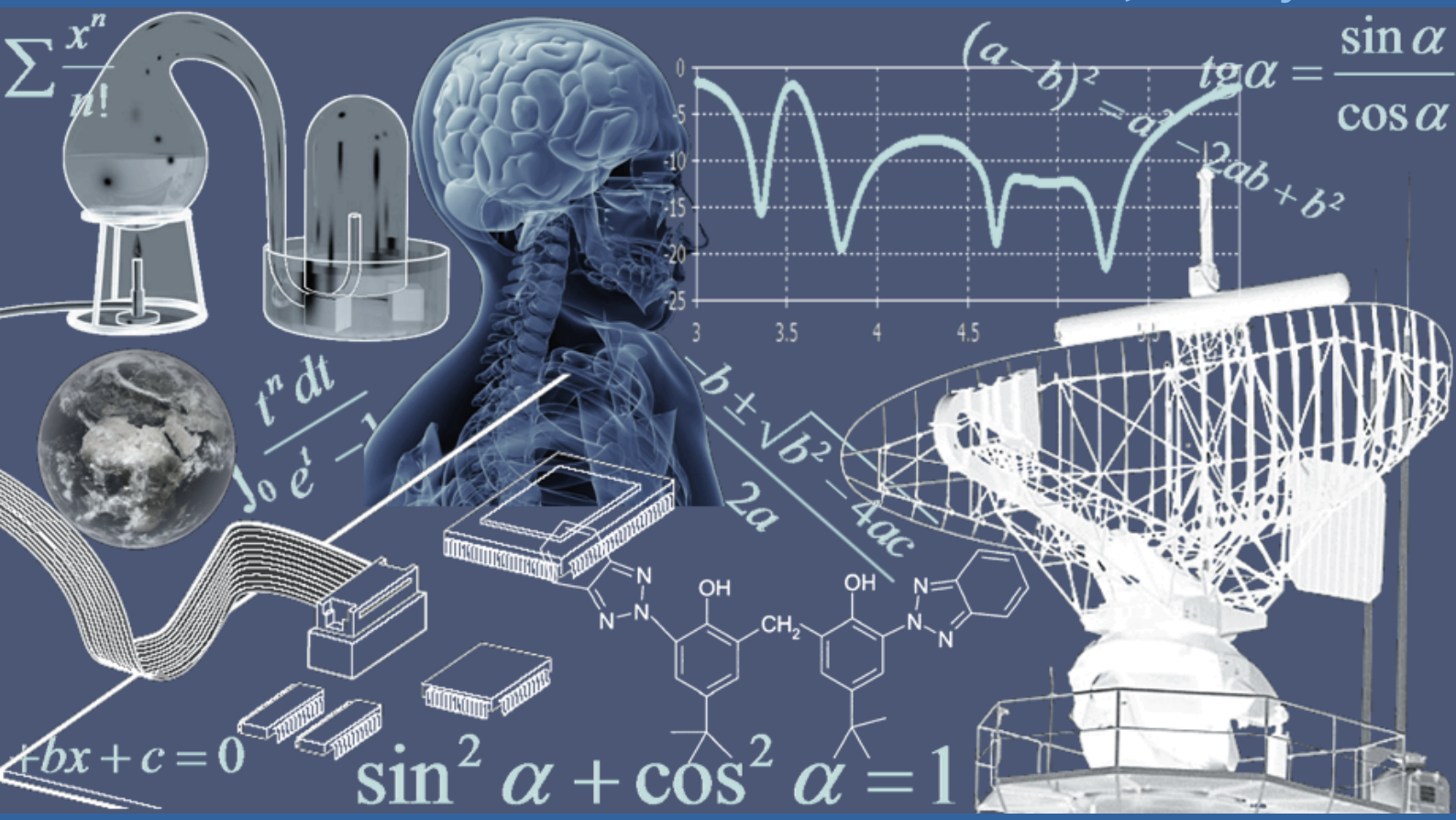
ISSN: 2028-9324
CODEN: IJIABO
Impact Factor: 3.89

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 10 N. 1 January 2015



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.

Table of Contents

Comparative role of Conventional Radiography, Radiovisiography and Cone beam Tomography on 'Dimension Determination' of persistent periapical radiolucency in relation to treatment planning	1-7
Cotton production in Benin: a cause of the emergence of insecticide resistance in populations of Anopheles gambiae in Benin	8-14
Influence of Type of Mentoring Relationship on Youth Empowerment in secondary schools in Njoro Sub-County, Nakuru County, Kenya	15-20
Niveau d'exposition aux éléments traces métalliques (Cd, Cu, Pb, Zn, Ni) de l'amarante (Amaranthus paniculatus L.) et de la laitue (Lactuva sativa L.) cultivées sur des sites maraîchers dans la ville d'Abidjan (Abidjan/Côte d'Ivoire)	21-29
Evaluation of two jab planters for planting maize in the forest zone of Ghana	30-35
CONVULSIONS FEBRILES A LWIRO (Est RDC)	36-40
Grossesse après cancer du sein : Revue de la littérature et mise au point	41-44
Les banques islamiques faces à la crise des subprimes: étude de l'x-efficience par la méthode SFA	45-59
Evaluation de la qualité des eaux du fleuve Inaouène, Maroc septentrional	60-66
Etat vaccinal des enfants pygmées dans la zone de santé de Miti Murhesa	67-72
Déterminants de la Scolarisation et du Niveau Scolaire en Milieu Rural: Une Etude Empirique au Bénin en Afrique de l'Ouest	73-84
Identification and Characterization of Mycobacterium Tuberculosis Isolates from Cattle Owners in North Western and North Eastern Parts of Rural Ethiopia	85-94
Augmented Reality using Hand Gesture Recognition System and its use in Virtual Dressing Room	95-100
Kinetic and Equilibrium Studies on Adsorption of Methylene Blue and Methyl orange in Aqueous Solution onto Activated Carbon by H_3PO_4 Activation from the Hulls of Vitexdoniana	101-108
The contribution of memory in healing and preventing genocide in Rwanda	109-118
SAVANNA PRIMARY LIVELIHOODS AT THE EDGE OF LAND DEGRADATION: LINKAGES AND IMPACTS IN GHANA	119-131
Modeling the Drain Current of a PHEMT using the Artificial Neural Networks and a Taylor Series Expansion	132-137
Determinants of Software-as-a-Service Adoption and Intention to Use for Enterprise Applications	138-148
Cutaneous Leishmaniasis Modeling: the case of Msila Province in Algeria	149-154
GOVERNANCE AND MANAGEMENT SYSTEM ENVIRONNMENTALE IN THE COMPANY: CASE OF OCP JORF LASFAR	155-165
Contribution à l'étude écotoxicologique du Cadmium et du Plomb dans Distichodus fasciolatus, Mormyrops anguilloides et Schilbe mistus au Pool Malebo (Fleuve Congo- Kinshasa/RD Congo) à MALUKU	166-175
Etude préliminaire de la contamination au Cadmium et au Plomb de Distichodus fasciolatus, Mormyrops anguilloides et Schilbe mistus au Pool Malebo (Fleuve Congo- Kinshasa/RD Congo) à Kinsuka	176-183
Comparaison de la qualité physicochimique du miel de Ziziphus sp (Sider) et d'Acacia sp (Samar) consommés aux Émirats Arabes Unis (UAE)	184-191
Comparaison du contrôleur flou Takagi-Sugeno et de la commande "P & O" pour l'extraction de la puissance maximale d'un système photovoltaïque	192-206
Effets d'un arbre exotique envahissant Hopea odorata Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire	207-216
Richesse spécifique et abondance des oiseaux des dix Lacs Urbains de la ville de Yamoussoukro, dans le centre de la Côte d'Ivoire	217-225
Design and Analysis of a 2-DOF Compliant Mechanism for Nano Scale Positioning	226-236
Impact du Tribunal de Grande Instance d'Uvira (T.G.I) siège secondaire de Kavumu dans le règlement de conflits fonciers et le développement socio-économique de la Chefferie de Kabare	237-243
BENIFICIAL EFFECTS OF PROBIOTIC ON GROWTH PERFORMANCE AND HEMATO-BIOCHEMICAL PARAMETERS IN BROILERS DURING HEAT STRESS	244-249

Cartographie de la vulnérabilité à la contamination des eaux du barrage 9 Avril 1947 (Maroc, Septentrional) 250-259

Biologie et Ecologie de la Rousserolle, genre Acrocephalus: Acrocephalidae, Passeriformes du Lac Kivu, Bassin de Bukavu, RDC 260-267

Evaluation de la qualité hygiénique des Arachides au niveau de la ville de Fès - Maroc 268-277

Tourism as Sustainable Local Development Option: A Case Study in Simen Mountains National Park, Ethiopia 278-284

Synthèse d'une nouvelle membrane asymétrique et semi préalable à base d'un mélange du polysulfone (PSU) et polyétherimide (PEI) : Application à l'élimination des solutions colorées 285-294

Etude de l'effet de revêtement du cuivre dans un milieu NaCl 3% par la formulation d'un polymère oxyde à base de hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphine triamine (HGEDAPT) 295-304

A New Algorithm for Dynamic Encryption 305-312

When Life Satisfaction among Adult Learners is at Odds with their Attitudes, Willingness, and Perception: Confronting the Self-Directed Learning 313-324

