On a en effet les résultats suivants.

2.4 THÉORÈME

Soit X un espace topologique. Alors X est un espace d'Alexandroff si et seulement si $\{U_p : p \in X\}$ est une base des ouverts de x.

PREUVE

Supposons X un Alexandroff. Soit V un ouvert de X et p ∈ V

Par hypothèse U_p est un ouvert de X et il est le plus petit ouvert contenant p. D'où p ∈ U_p ⊂ V. Ce qui montre que {U_p : p ∈ X} est une base des ouverts de X.

Réciproquement, supposons que la famille {U_p : p ∈ X} soit une base des ouverts de X. Soit {V_α : ∈ Γ } une famille quelconque d'ouverts de X. Posons V=∩{V_α : $\alpha \in \Gamma$ } et montrons que V est un ouvert de X.

Si V=∅, il n'y a rien à démontrer. Sinon soit p ∈ V.

Alors p ∈ V_α pour tout ∈ Γ . D'où p ∈ $U_p \subset V_\alpha$ ∀ $\alpha \in \Gamma$ et ainsi p ∈ U_p⊂ V.

Ceci montre que V est un voisinage de p. Comme p est arbitraire dans V, alors V est voisinage de chacun de ses points, c'est-à-dire que V est un ouvert de X.

2.5 PROPOSITION[5]

Soit (X, τ) un espace topologique fini. Il existe une base unique irréductible $\mathcal{B}$ de la topologie τ

2.6 EXEMPLE

Soit (X, τ) un espace topologique fini où X = $\{a, b, c, d\}$ et

$\tau = \{\emptyset, \{a\}, \{c\}, \{a, c\}, \{c, d\}, \{a, b, c\}, X\}$

Alors $\mathcal{B} = \{\{a\}, \{a, b, c\}, \{c\}, \{c, d\}\}$ où $\{a\} = U_{a,}$

$\{a, b, c\} = U_{b,}$ $\{c\} = u_{c,}$ et $\{c, d\} = U$ est la base irreductible de (X, τ)

2.7 DÉFINITION

Soit X = $\{1,2,..p,n\}$ un ensemble fini et τ une topologie sur X. Pour chaque p ∈ X il existe un U_p unique de la base irréductible de τ.

Nous définissons le digraphe D(τ) de l'espace topologique fini (X, τ) $par\ la\ règle\ suivante$ (p, q) est une arrête du digraphe D(τ) si et seulement si $U_q \subset U_p$. C'est-à-dire $p \to q$ si et seulement si $U_q \subset U_p$.

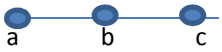
Le graphe G(τ) de la topologie finie τ est obtenu à partir du diagraphe D(τ) en supprimant les flèches sur les arêtes de D(τ).

2.8 EXEMPLE

Considérons l'espace topologique (X, τ) où X=$\{a, b, c\}$ et $\tau = \{\emptyset, \{a\}, \{a, b\}, \{a, c\}, X\}$.

Les éléments de la base irréductible de τ sont $U_a = \{a\}$, $U_b = \{a, b\}$ et $U_c = \{a, c\}$.

Nous avons $U_a \subset U_b$, $U_a \subset U_c$ mais U_b *et* U_c non comparables. Le D(τ) de τ est alors 

Le graphe G(τ) de τ *est* 

2.9 TOPOLOGIE ENGENDRÉE PAR UN DIGRAPHE

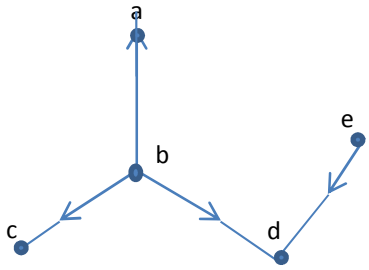
Soit (X, τ) *un espace* topologique fini. Toutes les informations sur τ sont données par D(τ) c'est-à-dire à partir du digraphe D(τ) on peut retrouver la base inductible de τ.

Voici la procédure pour trouver les $U_p = \{p\} \cup \{q \in X/(p, q) \in D(\tau)\}$

$$= \{p\} \cup \left\{q \in \frac{X}{p} \rightarrow -q\right\}$$

2.10 EXEMPLE

Soit le digraphe d'une topologie τ *donné comme ci* $-$ *dessous*



On construit les U_p de τ par

$U_a = \{a\} \cup \emptyset = \{a\}$, $U_b = \{b\} \cup \{a, c, d\} = \{a, b, c, d\}$

$U_c = \{c\} \cup \emptyset = \{c\}$, $U_d = \{d\} \cup = \{d\}$ *et* $U_e = \{e\} \cup \{d\} = \{d, e\}$

Alors la topologie τ est donnée par

$\tau = \{\emptyset, \{a\}, \{c\}, \{d\}, \{a, c\}, \{a, d\}, \{c, d\}, \{d, e\}, \{a, c, d\}, \{a, d, e\}, \{c, d, e\}, \{a, b, c, d\}, \{a, c, d, e\}, X\}$

3 ESPACES TOPOLOGIQUES FINIS ET RÉSEAUX INFORMATIQUES

3.1 JONCTION ENTRE TOPOLOGIES FINIES ET TOPOLOGIES RÉSEAUX

Rappelons qu'il existe deux types de topologies réseaux : la topologie physique et la topologie logique.

La topologie physique est l'arrangement physique des équipements permettant la connexion entre deux ou plusieurs ordinateurs. Dans cette catégorie nous distinguons plusieurs topologies physiques telles que topologie en bus, topologie en anneau, topologie en étoile, topologie maillée.

La topologie logique décrit la façon dont circule l'information dans le réseau.

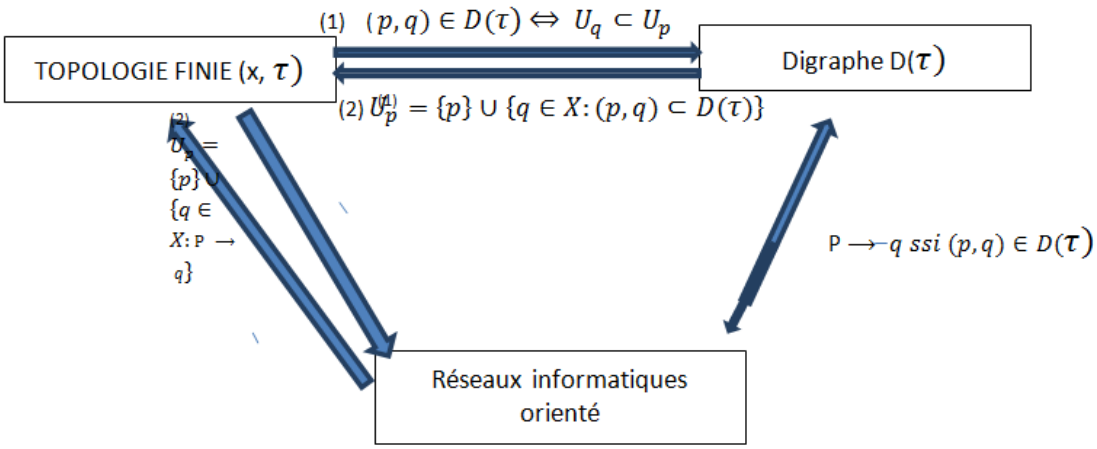
Pour décrire la jonction entre les topologies réseaux et les espaces topologiques fines on utilise les notions de digraphe D(τ) et le graphe G(τ)

Soit τ une topologie sur l'ensemble X= $\{1,2, \dots, p, \dots, n\}$ à n éléments. Soit D(τ) le digraphe de τ. On considère les sommets de D(τ) comme les ordinateurs dont l'interconnexion entre l'ordinateur p et l'ordinateur q est définie par la relation « p est connecté à q si et seulement si U_q est sous-ensemble de U_p ou U_p est sous ensemble de U_q.

On considère ainsi un réseau informatique dont la topologique physique est décrite par la structure du graphe G(τ) et la topologie logique par le digraphe D(τ).

Réciproquement, si un réseau informatique est donné, soit X l'ensemble des machines connectées. La topologie logique du réseau définit un digraphe engendrant une topologie sur X.

Cette corrélation est décrite dans le tableau ci-dessous.



Ainsi une topologie sur un ensemble fini X représente un modelé d'un réseau informatique.

Nous illustrons cette jonction par des exemples suivants.

3.2 RÉSEAU INFORMATIQUE AYANT UNE TOPOLOGIE EN BUS

Soit un réseau informatique formé de 4 ordinateurs numérotés 1,2,3,4. Soit X l'ensemble de ces 4 ordinateurs, X = $\{1,2,3,4\}$. Définissons sur X une topologie $\tau = \{\emptyset, \{1\}, \{3\}, \{1,3\}, \{3,4\}, \{1,2,3\}, \{1,3,4\}, X\}$

(X, τ) est un espace topologique fini dont la base irréductible est donnée par $\mathcal{B} = \{\{1\}, \{1,2,3\}, \{3\}, \{3,4\}\}$ et son graphe est donné par le schéma suivant 1 2 3 4. Ce graphe décrit de réseau informatique ayant une topologie physique en bus.



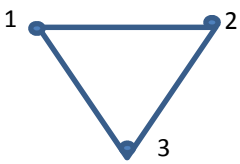
En orientant la circulation de l'information par « $p \rightarrow q$ ssi et seulement si $U_q \subset U_p$ » le réseau informatique admet la topologie logique ci-après.



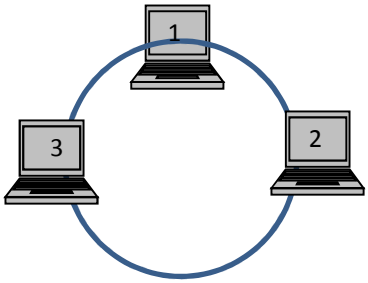
car $U_1 \subset U_2$, $U_3 \subset U_2$ et $U_3 \subset U_4$.

3.3 RÉSEAU INFORMATIQUE REPRÉSENTÉ LA TOPOLOGIE EN AMEAU

Soit un réseau informatique formé de 3 ordinateurs numérotés 1,2,3. Définitions sur X =$\{1,2,3\}$ une topologie τ =$\{\emptyset, \{1,3\}, X\}$. L'espace topoligique fini (X, τ) a pour base irréductible $\mathcal{B} = \{\{1,3\}, X\}$ et pour graphe le schéma.



Ce graphe décrit un réseau informatique à topologie en anneau



En orientant la circulation de l'information dans ce réseau par « $p \to q$ si et seulement si $U_p \subset U_q$", on obtient un réseau en anneau modélisé par

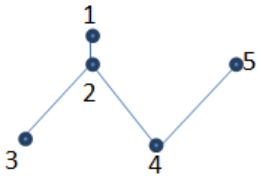


3.4 RÉSEAU INFORMATIQUE REPRÉSENTÉ À TOPOLOGIE EN ÉTOILE

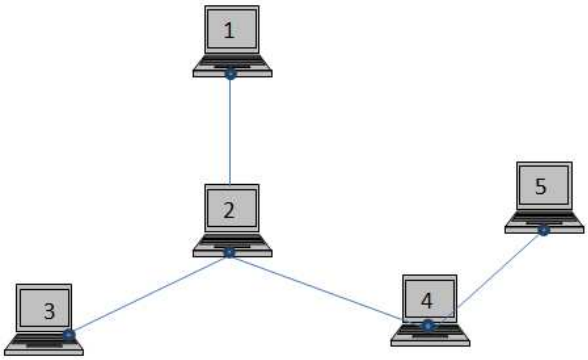
Soit X = $\{1,2,3,4,5\}$, un ensemble de 5 ordinateurs sur lequel on définit la topologie.

$$\tau = \{\emptyset, \{1\}, \{3\}, \{4\}, \{4\}, \{1,3\}, \{1,4\}, \{4,5\}, \{1,3,4\}, \{1,4,5\}, \{3,4,5\}, \{1,3,4,5\}, \{1,2,3,4\}X\}$$

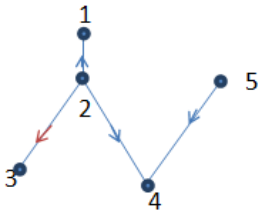
Cette topologie a pour base irréductible$\mathcal{B} = \{\{1\}, \{1,2,3,4\}, \{3\}, \{4\}, \{4,5\}\}$ et pour graphe le schéma suivant.



Ce graphe décrit un réseau informatique à topologie en étoile

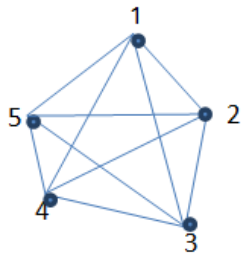


En orientant la circulation de l'information dans ce réseau par ''$p \to q$ si et seulement si $U_q \subset U_p$ '' on obtient un réseau en étoile modélisé par

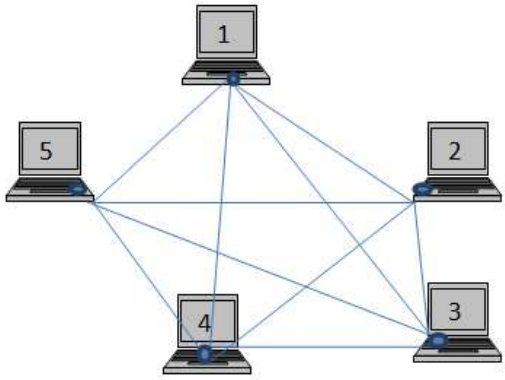


3.5 RÉSEAU INFORMATIQUE REPRÉSENTÉ À TOPOLOGIE MAILLÉE

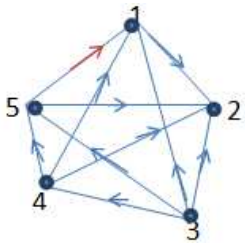
Soit X =$\{1,2,3,4,5\}$, un ensemble de 5 ordinateurs sur lequel on définit la topologie τ dont la base irréductible est donnée par $\mathcal{B} = \{\{1,2\},\{2\},\{1,2,3,4,5\},\{1,2,4,5\},\{1,2,5\}\}$ cet espace topologique (X, τ) a pour graphe le schéma.



Ce graphe décrit un réseau informatique à topologie maillée



En orientant la circulation de l'information dans ce réseau par "$p \to q$ si et seulement si $U_q \subset U_p$ on obtient un réseau en anneau modélisé par



REFERENCES

[1] ALEXANDROFF P., 1937, Diskrete Räume, Mat. Sbornik
[2] ARENAS F.G., 1999; Alexandroff spaces, Prepint
[3] DORTH M., 1999; Introduction aux réseaux locaux, edition Duméd, Paris
[4] KHALIMSKY E., 1987 ; Topological structures in computer science, J. of Apphied Maths. and simulation 1:25-40
[5] STRONG R.E 1966; Finite topogical spaces, Trans. A.M.S. n°123, 325-340
[6] SPEER T., 2007; A Short Study of Alexandroff Spaces, Departement of Mathematics, New York University.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 371-379
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

INTOXICATIONS MORTELLES DES GAZ (CO_2 et CO) A TCHIGOMA EN CHEFFERIE DE BUNYAKIRI, TERRITOIRE DE KALEHE / SUD KIVU, R.D. CONGO

P. Materanya[1], Dieudonné Wafula Mifundu[1], M. Yalire[2], W. Munyololo[3], and N. Kapapa[4]

[1]Centre de recherche en sciences naturelles (CRSN/LWIRO) Sud-Kivu, RD Congo

[2]Observatoire volcanologique de Goma (OVG/GOMA), RD Congo

[3]Centre de recherche géologique et minière (CRGM/LWIRO), RD Congo

[4]Cellule de protection Civile, sud Kivu, RD Congo

Copyright © 2017 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 disaster wich occurred in Tchigoma (a village located at about 25km from the city of Bulambika) in the chiefdom of Bunyakiri was investigated. The disaster caused the death of 3 people and some of them just survived. The accident was caused by the exposure to the high concentration of two gases during the digging of a toilet pit. The following concentrations were recorded in the hole considered as the epicenter: the carbon dioxide (CO_2) at 93.8% and the carbon monoxide CO at 2031 parts per million, using GA2000 equipment. Although the exact value of the lethal concentration for humans is uncertain, these recorded values are too high for mammals' survival .The mortality caused by these gases is a function of the inhaled concentration and duration of exposure. From the observations on the site, we had concluded that the gas were generated the peat covered by the alluvium layer considered as a roof.

KEYWORDS: Disaster; Tchigoma; death, gas, epicenter.

RÉSUMÉ: Cette étude a concerné la catastrophe qui s'est produite à Tchigoma (village situé à 25km de centre de Bulambika) dans la chefferie de Bunyakiri qui a causé la mort de 3 personnes et plusieurs autres sauvés de justesse. Les victimes ont été exposées à deux gaz mortels lors des travaux de creusage d'une fosse qui devrait servir à la toilette. Les concentrations enregistrées dans le trou considéré comme épicentre du Dioxyde de carbone (CO_2) a été de 93,8% et pour le Monoxyde de Carbone (CO) 2031 parts par million en utilisant GA2000. Bien que la valeur exacte de la concentration létale pour l'homme soit incertaine, ces valeurs enregistrées sont trop élevées pour que les mammifères survivent. La mortalité causée par ces gaz est fonction de la concentration inhalée et de la durée d'exposition. D'après les observations sur le site, nous avons conclu que l'origine de ces gaz serait la présence de la tourbe couverte par la couche d'alluvions qui se comporterait comme un véritable toit.

MOTS-CLEFS: Catastrophe, Tchigoma, mort, gaz, épicentre.

1 INTRODUCTION

L'air contient environ 0,04 % de CO_2. À partir d'une certaine concentration dans l'air, ce gaz s'avère dangereux voire mortel [1]. Le niveau de concentration de CO_2 ; qui serait mortel pour l'homme est très incertain. Des chiffres très variés ont été évoqués par certains auteurs ; rarement accompagnés de durées d'exposition : 10 à 25 % [12] ; 25% pendant plusieurs heures [11] ; plus de 30 à 40% [13]. Les sources d'exposition au CO_2 sont nombreuses. Elles peuvent être groupées en cinq

grandes catégories : utilisation professionnelle du CO_2 ; Sources de fermentation en milieu confiné ; sources telluriques ; production endogène en milieu confiné et origines diverses [3].

Une caractéristique commune a beaucoup de ces sources d'exposition au CO_2 est d'intervenir en espace confiné ; qui est un lieu dont le rapport volume sur dimension d'ouverture est tel que les échanges naturels de l'air intérieur avec l'atmosphère extérieure sont particulièrement réduits [2]. Cette restriction aux mouvements de l'air peut être due :

- Soit à l'étroitesse du lieu par rapport à sa longueur ou sa profondeur. Dans ce cas ; l'accès peut être relativement libre ; définissant un espace confiné ouvert (galeries étroites et longues ; grosses canalisations ; pipelines ; Cales de navire ou péniches ; puits ; vides sanitaires ; caves mal aérées) ;
- Soit à la nature fermée du lieu : l'entrée se fait alors par une ou plusieurs ouvertures qui peuvent être de dimensions très restreintes ; définissant un espace confiné fermé (citerne de stockage ; citernes routières ; wagons-citernes ; cuves ; réservoirs ; solos ; compartiments de cales ; ballast ; réacteurs chimiques). Une atmosphère non confinée est composée d'azote (78%) ; d'Oxygène (21%) ; d'Argon (0,9%) et de dioxyde de Carbone (0,03%). Ce dernier ; par sa densité ; tend à s'accumuler au fond des espaces confinés en remplaçant l'oxygène de l'air [17].

Pendant ces cinquante dernières années ; le CO_2 a fait l'objet des nombreuses études tant pour étudier les mécanismes de sa régulation que pour évaluer ses propriétés thérapeutiques ou sa toxicité [4].

Dans de nombreux pays industrialisés, le monoxyde de carbone peut être à l'origine de plus de 50% des intoxications mortelles [5].

L'objectif de cette étude est de chercher l'origine de ces deux principaux gaz mortels à savoir le dioxyde de carbone(CO_2) et monoxyde de carbone(CO) ayant causé la mort de trois personnes et autres rescapés lors des travaux de creusage d'une fosse servant de toilette.

2 DESCRIPTION DU MILIEU D'ETUDE

2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le village de Tchigoma ; notre secteur d'étude est situé à 25km au Nord- Est de Bulambika /Bunyakiri en territoire de Kalehe à une altitude de 1163 ± 4 m, latitude Sud de 2°02,823' et longitude Est de 028°41,280' (Fig.1).