Risque de liquidité : cas du Maroc 325-335

G-Brackets : un nouveau formalisme pour la représentation et l'interrogation des bases de données SIG 336-350

Profil épidémiologique des enfants anémiques : Etude prospective 351-356

LOCATION MANAGEMENT MODEL USING MULTI-STEP INTELLIGENT PAGING IN GSM 357-365

Pathological Investigation of Avian Aspergillosis in Commercial Broiler Chicken at Chittagong District 366-376

Top Management Characteristics and Adoption of Internet Banking: Case Study of the Tunisian Banking Sector 377-383

Etude des propriétés antidrépanocytaires et de la thermo dégradation des colorants extraits de l'Hibiscus Sabdariffa, plante légumière à vertu thérapeutique 384-392

Etude phytochimique de quelques légumes consommés dans le Haut-Katanga (RD Congo) et évaluation de leur activité antioxydante 393-404

Comment peut-on développer et gérer la performance des jeunes entreprises en phase de croissance ? : Approche théorique 405-419

Solid Waste Management in Mangaluru City - A Case Study 420-427

Identification des anomalies de fonctionnement des ouvrages de conservation des eaux et du sol du bassin versant Sidi Salah 428-435

Criblage chimique de quelques champignons du Katanga (RDC) et évaluation de leur activité biologique 435-449

Etude de la Peroxydation Lipidique (MDA) et l'Activité Antioxydative (POD) Chez Deux halophytes: Atriplex halimus L. et Atriplex canescens (Pursh) Nutt sous l'Effet du Sel 450-458

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 1-7
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Comparative role of Conventional Radiography, Radiovisiography and Cone beam Tomography on 'Dimension Determination' of persistent periapical radiolucency in relation to treatment planning

Paromita Mazumdar[1], Utpal Kumar Das[2], and Sourav Bhattacharyya[3]

[1]Associate Professor,
Department Of Conservative Dentistry & Endodontics,
Guru Nanak Institute Of Dental Science & Research, India

[2]Professor and Head of the Department,
Department Of Conservative Dentistry & Endodontics,
Guru Nanak Institute Of Dental Science & Research, India

[3]Final Year Post Graduate Trainee (PGT),
Department Of Conservative Dentistry & Endodontics,
Guru Nanak Institute Of Dental Science & Research, India

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

ABSTRACT: To compare the ability of endodontists to determine the size of apical pathological lesions and select the most appropriate choice of treatment based on lesions' projected image characteristics using two dimensional and three dimensional images.
Study Design: Seven subjects were selected. Radiographic examination of symptomatic study teeth with an intraoral periapical radiograph and Radiovisiography (RVG) revealed periapical lesions equal to or greater than 3mmin the greatest diameter. Cone-beam Computed tomography (CBCT) images were made of the involved teeth after the intraoral periapical radiograph confirmed the size of lesion to be equal to greater than 3 mm. Three observers (endodontists) viewed the periapical, RVG and CBCT images. Upon viewing each of the images from the two imaging modalities, observers (1) measured lesion size and (2) made decisions on treatment based on each radiograph
Results: No significant difference was noted in the treatment plan selected by observers using the three modalities. Post-operative radiographs did not shows any significant difference
Conclusion: Lesion size and choice of treatment of periapical lesions based on CBCT radiographs do not change significantly from those made on the basis of radiographs.

KEYWORDS: periapical pathology, periapical radiography, Radiovisiography, CBCT, Treatment planning.

1 INTRODUCTION

In Endodontics, clinical examination, and diagnostic imaging are essential components of the preoperative diagnosis [1] Accurate diagnostic imaging supports the clinical diagnosis and allows the clinician to better visualize the area in question.

At present, intraoral radiography is the technique of choice for diagnosing, managing and assessing endodontic disease [2] (Lofthag-Hansen et al. 2007, Nair & Nair 2007, Patel et al. 2007),

but it is well established that intraoral radiography is of limited use for detecting chronic apical periodontitis (Huumonen & Ørstavik 2002 [3].

Corresponding Author: Sourav Bhattacharyya

1.1 INDICATIONS OF DENTAL RADIOGRAPH IN ENDODONTICS

1- Endodontic disease including apical pathology, pulp exposures and draining fistula.
2- Before, during and /after endodontic treatment
3- Pathology of the oral soft and hard tissues including tumours, fractures.
4- Crown/root pathology including odontoclastic resorptive lesions, crown or root fractures,.
5- Periodontal disease- assessment of bone levels, type of bone loss, combined periodontal-endodontic lesions.

Lee & Messer (1986) 4[4] suggested that periapical lesions, which have been successfully detected when confined to the cancellous bone, may not be readily observed if the thickness of the cortical bone is increased.

The cortical plate acts as anatomical noise, is also one of the reasons why the radiographic size of periapical lesions is under-estimated when compared with the actual size of the periapical lesion (Schwartz & Foster 1971, Shoha et al. 1974, Scarfe et al. 1999).[5]

Hence the influence the radiological size of the periapical lesion is the inability to take parallel radiographs in certain situations. (Bender & Seltzer 1961, Huumonen & Ørstavik 2002). [3]

Conventional two-dimensional radiographs provide clinicians with a cost effective, high-resolution imaging modality. But the information is difficult to interpret especially when the anatomy and background pattern is complex [6]

1.2 RADIOVISIOGRAPHY (RVG)

RVG image enhancement produces images that are significantly more diagnostic then conventional radiograph (CR) within bone. RVG was more accurate in detecting periapical breakdown in earlier stages such as lamina dura perforation and medullary bone involvement. The clinical findings suggest that RVG could provide an accurate method for detection of periapical pathosis with less exposure.[7]

ADVANTAGES OF RVG

- Reduced radiation with conventional X-ray up to 80%
- Digital intraoral sensor is used instead of X-ray film
- Faster imaging without X-ray film and developing images
- Immediate imaging on the computer screen
- High quality of the digital image that can be analyzed and processed
- Option of saving images in the electronic memory.

LIMITATION

- Small sensor size
- Thick sensor size
- Special device needed
- Expensive

1.3 CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY (CBCT) SCAN

CBCT has many advantages over conventional radiography for endodontic uses.

- Diagnosis of periapical pathology[8]
- Measurement of internal and external resorption lesions
- Identification of perforations,
- Fractures and trauma [9]
- Pre-Surgical treatment planning [10]

ADVANTAGES OF CBCT

- Elimination of superimposition of other tissues
- Computerized tomography, differences between the tissues with different physical densities.
- Three dimensional images of the tissues which are located on axial, coronal, sagittal planes.
- Treatment plan for dental implant
- No magnification and no distortion.
- Cysts/tumors, it can be determined whether cyst formation has a solid or a liquid structure by means of density measurements (Frederiksen, 2004) [11] CBCT is capable of providing images at a low radiation dose and with sufficient spatial resolution.

DISADVANTAGES OF CBCT

1- **Soft tissue space -** Cannot be determined accurately due to low contrast resolution of 14-bit. [6].
2- **Metal Restoration** artifacts due to metal restorations and motion artifacts due to patient movement still exist on CBCT images [12].
3- **Radiation –** More radiation espouser than digital radiography[13]

2 AIMS AND OBJECTIVES

The aim of this study is to evaluate if CBCT images provide more information than standard PA radiography and RVG to the degree that practitioners change their treatment plan when and if they see additional information after giving up initial treatment plan with suitable conventional radiograph.

The additional aim of this study is to assess the prognosis of the post operative healing by the PA radiography, RVG, and CBCT.

The objective of this study was to compare lesion size and choice of treatment relative to the available radiographic information from periapical radiography, RVG and CBCT.

3 MATERIALS AND METHODS

3.1 SAMPLE/STUDY POPULATION

The study group will be comprised of seven adult subjects.

All subjects that reported to the Department OF Conservative Dentistry &Endodontics with symptoms suggestive of a periapical lesion.

Subjects will be recruited consecutively during the period from January 2014 to February 2014.

3.2 INCLUSION CRITERIA

Inclusion criteria were as follows:

1. Patients older than 18 years,
2. Consented for a radio- logical examination.
3. An unremarkable medical history no physical or mental disability.
4. No history of drug allergy (local anesthesia).
5. Subjects will have a periapical lesion of size greater than 3 mm.
6. Single rooted teeth with periapical lesion size equal to or greater than 3mm on intraoral periapical radiography will be included in the study.
7. Previously root treated teeth and teeth with restorations.
8. Endodontically involved teeth with history of trauma or radiographic evidence of fracture.
9. Patients requiring surgical intervention due to complexity of conservative procedure or paucity of time.

3.3 EXCLUSION CRITERIA

- Patients younger than 18 years old
- Not consented for a radio- logical examination.
- Teeth that needed immediate therapy due to an endodontic emergency.
- Metallic restorations on the diseased tooth.
- Small periapical lesion (less than 3 mm) responsive to nonsurgical therapy

No specific control group will be used for either of the radiographic modalities tested since teeth other than the study tooth in the same jaw were also imaged and served as internal controls.

The internal control tooth will be scanned using the same CBCT scanning protocol.