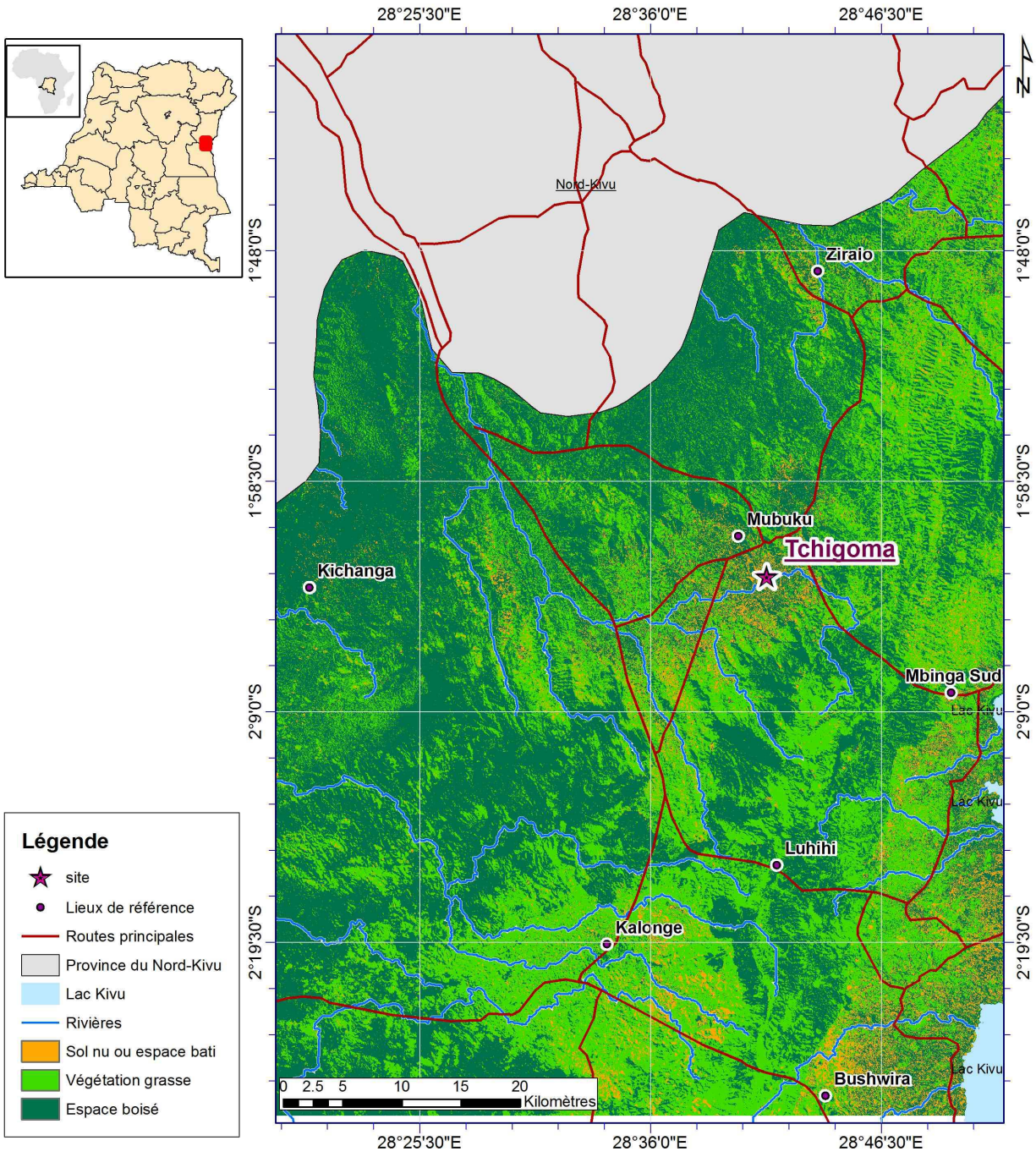


Fig. 1. Le village de Tchigoma au Nord-Est Bulambika /Bunyakiri en territoire de Kalehe

2.2 SOL ET VÉGÉTATION

La majeure partie de Bunyakiri est couverte d'un sol argileux avec des gros cailloux. Avec un relief très accidenté ; on observe des collines herbeuses résultant d'une déforestation poussée. Dans les vallées profondes du bassin hydrographique de la LUHOHO et son principale affluent ; la Tchinganda ; on observe quelques vestiges d'une forêt de galerie. Le palmier à huile pousse dans les dépressions et jusqu'à une certaine hauteur sur le flanc des collines. Les principales cultures étant le manioc et l'arachide.

2.3 GÉOLOGIE DU MILIEU

Du point de vue géologique, Bunyakiri est formé des roches métamorphiques du type gneiss [8]. Ces roches se reconnaissent facilement par leur structure foliée caractérisée par l'alternance des bandes claires et sombres. Les bandes claires sont essentiellement constituées des quarts et feldspath, alors que les bandes sombres sont constituées surtout de mica avec parfois de pyroxène et Amphibole. Nous avons constaté qu'au lieu du sinistre, le sol est constitué de la tourbe couverte par une couche de limon surmontée d'alluvions. A 35 m au Sud-Est de l'épicentre, on trouve un affleurement rocheux dont l'analyse macroscopique, nous a révélé qu'il s'agit d'un gneiss dont l'altération donne un sol sablonneux. Nous pouvons conclure que l'origine de ce gaz serait due à la présence de la tourbe couverte par la couche d'alluvions qui se comporte comme un toit au-dessus delà couche gazeuse.

3 MATERIEL ET METHODES D'ETUDES

3.1 MATÉRIELS

Pour bien mener notre étude sur le site d'émanation des gaz (CO_2 et CO) et délimiter la zone à risque, nous avons disposé des matériels suivants :

- Le GPS de marque GERMIN TAIWAN ;
- Le gazomètre de marque GA 2000 (anglaise) ;
- Les masques à gaz SGE 150 (Italienne) ;
- L'appareil numérique LUMIX PANASONIC DMC-FX 100 (Chine) ;
- Chronomètre ;
- Cash-nez ;
- La chèvre (cobaye de laboratoire) lié à une corde ;
- Le décamètre ;
- Stylos ;
- Notebook.

3.2 MÉTHODOLOGIE

Nous avons utilisé la méthodologie proposée par Rumvengeri en 1987 qui consiste à quadriller le site partant du point du sinistre considéré comme l'épicentre sur une maille carré de 50 m sur 50 m (Fig.2).



Fig. 2. Lieu du sinistre, considéré comme épicentre

Les différents points de mesure ont constitué les sommets du carré. La maille s'est étendue de l'Est à l'Ouest et du Nord au Sud sur une longueur de 125 m sur 125. Ce réseau couvrant ainsi une surface de 122.500 m^2 soit 12,25 ha. Les points

d'observation ont été enregistrés dans le GPS et repris dans le carnet de terrain chacun avec son numéro d'ordre et les observations y relatives. Les prélèvements et observations ont porté sur la teneur en gaz, la température du sol, la nature pédologique et pétrographique. Pour le prélèvement, le trou du sinistre étant considéré comme l'épicentre, nous avons procédé à la détermination des différentes concentrations en s'approchant progressivement de l'épicentre tout en augmentant la profondeur (fig.3).



Fig. 3. Prélèvement des différentes concentrations des gaz à côté de l'épicentre (la fausse)

Après les prélèvements autour de la fausse; une chèvre vivante servant de cobaye de laboratoire attachée à une longue corde a été introduite dans le trou. Nous avons essayé de chronométrer le temps (Fig.4). Avec une corde au cou, la chèvre a été introduite dans le trou, 5 secondes après elle a convulsé et à 20 secondes, elle a arrêté tout mouvement. Il s'agissait d'un trou de forme rectangulaire de:

- Longueur : 1,20 m ;
- Largeur : 40 cm ;
- Hauteur : 2,37m.



Fig. 4. Image de la chèvre Test servant de cobaye de laboratoire à zéro seconde de l'entrée dans la fosse

4 RESULTATS ET INTERPRETATION

4.1 TEST À LA CHÈVRE-COBAYE DE LABORATOIRE

Nous l'avons retiré immédiatement et avons constaté des bavures autour de ses lèvres, elle est restée longtemps allongée et immobilisée par terre. Les secouristes de la Croix-Rouge ont procédé à sa réanimation (Fig.5). Après 45 minutes de la séance de réanimation, elle a commencé à bouger et deux heures plus tard elle a commencé à pousser des petits cris mais ne pouvait se tenir débout. Elle est restée affaiblie jusqu'au lendemain matin et se tenait déjà débout, mais pas pour longtemps.

La convulsion de la chèvre après 15 Secondes dans le trou est donc causée par l'inhalation par la chèvre de ces deux gaz en l'occurrence le CO_2 et CO et l'absence de l'oxygène. Selon la littérature ; les premiers secours en cas d'intoxication au CO_2 et CO consiste à soustraire immédiatement la victime de l'exposition, sans se mettre soi-même en danger, à appeler à l'aide, à lui apporter de l'air frais ou si possible à lui administrer de l'oxygène et dès que possible, à lui administrer des soins médicaux. Le principal traitement médical pour une intoxication au monoxyde de carbone est l'inhalation d'oxygène à 100% par un masque à Oxygène bien ajusté (oxygénothérapie).



Fig. 5. Réanimation de la chèvre servant comme cobaye de laboratoire

4.2 LA GAZOMÉTRIE

Les résultats obtenus pour la partie Est de l'épicentre sont consignés dans le tableau (1)

Table 1. Evolution de la concentration des gaz prélevés par rapport à la distance (4m ; 2m et 20cm) de la fosse (épicentre) et à 40 cm de profondeur

TYPES DE GAZ	Distance (4m)	Dist (2m)	Dist (20 cm)
CH_4	0%	0%	0%
CO_2	0,1%	7,8%	8%
O_2	4,7%	2%	1%
BAL	95,2%	88,2%	93,5%
H_2S	0ppm (parties par million	0ppm	0ppm
CO	0ppm	10ppm	15ppm
PA (pression atmosphérique)	884mb	884mb	884mb

De ce tableau :

- Nous remarquons qu'il y a absence du gaz méthane (CH_4) et du sulfure d'hydrogène (H_2S) sur le site d'étude à 4m ; 2m ; 20cm de distances par rapport à la fosse.
- La concentration du CO_2 augmente au fur et à mesure qu'on s'approche de la fosse.
- La concentration en O_2 diminue lorsqu'on s'approche de la fosse ;
- La concentration en CO augmente lorsqu'on s'approche de la fosse.
- La pression atmosphérique est restée constante quelle que soit la distance par rapport à la fosse car l'altitude est la même.

Les résultats obtenus pour la partie Ouest de l'épicentre sont consignés dans le tableau (2).

Table 2. Evolution de la concentration des gaz prélevés par rapport à la distance (4m ; 15cm) de la fosse et à 1m de profondeur

TYPES DE GAZ	4m	15Cm
CH_4	0%	0%
CO_2	4,1%	8%
0_2	4,1%	2 %
BAL	91%	87,8%
H_2S	0ppm	0ppm
CO	2ppm	4ppm
PA	883mb	883mb

Dans ce tableau ; il ressort ce qui suit :

- Absence des gaz méthane CH_4 et du Sulfure d'Hydrogène H_2S dans le site d'étude ;
- Augmentation de la concentration en CO_2 lorsqu'on s'approche du site d'étude (fossé) ;
- Diminution de la concentration en O_2 lorsqu'on s'approche du site d'étude (fossé) ;
- Augmentation du gaz CO (monoxyde de Carbone) ;
- La concentration en BAL a diminuée ;
- La pression atmosphérique reste toujours constante.

Evolution de la concentration des gaz prélevés dans la fosse (épicentre) à 2m de profondeur est donnée dans le tableau (3).

Table 3. Evolution de la concentration des différents gaz prélevés dans le trou.

Types de gaz	**Dans le trou**
CH_4	0%
CO_2	93,8%
0_2	0%
BAL (autres gaz)	6,2%
H_2S	181ppm
CO	2031ppm
PA	883mb

De ce tableau ; on remarque ce qui suit:

- Absence du gaz méthane(CH_4) dans le trou ;
- Une présence anormale de la concentration du dioxyde de carbone(CO_2) dans le trou (93,8%) à environs 2m de profondeur
- Absence totale d'oxygène dans le trou (0%) ;
- augmentation de la concentration en monoxyde de carbone (2031ppm) ;
- Augmentation de la concentration du sulfure d'hydrogène(H_2S).

D'après les observations, nous pouvons conclure que l'origine de ces gaz serait due à trois facteurs principaux interconnectés : l'influence climatique ; la géologie du sol et présence de la tourbe. En effet ; une augmentation de la température augmente l'activité des organismes du sol et incidemment le taux de décomposition et la minéralisation de carbone [18]. L'accumulation de la matière organique est indirectement reliée aux échanges des gaz à effet de serre qui se produisent dans les tourbières dont les principaux sont le dioxyde de carbone (CO_2) et le méthane (CH_4). Les échanges de CO_2 dans les tourbières se produisent de trois façons :

- Par l'absorption du CO_2 afin que les plantes synthétisent leurs tissus en exploitant l'énergie solaire à travers le mécanisme de la photosynthèse ;
- Par la respiration autotrophe par laquelle les plantes émettent du CO_2 vers l'atmosphère lorsque la lumière est absente ;
- Par la respiration hétérotrophe qui est issue de la décomposition des résidus des plantes formant la tourbe. Les résultats combinés de ces échanges est appelé échange éco systémique net [19].

Les sols des écosystèmes forestiers pourraient devenir une importante source de CO_2 dans le contexte d'un changement climatique en raison d'une augmentation probable du taux de décomposition de la matière organique [18]. Cette augmentation pourrait être plus accentuée dans les régions boréales puisque c'est sous ces latitudes que les modèles prédisent le réchauffement plus important et que le tiers du carbone mondial est stocké dans les sols forestiers et les tourbières [19]

La géologie du sol étant argilo-sablonneuse absorbant l'eau en formant une patte imperméable favorable à la formation des tourbières. Les tourbières sont des écosystèmes des zones humides dans lesquels les conditions écologiques et biochimiques permettent l'accumulation en conditions anaérobies de matières organiques à divers stades de décomposition [20].

5 CONCLUSION

Nous avons mené une étude dont l'objectif était de rechercher l'origine de deux principaux gaz mortels à savoir le dioxyde de Carbone (CO_2) et le monoxyde de Carbone (CO) responsable de la mort des 3 personnes mortes par inhalation et autres rescapées, lors des travaux de creusage d'un trou qui devrait servir de toilette à Tchigoma (village situé à 24 Km du centre de BULAMBIKA) dans la chefferie de Bunyakiri ; nous avons relevé ce qui suit:

- Le site connait une concentration anormale en dioxyde de carbone(CO_2) : 93 ,8%. Cette valeur est trop élevée pour que les mammifères survivent sachant que la valeur limite d'exposition est de 3 % sur une durée de 15 minutes [16]. Nous pouvons conclure que l'origine de ce gaz serait due à trois facteurs : l'influence climatique ; la géologie du sol et la présence de la tourbe.
- Le site connait une concentration élevée du monoxyde de carbone (CO) (2031ppm). Cette valeur est insupportable pour l'homme car à 5000 ppm pendant 20 minutes entraine le décès à 2000 ppm pendant 3 heures entraine le coma. Toute combustion incomplète du carbone due à une insuffisance d'air ou d'oxygène, est source de monoxyde de carbone (CO) (charbon, bois, gaz naturel, huile, essence, fuel…) [10]. Le site (fosse) connait une absence d'oxygène due à une concentration trop élevée du CO_2 (93,8 %) et CO (2031ppm) et autres gaz (BAL) qui rendent nulle la concentration de O_2.

Il ressort de ces résultats que la zone dangereuse reste confinée dans un rayon d'environ 15 m à partir de l'épicentre qui est le point du sinistre. Néanmoins, cette zone ne présente pas de risque majeur en surface mais constitue plutôt un grand danger en profondeur. Vivre dans cette zone exigerait donc à la population de ne jamais creuser des trous pouvant servir de toilette ou à autre chose, ce qui constituerait un sérieux problème.

REFERENCES

[1] Louis F., 1998. Toxicité du gaz Carbonique inhalé. Revue de la littérature. Paris sud, Faculté de médecine, n°5003, 139 p.
[2] Isbister G.K, Mc Gettigan P. et Harris I, 2003. Hyper baric Oxygen for acute Carbon monoxide Poisoning» N. Engl JMed, Vol. 348, n°6, 2003; p. 557-60.
[3] Jones R.F, 1992. Two deaths caused by accumulation of carbon dioxide in a flour hold.US Navy Medical; Bulletin; 16 pp769-771.

[4] Alexander J.K, West J.R, Wood JA. et Richard D.W., 1995. Analysis of the respiratory response to carbon dioxide inhalation in varying Clinical states of hypercania; anoxia and acid-base derangement-journal of clinical investigation, 34, pp 511-532.
[5] Haywood C. et Bloete M.E., 1969. Responses of healthy young Women to Carbon dioxide inhalation. Journal of Applied Physiology, 27, pp. 32-35.
[6] Maresh C.M., Amstrong L.E., Kavouras S.A, Allen G.J., Casa D.J., Whittlesey M. et Lagasse K.E., 1997. Physiological and Psychological effects associated with Carbon dioxide levels in healthy men. Aviation, Space and Environmental Medecine, 68, pp 41-45.
[7] Guillemin M.P; Horisberger B. 1994. Fatal intoxication due to an unexpected presence of carbon dioxide. Annals of occupational hygiene;; 38; pp.951-957.
[8] Cirhuza R. ; 2013. «Etude de la déformation dans les gneiss de Bunyakiri ; sud-Est du lac Kivu », RD Congo, pp. 34-50.
[9] Fedorowicz A. et Badach-Rogowski W., 1969. Carbon dioxide Poisoning. Polski Tygodnik Lekarski, 24, pp.21-22.
[10] Sterkowicz S., 1983. Two Cases of fatal Carbon dioxide Poisoning. Polski Tygodnik Lekarski, 1983, 38, pp. 309-310.
[11] Williams U.I, 1958. Carbon dioxide Poisoning. Report of eight Cases; with two deaths. British Medical journal, 2 pp. 1012-1014.
[12] Bernon J., 1996. Les Pièges du gaz Carbonique : Comptes rendus du 23e Symposium national de médecine agricole, Tours ; 19 avril 1996.Tours ; Institut National de médecine Agricole, Vol.3, p 6.
[13] Allard L. C., Hilaire C., LA Folie P. Ragul L. et Segalen M., 1953. Médecine interprofessionnelle, 3, pp 303-312.
[14] Baxter P.J., Kapila M. et Mfonfud, 1989. Lake Nyos disaster, Cameroun, 1986: The medical effects of large scale emission of Carbon dioxide? British Medical journal, 298, pp 1437-1441.
[15] Atkinson P., Langlois N., Adam B.J., Grieve J.H.K., 1994. Suicide; Carbon dioxide and suffocation. The Lancet, 344, pp 192-193.
[16] Obez P., 1995. Intoxication par inhalation de gaz Carbonique dans les caves de vinification, université de Dijon, thèse de médecine, N°95 Dijomo 18, p172.
[17] Guide pratique de ventilation.8. Ventilation des espaces confinés ; Paris ; INRS ; 1987; ED.703.
[18] Raich J.W, Schlesinger W.H, 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. Tellus 44B, pp 81-99.
[19] Luc P. Michelle G. ; 1978. Mesures de gaz à effet de serre sur les tourbières; Department of Agriculture; Ottawa; Ont. Publ. N°1646, pp 15-18.
[20] Xavier D. ; 2009. Cours de sédimentologie approfondie ; ULB ; p10.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 380-385
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Ethnicity Cultural And Political leadership with Regard To Instability in Republic of Guinea Conakry

Toure Cheick A. Mandian, Sity Daud, and Russli Kamaruddin

Faculty of Social Science and Humanities,
Department of Political Science, History and Strategic Studies,
Universiti Kebangsaan, Malaysia

Copyright © 2017 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 examined ethnicity, cultural and political leadership with Regards to instability in the Republic of Guinea Conakry. The study review literatures and provides strong evidence why Guinea still remains being a dictatorship and authoritarian state. The extant literature revealed the radicalism of the Ethnic Majority In opposition which often cause conflict. Thus, weak opposition and corrupt government wreck the process of development of Republic of Guinea Conakry. The Study concludes that International communities have to support democratic process that will guarantee leadership selection process in the election, this could be a viable stability among ethnic groups.

KEYWORDS: Revolution, ethnicity, leadership, instability.

1 BACKGROUND OF STUDY

The Cause of ethnicity, cultural and political leadership with regard to instability in Guinea Conakry is the polarization of political parties along major ethnic groups. According to Human Rights report (2011) the main political party, President Alpha Condé's Rally the Guinean People (RPG) is supported by the Malinke, while main opposition leader Cellou Dalein Diallo's party, the Union des Forces Democratiques de Guinée (UFDG), is closely associated with the Peulh community. Peulhs are the dominant ethnic group in Guinea, followed by the Malinke and Sousou. Politics remain ethnically divisive in Guinea a year after violent clashes marred a bitterly divided Presidential election. Analysts and civil servants say more concerted reconciliation efforts between ethnic groups are needed along the role of the President and opposition leaders to avoid another pitched battle in coming legislative elections.