4 IMAGE RECORDING

4.1 CONVENTIONAL RADIOGRAPHS

Two-dimensional radiographs (intraoral periapical) will be obtained with an intraoral dental X-ray machine (X Mind X Ray System)(SATELEC India Ptv Ltd) using the Paralleling Axis Technique and round collimator (2.86 inch diameter) with variable kVp and mAs and focal spot size 0.7mm × 0.7 mm. Conventional film images were obtained using KODAK E (KODAK) E-Speed size 2 film with an image exposure time of 0.4 s. Metallic grid was placed along with film.

Films will be automatically processed on the very day. The size of the periapical lesions was measured with the shadow of metallic grid (1mm) measurement tool available.

PAI score (1986 Orstivik et al.) to be used for to assess the periapical status on the periapical radiographs.[14]

4.2 RADIOVISIOGRAPHY

Digital images will be obtained using a direct digital intraoral charge-coupled device (CCD) sensor, (Digora), size 2 (36.5x25.8), with an image exposure time of 0.2 s. Digora -fMx software was used to display images in real-time on a monitor.

The images will be stored as 8-bit TIFF (Tagged Image File Format) files at maximum quality

The size of the periapical lesions was measured with a measurement tool available in the(Digora -fMx) software.

Teeth with periapical lesions equal to or greater than 3mm as seen on the two-dimensional radiographs will be further recommended for a CBCT scan.

4.3 CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY (CBCT) SCAN

CBCT scan of the study patient will be acquired using the Platinum Next Generation SIRONA CBCT scanner and standard scanning protocols (pulsed exposure, 120 kVp, 3 to 7mA, 14.7 second exposure time, 0.25 × 0.25 × 0.25mm isotropic voxel size, 14 bit, maxilla or mandible) . Collimation will be fully adjusted to include the maxilla or mandible only. A limited (maxilla or mandible) FOV (field of view) will be used to scan the tooth involved. The FOV for the maxilla and mandible was 16 cm (*d*) × 6 cm (*h*).

Effective radiation dose will be varied from patient to patient. For the CBCT scans the score system suggested by Estrela [15].

5 IMAGE VIEWING

It is easier for observer to view CBCT images at a monitor attached to the CBCT scan acquisition hardware.

All images will be viewed under acceptable room lighting conditions.

The observation will be done to perform the following with the two imaging modalities separately:

a) Measurement of the extent of the periapical lesion (greatest distance (diameter) in millimeters.
b) Treatment plan for particular tooth (root canal treatment, periapical surgery, root canal treatment and periapical surgery and no endodontic treatment).

The observations will be performed in three separate sessions: one for PA images and one for RVG another for CBCT images.

Images from each modality were viewed only once by one observer.

This will be done to enable observer could score all images between the two modalities in a timely fashion.

The observation sessions were separated by two weeks between the each modalities.

The presentation of the images to the observer among sessions will be randomized. All observation was done for 7 images acquired from 7 different teeth (7 subjects) from the THREE imaging modalities.

The measurement the lesion size and scored their choice of treatment for each tooth. Overall, a total of (7 images for PA +7 images of RVG+ 7 images for CBCT) each for lesion measurement and treatment choice.

6 TREATMENT PLANNING

The datasets were collected by one investigator (endodontist) who did not participate on the evaluation of the images. Two previously calibrated examiners (both endodontists) scored each image separately for the assessment of the presence of periapical radiolucencies.

Several parameters were evaluated: (i) maximum dimension of lesion , (ii) numbers of lesion per tooth, (iii) number of teeth with lesions.. The observers were blinded to the patients' data. The examiners firstly assessed the PR then RVG and CBCT images and results were compared.

In addition to the radiographic diagnosis, the evaluator then selected from a list their preliminary treatment plan for each case based on their radiographic diagnosis. The list includes:

1) Conventional "First Time" Root Canal Treatment
2) Endodontic Surgery (May include perforation repair, Apicoectomy, Biopsy)

Also, if the tooth required a root canal retreatment followed by a surgery.

The list of choices includes:

1. Periapical Radiolucency >2mm – conventional root canal treatment (RCT)
2. Periapical Radiolucency >3mm - conventional root canal treatment+ surgery
3. Periapical Radiolucency > 4mm- RCT + surgery+ Bone graph

Table 1

Observer 1		Observer 2		Observer 3	
Treatment plan		Treatment plan		Treatment plan	
Case 1	Conventional RCT	Case 1	Conventional RCT	Case 1	Conventional RCT
Case 2	RCT + Surgery	Case 2	RCT + Surgery	Case 2	RCT + Surgery
Case 3	RCT +Surgery	Case 3	RCT +Surgery+ Bone graft	Case 3	RCT +Surgery
Case 4	RCT +Surgery +Bone graft	Case 4	RCT +Surgery+ Bone graft	Case 4	RCT +Surgery+ Bone graft
Case 5	RCT +Surgery	Case 5	RCT +Surgery+ Bone graft	Case 5	RCT +Surgery
Case 6	RCT +Surgery	Case 6	RCT +Surgery	Case 6	RCT +Surgery
Case 7	RCT +Surgery+ Bone graft	Case 7	RCT +Surgery	Case 7	RCT +Surgery+ Bone graft

Table 2

	Conventional radiography		Radio vesio graphy		CBCT		
	Lesion dimension		Lesion dimension		Lesion dimension		
	Pre operative	Post operative	Pre operative	Post operative	Pre operative	Post operative	Treatment
Case 1	2. mm	0.5mm	2.5mm	0.5mm	3.8mm	0.78mm	Conv RCT
Case 2	4mm	1mm	4.69mm	1 mm	6.8mm	0.2mm	Surgery+
Case 3	7mm	1mm	9.25mm	1mm	17.8mm	0.5mm	Surgery+ Bone graft
Case 4	6mm	1 mm	8.25mm	0.55mm	13.71mm	0.56mm	Surgery+ Bone graft
Case 5	5mm	1mm	8.15mm	0.68mm	11.17mm	0.64mm	Surgery+ Bone graft
Case 6	6mm	1mm	8.25mm	0.54mm	12.35mm	0.68mm	Surgery+ Bone graft
Case 7	7mm	1 mm	9.21mm	0.66mm	13.68mm	0.25mm	Surgery+ bone graft

7 DISCUSSION

The quality and quantity of radiographic information is essential to endodontic therapy because it affects the diagnosis, treatment planning and outcome (Nakata et al. 2006). [16]

Rigolone et al.[17] first described the value of CBCT in planning for endodontic surgery. The treatment plan may vary according to the extent of bone defect or apical root protrusion. The horizontal and bucco/labio-lingual/palatal slice images of a tooth, including the root apex, by CBCT could clarify the bone defects in persistent periapical lesions of endodontically treated teeth. The conventional dental radiograph does not provide such information. The diagnostic information obtained by CBCT constitutes an excellent resource for endodontic therapy, including cases of persistent infections. Natkin et al. reported that if the radiographic lesion size is 200 mm^2 or larger, then the incidence of cysts was almost 100% and they have analyzed the data of different studies relating the radiographic lesion size to histology and surgical approach is mandatory[18].

The image quality of CBCT has been reported to be subjectively inferior to conventional film images for the evaluation of homogeneity and the length of root fillings in single-rooted teeth (Sog˘ur et al. 2007). Although the accuracy of detecting alveolar bone loss was significantly better with CBCT than with conventional periapical radiographs, the accuracy in the anterior aspect of the jaws was limited, because the quality of CBCT slice images was insufficient to reliably resolve the thin alveolar crest (Mol & Balasundaram 2008) [19] . However, Mischkowski et al. (2007) indicated that CBCT provides satisfactory information about linear distances and volumes. In addition, CBCT can identify periapical lesions not detected with periapical radiographs (Lofthag-Hansen et al. 2007).

Lack of distortion, magnification and the relative low radiation dose will result in more clinicians adopting CBCT to enable accurate diagnosis and treatment planning, in addition to long-term follow-up and evaluation of healing (Nair & Nair 2007, Patel 2009). In our study, three endodontists viewed images from three modalities (PA,RVG and CBCT) and made their treatment decisions. The intraclass correlation with regards to the treatment decision was only moderate . This could be attributed to the varying clinical experience levels (novice to highly skilled). Previous studies indicate that the long-term stability of observers in detecting periapical radiolucencies on conventional radiographs was satisfactory[23].

Recently, CBCT has found to be useful in measuring the bone density before and after endodontic treatment [20]Thus, CBCT can be used for the assessment of periapical healing following root canal treatment and endodontic surgery. CBCT provides an effective and safe way of producing 3D information of individual teeth and adjacent structures and may in time change the way in which the outcome of endodontic treatment is assessed [21].

Lofthag-Hansen et al., 2007showed the limitations of PA compared to CBCT for preoperative diagnosis of posterior maxillary teeth scheduled to undergo apical surgery. Hence, the use of CBCT has been recommended for presurgical planning, and in particular for planning of apical surgery in multi-rooted teeth

Monitoring the healing of apical lesions is an important aspect of postoperative assessment in endodontics. Pinsky et al. [22] investigated the accuracy of CBCT in the detection of the simulated osseous defects of varying diameters and depths in an acrylic block and on the buccal cortex of a human mandible. CBCT imaging provides several advantages for preoperative treatment planning especially in maxillary posterior teeth with apical pathology.

8 CONCLUSION

Conventional intraoral radiography provides clinicians with an accessible, cost effective, high-resolution imaging modality that continues to be of value in endodontic therapy.

There are, however, specific situations, both pre- and postoperatively, where the understanding of spatial relationships afforded by CBCT facilitates diagnosis and influences treatment.

The usefulness of CBCT imaging can no longer be disputed—CBCT is a useful task specific imaging modality and an important technology in comprehensive endodontic evaluation.

REFERENCES

[1] Reit, C., Petersson, K., Molven, O.: Diagnosis of pulpal and periradicular disease. Textbook of Endodontology, ed 1. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd,9-18, 2003

[2] Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Gro¨ndahl K, Gro¨ndahl H-G (2007) Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology 103, 114–19

[3] Huumonen & Ørstavik 2002 Radiological aspects of apical periodontitis. Endo Topics 2002;1:3 252

[4] Lee S-J, Messer HH (1986) Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. International Endodontic Journal 19, 64–72.

[5] Paula-Silva FWG, Hassan B, da Silva LAB, Leonardo MR, Wu M-K. Outcome of root canal treatment in dogs determined by periapical radiography and cone beam computed tomography. J Endod 2009;35:723 6

[6] Kundel, HL., Revesz, G.: Lesion conspicuity, structured noise, and film reader error. Am J Roentgenol. 126:1233-8, 1976

[7] Sullivan JE Jr, Di Fiore PM, Koerber A. Radiovisiography in the detection of periapical lesions. J Endod 2000; 26(1): 32–5.

[8] Stavropoulos, A., Wenzel, A.: Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions: an ex vivo study in pig jaws. Clin Oral Investig 11:101-6, 2007

[9] Cohenca, N., Simon, JH., Roges, R., Morag, Y., Malfaz, JM.: Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: traumatic injuries. Dent Traumatol 23:95-104, 2007

[10] Rigolone, M., Pasqualini, D., Bianchi, I., Berutti, E., Bianchi, SD.: Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: “low-dose cone-beam” CT analysis of the pathway and its anatomic variations. J Endod. 29:773-5, 2003

[11] Frederiksen, NL. (2004). Specialized Radiographic Techniques, In: Oral Radiology: Principles and Interpratation , White, SC.&Pharoah, MJ, (Ed), 245-250, Mosby, ISBN 978-0-323- 02001-5, China

[12] Bertrand Khayat, Jean-Charles Michonneau. Cone-beam in endodontics Endo Practice April 2009;44-48.

[13] Ridao-Sacie C, Segur-Santos JV. Radiological assessment of periapical status using the periapical index: comparison of periapical radiography and digital panoramic radiography. Int Endod J 2007;40:433 440

[14] Y. H. Liang, G. Li, P. R.Wesselink, and M. K.Wu, “Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans,” *Journal of Endodontics*, vol. 37, no. 3, pp. 326–331, 2011.

[15] Bertrand Khayat, Jean-Charles Michonneau. Cone-beam in endodontics. Endo Practice April 2009;44-48

[16] Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Ariji E, Nakamura H (2006) Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirooted tooth: a case report. Journal of Endodontics 32, 583–7

[17] M. Rigolone, D. Pasqualini, L. Bianchi, E. Berutti, and S. D.Bianchi, “Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: “low-dose cone-beam” CT analysis of the pathway and its anatomic variations,” Journal of Endodontics, vol. 29, no. 11, pp. 773–775, 2003

[18] Natkin, R. J. Oswald, and L. I. Carnes, “The relationship of lesion size to diagnosis, incidence, and treatment of periapical cysts and granulomas,” Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology, vol. 57, no. 1, pp. 82–94, 1984

[19] Mol & Balasundaram 2008 Dentomaxillofac Radiol. 2008 Sep;37(6):319 24.

[20] S. Kaya, I. Yavuz, I. Uysal, and Z. Akkus, “Measuring bone density in healing periapical lesions by using cone beam computed tomography: a clinical investigation,” Journal of Endodontics, vol. 38, no. 1, pp. 28–31, 2012

[21] S. Patel, A. Dawood, T. Pitt Ford, and E. Whaites, “The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems,” International Endodontic Journal, vol. 40, no. 10, pp. 818–830, 2007

[22] 79 H. M. Pinsky, S. Dyda, R. W. Pinsky, K. A. Misch, and D. Sarment, “Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT,” Dentomaxillofacial Radiology, vol. 35, no. 6, pp. 410–416, 2006.

[23] O. Molven, A. Halse, and I. Fristad, “Long-term reliability and observer comparisons in the radiographic diagnosis of periapical disease,” *International Endodontic Journal*, vol. 35, no. 2, pp. 142–147, 2002.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 8-14
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Cotton production in Benin: a cause of the emergence of insecticide resistance in populations of *Anopheles gambiae* in Benin

A. Yadouléton[1-2], C. Vodounon[2], C. Chabi[3], R. Agbanrin[1], K. Badirou[1], R. Attolou[1], F. Ursins[1], H. Allagbé[4], and M. Akogbéto[1]

[1]Centre de Recherche Entomologique de Cotonou (CREC), 06 BP 2604 Cotonou, Benin

[2]Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Université de Parakou, Benin

[3]Université de Parakou, Faculté de Médecine, Benin

[4]Université d'Abomey-Calavi, Département d'Aménagement du Territoire Recherche, Benin

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

ABSTRACT: *Background:* Agricultural pesticides may play a profound role in selection of resistance in field populations of mosquito vectors. The objective of this study is to investigate possible links between agricultural pesticides use and development of resistance to insecticides by the major malaria vector *Anopheles gambiae* from cotton field.
Method: Susceptibility to 4% DDT, 0.05% deltamethrin, 0.75% permethrin, 0.1% bendiocarb was assessed using the WHO standard procedures for adult mosquitoes from cotton field. Tests were carried out with two to three days-old, non-engorged female mosquitoes. The *An. gambiae* Kisumu strain was used as a reference. Knockdown effect was recorded every 5 min and mortality scored 24 h after exposure. Mosquitoes were identified to species and molecular form by PCR-RFLP and genotypes at the *knock down resistance (kdr*) and, *acetylcholinesterase* mutations were determined in surviving specimens.
Results: During this survey, full susceptibility to bendiocarb was recorded in all samples. WHO diagnostic tests showed high frequency of resistance in *An. gambiae* to permethrin (ranging from 3% to 4% mortality), deltamethrin (13% to 22%), DDT (1.01% to 2%) in the seven selected areas. The *Kdr* gene seemed the main target- site resistance mechanism detected at the rates ranging from ranging from 65 to 71%.
The frequency of *ace-1R* gene was found but at very low frequency (< 0.1).
Conclusion: This investigation of malaria vector susceptibility to insecticides revealed a strong resistance to pyrethroid insecticides (permethrin and deltamethrin).
This Pyrethroid resistance may seriously jeopardize the efficacy of of IRS and LLINs on which, most African countries including Benin, rely to reduce malaria transmission.
The current findings will help for decision making in the National Malaria control program particularly in the choice of insecticide to use during campaigns of Indoor residual spraying in this part of Benin.

KEYWORDS: Cotton; *Anopheles gambiae*; Insecticide; Resistance; Banikoara; Benin.

1 INTRODUCTION

Cotton production is an important crop in West and Central Africa [**1**]. It has long been seen as an engine of development in West Africa [**2**]. A recent report from the Food and Agriculture Organization (FAO) showed more than 10 million people depend on cotton production to earn enough cash to pay for the food they eat [**3**]. It is the most important source of export revenue in Burkina-Faso, Mali, Cameroon, Senegal and Benin [3].

However, Cotton is vulnerable to insect pest's attack, especially when grown in a monoculture. The agrochemicals used to control these insect pests are often acutely toxic, with potential to cause serious adverse health and environmental impacts.

Corresponding Author: A. Yadouléton

In West and Central Africa, cotton crop protection represents 90% of the insecticide use against insect pests [**1**]. The control strategies implemented against cotton pest especially *Helicoverpa armigera*, the main pest of cotton required a regular repeated applications of insecticides during the cotton plant growing cycle. In Benin, as recommended by the Institut National des Recherches Agronomiques du Benin (INRAB), six consecutive treatments are applied at two weeks interval to protect the crop against bollworms, leafworms and sucking pests [**4**].These insecticides are essentially composed of organochlorines, organophosphates, carbamates and pyrethroids which are also the main classes used in public health for the impregnation of long lasting insecticide-treated bed nets (LLINs) and indoor residual spraying (IRS) [**5**]. All four of these classes are nerve poisons and either target acetylcholinesterase in the synapses or the voltage-gated sodium channel on the insect neurones.

According to Yadouleton et al. [4], in Benin, insecticide treatments against cotton pests are applied twice a month, for a timeframe of three consecutive months (between July and October) each year. These treatment periods coincide with the rainy season and correspond to the period of high mosquito densities. During the treatments, insecticide residues in cotton fields are washed downwards into mosquito breeding sites thus affecting larval population where they exert a huge selection pressure on larval stages of *An. gambiae* s.l [**6**]. For the last ten years, to increase the yield of cotton, farmers have received considerable attention by the government support. This has led to the use of insecticide in an improper manner to control cotton pests

It therefore crucial to investigate the status of insecticide resistance in *An. gambiae* from the cotton field Benin, because pyrethroid resistance has been reported with a clear evidence of reduced efficacy of ITNs and IRS in experimental huts [**7-8**]. In addition to the knock down resistance (kdr) mutation, which is the main mechanism of resistance to pyrethroids, it's important to address also the presence of the Acethylchonesterase (*Ace-1*) mutation that causes resistance to organophosphates and carbamates.