Mari MacDonald (2009) demonstrates that the international context played a crucial role, both in conditioning the timing and form of decolonization and in shaping the international community's adaptation of colonial patterns of economic and political interaction to the new reality of African nation-states. Focusing on the invention, development and reception of one country's insistence on independence in turn illuminate significant issues and events: the end of French colonial rule,limitations on the sovereignty of non-European postcolonial states; the advent of neo-colonialism and the failure of the nominally anti-colonial United States oppose it. Once more, Guinea used its position in the international community to try to induce stronger powers from outside the continent, especially the nominally anti-colonial United Nations and United States.

According to Odile Goerg (1997-2013) the political leader of decolonization, hero of the first colony to achieve independence in French Sub-Saharan Africa, Sékou Touré, like was among the most eminent African leaders to oppose imperialism.this distinctive and contrasting symbols can summarize Ahmed Sékou Touré's (1922-1984) Guinea. Douglas Farah (1997-2009) explained that members of the security forces committed abuses with impunity."The State Department has long denounced Conte's autocratic style and human rights record. The use of torture by police and military personnel. Police abuse of prisoners and detainees. Alexis Arieff (2009) reported that Colonel after wards General Lansana Conté, a senior officer and early member of the French colonial military, soon came out as the leader of the CMRN. Military junta

calling itself the Military Committee of National Recovery Conseil Militaire de Redressement National, CMRN took power in a bloodless takeover.

2 INTRODUCTION

The ethnicity, cultural and political leadership and instability in the republic of Guinea Conakry is of great concern. Concerns about why Authoritarian leader as focussing rival opposition from the weak regime and punish the political leader true a coup. By effect does authoritarian leadership since years (1958 to 2016) is what we call independence of Guinea. Why Guinea still remains dictatorship and authoritarian state, corruption rampant in states, why because this approach makes opposition more radical and cause conflict. To address the issue by Ethnic Majority In opposition politician,Cause Conflict , Government Cause ethnicity, cultural and political instability in Republic of Guinea.

According to a study the fatal accidents resulting from cultural conflict are often in the hundreds of thousands as one ethnic group tries to get rid of another. According to Mariana tepfenharts (2013) the resulting fights are violent, bringing suffering, death destruction and terrorism. It can escalate from local to regional. For example, top cited reasons for the above imbroglio are Political instability and civil war (Toritseju Maria Boyo, 2013). Toritseju Maria Boyo (ibid), however define political instability "as situations, activities or designs of political behavior that threaten to change or really change the political system. Political struggles in Africa usually revolve around ethnicity, resource control and force".

3 LITERATURE REVIEW

Hamidi (1999) explained that the susceptibility of the Sudan to internal political instability resulted in a bloody civil war that has been raging for forty-two years. The study investigates the likelihood of political instability increases with the level of deprivation and frustration in the country. the study assert that the aspirations of a multi-cultural, multi-ethnic society are best served through a system that provides for political participation and an equitable formula of power and resources sharing.Another study by Hyun Jin (2012), examined-collision using data on the tenures of 982 leaders from 1946 to 2004. The Author adopted and formulated for different hypotheses. The result found that collision increase the risk ethnic conflicts.

Ethnic diversity by Naomi (2008) dissertation investigates the relationship between ethnic diversity and different forms of political instability in sub-Saharan Africa. The study examined the first the effect of the sizes of ethnic groups and their capacities for revolt on political instability, defined broadly as violent, irregular attempts to take over national power.According to Barreto (2005), the basic argument advanced by the authors lies on two tenets: first, ethnicity is a salient political issue for Latino voters; and second, candidate traits figure prominently in American elections. they used a diversity of data, including in-depth interviews with Latino candidates for office, public opinion surveys of Latino voters, and official election results and statistics from city, county and country agencies. The findings showed that ethnic candidates do receive a significant mobilizing effect for Latino voters.

Another study by Merritt (1985) argue that the cultural complexity and ethnic diversity of Nepal's population pose a unique set of problems in Nepalese ethnography and in the anthropological understanding of ethnicity. The study examined these problems by probing the identity of a trading people whose homeland in Nyishang (Manang Valley) is located along the cultural interface where Hindu and Buddhist traditions have historically intermingled. Dianel (2011) Argued that study will recommend ways to help mitigate unrest, instability and struggle associated with ethnicity and ethnic intolerance to strengthen regional stability in Africa.however Ethnicity can combine with other agents of instability such as impoverishment, disease, corruption, inadequate organization and weak institutions to stunt the forward advance of African governments in undertaking these challenges.

According to Ana-Maria (2013), to maintain order, the international community had to intervene in these ethnopolitical conflicts to comply with international legal philosophy.The international residential area has witnessed through history ethnopolitical conflicts, but unfortunately all over the universe, these are not merely a menace to public security and international stability, but also to countries involved in the dispute. For examples by Jastrzembski and Joseph (2013), argue that cultural differences between ethnic groups are not the cause of ethnic civil war, rather, the mechanisms find their root in economics.the study examines by the executive in government to local notables, reduces the likelihood of peaceful conflict settlement. The study conclude by describe the ways government institutions can alleviate this problem.

Similarly, John (1998) field work during 1993 and 1994 included individual and group interviews with leaders and members of parties, with members of cultural associations, and with civic and religious leaders throughout the country. The study finding revealed that distinctions between primordial, constructive, and instrumental views of ethnic identity cannot be

sharply drawn. Peul primordial identity attributes led to a partnership between the regional cultural association and the UNR party, resulting in a politically instrumental relationship, although historical and cultural division prevented a minimum winning coalition. Such that Malinke cultural legacies led to single-party, there is political hegemony in Upper Guinea. Cultural identity in the Forester and Susu groups was weaker. Simmons and Kelly (2011) opined that political stability is vast and crosses multiple study and three centuries. The study concluding that, While all variables were found to be statistically significant, the risk of political instability is the greatest when both recent violent conflict and governmental repression are present.

3.1 ETHNICITY DIVERSITY AND POLITICAL INSTABILITY

Shih, Cheng-Feng1(991) investigates the multivariate relationship between ethnic diversity and violent political behavior which is intermediated by six intervening variables. Economic development, economic and political discrepancies, governmental coercion, role of ethnic elites, geographical concentration of ethnic groups, and external links of ethnic groups. The study tested the model against the data for the 1963-1982 period. A total of 132 countries are included in the sample of this cross-national study, with cross-tabulations and bivariate and multivariate regressions employed. Another study by Kiyaga- John (1995) investigates the factors which gave rise to persistent political instability and violence in Uganda between 1970 and 1990, and why the relative political order was re-established in the country.The study concluded that Uganda's case suggests that the solution for countries which are suffering from persistent political instability and violence lies in producing conditions which permit all legitimate groups to take part in the political operation, especially power sharing.

Victor Du Bois (1997- 2013) said that fact that the Guinean Revolution, unlike either of those two struggles, had been made possible by the peaceful means of the ballot box and with the acquiescence of the former colonial power, rather than by a resort to arms, mattered little to them. Furthermore, according to Terhemba Uva (2010) The salient global role of ethnic and religious identity as it affects everything from democratic development to risk of disruptive communal conflicts at domestic level has become an important dimension of present-day world societies, looming largely in multiethnic societies.

3.2 POLITICS SYSTEM IN GUINEA CONAKRY

According to Tevoedjre, Eric (1990) the structured group of provinces, all strung-out on one hegemonic country, the most unstable governments may seek the rewards of a deviant status to increase their domestic power base. However The foremost and most renowned example of deviance in Franco-African relations started in 1958 when Guinea, then still a French colony, ruled out an important referendum on a Franco-African Community. The studies examine Guinea' s "non" vote was harshly punished by French President Charles de Gaulle, who made Guinea's case an example, so as to prevent others from leaving the French sphere of influence.Another Study by (MXOLISI: 2010) Argue that .this prompted widespread outrage and condemnation, and led to calls for the setting up of an international inquiry.Under Camara's watch, the Guinean armed forces massacred over 150 unarmed civilians who had converged at the national stadium in Conakry on 28 September 2009 to protest against Camara's ambitions to stand in the presidential elections.

According to (Mamadou bah :2014) Argue that. **In** Guinea and its international partners mitigated the security threats posed by these resources, while keeping most Guineans in abject poverty. the relationship between mineral resources and conflict management in Guinea.Therefore why this combination has failed to be associated with the onset of large-scale violence in the country. For examples (Jennifer Swift:2014) For twenty years, technocratic planning and management approaches have dominated good-governance reforms in developing countries. However the study examines presents evidence from a case study of decentralized education-system reform in Guinea, revealing a wide range of influential dynamics outside the technical land.

4 ETHNICITY THEORY

Paul Collier (1998) examined the effects of ethnic diversity on economic performance and the risk of violent conflict.The same relationship holds for the satisfactory performance of World Bank projects: in diverse societies, the risk of project failure is nearly doubled by the absence of political rights. There is a relationship between ethnic diversity and the risk of violent conflict, but it is non-monotonic. persistence of conflict, and the sustainability of a settlement, are more dependent upon ethnic According to Francesco and Coleman (2011) They introduce a theory of ethnic conáict in which coalitions formed along ethnic lines compete for the economyís resources. The function of ethnicity is to enforce coalition membership: The study derive a number of implications of the model relating social, political, and economic indicators such as the incidence of conáict, the distance among ethnic groups, group sizes, income inequality, and expropriable resources.

However, Rehana and Majeed (2015) explain that Ethnicity and Ethnic Politics is an important issue on Plural Societies. The study focused on the theoretical frame work of ethnic politics, and the main argument is that state has a central role in developing, escalating and diffusing ethnic conflict. Study by Sylvia and Sanchez (2010) agree that study tests the theory of politicized ethnic identity's shaping Latino political behavior. It considers whether candidate quality moderates the effects of political ethnic attachments on co-ethnic candidate preferences.

Evan & Singh (2012) found specifically that four conceptual approaches demographic, cognitive, behavioral, and institutional have been used to develop theories in which the mechanism that relates causes to outcomes is ethnic political competition. Chandra (2012) Argue that, although theories of the formation of ethnic groups are driven by the constructivist assumption that ethnic identities can change over time. Theories of the effect of ethnicity on economies and political outcome are driven by the primordialist assumption that these identities are fixed.

5 POLITICAL LEADERSHIP IN DEVELOPING COUNTRIES

Zeynep Aycan (2002) suggested that Leadership and teamwork are the key factors contributing to organizational effectiveness if their attributes fit to the socio-cultural context. However, there are some common socio-economic, institutional, and political characteristics as well as shared cultural attributes. According to LeClair, Mary (2001) the political process influences growth, investment and trade in developing countries.The studies Changes in the political structure of a country affect the security of property rights and lead to policy uncertainty. Thus, a government is judged according to its ability to foster an efficient market place where calculated risk taking will be properly rewarded.

Study by Lisa Chauvet and Paul Collier (2008) explained that since the effects are offsetting, neither can be analyzed in isolation. However They implement an econometric analysis on more than 80 developing countries using positive changes in the Country Policy and Institutional Assessment of the World Bank and the International Country Risk Guide as signaling improvements in economic policy and governance. For example (Eduard Jordaan:2012) South Africa's formal association with the powerful original members suggests that it possesses some international clout. Although South Africa pursues an active foreign policy, for example, as a region organizer, notably through New Partnership for Africa's Development, and as an issue leader championing development-related concerns, the normative direction

Léon Dion (2009) argued that the concept of political leadership is just one of many leadership categories. It is particularly difficult to identify. they have failed to solve satisfactorily, their problematic ignores the major components of the political leadership. However Several questions thus appear in a new light, especially those of the relative influence of personal characteristics and situation in the production leader, the nature of leadership within the bureaucracy and conditions "dramaturgic" accompanying the exercise of leadership.

5.1 GOOD GOVERNANCE

The primary strategy of delivering efficient governance is to relate to the performance of the public sector focused on accountability and scrutiny. Governance is the exercise of power or authority; political, economic, administrative or otherwise to manage a country's resources and affairs. According to Marcus (2013) an acceptable definition of the quality of governance must be consistent with the demands of a public ethos, the virtues of good decision making and reason giving, the rule of law, efficiency, stability, and a principle of beneficence. However Recently the interest in good governance, the quality of government, and similar concepts has increased considerably.

Gisselquist (2012) suggested that they most focus on good governance partly on the basis of claims that better governance promotes economic growth. The studies examine democracy, the principle of law and efficient public management Almost all major development institutions today say that encouraging good governance is an important component of their docket. Hazenberg (2016) argue that normative dimension should provide fundamental values that governance should adhere to for it to be called just. The studies examines good governance and find out good governance in international development institutions.

Good governance in international development, an argument is presented for the admiration of the normative dimension of sound administration:

5.2 POLITICAL PARTY SYSTEM

According to Boaz, Marie (2003), Political party system is where the chances of ideological polarization are minimized. However largest and most electorally successful parties are those settled along the poles of the ideological space. The study

examines that, party governs themselves can tell people about the legitimacy and stability of these way democracies. According to Sulaiman (2014) in reality the growth of different democracy are the nature and character of political parties. Therefore The role of political parties in turn is highly influenced determines the system of candidate selection and nomination and the overall system of political parties.

Another study by (Bennett Morison:1998) Explain that. whether, and how, parties and party systems change are important questions in understanding how democracies function. Political parties are central actors in modern democracies. For example (Jane, Riquelme: 2007) democratic system is the most appropriate legal framework for assuring equality between men and women is the common good. Significant gains in many democratizing countries, women have learned that becoming a full member of the political community is a peculiarly significant

6 FINDINGS AND CONCLUSION

The findings from the review suggest that the ethnic, cultural and political instability in Guinea Conakry is premised in the polarization of political parties along ethnicity. Another indicator is the authoritarian nature of the government in power that clampdown on the oppositons / civil societies on regular basis. The extant literature revealed that corruption is rampant in all levels of government in the country leaving citizens in abject poverty. From the foregoing, it can be concluded that Guinea conakry must embrace true democracy. National political parties that is devoid of ethnicity inclination will bring true democracy and good governance with all its known components. This is the only way Guinea as a multi-ethnic and religious country could be vibrant and be a sustainable state able to exercise sovereignty and control over their territories.

REFERENCES

[1] Alexis Arieff (2009). webGuinée Guinea's 2008 Military Coup and Relations with the United States

[2] Ana-Maria Bejan (2013). History, Actuality and Prospect of the Concept of Ethno-Political Conflict .Spiru Haret University, Constanta

[3] Barreto, & Alejandro, M. (2005). Ethnic cues: The Role of shared ethnicity in Latino political participation,University of California, Irvine

[4] Bennett, Anne Morison (1998). Never frozen politics. Persistence and change in party systems and individual parties in redemocratizing countries.

[5] Boaz, Cynthia Anne Marie (2003). Extreme democracy Electoral rules and the development of party systems in the former Soviet Union. University of California, Davis

[6] Choi, Hyun Jin (2012). When ethnic exclusion is good politics: Ethnic exclusion, armed conflict, and leadership tenure in small-coalition systems, Michigan State University

[7] Diane L. Knight (2011). Another Challenge for Africa: Ethnic Stability. Department of Defense Civilian.pp1

[8] Douglas Farah (1997-2009). webGuinée Lansana Conté Leader Keeps Tight Grip on Guinea West African Nation Battles Spread of Nearby Civil Wars

[9] Eduard Jordaan(2012) South Africa, Multilateralism and the Global Politics of Development Singapore Management University, Singapore, Singapore.

[10] Evan S. Lieberman & Prerna Singh (2012). Conceptualizing and Measuring Ethnic Politics: An Institutional Complement to Demographic, Behavioral, and Cognitive Approaches

[11] Farida, J. & Mona Lena, K. (2010). Beyond Hillary and Benazir: Women's Political Leadership Worldwide. International Political Science Review

[12] Francesco Caselli and Wilbur John Coleman(2011). On the Theory of Ethnic Conáict pp1

[13] Ghirmai Kefela t.(2011). Good governance enhance the efficiency and effectiveness public spending –Sub Saharan countries African Journal of Business Management.

[14] Gisselquist, Rachel M. (2012) Good governance as a concept, and why this matters for development policy WIDER Working Papers, United Nations University (UNU)

[15] Groelsema, Robert John. (1998). The politics of ethnicity: The cultural basis of political parties in Guinea, Indiana University

[16] Human Rights (2011). Avoiding ethnically –driven election Aid and Policy,Conflict Environment and Disasters Migration. CONAKRY, 6 December.pp1

[17] Ibrahim, A. & Cheri, L. (2013). Democracy, Political Instability and the African Crisis of Underdevelopment, *Journal of Power, Politics & Governance.*

[18] Jane Clough-Riquelme(2007). Gender, Citizenship, and Local Democracy in Paraguay: A Comparative Analysis of Social Power and Political Participation in the Central Region

[19] Jastrzembski, Joseph Anthony (2013). Traditionalism, institutions, and rational bargaining in sub-Saharan African civil conflict. The University of Texas at El Paso
[20] Jennifer Swift-Morgan (2014). Confronting the Informal in Good Governance: The Case of Decentralised Education-System Reform in Guinea
[21] Jilles L.J. Hazenberg (2016). Good Governance Contested: Exploring Human Rights and Sustainability as Normative Goals Springe Groningen Centre for Law and Governance, Faculty of Law, University of Groningen,
[22] Kancha chandra (2012). Constructivist theories of ethnic politics
[23] Kiyaga-Nsubuga, J. (1995). Political instability and the struggle for control on Uganda, 1970-1990 University of Toronto (Canada)
[24] KPMG, (2014). International Cooperative ("KPMG International") 2014 .KPMG International provides no client services and is a Swiss entity with which the independent member firms of the KPMG network are affiliated. Accessed kpmg.com/mining
[25] LeClair, Margaret Mary (2001). The political economy of developing countries: An empirical analysis Fordham University United States New York
[26] Léon Dion (2009). The Concept of Political Leadership: An Analysis.Canadian Journal of Political Science
[27] Lisa Chauvet and Paul Collier (2008). Elections and Economic Policy in Developing Countries. CSAE, Department of Economics, University of Oxford. Document de travail DIAL
[28] Mairi Stewart MacDonald (2009). The Challenge of Guinean Independence, 1958-1971 Graduate Department of History University of Toronto.ppii-1-2-20
[29] Mamadou diouma bah (2014). Mining for peace: diamonds, bauxite, iron ore and political stability in Guinea
[30] Marcus Agnafors (2013). Quality of Government: Toward a More Complex Definition. Lund University
[31] Mariana tepfenharts (2013). The cause of ethnic conflicts.
[32] Merritt Todd. C. (1985). The people of Nyishang: identity, tradition and change in the Nepal-Tibet borderland
[33] (ethnicity) University of California, Berkeley
[34] Mohamed Elsammani, H. (1999). Containing political instability and shaping multicultural Diversity in a federal arrangement: The case of the Sudan, The University of Mississippi
[35] Mxolisi S. Nkosi (2010) Analysis of OAU/AU Responses to Unconstitutional Changes of Government in Africa.Pp67
[36] Nahomi, I. (2008). Essays on ethnic diversity and political instability in sub-Saharan Africa,Stanford University,
[37] Oncel, E. (2015).Three essays on global political leadership and ethnic representation,Boston University,
[38] Paul Collier (1998). The Political Economy of Ethnicity Centre for the Study of African Economies Institute of Economics and Statistics University of Oxford.pp1
[39] Rehana Saeed Hashmi and Gulshan Majeed (2015). Politics of Ethnicity: A theoretical perspective University of the Punjab, Lahore.
[40] Sanghan, C. (2007). Democratic Leadership: The Lessons of Exemplary Models for Democratic Governance. Florida Atlantic University
[41] Seaver, B., M. (2000). Political instability, dual transitions, and militarized interstate conflict in the post-Cold War era. University of California, Irvine,
[42] Shih, Cheng-Feng (1991). A multivariate model of ethnic diversity and violent political behavior. The Ohio State University,
[43] Simmons, Kelly (2011). Political instability: Governance, perceptions of well-being and mobilization. Creighton UniversityUnited States Nebraska
[44] Sulaiman Balarabe Kura (2014). Clientele democracy Political party funding and candidate selection in Nigeria
[45] Sylvia Manzano and Gabriel R. Sanchez (2010) Take One for the Team Limits ofShared Ethnicity and Candidate Preferences University of Utah
[46] Terhemba Nom Ambe Uva(2010). Identity politics and the Jos crisis: Evidence, lessons and challenges of good governance School of International Studies, National Open University of Nigeria,
[47] Tevoedjre, E . (1990).The limits and uses of deviance in Franco-African relations: The relations of Guinea (Conakry), Congo, and Benin with France, 1958-1981. The Johns Hopkins University,
[48] Toritseju Maria Boyo (2013).The African Brain Drain and the Social Impact of Skilled Migration.Pp6
[49] Victor Du Bois (1997-2013) Guinea: The Decline of the Guinean Revolution. Part I: The Beginning of Disillusionment The Developing World. American Universities Field Staff, Inc. webGuinée Politique, société, économie La première décennie du régime PDG
[50] Zeynep Aycan (2002). Leadership and Teamwork in Developing Countries: Challenges and Opportunities Koc University, Istanbul, Turkey.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 386-399
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

La performance de l'université publique marocaine: Un concept difficile à cerner

[The performance of the Moroccan public university: Difficult concept to grasp]

Mohammed LAMCHAOUAT, Nabil BOUAYAD AMINE, and Khalid ROUGGANI

Enseignants-chercheurs, Laboratoire de Recherche d'Economie et de Gestion « L.E.G »,
Université Hassan 1, Settat, Maroc

Copyright © 2017 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 main objective searched through this scientific contribution consists to remove certain ambiguities surrounding the concept of the performance of the public service in the Moroccan university context. The methodology adopted in this respect joins in an exploratory approach, based essentially on a thorough reading of a rich theoretical corpus relating to the higher education sector, thing which allowed us to create anastomoses between some academic writings. In this respect, our article focuses on two main axes: the first identifies certain writings relating to the term of the "performance". Indeed, this concept has flowed a lot of ink in the field of organization sciences. However, it remains complex and difficult to define, this is explained essentially by its contingent, relative, multidimensional, encompassing and integrating aspect. As for the second, we try there to elucidate the significance of the performance under its multidimensional character in the Moroccan public university. Consequently, twenty-one facets of university performance are put forward, namely: finance and economy, organization, reputation and brand image, internationalization, governance, employability- insertion , partnership, innovation and creativity, scientific research, identity, teaching and training, environment and ecology, diversification, societal performance, communication, technology, university size, entrepreneurship, conformity, extracurricular and democratization. To evaluate these performances, some performance indicators are highlighted.

KEYWORDS: Performance, Moroccan public university, stakeholders, facets, higher education.

RÉSUMÉ: L'objectif capital recherché via cette contribution scientifique consiste à lever principalement certaines ambiguïtés entourant le concept de la performance du service public universitaire en contexte marocain. La méthodologie poursuivie à cet égard s'inscrit dans une démarche exploratoire, basée essentiellement sur une lecture approfondie d'un corpus théorique riche inhérent au secteur d'enseignement supérieur, chose qui nous a permis de créer des anastomoses entre quelques écritures académiques. A ce juste titre, notre article s'articule autour de deux grands axes : le premier recense certains écrits relatifs au vocable de la « performance ». En effet, ce concept a fait couler beaucoup d'encre dans le domaine des sciences d'organisation. Toutefois, il demeure complexe et difficile à contourner, ceci est expliqué essentiellement par son aspect contingent, relatif, multidimensionnel, englobant et intégrateur. Quant au second, nous y cherchons à élucider la signification de la performance sous son caractère multidimensionnel en contexte universitaire public marocain. Par conséquent, vingt-et-une facettes de la performance universitaire sont mises en avant, en l'occurrence : financière et économique, organisationnelle, de réputation et d'image de marque, d'internationalisation, de la gouvernance, d'employabilité-insertion, partenariale, d'innovation et de créativité, de recherche scientifique, identitaire, des enseignements et des formations, environnementale et écologique, de diversification, sociétale, communicationnelle, technologique, de taille, entrepreneuriale, de conformité, parascolaire et enfin de démocratisation. Pour évaluer ces performances, certains indicateurs de performance sont mis en évidence.

MOTS-CLEFS: Performance, université publique marocaine, parties prenantes, facettes, enseignement supérieur.

Corresponding Author: Mohammed LAMCHAOUAT

1 INTRODUCTION

L'université publique est une organisation finalisée et planifiée. Nous désignons par organisation toute entité et système social où prédominent des relations de coordinations en interne et en externe. Melese J. (1972) définit le système par «un ensemble d'éléments en interaction, distinct de son environnement avec lequel il peut être en relation». Par ailleurs, la coordination organisationnelle est déterminée au travers des règles et de la hiérarchie.

Dans le fameux ouvrage connu chez la communauté des sciences sociologiques « homo academicus » de P. Bourdieu (1984), l'université est désignée comme un champ de bataille, un lieu où les gens tentent de s'arracher un avantage, « […] Il faut appréhender le monde universitaire comme un champ dans lequel s'affrontent plusieurs pouvoirs spécifiques, correspondant à des trajectoires sociales et scolaires et aussi à des productions culturelles irréductibles sinon incompatibles. » (P. Bourdieu, 1984). A cet effet, l'université est un lieu académique où règnent les conflits et les rivalités d'une façon permanente. Ces conflits se figurent essentiellement entre les établissements de l'espace académique, entre les filières d'un même établissement, entre les professeurs enseignants eux-mêmes, etc. Ces conflits ne dépérissent pas cette institution, au contraire, c'est une source de force pour perpétuer son évolution en parallèle de la cadence d'évolution de la société.

En réalité, l'université est une institution qui joue un rôle vital et de locomotive pour le développement du pays dans tous les sens : rôles social et sociétal, économique, financier, entrepreneurial, …etc. Or, aujourd'hui, elle doit être ouverte sur le monde en changeant la manière dont elle associe l'enseignement, la formation et la recherche, elle doit transformer les innovations et les réflexions novatrices en applications et les transmettre à la société (Bouayad N. 2012).

En contexte marocain, le secteur d'enseignement supérieur patauge constamment dans de nombreux problèmes, et ce malgré les avancées constatées et la multitude des réformes qui se succédaient surtout dès le début du troisième millénaire. Toujours la quête de la performance de l'université est au cœur des Discours Royaux et des polémiques gouvernementales. La Charte Nationale d'Education et de Formation (1999) marque sans doute le véritable point de départ de la mise en œuvre du processus de changements dans le secteur universitaire. Par la suite en l'an 2000, ce processus était renforcé au travers de la promulgation de la Loi Cadre 01-00 portant l'organisation de l'enseignement supérieur. Cette action marque certainement le basculement d'un modèle administratif traditionnel à un autre managérial rénové. En 2007, suite aux directives du Discours de Sa Majesté le Roi Mohammed VI lors de l'ouverture de la première session de la première année législative, huitième législature, le Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique (MENESFCRS) a élaboré un programme d'urgence quadriennal « 2009-2012 ». Ce plan d'urgence est structuré autour de trois piliers principaux : « l'autonomie, la responsabilisation et la contractualisation »[1] et trace le programme de parachèvement de la réforme, ainsi recommandé par l'article n° 05 de ladite Loi Cadre[2]. A l'issu du plan d'urgence, le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de la Formation des Cadres (MESRSFC) a lancé un Plan d'Action triennal 2013-2016. Le Conseil supérieur de l'Education, de la Formation et de la Recherche Scientifique (CSEFRS) [3] a élaboré la vision stratégique qui s'étend sur une période de quinze ans allant du 2015 au 2030. Cette vision concerne le système éducatif dans sa globalité qui a pour finalité d'asseoir une Ecole nouvelle portée sur trois grands piliers : « l'équité et l'égalité des chances, la qualité pour tous et la promotion de l'individu et la société »[4].

La succession des réformes et des réformes des réformes souligne véritablement les difficultés que connait ce secteur. Il reste encore du long chemin à parcourir. A cet effet, le choix du sujet de cette contribution n'émane pas du hasard, par contre c'est une réflexion plus fondée. Il s'agit d'un thème relevant fortement de l'actualité au Maroc. Pour améliorer la performance de cette institution, il faut l'évaluer, et pour l'évaluer il faut avant tout déterminer ce que nous cherchons à mesurer. A cet effet, le concept de la performance dans le paysage académique public marocain est devenu stratégique, sa clarification s'impose alors.

---

[1] *Rapport du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique ((MENESFCRS) intitulé : 17 contrats pour le développement de l'université marocaine. Programme d'urgence 2009-2012, Agadir, Octobre 2009.*

[2] *« […]. Certaines activités de formation et de recherche peuvent faire l'objet de contrats d'établissement pluriannuels passés par les universités avec l'État ».*

[3] *Anciennement nommé Conseil Supérieur de l'Enseignement (CSE).*

[4] *Rapport du Conseil supérieur de l'Education, de la Formation et de la Recherche Scientifique (2015). « Pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion : Vision stratégique de la réforme 2015-2030 »*

En fait, la performance dans ce contexte est appréhendée sous une approche intégrée (multicritère) et pas eu égard aux seules orientations gouvernementales. Donc, ce concept doit être inscrit dans une approche participative, concertée et coordonnée de toutes les parties prenantes concernées par les activités de l'université publique.

Notre propos s'articule autour de deux axes. Premièrement, nous abordons succinctement le sujet de l'ambiguïté de la performance en exposant des écrits de certains auteurs en la matière. Et deuxièmement, nous clarifions la signification de la performance universitaire en contexte marocain tout en mettant en évidence ses vingt-et-une facettes. Quelques indicateurs de performance seront également dévoilés pour chacune d'entre elles.

2 LA PERFORMANCE EST UN CONCEPT FLOU ET POLYSÉMIQUE

Le mot « performance » a fait couler beaucoup d'encre. Il s'agit en fait d'un vocabulaire largement utilisé dans le domaine de management. En effet, la quête de la performance était l'objectif ultime de toutes les théories de gestion.

En dépit de nombreuses tentatives pour contourner la signification de la performance (Bouquin 1986, Bescos et al.1993, Bourguignon 1995, Bessir 1999, etc.), elle demeure complexe, difficile à cerner et rarement précisée explicitement. Elle fait problème et le manque d'une définition qui fait l'unanimité explique largement ce paroxysme conceptuel.

Dans cette perspective, une question centrale qui peut être posée là-dessus : Qu'est ce qui empêche exactement de formuler une définition faisant l'unanimité quant à ce vocable ? Ainsi, pour formuler une réponse adéquate à cette question, nous avons pioché dans un corpus théorique riche inhérent à ce sujet. A ce titre, la synthèse des écrits ainsi feuilletés sera exposée succinctement dans les lignes qui suivent.

Etymologiquement, Bourguignon (1995, P.62) a avancé que ce vocabulaire, dans son acceptation française du 19ème siècle, est dérivé de la notion anglaise « performance » de la fin du 15ème siècle qui signifiait l'accomplissement, la réalisation et l'exécution. Toutefois, cette désignation est empruntée au moyen français « performance » du 13ème siècle et qui désignait accomplir et exécuter.

2.1 LA PERFORMANCE EST NEUTRE

Dans certains cas, la performance semble avoir une connotation neutre comme par exemple le vocable « qualité », elle ne peut avoir un sens que si elle est précédée par un adjectif. Dans ce cadre, nous distinguons entre la mauvaise performance et la bonne performance. « Une mauvaise performance » désigne une performance défavorable, inadéquate, qui présente des imperfections ou bien qui n'est plus conforme aux attentes et aux normes. Alors qu' « une bonne performance » indique des résultats favorables, satisfaisants et conformes aux attentes des individus.

2.2 LA PERFORMANCE CHANGE D'UN CONTEXTE À L'AUTRE

A ce sujet, il ne faut pas s'étonner de trouver une pluralité de définitions attribuées à ce concept (Morin et al. 1994). Elle revêt un caractère polysémique qui ne facilite pas son utilisation dans les sciences de l'organisation. La définition de la performance change même d'un contexte à un autre (Gosselin et Murphy 1994). D'après A. Bartoli (2009), ce concept est « un vieux serpent de mer » puisque la difficulté qu'ils trouvent pour le définir, l'évaluer et le gagner dans n'importe quelle organisation, même lorsqu'il s'agit d'une firme privée. Ce problème s'aggrave encore plus lorsqu'il s'agit du domaine public, voire d'une organisation publique notamment à vocation non marchande (Ouahraoui 2015, P.120).

2.3 LA PERFORMANCE EST LIÉE À PLUSIEURS CONCEPTS

Communément, la performance est liée à trois « E », à savoir, Economie (se procurer les ressources nécessaires au moindre coût), Efficience (atteindre les objectifs pré-tracés avec un coût réduit) et Efficacité (atteindre les objectifs établis préalablement). Par ailleurs, certains auteurs ont lié ce vocabulaire à de nombreux autres termes. A. Boujlida (2002, P.8) l'a considéré équivalent aux termes de : « efficacité, efficience, rendement, productivité, réussite, succès, excellence, santé ». Quant à Sink (1985), la performance organisationnelle est définie par rapport à sept critères, à savoir : l'efficacité, l'efficience, la qualité, la satisfaction, la profitabilité, la qualité de vie au travail et l'innovation. Pour Barillot Pascal (2000, P.136), ce concept désigne « Le succès (ou réussite), la compétitivité, les facteurs clés de succès constituent les dimensions principales d'appréciation de l'efficacité; la productivité, les coûts, le rendement et la rentabilité, celles de l'efficience. ». En bref, d'après ces propos, la performance est un attribut positif et désirable désignant l'accomplissement d'un travail ou bien la manière de faire quelque chose.

2.4 LA PERFORMANCE EST RELATIVE

D'après Bouquin (1986, P. 202), la performance est entendue comme « l'évaluation ex post des résultats obtenus », c'est-à-dire que la performance est le résultat de l'action. Elle est mesurée en confrontant le résultat remporté à l'objectif fixé initialement. Pour Marchesnay (1991), ce concept est défini par le degré de réalisation du but recherché. A cet effet, la performance n'existe pas en elle-même. C'est-à-dire qu'elle est évaluée par rapport à un objectif ou une référence. Comme le précise Saucier (1994) : « la notion de la performance doit donc, elle aussi, être précisée à chaque fois que l'on veut l'utiliser ». La même idée était confirmée par Bessir (1999) : « la performance ne peut être conçue comme absolue et isolée ; elle ne peut s'apprécier que par rapport à une intention donnée, explicite ou implicite ». Dans la même perspective, Charpentier et Grandjean (1998, P.63) ont distingué entre trois normes de référence : une norme de référence absolue (par exemple un établissement universitaire d'une telle caractéristique nous connaissons par expérience qu'elle doit publier chaque année un nombre X de travaux de recherche), une norme relative historique (valeur des années précédentes de la même organisation), et une norme de référence relative externe (par rapport à d'autre organisation). A part la dimension résultat comme c'était cité ci-dessus par Bouquin (1986), A. Bourguignon (1998) a rajouté deux autres niveaux pour définir le concept de la performance, en l'occurrence, la performance succès et la performance action. La première renvoie aux moyens, processus, compétences, et qualités mis en œuvre pour atteindre les objectifs ainsi fixés préalablement. Par contre, la deuxième concerne les représentations explicitées par les différents acteurs vis-à-vis de la réussite.

2.5 LA PERFORMANCE EST MULTIDIMENTIONNELLE

La performance est difficile à définir de manière exacte, de ce fait, c'est est un concept « englobant et intégrateur » (Voyer, 1999). De La Villarmois (2001) a souligné l'aspect multidimensionnel de la performance en avançant qu'il s'agit d' « un concept (ou un construit) difficile à appréhender à cause de ses dimensions multiples ». Le caractère multidimensionnel de la performance peut être expliqué au travers de deux constats. D'une part, le recours aux attentes et intérêts des différents stakeholders de l'organisation (sous la logique des parties prenantes de Freeman (1984)), d'autre part les différentes facettes de ce concept : technologique, systémique, politique, humaine, économique, opérationnelle, environnementale, etc. A cet effet, la performance avec son aspect multidimensionnel est la cause, d'une manière ou d'une autre, de son ambiguïté. Pour surmonter ce problème, certains auteurs, au lieu d'aborder la performance directement, ils se sont contentés de déterminer son opposé : « la non performance », tel que par exemple Malleret (1994) qui estime trois causes de celle-ci : mauvaise finalisation, mauvaise gestion des processus et des interfaces et mauvaise gestion des opérations.

2.6 LA PERFORMANCE EST SUBJECTIVE

La question de la subjectivité de la performance était soulevée par de nombreux auteurs (Bourguignon, 1995, P.95 ; Lebas, 1995, P.71 ; Lorino 1996, P.161 ; Bescos et al, 1993, P.58). L'idée maitresse à retenir en ce sens c'est que la performance invite à une interprétation, qui est une œuvre humaine et sociale, inspirée par le biais de la culture et le jugement de valeurs.

2.7 LA PERFORMANCE S'AMÉLIORE AU FIL DU TEMPS

La performance n'est pas une fin en soi, mais ce que doit être recherché précisément c'est son amélioration (le pilotage de la performance), c'est-à-dire qu'il faut la considérer dans un processus d'amélioration continue, car en temps T, atteindre les objectifs dans un meilleur timing avec un moindre coût est une bonne chose, mais dans un T+1, débaucher sur le même résultat mais avec un timing et un coût plus réduits par rapport aux précédents - ou bien aboutir à un résultat meilleur que celui escompté mais avec le même timing et le même coût - est beaucoup plus mieux. Donc, la véritable performance c'est celle qui s'améliore au fil du temps sous l'effet, bien évidemment, de ce que nous appelons en sciences d'organisation l'apprentissage organisationnel.

Par ailleurs, d'autres définitions et caractéristiques sont révélées pour ce concept. Chandler (1992, P.121) a défini la performance par l'association entre l'efficacité fonctionnelle et l'efficacité stratégique. Dans le secteur public, l'efficacité fonctionnelle consiste à améliorer les processus de production, d'approvisionnement, de communication, de marketing et les relations humaines au sein de l'organisation. Par contre, l'efficacité stratégique consiste à se positionner dans le secteur tout en préservant la notion de l'intérêt général pour le long terme. Lorino (1997, P.18) a donné un autre sens à la performance, c'est tout ce qui contribue à améliorer conjointement le couple valeur-coût. Donc, pas forcément performant ce qui permet isolément à diminuer les coûts ou bien à augmenter la valeur.

Bref, la performance demeure toujours entourée par un flou sémantique. Ceci est causé principalement par son caractère contingent. Cameron et Whetten (1983) et A. Bartoli (2009) ont projeté la lumière sur quelques sortes de difficultés entourant la détermination du concept de la performance, en l'occurrence :

- Le sens à donner au concept lui-même. Une très grande variété des critères de performance.
- la définition de la performance attendue, pour l'organisation considérée.
- L'ensemble du domaine de la performance est inconnu
- Les modalités d'obtention de ladite performance, qui sont déterminées subjectivement.
- La question de l'évaluation à travers la difficulté de l'identification des critères et des indicateurs de performance.

Cependant, concernant l'évaluation de la performance, Spriggs (1994) a défini la proposition méthodologique suivante:

- Description de la nature générale de la performance ;
- Spécification du domaine particulier qui sera évalué ;
- Identification de l'angle d'évaluation de la performance ;
- Établissement du type de données nécessaires ;
- Création d'items pour l'échelle de performance.

3 LA PERFORMANCE UNIVERSITAIRE EN CONTEXTE MAROCAIN : POUR QUELLE DÉFINITION ?

L'abord du sujet de la performance en contexte universitaire, rend ce concept de plus en plus complexe et difficile à cerner. Cette complexité peut être justifiée notamment par:

- L'ambiguïté du concept de la performance lui-même.
- La contingence de la performance spécialement en contexte universitaire, c'est-à-dire qu'elle se varie d'une université à l'autre, d'un pays à l'autre, etc. A titre d'exemple, la comparaison de la performance entre une université jeune et une université très ancienne ayant une longue histoire peut être une démarche biaisée.
- La vocation publique de l'université : Avec une masse de contribuables aux dépenses publiques, l'université est obligée à être performante et à la hauteur des attentes de tout le public. Elle est confrontée donc à la notion de l'intérêt général.
- La multiplicité des domaines d'activités et d'agissement de l'université publique : parce que ceci complexifie davantage la performance universitaire et exacerbe en parallèle le nombre de ses dimensions.

Manifestement, la performance universitaire est de plus en plus largement complexe. La présence de nombreuses instances internationales d'évaluation de la performance universitaire peut expliquer en quelques sortes cette donne. Chacune d'entre elles adopte ses propres indicateurs et sa propre méthode.

A l'instar de l'article n°3 de la Loi Cadre 01-00 stipulant les huit principales missions des universités, la performance universitaire peut être révélée, éventuellement, suivant le degré de la réalisation de ces missions. En ce sens, une université performante est celle qui renforce l'identité islamique et nationale, assure des formations initiales et continues d'une manière satisfaisante, développe et diffuse le savoir, la connaissance et la culture, prépare les jeunes à l'insertion dans la vie active, développe la recherche scientifique et technologique, réalise des expertises, contribue au développement global du pays et enfin contribue à la promotion des valeurs universelles.