The present study proposes to assess the resistance status of malaria vectors to carbamates, pyrethroids and organochlorine and assessed the implications for vector control strategy at Banikora in the northern Benin.

2 METHODS

DESCRIPTION OF STUDY SITES

The study was conducted in a cotton field located at Banikoara (2°59 E, 11°31 N) in the northern Benin (Figure 1). The first reason which justifies the choice of this area is that Banikoara is the most productive area of cotton in Benin [**4**]. Moreover, much quantity of the four classes of insecticides is used widely by farmers for pests control [**4**].

The annual mean rainfall recorded at Banikoara ranging from 723.8 to1280.7 mm yearly and this area is characterized by a Sudanian climate with one rainy season (middle of June to October) and one dry season (November-May).

KAP STUDY ON THE USE OF INSECTICIDES IN COTTON FARMS

To generate adequate information on the use of insecticide on cotton fields, Knowledge Attitude-Practice (KAP) surveys were organized in the study site. Following the protocol used by Yadouleton et al. [**4**], leaders of farmer's organizations in seven sites at Banikoara were interviewed using semi-structured questionnaires that focused on the treatment strategies, and the different type of insecticides in the farms. Further, qualitative data was collected through direct observations, in-depth interviews and focus group discussions.

MOSQUITO COLLECTIONS

Mosquitoes were collected during the rainy season (from July to October) across seven selected points at Banikoara in northern Benin. All larvae collected using the dipping on breeding sites from each location were pooled together and reared locally until emergence. Emerging adults were provided with a 10% sugar solution. Adult mosquitoes were sexed and identified morphologically [**9**]

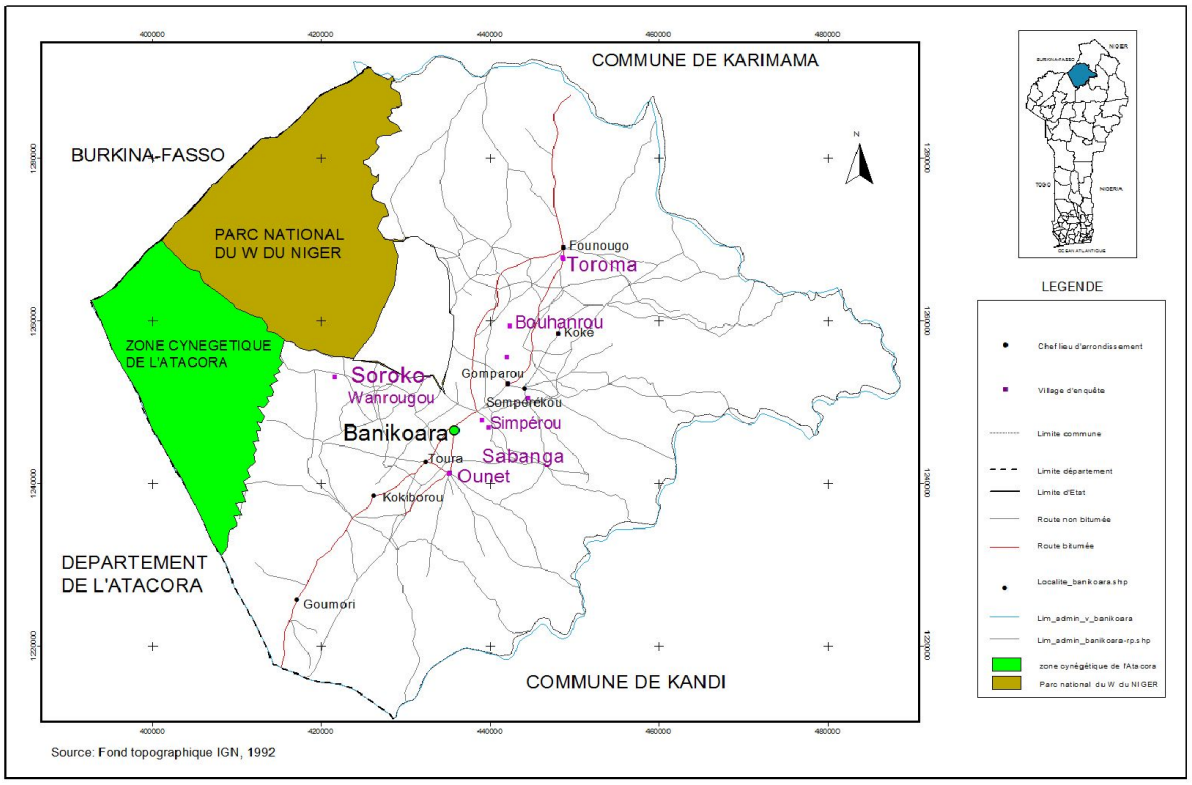


Figure 1: Map of Benin showing the study sites

INSECTICIDE SUSCEPTIBILITY TESTS

Females mosquitoes aged 2-5 days old were exposed to diagnostic doses of various insecticides for susceptibility tests using insecticide-impregnated papers, as described by the standard WHO testing protocol [**10**]. Impregnated papers with recommended diagnostic concentrations of 4% DDT, 0.05% deltamethrin, 0.75% permethrin, 0.1% bendiocarb were used. For each insecticide, 4 batches of 20 to 25 females were exposed to impregnated papers for 1 h. Control tests consisted of a group of 25 mosquitoes exposed to untreated papers.

The *An. gambiae* Kisumu strain was used as the reference strain and tested concomitantly. The number of knockdown mosquitoes was recorded every 10 minutes during the exposure period. Mosquitoes were then transferred into holding tubes and supplied with a 10% sugar solution. Mortality was recorded 24 h after exposure.

The tests results were discarded if mortality in the control group was over 20%. If it was between 5 and 20%, mortality rates were corrected using Abbott's formula [**11**]. Dead and alive mosquitoes were kept separately in 1.5 ml tubes with silica gel and stored at -20°C for molecular analysis.

MOLECULAR IDENTIFICATION AND DETECTION OF THE *KDR AND ACE-1* MUTATIONS

A random sample of 150 mosquitoes from each point of unexposed mosquitoes (bioassays controls) were identified using the PCR-RFLP technique described by Fanello *et al* [**12**] after DNA extraction according to Collins *et al* [**13**]. The last series of PCRs were based on mosquitoes surviving the bioassays to determine the presence of kdr and *Ace-1R* mutations using respectively the methods of Martinez-Torres etal. [**14**] and Weill et al [**15**].

DATA ANALYSIS

The resistance/susceptibility status of the tested populations was determined for each insecticide according to WHO criteria [**10**]. By the said criteria, a resistant population is defined by mortality rates less than 80% after the 24 h observation period while mortality rates greater than 98% are indicative of susceptible populations. Mortality rates between 80–98% suggest a possibility of resistance (suspected resistance) that requires confirmation.

3 RESULTS

KNOWLEDGE-ATTITUDE -PRACTICE (KAP) INVESTIGATIONS

Results from our KAP investigations showed that about 6 pesticide treatments were applied by farmers 45 days after seeding and at two week intervals from flowering. Endosulfan or Tihan® (mixture of spirotetramat + flubendiamide) were sprayed in the first two treatments followed by the mixtures of cyfluthrin + chlorpyrifos ethyl for the 3rd and the 4th treatment and then cypermethrin + dimethoate applied for the last two treatments (Table 1)

Table 1: Pesticides commonly used in cotton field at the seven study sites

Commercial name	Active ingredient	Family name
Tihan 175 O-TEQ	Flubendiamide (100 g/l) + Spirotetramate (75 g/l)	Organophosphate
Emir 88EC	Cyperméthrine (72 g/l) + Acétamipride (16 g/l)	Organophosphate
Cotofan EC	Endosulfan	Organophosphate
Thionex 350EC	Endosulfan	Organophosphate
Nurelle D 236 CE	Cypermethrin (200 g/l) + Chlorpyrifos- methyl (36 g/l) Cypermethrin (200 g/l)	pyrethroid + Organophosphate
Decis 25	Deltamethrin (25 g/l)	pyrethroid
Thunder 145 OD	Betacyfluthrin (45 g/l) + Imidaclopride (100 g/l)	pyrethroid + Organophosphate

RESISTANCE STATUS

Table 2 shows that the reference strain Kisumu and the wild population of *An. gambiae* from the seven sites were fully susceptible (100% mortality) to DDT, deltamethrin , permethrin and bendiocarb.

However, *An. gambiae s.l.* populations at the 7 points at Banikoara were classified as resistant to DDT with mortality rates ranging from 1 to 2% (Table 2). With the two pyrethroids tested, WHO diagnostic tests showed also high frequency of resistance in *An. gambiae* to permethrin (ranging from 3% to 4% mortality), deltamethrin (13% to 22%).

Table 2: Mortality of the wild populations of An. gambiae from the seven study sites after exposure to organochlorine (DDT = 4%), pyrethroids (permethrin = 0.75% and deltamethrine 0.05%) and carbamate (bendiocarb = 0.1%).

	sites	Insecticides	N	% Mortality	Resistance status
Banikoara	Torama	DDT	100	1.01	R
		Permethrin	100	3	R
		Deltamethrin	100	16	R
		Bendiocarb	100	100	S
	Bouhanrou	DDT	95	2.10	R
		Permethrin	98	4.08	R
		Deltamethrin	100	13	R
		Bendiocarb	100	100	S
	Soroko	DDT	100	1	R
		Permethrin	100	4	R
		Deltamethrin	100	18	R
		Bendiocarb	100	100	S
	Wanrougou	DDT	100	2	R
		Permethrin	100	3	R
		Deltamethrin	100	15	R
		Bendiocarb	100	100	S
	Simperou	DDT	100	2	R
		Permethrin	100	4	R
		Deltamethrin	100	17	R
		Bendiocarb	100	100	S
	Sabanga	DDT	100	1	R
		Permethrin	100	4	R
		Deltamethrin	100	18	R
		Bendiocarb	100	100	S
	Ounet	DDT	100	1	R
		Permethrin	100	3	R
		Deltamethrin	100	22	R
		Bendiocarb	100	100	S
An. gambiae Kisumu	Control	DDT	100	98	S
		Permethrin	100	100	S
		Deltamethrin	100	100	S
		Bendiocarb	100	100	S

R = Resistance; S= Susceptible

IDENTIFICATION OF MOLECULAR FORMS OF *ANOPHELES GAMBIAE* S.S

An average of 80 mosquitoes from each site at Banikoara was successfully analyzed by species, molecular forms. PCR on mosquito's populations revealed the presence of two sub-species of *An. gambiae*: *An. gambiae* sensu stricto (*s.s)* and *Anopheles arabiensis* with a predominance of *An. gambiae* s.s (68%). The M form was predominant over the S form (S = 70%). (Table 3)

DETECTION OF RESISTANCE GENES

A total sample of 420 mosquitoes (80 per site at Banikoara) was genotyped both for the 1014 *kdr* and *Ace.1R* mutation. Results from this PCR showed that the *kdr* mutation was present in all *An. gambiae* populations collected in the seven points at Banikoara with frequency ranging from 0.65 to 0.72. There is no difference among the frequency of *Kdr* mutation found in *An. gambiae* populations from the seven points at Banikoara (P>0.05). (Table 3).

The Ace-1 mutation was found but at very low frequency (<0.1) (Table 3)

Table 3: Species and molecular forms identification within Anopheles gambiae complex and the frequency of Kdr and Ace-1R mutations in Anopheles gambiae s.s. in Benin

	Species[a]		Mol. Form		*Kdr* mutation				*Ace.1* mutation			
Localities	**%Aa**	**%Ag**	**%M**	**%S**	**SS**	**RS**	**RR**	**F(R)**	**SS**	**RS**	**RR**	**F(R)**
Torama (90)	20	70	5	85	10	35	45	0.69	84	06	0	0.03
Bouhanrou (90)	18	72	12	78	10	40	40	0.67	86	04	0	0.02
Soroko (92)	25	70	6	86	7	45	40	0.68	85	07	0	0,04
Wanrougou (80)	30	50	10	70	6	34	40	0.71	75	05	0	0.03
Simperou (90)	25	65	18	72	15	25	50	0.69	84	06	0	0.03
Sabanga (100)	30	70	15	85	10	36	54	0.72	92	08	0	0.04
Ounet (100)	28	72	20	80	18	34	48	0.65	90	10	0	0.05
Banikoara (96)	26	70	16	80	12	36	48	0.69	88	8	0	0.04

4 DISCUSSION

The information collected during interviews with cotton farmers and the observations made in cotton fields has confirmed the use an improper manner of insecticides in cotton fields at Banikoara. These insecticides used for pests control belonging unfortunately to the two main classes recommended for vector control in public health: organophosphates and pyrethroids. In West Africa, pyrethroid-treated beds nets remain are the only class approved for use on

insecticide-treated netting owing to their relatively low human toxicity, excito-repellent properties, rapid rate of knock-down and killing effects [**16**], and are being increasingly deployed in indoor residual spraying (IRS) programs in Africa [**5**]. Pyrethroids are also widely used in the control of agricultural pests worldwide [**17**]. The extensive use of pyrethroids particularly in agriculture has increased the selection pressure on the major malaria vectors, which have inevitably developed resistance. In the last decade, the emergence of resistance in populations of Anopheles to common classes of insecticides used in public health has been reported in many African countries including Kenya [18], Benin [**19**].

In Benin, pyrethroids have been extensively introduced in agriculture since 1980s [**6**]. This factor is probably one of the causes of the selection of strong resistance in *An. gambiae* population from cotton field at Banikoara to permethrin and deltamethrin.

According to Yadouleton et al. [**4**], in Benin, insecticide treatments against cotton pests are applied twice a month, for a timeframe of three consecutive months (between July and October) each year. These treatment periods coincide with the rainy season and correspond to the period of high mosquito densities. During the treatments, insecticide residues in cotton fields are washed downwards into mosquito breeding sites thus affecting larval population where they exert a huge selection pressure on larval stages of *An. gambiae* s.l [**6**].

There is clear evidence on the implication of agricultural use of insecticides in the selection of resistance in the major malaria vectors.

Moreover, with pyrethroid resistance spreading in *Anopheles gambiae*, and the introduction of carbamate, bendiocarb as an alternative to pyrethroids for Indoor Residual Spraying (IRS) since six years in Benin, resistance to carbamate has been reported in Benin **[20**]. Therefore, the massive use of these insecticides belongs to carbamate family in cotton fields by farmers can explain the presence of *Ace-1R* mutation in *An. gambiae* populations from the seven sites of Banikoara.

5 CONCLUSION

With the high level of *Kdr* allele frequency in *An. gambiae* populations, pyrethroid resistance resistance may seriously jeopardize the efficacy of of IRS and LLINs on which, most African countries including Benin, rely to reduce malaria transmission.

The current findings will help for decision making in the National Malaria control program particularly in the choice of insecticide to use during campaigns of Indoor residual spraying in this part of Benin.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was financially supported by the Ecole Normale Supérieure de Natitingou. I am grateful to CREC's staff particularly Géraldo Houndéton for technical assistance during laboratory bioassays

COMPETING INTERESTS

The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

[1] Dagris (2005). Production cotonnière africaine– Campagne 2004/05. *Note de conjoncture n°8, novembre*, Paris.
[2] Zoundi J.S., Hussein K., Hitimana L.(2006). Libéralisation de la filière coton et innovation agricole en Afrique de l'Ouest. *Cahiers Agriculture*, vol. 15, n°1, janvier-février 2006.
[3] UEMOA(2003). Étude d'identification et de promotion d'unités industrielles régionales dans la filière coton de l'UEMOA, UEMOA mars 2003.
[4] Yadouleton A, Martin T, Padonou G, Chandre F, Asidi A, Djogbenou L, Dabiré R, Aïkpon R, Boko M, Glitho I, Akogbeto M, 2011. Cotton pest management practices and the selection of pyrethroid resistance in *Anopheles gambiae* population in Northern Benin. Parasit Vectors , 4:60.
[5] Ranson, H., H. Abdallah, A. Badolo, W.M. Guelbeogo, C. Kerah-Hinzoumbe, E. Yangalbé-Kalnoné, N.F. Sagnon, F. Simard and M. Coetzee (2009). Insecticide resistance in *Anopheles gambiae*: Data from the first year of a multi-country study highlight the extent of the problem. *Malar. J*., 8: 299.
[6] Akogbéto M, Djouaka R, Noukpo H (2005).Use of agricultural insecticides in Benin. *Bull Soc Pathol Exot*. 98:400-405.
[7] Magesa SM, Wilkest J, Minzawa AEP, Myamba J, Philip MD (1990).Trial of pyrethroid impregnated bed nets in area of Tanzania hole endemic of malaria. Part II. Effects on vector population. *Acta Trop.* 49:97-108.
[8] N'Guessan R, Corbel V, Akogbeto M, Rowland M (2007). Reduced efficacy of insecticide treated nets and indoor residual spraying for malaria control in pyrethroid resistance area, Benin. *Emerg Infect Dis*. 13:199-206.
[9] Gillies MT, De Meillon B (1968). The Anophelinae of Africa South of the Sahara. *South Africa Institute of Medical Research Johannesburg, South Africa*.
[10] WHO:World Malaria Report (2008).World Health Organzation, Geneva.
[11] Abbott WS (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*,18, 265–267
[12] Fanello C, Petrarca V, Della Torre A, Santolamazza F, Dolo G, Coulibaly M, Alloueche A, Curtis CG, Toure YT, Coluzzi M (2003). The pyrethroid knock-down resistance gene in the Anopheles gambiae complex in Mali and further indication of incipient speciation within *An. gambiae s.s*. *Insect Mol Biol*. 12:241-245.
[13] Collins FH, Finnerty V, Petrarca V (1988). Ribosomal DNA probes differentiate five cryptic species in the *Anopheles gambiae* complex. *Parassitologia*. 30(2-3):231-240
[14] Martinez TD, Chandre F, Williamson MS, Darriet F, Berge JB, Devonshire AL,Guillet P, Pasteur N, Pauron D (1998). Molecular characterization of pyrethroid knockdown resistance (kdr) in the major malaria vector *Anopheles gambiae s.s*. *Insect Mol Biol*. 7:179-184.
[15] Weill M, Malcolm C, Chandre , Mogensen K, Berthomieu A, Marquine M, Raymond M (2004). The unique mutation inace-1giving high insecticide resistance is easily detectable in mosquito vectors. *Insect Mol*. 9:1-7
[16] Zaim M, Aitio A & Nakashima N (2000). Safety of pyrethroid-treated mosquito nets. *Medical and Veterinary Entomology*, 14,1–5.
[17] Santolamazza F et al. (2008). Distribution of knock-down resistance mutations in Anopheles gambiae molecular forms in west and west central Africa. *Malaria Journal* 7, 74.
[18] Vulule JM, Beach RF, Atieli FK et al. (1999) Elevated oxidase and esterase levels associated with permethrin tolerance in *Anopheles gambiae* from Kenyan villages using permethrin-impregnated nets. *Medical and Veterinary Entomology*. 13, 239–244.
[19] Djouaka, R., H. Irving, Z. Tukur and C.S. Wondji (2011). Exploring mechanisms of multiple insecticide resistance in a population of the malaria vector *Anopheles funestus* in Benin. *PLoS ONE*, 10.1371.
[20] Aïkpon R, Agossa R, Ossè R, Oussou Ol, Aïzoun N, Oké-Agbo F, Akogbéto Martin (2013). Bendiocarb resistance in *Anopheles gambiae s.l*. populations from Atacora department in Benin, West Africa: a threat for malaria vector control. *Parasit Vectors*. ; 6: 192.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 15-20
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Influence of Type of Mentoring Relationship on Youth Empowerment in secondary schools in Njoro Sub-County, Nakuru County, Kenya