Au sens du guide méthodologique de contractualisation[5], la performance est « la capacité d'atteindre des objectifs préalablement fixés, exprimés en termes d'efficacité économique, de qualité de service et / ou d'efficience de la gestion ». Au regard de cette définition, dans le cadre contractuel, la performance en milieu universitaire s'est avérée plus relative. C'est-à-dire qu'elle est évaluée suivant le degré de la cohérence avec les exigences indiquées sur les contrats programmes et d'aboutissement aux résultats auxquels le recteur de l'université s'est engagé en son nom. Dans les rapports de suivi, des indicateurs sont publiés en mesurant une performance telle est définie sur ces contrats. D'ailleurs, une structure universitaire peut être performante eu égard aux clauses de contrat, mais elle peut être non performante à l'égard de l'une de ses parties

[5] En 2012, La Division des Entreprises Publiques et de la Privatisation (DEPP) relevant du Ministère de l'Economie et des Finances a élaboré, sur la base des Benchmarkings avec les meilleures pratiques internationales, un guide méthodologique de la contractualisation, fixant les objectifs, apports et composantes clés du processus de la contractualisation, et ce en vue de sa généralisation progressive à l'ensemble des Etablissements et Entreprises Publiques.

prenantes. A cet effet, la performance universitaire ne doit pas être évaluée suivant les seuls contrats programmes, cette œuvre ne peut être envisagée que si le processus d'élaboration des contrats est mené sous une approche participative faisant intervenir concrètement l'ensemble des acteurs.

A cet effet, une université performante est celle qui répond d'une manière optimale aux différents besoins de ses stakeholders. Elle doit s'orienter vers la recherche d'un équilibre entre les attentes et les intérêts, qui sont parfois contradictoires, de ses principaux protagonistes suivant la logique déjà soutenue par Clarkson (1995). A cet effet, la quête de la performance est fortement attachée à la conciliation des intérêts des stakeholders lors de la prise de décision managériale (Elms, Shawn et Wicks, 2002). De même pour le cas de l'université, la tenue en compte des attentes des parties prenantes – surtout celles les plus saillantes (suivant la logique de Mitchell et al. 1997)- est une obligation pour piloter la performance de cette institution publique. Elle est censée faire preuve d'efficience, d'efficacité et d'économie. Efficiente dans son organisation ; en employant de manière optimale les ressources mises à sa disposition. Efficace dans ses actions ; en aboutissant aux objectifs prétracés. Egalement, elle doit se procurer en ressources humaines et matériel avec un moindre coût. Ainsi, l'université marocaine doit être responsable, devant tous les stakeholders, de son management des deniers publics alloués, de ses résultats aboutis et des lignes directrices de son développement.

En effet, la performance de l'université peut être mesurée à travers son ouverture sur le monde extérieur. Egalement, cette structure doit assurer un enseignement de bonne qualité et un processus de recherche soutenu, avoir une bonne gouvernance (transparence, intégrité,…), dématérialiser les procédures (utilisation des TIC), répondre aux aspirations et aux défis sociétaux de nos jours, assurer un taux d'employabilité élevé, utiliser largement les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), fonder ses activités sur le Partenariat Public Privé (PPP) comme levier de développement …

En plus, la performance universitaire est appréhendée sous une approche intégrée (multicritère) et pas au regard des seules orientations gouvernementales. Le gouvernement ne représente qu'un seul acteur parmi une panoplie de parties prenantes. Si nous nous référons à la notion de la gouvernance, Delperee (2002, P.56) l'a définie comme « une philosophie qui procurerait à la démocratie sa véritable dimension parce qu'elle serait tournée vers le citoyen », de même, Cartier-Bresson (2008, P.32) évoque que « la gouvernance est plus large que le seul « gouvernement » qui désigne souvent les acteurs qui prennent les décisions ». Par conséquent, le fait de parler de la bonne gouvernance exige fermement un recentrage sur la base de la pyramide tout en prenant en compte les attentes des citoyens (étudiants, leurs parents,…), c'est ce que nous appelons en Sciences d'organisation la logique « Bottom-up ». Aujourd'hui, nous parlons plus que jamais d'une université responsable sociétalement, une université citoyenne, une université ouverte à et sur son environnement extérieur, une université entrepreneuriale, …. L'université publique est appelée à œuvrer dans ce qui est nommé « la société des parties prenantes » (Tahri N. 2014, P.10). Elle est censée alors affirmer sa responsabilité envers la société et exprimer implicitement ou explicitement ses soucis pour promouvoir sa réputation et son image de marque.

Dans la même perspective, la théorie des stakeholders est au cœur de la bonne gouvernance, normalement, des autres contrats doivent être érigés explicitement en parallèle entre l'université et les stakeholders. Cette institution doit être mise alors au centre des intérêts des différents protagonistes. Le cadre contractuel ne peut aboutir aux fins escomptées que si les clauses du contrat ont considéré aussi les attentes de tous les stakeholders et pas seulement ceux de la tutelle. Cette œuvre rentre dans ce qu'on appelle le contrat social (le pacte social de Jean jacques rousseau).

A ce titre, la performance universitaire peut être révélée différemment par ses stakeholders. Le futur étudiant de l'université peut éventuellement la référer essentiellement au seul critère d'employabilité. Quant aux étudiants, ils peuvent la mesurer à travers la qualité d'enseignement, la recherche, l'encadrement et l'employabilité. Les employeurs peuvent l'évaluer seulement à travers les compétences (savoir, savoir-faire et savoir-être) acquises par les lauréats durant leurs cursus universitaires, etc.

La considération de la performance universitaire dans son aspect multidimensionnel s'impose fortement, la tenue en compte d'une seule dimension sera certainement un biais. Nous tenons par exemple l'idée suivante : une université performante est celle qui délivre assez de diplômes pendant une année N, c'est-à-dire que nous résonnons ici que par le taux de réussite de ses étudiants. A cet effet, le souci majeur de cette institution sera centré uniquement sur son output : faire réussir les étudiants, et sans se focaliser bien évidemment sur autres aspects si importants, telles que par exemple : le taux d'employabilité de ses lauréats, la responsabilité sociétale et écologique de l'université, la qualité de ses services, …etc. Par conséquent, la performance universitaire doit être regardée sous une multitude d'angles.

Ainsi, sous la logique des parties prenantes de Freeman (1984), nous déduisons que cette performance revêt un caractère multidimensionnel. Il n'y a pas qu'une seule « performance universitaire », *a contrario*, il y a subséquemment une panoplie de performances universitaires. A cet effet, nous distinguons pour ce cas de figure entre 21 facettes de la performance (voir le schéma ci-dessous), chacune d'entre elles, est matérialisée par un certain nombre d'indicateurs de performance. Ainsi,

dans ce qui suit, nous essayons d'élucider succinctement ces performances (l'ordre adopté ici ne reflète pas leur hiérarchisation) :

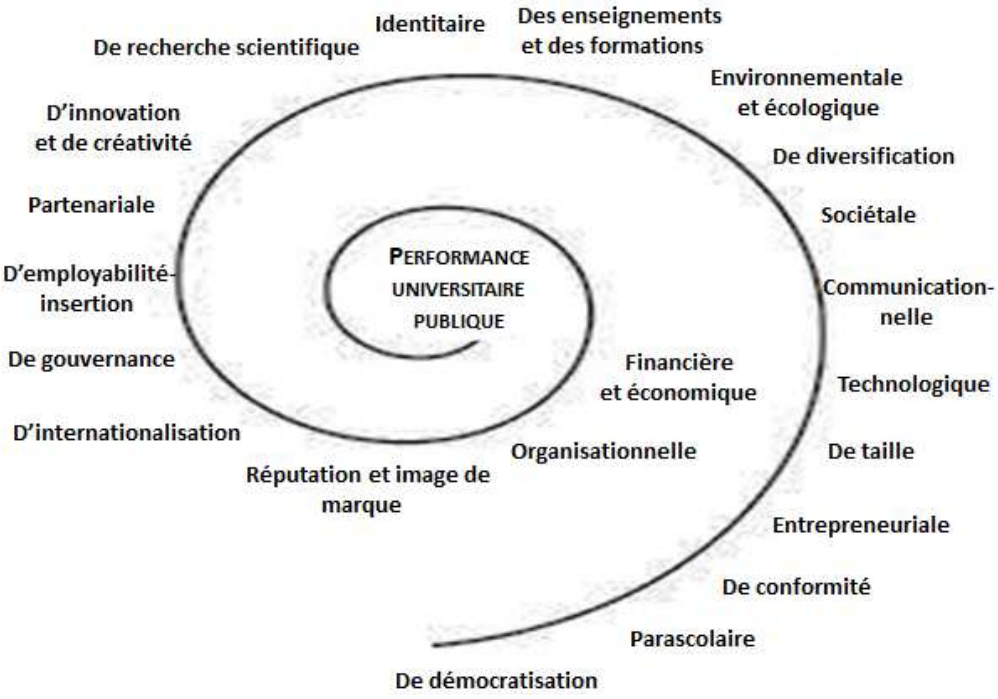


Fig. 1. Les différentes facettes de la performance de l'université publique

3.1 PERFORMANCE FINANCIÈRE ET ÉCONOMIQUE

Cette facette concerne le court terme et englobe deux types de performance. Au secteur privé, elle est plus cruciale. Par contre, pour les organisations publiques, les objectifs socio-économiques sont les plus privilégiés. La performance économique est calculée à partir de la comptabilité générale (Excédent Brut d'Exploitation, Valeur Ajoutée, etc.), quant à la performance financière, elle est calculée au travers de certains ratios et critères, en l'occurrence : la rentabilité (Return on Equity), Valeur Economique Ajoutée (VEA), la profitabilité, la productivité, le rendement des actifs et l'efficacité (J. Richard 1993, P. 33).

3.2 PERFORMANCE « ORGANISATIONNELLE »

Du point de vue organisationnel, une université performante est celle qui manifeste une structuration organisationnelle bien retracée : présence des manuels de procédures, un organigramme formel et approuvé par les autorités compétentes, une responsabilisation explicite des gens, niveau de coordination satisfaisant entre les départements dans une même université, entre les établissements universitaires et également entre les universités. Ou bien en outre, nous évaluons cette performance lors d'une enquête d'opinion, nous pouvons demander aux étudiants des questions relatives au côté invisible de la performance organisationnelle de leur institution, etc. En ce sens, Kalika M. (1998) a souligné que les indicateurs de performance de cette facette sont représentés par des mesures portant directement sur la structure organisationnelle et non pas sur ses conséquences éventuelles de nature sociale ou économique.

3.3 PERFORMANCE « RÉPUTATION ET IMAGE DE MARQUE »

Elle traduit le cachet marque université. Cette performance nous donne des réponses lumineuses en ce qui concerne les questionnements suivants : sommes-nous parvenus à fidéliser et satisfaire nos usagers ? Est-ce que nous avons pu progresser en termes de notoriété et d'image de marque de l'université ? Parmi les indicateurs d'évaluation de cette performance, nous indiquons : taux de satisfaction des étudiants, des parents, etc. Les enquêtes image semblent plus pertinentes en ce sens. Certaines instances internationales d'évaluation universitaire intègrent cette facette dans leurs processus d'évaluation. A

titre d'exemple, Quacquarelli Symonds World University Rankings utilise deux indicateurs de mesure de cette facette : la « réputation académique » avec une pondération aussi importante de 40% et « réputation auprès les employeurs » avec un pourcentage de 10%. Cette facette est impactée presque par toutes les autres facettes de performance universitaire.

3.4 PERFORMANCE D'« INTERNATIONALISATION »

La mondialisation est une réalité quotidienne qui concerne fortement cette organisation publique. Elle ne doit pas demeurer alors en un enclos. En revanche, elle doit être ouverte au-delà des frontières nationales. Celle-ci est mesurée, à titre d'exemple, par le taux des étudiants et des professeurs internationaux.

3.5 PERFORMANCE DE « LA GOUVERNANCE »

Reflète principalement jusqu'à quel point les structures des conseils des universités et de ceux des établissements sont participatives**.** C'est-à-dire que cette performance est en corollaire de la diversité des acteurs agissant dans ces conseils. Au plus, la diversité n'est pas une fin en soi, il faut cependant rendre effective la participation de tous les membres ainsi désignés en vertu de l'Article 09 de la Loi-cadre 01-00 portant organisation de l'enseignement supérieur.

3.6 PERFORMANCE EMPLOYABILITÉ-INSERTION

Une telle performance concerne l'output de l'université. Elle est mesurée au travers de la divulgation des taux d'insertion dans le tissu productif des lauréats d'une université (Taux d'insertion professionnelle). En contexte français, le taux d'employabilité représente une ressource dont les universités cherchent à s'emparer (N. Brusadelli et F. Lebaron, 2012). De même pour le Maroc, une initiative était déjà lancée dans l'université Hassan I de Settat, un dispositif national d'accompagnement à l'employabilité des lauréats universitaires est mis en place, il s'agit en fait de l'Observatoire National de l'Emploi et de Formation (ONEF), un projet financé par la Banque Africaine de Développement. Par ailleurs, le taux d'employabilité peut être global comme il peut être également scindé en plusieurs : Insertion dans le secteur privé, insertion dans le secteur public, ou bien, l'insertion dans le marché national et dans le marché étranger. Cette performance est de plus en plus élevée si est seulement si l'offre de formation est parfaitement adéquate aux besoins du monde de travail. Cependant, la conclusion des conventions formelles avec les acteurs du monde économique ne peut pas être la seule garante de l'adéquation Formation – Offre d'emploi, par contre, il faut que l'université fasse une restructuration et qu'elle travaille sur elle-même. Elle doit manifester, d'une manière ou d'une autre, une architecture permettant à présenter une offre universitaire répondant à la structuration de la demande économique. Cet indicateur est plus élevé en cas de production des intellectuels qualifiée et ayant des compétences conformes aux besoins du marché de travail. Concrètement, la mesure de cette performance n'est pas une entreprise si facile, au contraire elle est plus complexe. Le taux d'employabilité ne reflète pas toujours la performance réelle de l'université en cette perspective. En fait, l'employabilité peut dépendre dans certains cas de figure de plusieurs variables contextuelles. Autres que les formations et les enseignements universitaires, l'insertion de l'étudiant dans le marché du travail peut dépendre à plusieurs variables : le cursus scolaire antérieur, le milieu socio-économique, la psychologie de l'étudiant, la maitrise des langues et de la communication, le contexte où est implanté l'université, politiques gouvernementales mises en œuvre (encouragement de certains secteurs au détriment des autres), etc. A cet effet, vue le problème de contextualisation, il faut être prudent lors de la comparaison de cette performance entre les institutions universitaires.

3.7 PERFORMANCE « PARTENARIALE »

Elle est mesurée par le biais du nombre et de la qualité des conventions conclues d'une part avec d'autres universités nationales et étrangères, et d'autre part avec les employeurs publics et privés. Cette orientation est de plus en plus importante dans la mesure où elle impacte positivement d'une manière directe ou indirecte d'autres performances : l'internationalisation, l'employabilité, etc.

3.8 PERFORMANCE D'INNOVATION ET DE CRÉATIVITÉ

L'évaluation de cette performance nous mène à chercher des réponses à certaines questions, telles que : sommes-nous innovants ? Avons-nous progressé en termes d'innovation ? Combien d'innovations introduites ? Quelles sont leurs intensités ? Cette facette se matérialise par la publication de certains indicateurs, dont nous citons : le nombre de manifestations scientifiques organisées au sein de l'université, les nouvelles filières créées, etc.

3.9 PERFORMANCE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Elle reflète le degré de contribution à la progression de la recherche scientifique aux niveaux national, régional et international. A ce juste titre, les chercheurs participent au développement du capital scientifique et favorisent l'accès à l'économie de la connaissance et du savoir. La recherche scientifique peut inclure les brevets, les droits d'auteurs, les publications via les livres, les articles dans les livres et les contributions dans des revues scientifiques, les communications orales, les communications par affiche, les publications des actes d'un colloque, l'organisation d'un colloque national ou international. L'évaluation de la performance de la recherche scientifique peut être envisagée aux yeux des doctorants, en leur proposant un questionnaire dédié fondamentalement pour la mesure du degré de leur satisfaction à l'égard du processus de recherche dans leurs laboratoires (questions sur l'encadrement, sur la disponibilité des outils et du matériel nécessaires pour la recherche, etc.). Ou bien, nous pouvons l'évaluer via le nombre d'heures de formation assuré aux doctorant d'une université, d'un centre d'études doctorales, d'un laboratoire, etc. En réalité, la mesure de cette performance n'est plus une chose aussi simple surtout en contexte marocain, ceci est justifié principalement par deux problèmes majeurs : La première chose c'est que les contributions scientifiques n'ont pas le même poids, il est impératif de les pondérer. Deuxièmement, le manque d'une base de données unifiée entre toutes les institutions universitaires au niveau marocain rend le processus d'évaluation aussi délicat.

3.10 PERFORMANCE IDENTITAIRE

Conformément au Premier Article n°03 de la Loi 01-00, l'université marocaine est censée contribuer à la promotion des valeurs universelles et au renforcement de l'identité islamique et nationale. De ce fait, l'évaluation de cette facette est envisagée éventuellement via la revue de l'offre en formations, et ce pour repérer les formations contribuant à la préservation identitaire, comme par exemple, l'intégration des disciplines islamiques (l'Education Islamique, la Chariaa Islamique, la Finance Islamique, etc.). Egalement, à titre de complément, nous pouvons procéder à des enquêtes d'opinion auprès de certaines parties prenantes afin de dévoiler leurs représentations sociales en ce sujet.

3.11 PERFORMANCE DES ENSEIGNEMENTS ET DES FORMATIONS

Cette facette est tributaire de la qualité éducative de l'enceinte universitaire. Son évaluation est difficile à entreprendre. Crebbin (1997) a signalé que l'enseignement est multidimensionnel, indéterminé (les résultats ne peuvent pas s'expliqués par les facteurs de la situation), incertain, imprévisible, provisoire et impersonnel. Romainville M. et Boxus E. (1998, P.27) ont donné un exemple concret en ce propos : « Il nous est tous arrivé par exemple, de constater qu'une activité d'enseignement qui avait parfaitement fonctionné avec un groupe d'étudiants semble « ne pas prendre » avec un autre, sans que l'on puisse en déterminer précisément les raisons ». Parmi les critères de cette performance, nous soulevons le taux d'encadrement, nombre de diplômes délivrés, taux d'évolution de ce dernier, etc. En outre, une offre de formation améliorée, en termes de contenu et d'organisation, est celle qui génère un taux de satisfaction élevé auprès des étudiants de l'université. Pour que cette satisfaction soit aboutie, la qualité et le contenu des cours doivent être à la hauteur d'une part et d'autre part, l'étudiant doit sentir une proximité de son professeur, étant donné qu'une sorte de distance entre l'encadrant et l'encadré était la formule prédominante durant les années passées. Pour ce faire, l'université marocaine est censée plus qu'auparavant présenter un portefeuille de formations adéquat aux besoins socio-économiques et aux grands chantiers structurants du pays : Plan Maroc Vert, Tourisme Vision 2020, Plan Halieutis, Logistique et Transport, Plan National pour l'Emergence Industrielle, Initiative Nationale pour le Développement Humain (INDH), Plan Energétique, Plan Maroc Numérique, etc.

3.12 PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET ÉCOLOGIQUE

Dans nos jours, la dimension environnementale est de plus en plus déterminante. En comparaison avec le secteur privé, à première vue, ce volet semble n'est pas autant intéressant pour évaluer la performance d'une telle structure publique, et ce en raison de l'activité de cette dernière qui est à vocation principalement prestataire, donc pas de déchets et pas d'externalités négatives tangibles. Toutefois, nous soulevons quelques principaux aspects de cette performance, en l'occurrence : consommation rationnelle de l'énergie électrique (la substituer par l'énergie solaire par exemple) et de l'eau, encouragement à l'utilisation de l'outil informatique pour diminuer le degré d'impression des papiers, pas d'utilisation des objets polluants, propreté des locaux et des alentours de l'université, gestion des déchets (surtout les papiers), etc. En outre, l'université peut contribuer à la lumière de cette performance à travers l'intégration à titre d'exemple d'une manière transversale des formations inhérentes au développement durable. Egalement, elle peut produire des diplômes spécialisés en cette matière (Par exemple : Master en développement durable). D'ailleurs, l'université marocaine, représentant du Ministère d'Enseignement Supérieur, représente comme toutes les autres autorités gouvernementales un des partenaires

agissant dans le Conseil National de l'Environnement (CNE)[6], précisément dans la commission de la Culture, l'Information, la Communication et l'Education. D'après l'article n°2 du Décret n°2-93-1011 du 18 Chaabane 1415 (20 Janvier 1995) relatif à la réorganisation des organismes chargés de la protection et de l'amélioration de l'environnement, le CNE est un organisme qui a pour mission capitale, de protéger l'environnement en assurant particulièrement l'équilibre écologique du milieu naturel, en progressant les conditions et le cadre de vie du citoyen, et d'adopter les préoccupations environnementales dans le développement social et économique en vue d'accomplir les objectifs du développement durable.

3.13 PERFORMANCE DE DIVERSIFICATION

Pareillement, elle est appelée « performance de pluridisciplinarité », c'est la structuration du portefeuille de l'offre en formations. Elle concerne à la fois la nature et le niveau des diplômes décernés par l'université, tels que par exemple : licences professionnelles et fondamentales, master professionnel et de recherches, doctorat, médecine générale, médecine dentaire, pharmacie, architecture, etc. A cet effet, ladite performance est mesurée par son degré de diversification. A ce juste titre, une offre plus variée assure indubitablement pour les nouveaux bacheliers un éventail de choix aussi étendu.