Keziah Wanja Mwaura, Dolphine A. Odero-Wanga, and Milcah Mulu-Mutuku

Department of Applied Community Development Studies,
Egerton University,
PO Box 536-20115, Egerton, Kenya

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

ABSTRACT: Youths, aged between 15 and 24 years, in secondary schools in Kenya, have been facing challenges such as drugs and substance abuse; negative peer pressure; unemployment and societal negative perceptions among others. This has led to the youth being labeled as source of society's problems rather than its potential asset. Various interventions have been established such as talent nurturing programs, revival of youth polytechnics, entrepreneurship trainings and youth mentoring programs. In Kenya, mentoring is a relatively new concept though studies done in developed countries have shown that mentoring has resulted to youth empowerment. However, little has been documented about mentoring relationships in Kenya; hence this study established the influence of type of mentoring relationship on youth empowerment. A sample of 107 youth was randomly sampled from the purposively selected secondary schools with mentoring programs. Majority of the respondents were involved in more than one type of mentoring relationship at any given time. Those involved in traditional mentoring which is an informal type of mentoring relationship were 98.1%; they were also in formal type of mentoring relationships; peer and reverse mentoring were common at 91.6%; team mentoring (78.5%); situational mentoring (69.2%); group mentoring (57.0%); flash mentoring (56.1%) and E/tele mentoring (44.9%). Despite the youths being involved in various mentoring relationships, only traditional, peer mentoring, team mentoring, group mentoring and flash mentoring resulted to youth empowerment. There is need for interventions in which the policy makers develop a framework for mentoring programs as a key component in the school curriculum.

KEYWORDS: Youth, Mentoring relationship, Youth empowerment, Formal mentoring, Informal mentoring.

1 BACKGROUND

Youths in Kenya, constituting over 60% of the total population, have been facing various challenges which have adverse socio-economic and political consequences on youth development and consequently on national development (1). One approach that has been used to improve the well being of the youth is Youth Development (YD). Youth Development means purposefully seeking to meet youth needs and to build relevant youth competencies to enable them to become successful adults. The approach focuses on the involvement of the youth in youth development programs such as talent nurturing, revival of youth polytechnics and youth empowerment among others (2).

Youth empowerment programs in secondary schools in Njoro Sub-county, Nakuru County involves, among others, mentoring which aims at impacting on the youths in a positive way by empowering them to develop their potential (3). Mentoring among the youths is either formal or informal. This could take place in form of the various mentoring relationships such as the traditional one-to-one, peer, group, e-mentoring, flash, situational, reverse and team mentoring (4; 5).

Informal mentoring is a relationship that develops spontaneously and is not managed or specifically recognized as a mentoring relationship. The mentee considers the mentor as a role model (5). Formal mentoring relationship develops within organizational structures that are specifically designed to facilitate the creation and maintenance of such relationship (6).

More than a decade of research has revealed mentoring to be a viable intervention strategy that holds considerable promise (7). Mentoring has resulted keen on social, economic and identity development of individuals who have been part of

Corresponding Author: Keziah Wanja Mwaura

mentoring relationships (8; 9). Young persons who lack a strong relationship with a caring adult while growing up are much more vulnerable to a host of difficulties, ranging from academic failure to involvement in serious risk behaviors (7). Research further suggests that mentors who are able to develop close, supportive relationships with youth are able to make the most positive changes in youth's lives (10). Research has also shown that personal relationships between youths and adults, peer mentoring and participation results in youth empowerment (11). A research on TeamWorks a group mentoring program, found that participants had better attitudes toward school, their family, and their community (12). Research showed that 81.6% of mentees in mentoring relationships improved or maintained their good behavior compared to 75.0% of those who were not mentored (13).

Most of these researches have been carried out in developed countries and little has been documented on mentoring relationships among the youths in secondary schools in Kenya. This is despite the fact that mentoring is being considered as an intervening strategy to addressing youth issues. This paper therefore sought to determine the influence of type of mentoring relationship on youth empowerment in secondary schools in Njoro Sub-County, Nakuru County, Kenya.

2 STUDY AREA

The study was conducted in secondary schools with mentoring programs in Njoro, Lare, and Mau-Narok divisions of Njoro Sub-County, Nakuru County. Njoro Sub-County lays within the Great Rift Valley and boarders other Sub-Counties namely; Nakuru, Molo, Narok South, Bomet and Rongai. It covers an area of 702.1 km^2.

The Sub-County has a total population of 178,180 and a population growth rate of 3.4%. This high population growth rate has created a predominantly youthful population. This comprises 54.79% of the population being less than 20 years of age and about 74.45% of the population being less than 30 years of age (14).

This study area was selected because it has high youth population in secondary schools. The study area has thirty eight (38) secondary schools with a population of 8,808. Cases of drug and substance abuse, irresponsible sexual behaviors, involvement in crime and lack of involvement in decision making among the youths in secondary school have been reported in the Sub-County, (15).

3 METHODOLOGY

DATA COLLECTION

A descriptive survey was conducted in October 2013 in seven secondary schools in Njoro Sub-County, Nakuru County which were purposively selected because they had mentoring programs. The study targeted 3238 youth (1963 males and 1275 females) in mentoring programs in the schools. Multistage sampling was used in the study. Schools were purposively selected then proportionate sampling was used to get the number of the respondents from each school. All the members of the school were potential participants and the schools were stratified by gender in order to select participants from each stratum. The number of males and females included in the sample was determined proportionately. Simple random sampling was used to select from each strata. A sample size of 107 youth consisting of 62 males and 45 females was selected. Data was collected using self administered questionnaires.

DATA ANALYSIS

Data on influence of type of mentoring relationship on youth empowerment as experienced by youths in mentoring programs in secondary schools was cross tabulated and association between mentoring relationship and youth empowerment tested with Chi-square test statistics.

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 TYPES OF MENTORING RELATIONSHIPS IN SECONDARY SCHOOLS

These findings of this study indicate that majority of the respondents had more than one type of mentoring relationship. The most common type of mentoring among the respondents was traditional mentoring (98.1%) (Table 1); which is a relationship between a caring adult and young person and is formed during the course of life events, and in which the adult provides the guidance and support to the young person.

Table 1. Types of mentoring relationship among the youths in secondary schools in Njoro Sub-County, Nakuru County

Mentoring relationships	Frequency	Percent
Traditional mentoring	105	98.1
Peer mentoring	98	91.6
Reverse mentoring	98	91.6
Team mentoring	84	78.5
Situational mentoring	74	69.2
Group mentoring	61	57.0
Flash mentoring	60	56.1
E- / Telementoring	48	44.9

The higher participation in traditional mentoring could be attributed to the fact that it is an informal mentoring and results to strong relationships that are significant to the mentee (youth) and the mentors (16). Peer mentoring was also common (91.6%) as it involves a youth guiding a fellow youth. This could be attributed to the fact that due to increasing interest in peer relationships as they enter teenage years, mentees tend to naturally look up to older youths as their role model and someone worth listening to (17).

Reverse mentoring which involves senior person in terms of age, experience or position being mentored by a junior was also common at 91.6%. Mostly, this kind of relationship is informal and a mutual learning experience. Studies have shown that due to recent technological advances and the revolution of communication, young people are being turned to for technical expertise (18). In this study elder people consulted the youth when in need of using the phones or computer.

Team mentoring which involves several adults guiding groups of young people was found among the respondents at 78.5%. Each mentor provides individual time and expertise. This approach allows the youth to access several adult mentors depending on the need or mentor schedule and availability (19).

E- Mentoring was the least common at 44.9%. This could be attributed to the fact that for this type of mentoring to take place, computers or smart phones are needed as communication is through internet which may not be easily available to the majority of the respondents in Njoro Sub-County. Other mentoring relationships found among the respondents were situational mentoring at 69.2%, group mentoring at 57.0% and flash mentoring at 56.1%.