3.14 PERFORMANCE SOCIÉTALE

L'être humain est la cheville ouvrière de toutes les organisations. Ceci est déjà souligné par la Lettre Royale du Hassan II au Palais Royal de Rabat, le 1er Juin 1995, adressée au ministre de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'environnement : « *Tous les efforts qui pourraient être accomplis dans les différents domaines de l'environnement ne sauraient avoir l'impact bénéfique que nous tous en attendons s'il n'y a pas implication permanente et active de* ***l'élément humain****. C'est lui qui, soit individuellement, soit collectivement, est en rapport direct et quotidien avec ce qui compose l'environnement* ». La performance sociétale se situe au cœur de la responsabilité sociétale d'organisation (RSO). C'est un des piliers de la triple Botton line. En effet, une université responsable sociétalement est celle qui contribue au respect des attentes de son personnel ainsi que de tous les citoyens à l'extérieur.

3.15 PERFORMANCE COMMUNICATIONNELLE

Une communication de bonne qualité est une condition indispensable pour faire face aux situations de méfiance et/ou défiance[7]. V. Bocart et al. (2014, P.117) ont relaté à cet égard que «*la communication consiste à éclairer la réalité des êtres, des intentions et des situations. Sans cette clarté, le doute se propage, porteur des craintes de confusion, et donc d'inefficacité. Sans une communication ajustée à la réalité des acteurs, des situations et des ambitions, les conditions de la confiance ne peuvent être réunies. Confiance et communication ne sont pas deux thématiques qu'il conviendrait d'aborder séparément ou de manière juxtaposée, mais bien un seul et même enjeu : la communication est au centre de la confiance.* ». Ainsi, la communication est l'outil privilégié pour gagner la confiance des différents acteurs de l'université.

3.16 PERFORMANCE TECHNOLOGIQUE (ELECTRONIQUE)

L'utilisation des Technologies d'Information et de Communication (TIC) est devenue incontournable dans nos jours. Cette performance se manifeste sous diverses formes dans le paysage académique : Service d'enseignement à distance (e-learning), plateforme web riche en informations utiles et s'actualise continuellement, possibilité de préinscription en ligne, emplois du temps en ligne, bibliothèque électronique, Wifi dans l'espace universitaire, etc. Nous pouvons également intégrer parmi les critères mesurant cette facette les formations et les stages dédiés au personnel en matière d'informatique. Dans cette perspective, parmi les expériences menées au Maroc dans ce cadre, nous citons l'expérience de l'université Hassan I de Settat que se manifeste dans la mise en place d'un Service de Système d'Information Opérationnel National dans le cadre du programme Tempus (2013). Ce service utilise un programme de gestion intégrée (ERP) open source et intègre 4 briques métiers (Scolarité, Finance, Patrimoine et GRH)[8].

---

[6] *http://environnement.gov.ma/fr/cne/presentation-du-cne , consulté le 09.02.2016.*

[7] *Larousse définit le mot défiance par 'un manque de confiance', tandis que le mot méfiance est 'un état de quelqu'un qui se tient sur ses gardes face à quelqu'un ou quelque chose'.*

[8] *http://www.csefrs.ma/pageFr.aspx?id=296, consulté le 09.02.2016*

3.17 PERFORMANCE DE TAILLE

Mesurée via le taux d'encadrement (effectif des enseignants / effectif des étudiants), l'effectif du personnel administratif, l'effectif de pôles pédagogiques et de recherche d'une université, etc. Le sujet de la massification ne peut guère être considéré en aucun cas comme un indicateur de performance de l'université marocaine. Cette dernière souffre déjà de l'encombrement, ses locaux deviennent insuffisants pour accueillir encore plus de la clientèle étudiante. Ce phénomène a poussé les responsables des établissements universitaires à accès non régulé à adopter certaines pratiques, mêmes si elles viennent à l'encontre des textes de Loi en vigueur, pour limiter les nouvelles inscriptions. Par exemple, ils n'acceptent pas les étudiants ayant une attestation de baccalauréat ancienne. En revanche, en contexte français, N. Brusadelli et F. Lebaron (2012, P.99) ont avancé dans ce cadre que les organisations universitaires sont en concurrence pour augmenter la captation de la population étudiante, et ce pour l'obtention des crédits publics comme privés.

3.18 PERFORMANCE ENTREPRENEURIALE

Les américains la désignent sous le vocable de l'«academic entrepreneurship» (acadépreneuriat) ou entrepreneuriat académique (Slaughter et Leslie, 1997). Il s'agit en fait d'un nouveau paradigme qui vient d'être installé dans l'espace académique. Cette nouvelle orientation vient pour compenser la baisse tendancielle des dépenses publiques affectées aux universités (S. Shane, 2004, P.40). Les établissements universitaires ont la faculté de mener des inscriptions de formations entrepreneuriales dans les cursus et créer de dispositifs dédiés à l'entrepreneuriat. L'exemple emblématique de ces établissements au niveau du Maroc demeure représenté par les Ecoles Nationales de Commerce et de Gestion (ENCG).

3.19 PERFORMANCE DE CONFORMITÉ

Nous rejoignons l'idée soulevée depuis le siècle précédent par Castagnons J.C. (1987), la performance des administrations publiques s'évalue au regard de leur conformité par rapport à la réglementation juridique et procédurale. Donc, de point de vue conformité, une université est performante est celle qui respecte les clauses de la réglementation en vigueur. A titre d'exemple, à l'instar d'un audit de conformité, nous formulons une idée en trois temps sur le degré de conformité de passation d'un marché public au sein d'une université, en l'occurrence : avant la conclusion, au moment de l'ouverture des plis et durant l'exécution dudit marché.

3.20 PERFORMANCE PARASCOLAIRE

Le parascolaire se structure autour de nombreuses activités. Par exemple: les clubs sportifs (football, Tennis, etc), le théâtre, la peinture, etc. Parmi les établissements universitaires marocains pionniers en ce cadre est l'ENCG de l'université Hassan I de Settat. Elle propose une panoplie de clubs et d'associations[9], à savoir : Club des managers de demain, Maroc sport, Green Invest, Rotaract club Universitaire de Settat – RCUS, Association des Arts et Métiers (ADAM), Focus-Don de Mouton « LEO Club Unité Settat », club de Promotion et de Parrainage (C2P), La Junior Entreprise, Student in action, Association Sportive ENCG Settat (ASES). Ces activités ont pour principaux rôles de :

- Soutenir le sentiment d'appartenance des étudiants,
- Répondre à leurs besoins pour aiguiser les talents
- Créer des lieux de détente et de distraction,
- Développer chez eux l'importance des sports,
- Renforcer leurs réseaux relationnels,
- Développer l'esprit partenarial et entrepreneurial,
- Développer pour eux certaines valeurs telles que la solidarité, le partage, l'entraide, la conscience sociale, préservation de la nature, l'amitié, etc.
- Mettre en valeur l'université et son image de marque dans son environnement régional, national et international.

[9] *Portail électronique de l'ENCG de Settat, consulté le 06/05/2016 : https://www.encg-settat.ma/beta/communautes/espace-etudiants/clubs/*

3.21 PERFORMANCE DE DÉMOCRATISATION

Ce volet concerne à la fois le personnel de l'université et la population étudiante. En ce qui concerne cette dernière, c'est tout ce qui est équité avant, au cours et après les études universitaires. Elle peut être accomplie eu regard au sexe, race, origines socioprofessionnelles des étudiants, etc. Cette facette impacte indirectement celle de réputation et d'image de marque. Nous tenons l'exemple des origines socioprofessionnelles, pour éviter une discrimination négative à l'égard de ses futurs étudiants, l'université peut par exemple se doter des cités universitaires, leurs octroyer des bourses, etc. La démocratisation concerne également la qualité des études, un enseignement de bonne qualité doit être assuré pour tout le monde sans discrimination. Chose qui n'existe pas pour le cas du Maroc ! Le secteur privé est plus prestigieux que celui public, les étudiants émanant des familles aisées jouissent des conditions agréables et de très bonne qualité. Par contre les familles qui n'ont pas les moyens pour payer, leurs enfants continuerons leurs études post-baccalauréat dans des espaces académiques publics caractérisés par l'encombrement, la médiocrité de la qualité du service public.

Ces différentes facettes de la performance universitaire ne peuvent plus être alors exclusives. En revanche elles sont complémentaires et inclusives. Par exemple, la facette relative à la performance image de marque de l'université peut être influencée positivement par l'ensemble des performances.

4 CONCLUSION

En guise de conclusion, pour mener les réformes du secteur de l'enseignement supérieur au bon sens, la clarification du concept de la performance universitaire et l'abord du sujet de son évaluation s'imposent.

Concrètement, cet article ne met pas à la main du lecteur une recette exhaustive et complète en matière de performance universitaire publique. Au contraire, il reste beaucoup de choses à expliciter là-dessus. Par exemple, pour chaque facette et sur la base des techniques scientifiques, il faut déterminer pertinemment les indicateurs de performance inhérents au contexte marocain. Ces derniers doivent être, bien évidemment, définis conformément aux attentes et aux intérêts des différents stakeholders de l'université. Le vocabulaire de « stakeholders » désigne tous les acteurs de pression pouvant être influencés ou s'influencés par les décisions prises au sein de l'université publique (Corps professoral, corps administratif et technique, étudiants, tutelle, organisations non gouvernementales, etc.). Il faut noter en outre que chaque facette parmi les facettes de la performance susmentionnées concerne un ou plusieurs acteurs. Pourtant que de nombreux questionnements peuvent être révélés dans ce cadre : Quels sont les parties prenantes les plus saillantes de l'université publique marocaine? Concrètement, quelles sont leurs attentes ? Comment pouvons-nous agir devant leurs intérêts contradictoires?

Egalement, une chose si importante à souligner en cette perspective, c'est que suivant la logique du Balance Scorecard de Kaplan et Norton (1992), il faut équilibrer entre les indicateurs d'évaluation de ces performances. Ils sont alors susceptibles d'être quantitatifs ou qualitatifs, externes ou internes et à court terme ou à long terme.

Par ailleurs, certaines autres variables exogènes sont également déterminantes pour l'évaluation de ces facettes de la performance universitaire : la localisation géographique (proximité aux sites industriels est un gage pour améliorer toutes ces facettes, le niveau socio-économique de la population qui voisine l'université), les politiques gouvernementales et l'arsenal juridique, la présence ou non d'un cité universitaire, etc.

RÉFÉRENCES

[1] Barillot Pascal, pilotage de la performance et stratégie de l'entreprise : l'exemple du tableau de bord prospectif, Revue Française de Gestion, n° 1 - 2001, Volume 18, janvier-février, pp. 135-151, 2000.
[2] Bartoli A., management dans les organisations publiques, 3ème édit DUNOD, 2009.
[3] Bescos P-L., Dobler P., Mendoza C. et Naulleau G., Contrôle de gestion et management, Montchrestien, 2ème édition, 1993.
[4] Bescos P-L., Dobler P., Mendoza C. et Naulleau G., Contrôle de gestion et management, Montchrestien, 2ème édition, 1993.
[5] BESSIRE, D., «Définir la performance», Comptabilité Contrôle Audit, Tome 5, Vol. 2, pp. 127-150, 1999.
[6] Bocart Vincent, Henry Edouard-Malo, Kaspar Jean, Valérie Menu, crise de la confiance, crise de la communication corporate. In : Institut Montaigne et Financi'Elles. Et la Confiance bordel : faire le pari de la confiance en entreprise. Editions Eyrolles, 2014.
[7] Bouayad Amine Nabil, Developpement durable : Quelle orientation pour orientation pour l'enseignement supérieur ? DOREG, Juillet 2012. [Online] Available: http://www.redoreg.com/Tcomplet/Bouayad1.pdf

[8] Boujlida Abdallah, La performance financière des pme manufacturières : conceptualisation et mesure. Mémoire présenté à Université du Québec à Trois-Rivières, Septembre 2002.

[9] Bouquin, H., Le contrôle de gestion, 4 e édition, Paris, Presses Universitaires de France, 1986.

[10] Bourdieu P., Homo Academicus, Ed. de Minuit, Paris, 1984.

[11] Bourguignon A., « Représentations de la performance : le contrôle de gestion ne suffit pas. », in Congrès Performances et Comptabilité, XIXe congrès, Association Française de Comptabilité, 1998, Nantes, pp. 537-553, V2, 1998.

[12] Bourguignon A., « peut-on définir la performance ? », Revue française de comptabilité, n° 269, juillet-Août, P. 60-65, 1995.

[13] Bourguignon A., Jenkins A., "Changer d'outils de contrôle de gestion ? De la cohérence instrumentale à la cohérence psychologique", Finance Contrôle Stratégie, N°3, pp31-61, 2004.

[14] Cameron K. S., Whetten D. A. (1983), "Some Conclusions About Organizational Effectiveness", pp.261-277 in Cameron K. S., Whetten D. A., Organizational Effectiveness : A Comparison of Multiple Models, New York Academic Press.

[15] Cartier-Bresson J., Economie politique de la corruption et de la gouvernance, L'Harmattan. Paris, 2008.

[16] Castagnons J.C., « Performances et gestion publique : un pari impossible ? » Economie et société n°12, 1987, P.141-173

[17] Chandler A.D., Organisation et performance des entreprises, Tome 1, Edition de l'Organisation, 1992.

[18] Charpentier M. et Grandjean P., secteur public et contrôle de gestion (pratiques, enjeux et limites), D'Organisation. Paris, 1998.

[19] Clarkson M.B.E., « A Stakeholder Framework for Analysing Corporate Social Performance », Academy of Management Review, vol. 20, n° 1, p. 92-117, 1995.

[20] Crebbin W., Quality teaching in higher education. Teaching in higher education. 21-32, 1997.

[21] De La Villarmois Olivier, Le concept de performance et sa mesure : Un état de l'art, Avril 2001, [Online] Available : http://odlv.free.fr/documents/recherche/crperf.PDF

[22] Delperee F., La gouvernance en tout sens. In SEDJARI A. (Coordonné par). Elites, gouvernance et gestion du changement, Edition l'Harmattan-Gret. P.45-56, 2002.

[23] Elms H., Shawn B. et Wicks A.C, « Ethics and Incentives: An Inductive Development of Stakeholder Theory in the Health Care Industry », Business Ethics Quarterly, n°12, pp. 413-432, 2002.

[24] Freeman Robert E., Strategic Management: A Stakeholder Approach, 1984.

[25] Gosselin A. et Murphy K.R. « L'échec de l'évaluation de la performance ». Revue Gestion, vol. 19, n°3, P.17-28, 1994.

[26] http://environnement.gov.ma/fr/cne/presentation-du-cne ,09.02.2016.

[27] http://www.csefrs.ma/pageFr.aspx?id=296 , 09.02.2016

[28] https://www.encg-settat.ma/beta/communautes/espace-etudiants/clubs/ : Portail électronique de l'ENCG de Settat, 06/05/2016.

[29] Ittner C.D., Lacker D.F., « Coming Up Short on Nonfinancial Performance Measurement », Harvard Business review, Nov.2003, p88-93, 2004.

[30] Lebas M., « Oui, il faut définir la performance), Revue française de comptabilité, juillet-Août, pp. 61-66, 1995.

[31] LEBAS, M., «Oui, il faut définir la performance», Revue Française de Gestion, n°269, Juillet-Août, pp. 66-71, 1995.

[32] Loi cadre portant organisation de l'enseignement supérieur au Maroc.

[33] Lorino P., Comptes et récits de la performance, essai sur le pilotage de l'entreprise, Les Editions d'Organisation, 2ème édition, 1996.

[34] Lorino P., Méthodes et pratiques de la performance, le guide du pilotage, Les Editions d'Organisation, 1997.

[35] Malleret V., « du contrôle de gestion au management de la performance », in les Professeurs du Groupe HEC, L'École des managers de demain, Économica, avec le concours de la Fondation HEC, collection « Gestion », p. 12l-143, 1994.

[36] Marchesnay, économie d'entreprise, Eyrolles, 1991.

[37] MELESE J., «L'analyse modulaire des systèmes de gestion, une méthode efficace pour appliquer la théorie des systèmes au management », Paris, Ed.Hommes et Techniques, 1972.

[38] Michel KALIKA, Structures d'entreprise, réalités, déterminants et performances. Editions Economica, Paris, 1998.

[39] Mitchell, Ronald K., Bradley R. Agle et Donna J. Wood, « Toward a theory of stakeholder identification and salience : defining the principle of who and what really counts ». Academy of Management Review, Vol. 22, No. 4, 1997.

[40] Morin E. M., Savoie A., Beaudin G., L'Efficacité de l'Organisation- Théories Représentations et Mesures, Gaëtan Morin Editeur, 1994.

[41] Nicolas Brusadelli et Frédéric Lebaron, Les indicateurs de « performance » universitaire. Outils statistiques de la privatisation de l'excellence : la mise en indicateurs de l'Université française. Revue Savoir/agir. N°22, mercredi 12 Décembre 2012. P.P 97-104, 2012.

[42] Ouahraoui F., Modernisation et performance dans les établissements publics : Quelle place du contrôle de gestion dans les universités marocaines? Résultats d'une étude qualitative sur les universités marocaines du centre. Doctorat en Sciences de gestion. Université Hassan I Settat, 29 juillet 2015.

[43] Rapport du Conseil supérieur de l'Education, de la Formation et de la Recherche Scientifique. « Pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion : Vision stratégique de la réforme 2015-2030 », 2015.
[44] Rapport du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique ((MENESFCRS) intitulé : 17 contrats pour le développement de l'université marocaine. Programme d'urgence 2009-2012, Agadir, Octobre 2009.
[45] Richard J., Analyse financière et audit des performances, 2 e Edition, Paris, Editions La Villeguerin, 1993
[46] Romainville Marc et Boxus Elise. La qualité en pédagogie universitaire. In : Dieudonné Leclercq (sous la direction), Pour une pédagogie universitaire de qualité, Pierre Mardaga éditeur- Belgique- 3ème éditions, 1998.
[47] Shane S., Academic Entrepreneurship: University Spinoffs and Wealth Creation, Cheltenham, p. 40, 2004.
[48] Sink S. Productivity management: planning, measurement and evaluation, control and improvement, John Wiley & Sons inc., New York, 1985.
[49] Slaughter, S. and Leslie, Larry L., Academic Capitalism. Politics, Policies, and the Entrepreneurial University. Baltimore: John Hopkins University Press, 1997.
[50] Spriggs M. T. (1994), "A Framework for More Valid Measures of Channel Member Performance", Journal of Retailing, Vol.70, n°4, pp.327-343
[51] Voyer, P. Tableau de bord de gestion et indicateurs de performance, Presses de l'Université de Québec, 1999.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 1 Apr. 2017, pp. 400-410
© 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effect of maturity stage on morphological and chemical characteristics of *Opuntia ficus indica* from Morocco

Jihane Oumato[1], Saadia Zrira[1], Mohamed Boujnah[2], and Bouchta Saidi[1]

[1]Department of Food and Nutritional Sciences, Agronomic and Veterinary Institute Hassan II, B.P. 6202, Rabat, Morocco

[2]Laboratory of Agro-Food Technology- National Institute of Agricultural Research, Rabat, Morocco

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the changes in morphological and physicochemical characteristics of Moroccan prickly pear cultivars at three different stages of maturity. The results of morphological study showed that the width, length, skin thickness, diameter and depth of receptacle differed significantly depending the cultivars and did not differ significantly depending the maturity. Other parameters such as the weight of the pulp, the skin and the whole fruit differed significantly depending on the cultivars and the maturity; they increased with advance in maturity, while the proportions of skin decreased.

For the physicochemical analyzes, the results showed that moisture, pH, Brix, vitamin C, total sugar and fat have a significant difference between the cultivars and maturity; they increased with advance in maturity, while the percentage of fat decreased. However, no important differences were observed in ash, reducing and non -reducing sugars between the stages of ripeness of the fruits.

KEYWORDS: Prickly pear, stages of maturity, morphological characteristics, physicochemical analyzes.

1 INTRODUCTION

Opuntia represents the largest and the most impressive member of the Cactaceae family. The genus *Opuntia* originates from Mexico and includes approximately 300 to 400 species and great number of varieties (Anaya-Perez, 2001; Benson, 1982; Odoux and Dominguez-Lopez, 1996; Stintzing and Carle, 2005). Prickly pear or cactus pear (*Opuntia spp*) is the most cultivated edible cactus crop in the world and is widely distributed in Mexico and the South American continent. It is also grown in many other regions of the world such as Africa, Australia, and the Mediterranean basin (Inglese et al., 2002; Mizrahi et al., 1997; Nobel, 1995; Piga, 2004), it was introduced into North Africa in the 16th century (Griffiths, 2004). On the other hand, *Opuntia ficus indica (L.) Miller* is the most commonly known cactus that is grown for fruits, vegetable forage, and fodder (Pimienta-Barrios and Munoz-Urias, 1995; Rodriguez-Felix, 2002; Russell and Felker, 1987). Cactus-pear plants have two edible parts. First, there is the fleshy stem also known as cladode, cactus pad, cactus stem, nopalito (young pad), vegetable cactus, or cactus leaf (Rodriguez-Felix, 2002). Second, the fruits are highly appealing and nutritious.

The fruit is a berry, varying in shape, size and color and has a consistent number of hard seeds. The fairly high sugar content and low acidity of the fruit (Joubert, 1993; Munoz de Chavez et al., 1995) make it very sweet and delicious but at the same time make it very susceptible to microbial invasion, thus limiting its storage life in the fresh state. Moreover, cactus pear fruit containing betalain pigments is a good potential for the use as a natural food colorant. This fruit contains the red-violet betacyanins in addition to the yellow betaxanthins (Merin et al., 1987; Forni et al., 1992; Turker et al., 2001).

Scientific studies have indicated that several parts of the species *Opuntia ficus indica* have diuretic and antigotous effects (Galati et al., 2002b). The fruits have antinflammatory and analgesic effects (Loro, del Rio, & Pe´rez-Santana, 1999; Park, Kahng, Lee, & Shin, 2001). Antiulcerous , antihyperglycemic and hypocholesterolemic effects have been demonstrated in the nopal (Galati et al.,2001; Galati et al ., 2002a; Lee et al., 2002 ; Frati el al., 1990).

Corresponding Author: Jihane Oumato

Opuntia ficus indica presents a variability in the form, the color, the weight and the content in sugar, in acids and in vitamins C, etc. These diverse parameters vary from a cultivar to another and are strongly influenced by the environment. In Morocco, efforts are currently under way to develop the prickly pear production and to increase its introduction into various common foods. Since scientific information on the physical and chemical characteristics of the cactus fruit are limited and focused only on the fruit at the stage of full maturity, this work aimed to establish the differences in chemical composition and quality between the four cultivars of cactus at three different stages of maturity. Therefore, the objective of the present study was to determine the physical and chemical characteristics at different stages of maturity as related to the apparent color variations in prickly pear fruits.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL

The study focused on the most important *Opuntia ficus indica* varieties in Morocco: *Aissa* and *Moussa* from Ait Baamrane (South of Morocco), *Shoul* (in the Central Region) and *Dellahia* from Elhoceima (North of Morocco).

2.2 COLLECTION AND PREPARATION OF SAMPLES

The sampling was carried in 2014; it was performed in three different sites and depending on maturity stage for each variety. The maturity was judged by the color and the Period of maturity of the fruit.

The first harvest or the green stage corresponded to the green color of fruit; for Aissa and Shoul cultivars, it was done in June. For *Dellahia* and *Moussa*, since they were late cultivars, the first harvest was done in August for the first one and in September for the second.

The second harvest or intermediate stage of maturity corresponded to fruit, which color was between yellow and green; for Aissa and Shoul cultivars it was done in August, *Dellahia* was done in September and *Moussa* was done in October.

The last harvest or advanced maturity corresponded to a red fruits; for Aissa and Shoul cultivars it was done in September, *Dellahia* was done in October and *Moussa* was done in January.

All the collected fruit samples were transported to the laboratory under refrigeration. The fruits were brushed for two minutes under distilled water with a nailbrush.

For the physicochemical analysis, all selected fruits were washed, manually peeled, and blended in a blender to get the juice. This one was kept at -20 °C until analyzed. The seeds were washed abundantly with the water to remove the pulp attached, dried at 60 °C for 24 h.

2.3 MORPHOLOGICAL STUDY

Morphological study focused on several parameters according to Innocenza et al, 1997: weight (g), length (cm), width (cm), shape and size of the fruit, presence of spines, color and consistency of the pulp, quantity of juice (ml), receptacle characteristics, skin characteristics, and number of normal and abortive seeds.

2.4 PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS

All the analyses were performed in three replicates. The moisture was determined by desiccation at 105°C for 24 h, in accordance with the method described by the Association Official of Analytical Chemists (AOAC, 1990). Ash was determined at 550°C for 24 h.

The total soluble solid expressed as ºBrix was measured using a manual refractometer (ATAGO refractometer). The pH was determined by a pH meter previously calibrated with pH = 4 buffer and pH = 7. The total acidity was determined on 10 ml of juice by measuring the volume of 0.1 N NaOH necessary to take the sample to pH 8.1, which was monitored potentiometrically (Tateo, 1978).

Total sugars and reducing sugars were determined using the Bertrand method (Browne and Zerban, 1955). This dosage consisted in collecting the precipitate of the copper (II) oxide Cu2O formed by reduction of the cupro-alkaline liqueur, in presence of reducing sugars, and to measure it out by manganimetry. Bertrand's tables gave the correspondence directly between the volume of KMnO4 (0.1N) used and the content in glucose of the trial hold.

Non-reducing sugars were determined by differences between total sugars and reducing sugars.

Vitamin C content was determined using 2, 6-dichlorophenol indophenol titrimetric method (AOAC, 2000).

Fat was analyzed by petroleum ether extraction using a Soxhlet apparatus according to AOAC methods (2000). Ten grams of powder were mixed with solvent for 6H. The solvent was evaporated at 40 °C using rotavapor.

The oil weight was determined as follows: Oil weight (%) = [(M1 - M0)/M2] x 100, where M0 is the weight of the empty flask (g), M1 the weight of the flask after evaporation (g) and M2 the weight of the seeds powder (g). The resulting oil was kept away from light and at low temperature.

The fatty acids were analyzed by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS) using a 5973N mass selective detector coupled to an Agilent gas chromatograph 6890N. Mass Spectrometric parameters (SM) were: ionization potential, 70 eV; ionization current, 2 A; temperature of the ion source, 200 °C, resolution, 1000. Mass units were followed from 30 to 450 m / z.

The oil components were identified, by comparing their retention times and mass spectra with mass spectra library23 NIST. Chromatographic conditions were identical to those used for GC analysis

2.5 STATISTICAL ANALYSES

All data represent the average of three tests. For results, the analysis of variance (ANOVA test at two ways of variation; cultivars and maturity) was used to test the possibility of significance of treatment effect, and the degree of meaning of data was taken to probability $p \leq 0.05$.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 MORPHOLOGICAL STUDY

3.1.1 QUALITATIVE MORPHOLOGICAL FRUIT CHARACTERISTICS

The morphological characteristics of the Prickly Pear fruits are reported in Tables 1 and 2.

The four *Opuntia ficus indica* fruits were easily distinguished by their shape, the presence of spins, fruits taste and receptacle position.

The varieties Shoul Aissa and Moussa have the same fruit shape (elliptical), the same consistency of the pulp (Medium), a good taste of fruit and the same receptacle scar position, which is sunken. While *Dellahia* has an ovoid shape, with a very good taste of fruit, a flatten Recepticular scar, and consistency of the pulp medium to hard.

Both varieties Shoul and Aissa were considered as small fruits because their weights was between 81 and 120 g, whereas *Moussa* and *Dellahia* had very small sizes because their weights was ≤ 80g. *Shoul* fruit was characterized by the presence of many spines, while *Dellahia* had few spines, *Aissa* and *Moussa* had intermediate spines.

Table 1: Qualitative morphological fruit characteristics for the four cultivars studied

	Characteristics					
Cultivars	**Fruits Shape**	**Fruit size**	**Spines density**	**Consistency of the pulp**	**Fruits taste**	**Receptacle position**
Shoul	Elliptic	Small (81-120g)	A lot	Medium	Good	Sunken
Aissa	Elliptic	Small (81-120g)	Intermediate	Medium	Good	Sunken
Moussa	Elliptic	Very small (≤ 80g)	Intermediate	Medium	Good	Sunken
Dellahia	Ovoid	Very small (≤ 80g)	A little	Medium to Hard	Very good	Flatten

3.1.2 QUANTITATIVE MORPHOLOGICAL FRUIT CHARACTERISTICS

According to the statistical analysis, the fruit properties (width, length, skin thickness, diameter and depth of receptacle) differed significantly depending on the cultivars and did not differ significantly depending on maturity with ($p \leq 0.05$).

Other parameters such as the weight of the pulp, the skin and the whole fruit differed significantly depending on the cultivars and the maturity.

White cultivars had more seeds (about 1378 total seeds) of which 56.32% was abortive, while Moussa was the variety that had fewer seeds (735 total seeds) with an abundance of normal seeds (59.18%) (Table 2). These values were higher than those found by Chalak et al., 2014 (324 seeds) and Bouzoubaâ et al ., 2014 (358 seeds).

Table 2: Quantitative morphological fruit characteristics for the four cultivars studied

	Characteristics				
Cultivars	**total number of seeds**	**Number of normal seeds**	**Number of Abortive seeds**	**% of Normal seeds**	**% of Abortive seeds**
Shoul	1020	430	590	42,15	57,85
Aissa	897	520	377	57,97	42,03
Moussa	735	435	300	59,18	40,82
Dellahia	1378	602	776	43,68	56,32

According to table 3, *Dellahia* was considered as the widest variety of varieties studied (5.01cm) and the least long (6.13cm). *Shoul* was the longest variety (7.8cm), whereas *Aissa* was the least long studied varieties (4.47cm).

The thickness of the skin didn't change depending on maturity : 1.9 mm for *Dellahia* and 2.2 mm for the other cultivars. The white variety had the thinner and lighter peels. These results were lower than those found in Lebanese fruits: from 2.25 to 6.59 mm (Chalak et al., 2014) and Moroccan fruits from Arbaâ Sahel et Asgherkis (south of Morocco) : from 3.62 to 4.92mm (Bouzoubaâ et al ., 2014).

Aissa was the juiciest variety (47.4 to 56.33 ml). For all studied varieties, half ripe fruits (Stage 2) were the juiciest. The amount of juice varied significantly according to maturity and did not change according to cultivars.

The depth of the receptacle did not change depending on maturity: 2.4 mm for Dellahia (since the receptacle is flatten) and 9.3 to 9.5 mm for the other cultivars (since the receptacle is sunken). This result was higher than those found in Lebanese fruits: 0.00 to 2.03 mm for receptacle flatten position and from 3.15 to 7.93 for receptacle sunken position (Chalak et al., 2014). In addition, receptacle diameter did not change depending on maturity: 19.7 to 20.1 mm, these values were within the ranges of those found in Lebanese fruits: from 15.10 to 25.97 mm.

For the weight of fruits *Aissa* was the biggest variety (from 110.14 to 111.51g), *Dellahia* was the smallest variety (from 74.23 to 74. 77g).

The pulp increased with maturity, it ranged from 54.42 to 66.02 % for green fruits (Stage 1), from 54.81 to 66.57 % for half ripe fruits (Stage 2), and from 55.43 to 67.24 % for ripe fruits (Stage 3). At all stages of maturity, the pulp of *Dellahia* represented an important part in the composition of the fruit. These results were higher than those reported for Moroccan fruits (Elkelâa, Skhour Rhamna and Ait Bâamrane); 51.93 to 54.73 % for green fruits, from 52.80 to 55.97 % for half ripe fruits, and from 53.99 to 56.36 % for ripe fruits El-Gharras et al., 2006), and Mexican, Chilean cultivars (45 %) (Sawaya et al., 1983; Sepulveda and Saenz, 1990; Joubert, 1993) and similar to Italian cultivars (58.1-61.4 %) (Gurrieri et al., 2000).

However with advance in maturity, the percent of weight of skin decreased, it ranged from 33.98 to 45.59 % for green fruits, from 33.43 to 45.19 % for half ripe fruits, and from 32.76 to 44.57 % for very ripe fruits. These values were similar to those reported by El-Gharras et al., 2006 (40.16 to 41.83 % for green fruits, from 39.05 to 41.43% for half ripe fruits, and from 38.81 to 40.38 % for ripe fruits), and lower than those reported for Mexican and Chilean cultivars (48 %) (Sawaya et al., 1983; Sepulveda and Saenz, 1990; Joubert, 1993).

Table 3: Quantitative morphological fruit characteristics for the four cultivars studied

	Cultivars											
	Shoul			***Aissa***			***Moussa***			***Dellahia***		
Characteristics	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 1	Stade 2	Stade 3
Length (cm)	7,8	7,73	7,73	7,3	7,2	7,1	6,95	6,9	6,93	6,2	6,13	6,16
Width (cm)	4,63	4,64	4,64	4,49	4,47	4,47	4,78	4,8	4,81	5,01	4,98	4,97
Weight of whole fruit (g)	94,18	94,94	95,24	110,14	110,48	111,51	80,48	80,58	80,92	74,23	74,66	74,77
Weight of the skin (g)	42,93	42,91	42,45	46,96	46,47	46,14	35,58	35,37	34,57	25,23	24,96	24,5
Weight of the pulp (g)	51,25	52,03	52,79	63,18	64,01	65,37	44,9	45,21	46,35	49	49,7	50,27
Percentage of the skin	45,59	45,19	44,57	42,63	42,06	41,37	44,2	43,89	42,72	33,98	33,43	32,76
Percentage of the pulp	54,42	54,81	55,43	57,37	57,94	58,93	55,8	56,11	57,28	66,02	66,57	67,24
Skin thickness (mm)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	1,9	1,9	1,9
Quantity of juice (ml)/ Fruit	37,33	44,66	39,2	47,4	56,33	50,66	32,33	38,33	34,26	34,8	38,4	35,2
Receptacle depth (mm)	9,5	9,5	9,5	9,4	9,4	9,4	9,3	9,3	9,3	2,4	2,4	2,4
Receptacle diameter (mm)	19,8	19,9	19,9	19,7	19,7	19,7	19,8	19,9	19,8	20	20,1	20,1

3.2 PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS

The physicochemical parameters for juices of Prickly Pear fruits were presented in Table 4.

3.2.1 PH

PH was measured on prickly pear juices for the three stages of maturity. The values obtained were reported in Table 4.

According to the statistical analysis, PH differed significantly depending on the cultivars and maturity. The pH turned out to be very high, it increased with the advance in maturity, being 6.25 for green mature, 6.35 for half-ripe and 6.44 for very ripe fruits. Cactus pears are considered as a low acid food (pH>4.5) because of the extremely low content of organic acids. These data were in agreement with literature data for Mexican and Chilean cultivars, which reported that the pH is ranging from 5.5 to 6.4 (Askar and El- Samahy, 1981; Sawaya et al., 1983; Sepulveda and Saenz, 1990; Joubert, 1993; Stintzing et al., 2001). Also with the values reported for Italian cultivars (6.4- 6.5) (Gurrieri et al., 2000), and with the values reported for Egyptian cultivars (6.16-6.2) (Fatma Hassan Abd El-Razek et al., 2011 and Gamil F. Bareh et al., 2012).

These results have provided that the prickly pear juice has a pH close to neutral and relatively high compared to that of citrus fruit (orange and lemon) (Kelebek H et al., 2008).

3.2.2 ACIDITY

The total acidity was determined on prickly pear juices for the different cultivars. The obtained results were reported in Table 4, expressed as mg of citric acid / 100 g of juice. Along with the pH value, the titrable acidity decreased slightly with the maturity (Table 4). Fruits at stage 3 were less acidic (0.05 mg / 100 g of juice), being slightly different from green mature (0.059 mg / 100 g of juice) and half-ripe fruits (0.053 mg / 100 g of juice).

On average, the total acid content in the prickly pear fruits varied from 0.054 to 0.057 (mg /100 g of juice) and it did not differ significantly among the cultivars with regard to the stage of ripeness. These data were similar to these found in Egyptian cultivars: 0.05 mg /100g of juice (Fatma Hassan Abd El-Razek et al., 2011), with Moroccan cultivars: 0.055-0.06

mg /100 g of juice (El-Gharras et al., 2006), and with these reported in the literature (0.05-0.18%) (Sarbojeet Jana, 2012), but were higher than those reported in Italian cultivars (0.02%) (Gurrieri et al, 2000).

The total acid content in Moroccan prickly pear juices was very low in comparison with the acidity of other fruit juices, expressed according to monohydrate citric acid, such as pear (0.3%), orange (0.8 %), apple (0.9%), peach (0.9 %), strawberry (0.9 %), pineapple (1.1 %), raspberry (1.8 %), plum (2.2%), and apricot (2.4%) (Tateo, 1978; Belitz and Grosch, 1999).

3.2.3 MOISTURE CONTENT

The moisture of Moroccan prickly pear juices differed significantly according to the cultivars and maturity, it ranged from 86.5 to 89.3 % for green fruits, from 85.34 to 88.05% for half ripe fruits, and from 85.02 to 87.3% for very ripe fruits. It decreased slightly with advances in maturity. On average, the moisture content varied from 85.97 to 87.34 %. These data were in agreement with literature data for Moroccan prickly pear juices which reported that the moisture ranged between 85.51 and 88.13% (El-Gharras et al., 2006) and with Chilean cultivars: 84 to 90 % (Sepulveda, 1998; Saenz, 2000), also with Egyptian cultivars : 84.55 to 89.75 % (Abd El-Razek F.H and Hassan.. , 2011 and Gamil et al., 2012).

3.2.4 ASH

The results of ash analysis were reported in Table 4. It differed significantly depending on the cultivars and did not differ significantly according to the maturity.

Ash content ranged from 0.372 to 0.501% for green fruits, from 0.314 to 0.541% for half ripe fruits, and from 0.329 to 0.495 for very ripe fruits. On average, it varied from 0.404 to 0.435 %. These values are comparable to those reported for other cultivars (0, 3–1%) (Sawaya et al., 1983; Sepulveda and Saenz, 1990).

3.2.5 BRIX

The soluble solid (Brix) differed significantly according to the cultivars and maturity. It increased with maturity, its average content was lowest (13.26%) in green mature fruits, increased to (13.64 %) in intermediate stage of maturity and reached the maximum (13.98 %) in advanced maturity. The white cultivars were the sweetest (15.33-15.44%), while Shoul cultivars were the less sweet (11.74-12.58%).

In the studied varieties, total soluble solids ranged between 11.74 and 15.44 %, these values are in agreement with those reported by Bouzoubaâ et al, 2014: (13.15 and 15.87%), El-Gharras et al, 2006: (10.16 and 16.61 %), and El-Samahy et al, Saenz-Hernandez, 1995; Sepúlveda et Sáenz , 1990: (12-17 %).

3.2.6 SUGARS

The results presented in Table 4 showed that the pears under study have a high content of total sugar, as it is generally found in the majority of other fruits. The sugars contents (total sugar, reducing and non-reducing sugars) were different during different stages of maturity and as function of cultivar. They increased with maturity and reached the higher values especially in advanced maturity of fruits.

Among the four varieties studied it was possible to conclude that Dellahia and Shoul cultivars were the ones that present the higher (14.98%) and lower content of total sugars (10.5%), respectively. These results were in agreement with those reported in literature: 10-17% (Sarbojeet Jana, 2012).

At all stages of maturity, the content of reducing and non-reducing sugars was the highest in the fruits of *Dellahia*: (11.5-12.15 %) and (2.48-2.87 %) successively, it was the lowest in the fruit of Shoul variety: (8.88-9.64%) and (1.62-1.8%).

In general, the content of reducing sugar found in the cultivars under study is also in agreement to results of Piga, 2004; Dehbi et al, 2014 and Gamil et al 2012

3.2.7 VITAMIN C

The Vitamin C differed significantly according to the cultivars and the maturity. It increased with maturity, its average content was lowest (43.2 mg/100g), in green mature fruits, increased to (51.43 mg/100g) in intermediate stage of maturity and reached the maximum (57.31 %) in advanced maturity. Aissa was the variety that contains more vitamin C (52.2 – 67.66 mg/100g), while *Dellahia* was the lowest (32.56 – 47.49 mg/100g).

In the studied varieties, vitamin C ranged between 32,56 and 67.66 mg/100g fresh weight representing 36.17 %- 43.41 % of the recommended dietary intake for adult for the first one, and 75.17- 90.21% for the second ((Food & Nutrition Board, 2004).

These values were higher than those found in Egyptian cultivars: 20.07- 22.22 mg/100g (Abd El-Razek et al, 2011) (Gamil et al, 2012), and in Kenyan cultivars: 5.17 mg/100 g (Rose Chiteva and Norman Wairagu, 2013), whereas it were in agreement with those found in Italian cultivars: 31-38 mg/100g (Gurrieri et al, 2000).

Moreover, the ascorbic acid content in prickly pear on average turned out to be higher than in most common fruits such as plum (3 mg/100 g), pear (4 mg/100 g), apple (6 mg/100 g), peach (7 mg/100 g), apricot (9 mg/100 g), banana (20 mg/g), and pineapple (25 mg/100 g) (Gurrieri et al, 2000).

One of the main functions of vitamin C in food systems is to prevent oxidation, having also a positive effect on human health (DellaPenna, 1999; Grusak, et al 1999; Bliss, 1999). In view that prickly pear fruits do not undergo significant browning at room temperature, this might be a reflection of the antioxidant capacity of their vitamin C levels.

3.2.8 OIL CONTENT

The oil yield obtained varied significantly with the maturation and cultivars. For all cultivars studied, it reached the maximum in intermediate stage of maturity. These data were in agreement with literature data for Moroccan prickly pear (Mouden et al, 2012).

The white variety has the least percentage (4.89-5.47%), while Aissa has the highest percentage (11.36- 12.86%). In the studied varieties, oil percentage ranged between 4.89 and 12.86%. These values were in agreement with those found in Algerian cultivars: 7.3 – 9.3 % (Chougui et al, 2013), Moroccan cultivars: 7.79- 11.86% (Mouden et al, 2012) and Turkian cultivars: 6.96% (Coskuner and Tekin, 2003).

Compared to other oil-seed crops, the *Opuntia Ficus Indica* studied presented lower oil content. Indeed, higher amounts were recovered from cotton seeds (15–24%), soybean (17–21%), grape seeds (6–20%), olive (20–25%) (Matthäus & Özcan, 2006).

Table 4: Physicochemical analysis

	Cultivars											
	Shoul			***Aissa***			***Moussa***			***Dellahia***		
Characteristics	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 1	Stade 2	Stade 3
PH	6,22	6,33	6,44	6,21	6,31	6,43	6,2	6,32	6,39	6,39	6,45	6,5
% Moisture content	87,02	86,65	86,08	89,3	88,05	87,3	86,5	85,34	85,02	86,54	85,88	85,49
% Ash	0,372	0,345	0,329	0,479	0,541	0,495	0,391	0,314	0,409	0,501	0,419	0,45
Acidity in mg of citric acid /100 g of juice	0,059	0,059	0,057	0,059	0,059	0,056	0,058	0,057	0,054	0,053	0,053	0,05
% Brix	11,74	12,54	12,58	13,33	13,55	13,82	12,85	13,14	14,1	15,13	15,34	15,44
% Total sugars	10,5	11,22	11,44	12,4	12,63	12,8	11,85	12,29	13,5	13,98	14,85	14,98
% Reducing sugars	8,88	9,54	9,64	11,3	10,39	10,3	9,87	10,16	11,12	11,5	12,15	12,11
% Non Reducing sugars	1,62	1,68	1,8	1,1	2,24	2,5	1,98	2,13	2,38	2,48	2,7	2,87
Vitamin C (mg/ 100g)	38,15	49,89	51,29	52,2	57,67	67,66	49,89	57,51	62,5	32,56	40,67	47,89
% Fat	6,44	7,31	7,29	12,2	12,86	11,36	7,53	8,63	8,35	4,89	5,47	5,22

According to table 5, for all samples studied, the extracted oils were composed mainly of unsaturated fatty acids (UFA) (between 80.3- 84.9%) including mono-unsaturated fatty acids (Palmitoleic and oleic acid) and the poly-unsaturated fatty acid (linoleic and α-linolenic). The saturated fatty acids (SFA; palmitic, stearic and arachidic fatty acids) were detected, but at

lower rates (14.6-20.4%). These results are in agreement with those of Ramadan and Mörsel, 2003 and Tlili, et al, 2011. The ratios of SFA acids to UFA varied from 3.93 to 5.81%. In all the samples, linoleic acid was the dominating fatty acid ranging from 54.4% (*Moussa*, locality 2, Stade 3) to 63.20% (*Moussa*, locality 2, Stade 1). The fatty acid contents obtained in this study were quite similar to those found in the *Opuntia ficus indica* oil studied by Matthäus and Özcan 2011 ; Ozcan and Al Juhaimi 2011; and Chougui 2013.

For maturity effect, saturated fatty acids (SFA) increased with maturity (16.9-20.4 %), while unsaturated fatty acids (UFA) decreased (82.7- 80.3%) and consequently the ratio UFA/ SFA decreased (4.89-3.93%). For variety effect, the percentage changed from one cultivar to another, *Moussa* had the highest percentage (17.7%) for SFA while *Dellahia* had the lowest percentage (14.6%). For *Dellahia* the UFA content was highest (84.9%) and for *Moussa*, it was the lowest (81.8%).

Table 5: Fatty acids composition (Variety effect)

Fatty acid	*Shoul Stade 2*	*Dellahia Stade 2*	*Moussa Stade 2*	*Aissa Stade 2*
Palmitic acid C16:0	**13,50%**	**11,20%**	**13,1%**	**12,8%**
Palmitoleic acid C16:1	0,90%	0,70%	0,5%	0,5%
Stearic acid C18:0	3,10%	3,10%	4,3%	4%
Oleic acid C18:1	**22%**	**24,50%**	**21,5%**	**20,9%**
Linoleic acid C18:2	**59,70%**	**58,90%**	**59,1%**	**60%**
α-Linolenic acid C 18:3	0,20%	0,30%	0,3%	0,2%
Arachidic acid C20:0	0,10%	0,30%	0,3%	0,4%
Gadoleic acid C20:1	0,10%	0,50%	0,4%	0,5%
Total SFA	16,7	14,6	17,7	17,2
Total UFA	82,9	84,9	81,8	82,7
UFA/ SFA	4,96	5,81	4,62	4,8

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid.

Table 5: Fatty acids composition (Locality effect)

Fatty acid	*Moussa Locality 2, Stade 1*	*Moussa Locality 2, Stade 2*	*Moussa Locality 2, Stade 3*
Palmitic acid C16:0	**13%**	**13,10%**	**15,1%**
Palmitoleic acid C16:1	0,50%	0,50%	0,6%
Stearic acid C18:0	3,50%	4,30%	4,8%
Oleic acid C18:1	**18,50%**	**21,50%**	**24,9%**
Linoleic acid C18:2	**63,20%**	**59,10%**	**54,4%**
α-Linolenic acid C 18:3	0,30%	0,30%	0,2%
Arachidic acid C20:0	0,40%	0,30%	0,5%
Gadoleic acid C20:1	0,20%	0,40%	0,2%
Total SFA	16,9	17,7	20,4
Total UFA	82,7	81,8	80,3
UFA/ SFA	4,89	4,21	3,93

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid.

Table 5: Fatty acids composition (Stage of maturity effect)

Fatty acid	*Aissa locality 1 stage 2*	*Aissa locality 2 stage 2*	*Aissa locality 3 stage 2*
Palmitic acid C16:0	**12,7%**	**12,8%**	**12,8%**
Palmitoleic acid C16:1	0,60%	0,50%	0,7%
Stearic acid C18:0	3,50%	4%	3,1%
Oleic acid C18:1	**19,1%**	**20,9%**	**19,1%**
Linoleic acid C18:2	**63,10%**	**60,6%**	**62,4%**
α-Linolenic acid C 18:3	0,30%	0,20%	0,2%
Arachidic acid C20:0	0,30%	0,4 %	0,3%
Gadoleic acid C20:1	0,40%	0,50%	0,2%
Total SFA	16,5	17,2	16,2
Total UFA	83,5	82,7	82,6
UFA/ SFA	5,06	4,8	5,09

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid.

About locality effect, the contents for *Aissa* in Satge 2 did not change a lot; it varied from 16.2 to 17.2% for SFA, and from 82.6 to 83.5% for UFA.

The essential fatty acids raised a great interest because of the health potential of poly-unsaturated fatty acids. It was considered that the fatty acids play a natural preventive role in cardiovascular diseases and in alleviation of some other health problems (Faremi & Ekanem, 2011; Hooper et al., 2001). Moreover, poly-unsaturated fats were shown to promote the reduction of both total and LDL cholesterol and a small but significant decrease in HDL cholesterol (Ajayi & Ajayi, 2009).

4 CONCLUSION

The current study revealed a large variation in the morphological and physicochemical characteristics of Moroccan prickly pear fruits for cultivars during maturation from green mature stage to ripe fruits. With advance in maturity the weight of the whole fruit and pulp, pH, Brix, vitamin C and sugars increased, while, the proportions of skin, acidity, and moisture decreased. For morphological characteristics (width, length, skin thickness, diameter and depth of receptacle), no set pattern was observed between the stages of ripeness of the fruits.

In conclusion, this investigation showed the potential value of cactus-pear fruits as a good natural source of energy, and antioxidants such as vitamin C. Based on its low acidity and high sweetness, cactus-pear pulp could be very suitable as a natural additive or substituted material in the production of many foodstuffs.

REFERENCES

[1] Abd El-Razek F.H . and Hassan. A .A. (2011). Nutritional Value and Hypoglycemic Effect of Prickly Cactus Pear (*Opuntia Ficus-Indica)* Fruit Juice in Alloxan-Induced Diabetic Rats. Aust. *J. Basic & Appl. Sci*., 5(10): 356-377.

[2] AOAC (1990). In K. Helrich (Ed.). Official methods of analysis of AOAC: food composition; additives; natural contaminants (Vol. II). Arlington: AOAC.

[3] AOAC (2000). Official Methods of Analysis, 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, USA. Broihier K (1999). The Phyto-chemical Renaissance. Food Processing. 44:46-48.

[4] Anaya-Perez, M. A. (2001). History of the use of Opuntia as forage in Mexico. In C. Mondragon-Jacobo and S. Perez-Gonzalez (Eds.), Cactus (Opuntia spp.) as storage (pp. 5-12). Rome, Italy: FAO.

[5] Ajayi, O. B., & Ajayi, D. D. (2009). Effect of oil seed diets on plasma lipid profile in albino rats Pak. *Journal of Nutrition*, 8, 116–118.

[6] Askar, A.; El-Samahy, S. K. (1981) . Chemical composition of prickly pear fruits. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 77, 279-281.

[7] Belitz, H. D.; Grosch, W. 1999. *Food Chemistry Springer- Verlag*: Berlin, Germany.

[8] Benson, L. (1982). Cacti of the United States and North America. Stanford University Press, Stanford, CA.

[9] Bliss, F. A. (1999). *Hort. Sci*., 34, 1163–1167.

[10] Bouzoubaâ , Z., Essoukrati, Y., Tahrouch, S., Hatimi, A., Gharby, S., and Harhar H. (2014). Etude physico-chimique de deux variétés de figuier de barbarie ('Achefri' et 'Amouslem') du Sud marocain. *Les technologies de laboratoire,* volume 8, n°34, 137-144

[11] Browne, C.A.; Zerban, F.W. (1955) . Physical and Chemical Methods of Sugar Analysis*, In J. Wiley and Sons (ed.*), New York.

[12] Chalak , L., Younes, J., Rouphael, S., Hamadeh, B. (2014). Morphological Characterization of Prickly Pears (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.) Cultivated in Lebanon*. International Journal of Science and Research.* 2319-7064

[13] Chougui, N ., Tamendjari, A ., Hamidj, W.,Hallal, S., Barras, A ., Richard,T ., Larbat R . (2013). Oil composition and characterisation of phenolic compounds of *Opuntia ficus-indica* seeds. *Food Chemistry* 139 : 796–803

[14] Cokuner, Y., and Tekin, A. (2003). Monitoring of seed composition of prickly pear (*Opuntia ficus-indica L*) fruits during maturation period. *J. Sci .Food. Agric ,* 83:846–849

[15] Dehbi, F., Hasib, A., Ouatmane, A., Elbatal, H., Jaouad , A . (2014). Physicochemical Characteristics of Moroccan Prickly Pear Juice (*Opuntia ficus indica L.). International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering.* Volume 4, Issue 4, 300-306.

[16] DellaPenna, D. (1999). Science, 285, 375–379

[17] El-Gharras, H.; Hasib, A.; Jaouad, A.; El-Bouadili, A. (2006) . Chemical and physical characterization of three cultivars of Moroccan yellow prickly pears (opuntia ficus-indica) at three stages of Maturity. *Cienc. Tecnol. Aliment*. 5(2) 93-99.

[18] Faremi, A. Y., & Ekanem, J. T. (2011). Haematological parameters and enzyme studies in Trypanosome brucei-infected rats reared on Nigella sativa oil-based diet. *Asian Journal of Biochemistry*, 6, 90–97

[19] Forni, E., Polesello, A., Montefiori , D., Maestrelli , A. (1992). High Performance liquid chromatographic analysis of the pigments of bloodred Prickly pear (Opuntia ficus-indica*). J. Chromatogr*. 593: 177- 183.

[20] Frati, A. C., Jime´nez, E., & Ariza, R. C. (1990). Hypoglycemic effect of Opuntia ficus indica in non insulin-dependent diabetes mellitus patients. *Phytotherapy Research*, 4, 195–197.

[21] Galati, E. M., Monforte, M. T., Tripodo, M. M., d'Aquino, A., & Mondello, M. R. (2001). Antiulcer activity of Opuntia ficus indica (L.) Mill. (Cactaceae): ultrastructural study. *Journal of Ethnopharmacology,* 76, 1–9.

[22] Galati, E. M., Pergolizzi, S., Miceli, N., Monforte, M. T., & Tripodo, M. M. (2002a). Study on the increment of the production of gastric mucus in rats treated with Opuntia ficus indica (L.) Mill. Cladodes. *Journal of Ethnopharmacology*, 83, 229–233.

[23] Galati, E. M., Tripodo, M. M., Trovato, A., Miceli, N., & Monforte, M.T. (2002b). Biological effect of Opuntia ficus indica (L.) Mill.(Cactaceae) waste matter. *Journal of Ethnopharmacology*, 79, 17–21.

[24] Gamil, F. B., Shaheen, M.S., and M.S. Hussein. (2012). Production of good quality products from Egyptian Prickly pear fruits. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(11): 5494-5503.

[25] Griffiths, P. (2004). The origins of an important cactus crops, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. *Am. J. Bot*. 91: 1915-1921.

[26] Grusak, M. A., DellaPenna, D., Ann. (1999). *Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol*. 50, 133–161.

[27] Gurrieri, S., Miceli, L., Lanza, C. M.; Tomaselli, F.; Bonomo, R. P.; Rizzarelli, E. (2000) . Chemical Characterization of Sicilian Prickly Pear (Opuntia ficus indica) and Perspectives for the Storage of Its Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 5424-5431.

[28] Hooper, L., Summerbell, C.D., Higgins, J.P., Thompson, R.L., Clements, G., Capps, N. et al. (2001). Reduced or modified dietary fat for preventing cardiovascular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3):CD002137.

[29] Joubert, E. (1993). Processing of the Fruit y Pear Cultivars Grown in South Africa. *International Journal of Food Science and Technology* 28, 377-387.

[30] Inglese, P.; Basile, F. and Schirra, M. (2002). Cactus pear fruit production. In: Nobel, P. S. (ed.) CACTI: *Biology and uses*. University of California Press, Chapter 10: 163-183.

[31] Kelebek, H., Canbas, A., et Selli S. (2008). Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (Citrus sinensis (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food chemistry* 107(4): 1710-1716.

[32] Lee, E. B., Hyun, J. E., Li, D. W., & Moon, Y. I. (2002). Effects of Opuntia ficus indica var. saboten stem on gastric damages in rats. *Archives of Pharmacal Research*, 25, 67–70.

[33] Loro, J. F., del Rio, I., & Pe´rez-Santana, L. (1999). Preliminary studies of analgesis and anti-inflammatory properties of Opuntia dillenii aqueous extract. *Journal of Ethnopharmacology,* 67, 213–218.

[34] Matthäus, B., & Özcan, M. M. (2006). Quantitation of fatty acids, sterols, and tocopherols in turpentine (Pistacia terebinthus Chia) growing wild in Turkey. *Journal of Agricultural Food Chemistry,* 54, 7667–7671.

[35] Matthäus, B., & Özcan, M. M. (2011). Habitat effects on yield, fatty acid composition and tocopherol contents of prickly pear (*Opuntia ficus-indica L*.) seed oils. *Scientia Horticulturae*, 131, 95–98.

[36] Merin U, Gagel S, Popel G, Bernestein S, Rosenthal I (1987). Thermal degradation kinetics of prickly pear fruit (Opuntia amyclaea tenore). *Trop. Foods 1*: 69-93.
[37] Mizrahi, Y.; Nerd, A. and Nobel, P. S. (1997). Cacti as crops. Hort. Rev., 18: 291-346.
[38] Mouden, M., Boujnah, M .,, Mbarki, M ., Rakib, E ., Badoc, A., Douira, A. (2012). Effet de deux méthodes d'extraction et de la période de récolte sur le rendement en huile des graines de figues de barbarie. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 151(1-4), 7-14.
[39] Munoz-de-chavez, M., Chavez, A., Valles, A., Roldan, J .A. (1995). Plants in human nutrition. *World Rev. Nutr. Diet* 77: 175-181.
[40] Nobel, P. S. (1995). Environmental Biology. pp.36-48. In: Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Ed. by Barbera, G.; Inglese, P. and Pimienta-Barrios, E. FAO Plant Production and Protection Paper Nº 132.
[41] Ozcan, M. M., & Al Juhaimi, F. Y. (2011). Nutritive value and chemical composition of prickly pear seeds (*Opuntia ficus-indica L*.) growing in Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62, 533–536
[42] Park, E. H., Kahng, J. H., Lee, S. H., & Shin, K. H. (2001). An antiinflammatory principle from cactus. Fitoterapia, 72, 288–290.
[43] Piga, A. (2004). Cactus pear: A fruits of nutaceutical and functional importance. *J. Profess. Assoc. Cactus Develop.*, 6: 9-22.
[44] Pimienta-Barrios, E. and Munoz-Urias, A. (1995). Domestication of Opuntias and cultivated Varieties. pp.58-63. In: Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Ed. by Barbera, G.; Inglese, P. and Pimienta-Barrios, E. FAO *Plant Production and Protection* Paper Nº 132.
[45] Odoux, E., and Dominguez, L. A. (1996). Prickly pear: an industrial source of betalains. Fruits, 51: 61-78.
[46] Ramadan, M. F., & Mörsel, J. T. (2003). Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica L.). Food Chemistry,* 82, 339–345.
[47] Rodriguez-Felix, A. (2002). Postharvest physiology and technology of cactus pear fruits and cactus leaves. Acta Hort. (Proc.4th IC on Cactus Pear and Cochineal), 581: 191-199
[48] Rose Chiteva and Norman Wairagu. (2013). Chemical and nutritional content of *Opuntia ficus-indica (L). African Journal of Biotechnology.* Vol.12 (21), pp. 3309-3312
[49] Russell, C. E., and Felker, P. (1987). The prickly-pears (Opuntia spp., Cactaceae): A source of Human and Animal Food in Semiarid Regions. Econ. Bot., 41: 433-445.
[50] Saenz, C. (2000). Processing technologies: an alternative for cactus pear (Opuntia spp.) fruits and cladodes. *Journal of Arid Environments* 46, 209-225.
[51] Sarbojeet, J. (2012) . Nutraceutical and functional properties of Cactus pear (opuntia spp.) And its utilization for Food applications*. Journal of Engineering Research and Studies ;* Vol. III/ Issue II/ 60-66 .
[52] Sawaya, W. N.; Khatchadourian, H. A.; Safi, W. M.; Al- Muhammad, H. M. (1983). Chemical Characterization of Prickly Pear Pulp, *Opuntia Ficus Indica*, and the Manufacturing of Prickly Pear Jam. Journal of Food Technology 18, 183-193.
[53] Sepulveda, E.; Saenz, C. (1990). Caracteristicas Quimicas y Fisicas de Pulpa de Tuna (*Opuntia Ficus Indica*). *Revista de Agroquimica y Tecnologia de Alimentos* 30, 51-555.
[54] Sepulveda, E. (1998). Cactus pear fruit potential for industrialization. Proceedings of the International Symposium: cactus pear and Nopalitos processing and uses, C. Saenz (ed.), Santiago, Chile: pp. 17-21.
[55] Stintzing, F. C.; Schieber, A.; Carle, R. (2001). Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. *International Food Research Technology* 212, 396-407.
[56] Stintzing, F. C., and Carle, R. (2005). Cactus stems (Opuntia spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Mol. Nutr. Food Res*., 49: 175-194.
[57] Tateo, F. (1978). Analisi dei Prodotti Alimentari; Chiriotti Editori: Pinerolo (TO), Italy.
[58] Tlili, N., Bargougui, A., Elfalleh, W., Triki, S., & Nasri, N. (2011). Phenolic compounds, protein, lipid content and fatty acids compositions of cactus seeds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 4519–4524.
[59] Turker, N., Coskuner, Y., Ekiz ,HI., Aksa, S., Karababa ,E. (2001). The effect of fermentation on the thermostability of the yellow-orange pigments extracted from cactus pear (Opuntia ficus-indica). *Eur. Food Res. Technol*. 12: 213-216.
[60] INNOCENZA C and NIEDDU G. (1997). Desciptors for cactus pear (*opuntia* spp.). Instituto Coltivazioni Arboree and Universita degli Studi di Sassari, p 28-31.