4.2 YOUTH EMPOWERMENT IN SECONDARY SCHOOLS

Empowerment is the process of enhancing the capacity of individuals or groups in knowledge and skills in order to make choices and transform those choices into desired outcomes and actions (20). In this study, youth empowerment was looked at in terms of leadership skills; awareness of reproductive health issues; awareness of dangers of drug and substance abuse; self awareness; conflict resolution skills; career awareness and talent development.

Respondents were asked to tick on a 5- point Likert scale the benefits they got as a result of being in mentoring programs. A three point index was developed by getting the sum of scores exhibited by the respondent. For instance the lowest score was 20 and the highest 100. With this basis, a scale ranging from twenty to hundred was developed to cater for the respondents scores. These were, not empowered for a score range of twenty to forty seven; not sure for a score range of forty eight to seventy four and empowered for a score of seventy five to one hundred. A respondent with not empowered implied that they did benefit being in mentoring program. On the other hand, a respondent with empowered implied being in mentoring program enabled them gain knowledge or skills in leadership, career awareness, talent development, reproductive health issues, conflict resolution, self awareness and awareness on dangers of drugs and substance abuse. The study revealed majority of the respondents (82.2%) were empowered by being in mentoring programs (Table 2).

Table 2: Youth Empowered for being in Mentoring program in secondary schools in Njoro sub-county

Index	Frequency	Percent
Not empowered	0	0
Not sure	19	17.8
Empowered	88	82.2

4.3 RELATIONSHIP BETWEEN TYPE OF MENTORING AND YOUTH EMPOWERMENT

The study revealed youth in secondary school were involved in the eight types of mentoring relationships. Chi square test of independence at 95% level of confidence was used to test whether there was any significant association between type of mentoring relationships and youth empowerment. Five showed a significant association with empowerment. This is displayed in Table 3.

Table 3: Influence of Type of Mentoring Relationship on Youth Empowerment in secondary schools in Njoro sub-county

Variable	Chi-square value	df	p value
Traditional mentoring	5.628	1	0.018*
Peer mentoring	9.614	1	0.002*
Reverse mentoring	0.297	1	0.586
Team mentoring	5.815	1	0.016*
Situational mentoring	0.222	1	0.638
Group mentoring	6.096	1	0.014*
Flash mentoring	5.628	1	0.018*
E- / Telementoring	0.071	1	0.790

Results indicate there was a statistically significant association between traditional mentoring and youth empowerment. This can be attributed to the fact that traditional mentoring was the most common type of mentoring relationship among the respondents and the relationship being informal; stronger relationships were bound to be formed. This is consistent with reference (21) who reported that people in traditional mentoring tend to be attracted to and comfortable with each other and this has resulted to learning new skills. Studies have shown that, traditional mentoring is built on assumption that there will be change on the part of the mentee (22) and that learning flows in both directions that is from mentor to mentee and vice versa; and such synergy is a source of empowerment (23).

The study indicated there was significant association between team mentoring and youth empowerment. Team mentoring involves multiple mentors working together with young people and encouraging them to share ideas and information (4). Mentoring programs involved teachers and a group of youths where they meet and discuss several issues.

There was found to be statistically significant association between group mentoring and youth empowerment. This could be due to the fact that group mentoring is well structured and involves several mentors and mentees the relationship; provides safe avenue for learning through projects and activities (24). The study have shown various people such as teachers, pastors, peers, government officials are involved in mentoring youths in secondary school. This implies group mentoring resulted to empowerment among the youths. Similar views were expressed in studies done in developed countries which had shown group mentoring was beneficial to the youths such as gaining new skills, advice (8) and better understanding to express themselves (25) . Despite the fact that, in group mentoring strong relationship which is a major factor in mentoring could not be established as this type of mentoring involves several mentors, studies done in Boston have shown most mentees expressed preferences for group context (26).

Peer mentoring and youth empowerment were found to have a significant association. This can be attributed to the fact that most of the respondents were teenagers and peers play a major role in the lives of the young people. A study by reference (27) noted that peer mentoring played a major role in lives of the young people as a result of a growing divide between the generations and can positively affect academic achievement and improved social integration. Similarly, reference (13) adds that peer mentoring assisted with enhancing the climate within the school, gaining self esteem, confidence and communication skills. Research indicate that in peer mentoring, mentor and mentee meet for more time frequently than adult- youth mentoring relationships and there is some evidence they have a greater impact (17;28). This study revealed respondents were empowered as a result of participating peer mentoring.

Results indicated there was no statistically significant association between e/tele mentoring and youth empowerment. Despite the fact that e/tele mentoring is usually less expensive compared to face-to-face mentoring, convenient, eliminates any scheduling or time zone issues, no geographical barriers and provides an individual with more choices for mentors it is not common among the youth in developing countries as compared to the youths in developed countries (29;30). This could be as a result that majority of the youth may not have access to computers and familiarity with computers as emails, videoconferencing, discussion boards, instant messaging and webcams are used.

The study revealed there was no statistically significant association between situational mentoring and youth empowerment. This implies that situational mentoring among the youths in secondary schools in Njoro Sub-county, which involves giving the right help at the right time and spontaneous corrections; just enough to help solve a problem or uncover hidden talent (5) does not result to youth empowerment.

Flash mentoring and youth empowerment were found to have a significant association. This can be attributed to the fact that flash mentoring is a one time meeting that enables an individual to learn and seek guidance from a more experienced person who can pass on relevant knowledge and experience while requiring a limited commitment of time and resources. This is in consistent with reference (31) who reported that flash mentoring is developed for the purpose of connecting upcoming professionals with senior professionals who have limited time to devote in mentoring. Most of the respondents in this study reported to have participated in the career fairs organized in schools that enabled them to interact with professionals in the career they aspired to pursue and this resulted to empowerment despite the relationship being short lived. Also, studies by reference (32) showed that youth liked hearing the professionals of the career they wanted to pursue and were comfortable asking them questions as they viewed them as industrious, successful, inspiring and informative.

Results indicated there was no significant association between reverse mentoring and youth empowerment. A study by reference (33) revealed that reverse mentoring targets people who are senior and may have missed out on skills which they find difficult to admit to not having especially in the area of advancement in technology and diversity issues; a skill that younger generations tend to pick up on more quickly (32). This could not have resulted to the empowerment of the youths as it focuses on technological advances. The respondents in this study admitted to have helped an older person to operate a phone, a computer or internet communication. Hence, this study revealed that reverse mentoring promoted the sharing of different generational perspectives and knowledge.

5 CONCLUSIONS

From the study findings, it may be concluded that mentoring results in youth empowerment; however, it may not be generalized that any type of mentoring relationship results in youth empowerment but the focus should be on specific type of mentoring relationship. Some mentoring relationships such as telementoring, which resulted in empowerment in developed countries was found not to result to youth empowerment among the youths in secondary schools in Njoro Sub-County.

COMPETING INTERESTS

The authors declare that they have no competing interests.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

The work was a component of a wider Masters study for KWM. DO-W and MM-M were University supervisors of the candidate. KWM, DO-W and MM-M made substantial contributions to the work from conception through data collection, analysis, drafting and revising the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

AUTHORS' INFORMATION

KWM is a Masters student and a senior youth development officer in Nakuru County, Kenya. DO-W and MM-M are community development specialists at the Department of Applied Community Studies, Egerton University, Njoro, Kenya.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the students in secondary schools and teachers in charge of mentoring programs in Njoro Sub-county, Nakuru County for their agreement to participate in the study. Sincere appreciation is extended to the head teachers of the schools involved in the study and the sub-county education officer, Njoro sub-county.

REFERENCES

[1] National Youth Policy (NYP), (2006). *National Youth Policy*, National Council for law reporting: Nairobi

[2] United Nations Development Programme (UNDP) and Ministry of State Planning and National Development (MSPND), (2010).*Kenya National Human Development Report, 2009; Youth and Human Development: Tapping the Untapped Resource*, Kenya: United Nations Development Programme.

[3] British Council, (2008). *Youth in Action.* Nairobi: British Council.

[4] Plamondon,K. (2007). *Competency in Mentoring*:Canadian Coalition for Global Health Research

[5] Nakkula, M.J., & Harris, J.T. (2005). Assessment of mentoring relationships. In D.L. DuBois & M.J. Karcher (Eds.), Handbook of youth mentoring (pp. 100–117). Thousand Oaks, CA: Sage.

[6] Baugh, S. G., & Fagenson-Eland, E. A. (2005). Boundaryless mentoring: An exploratory study of the functions provided by internal versus external organizational mentors. *Journal of Applied Social Psychology, 35*

[7] Cavell, T., DuBois, D., Karcher, M., Keller, T. and Rhodes, J. (2009). *Strengthening Mentoring Opportunities for At Risk Youth.* United States of America.

[8] Keller, T. (2005). A Systematic Model of the Youth Mentoring Intervention. *Journal of Primary Prevention,* 26(2), 169-188.

[9] Larson, L.W. (2000). Toward a psychology of positive youth development. *American Psychologist Journal,* 55,170-183.

[10] Grossman, J., & Johnson, A. **(**1999). *Assessing the Effectiveness of Mentoring programs, in Contemporary Issues in Mentoring.* Philadelphia: Public/Private Ventures.

[11] Morales, A., (2005). *Youth Involvement, Youth Empowerment*. France,WSB.

[12] Sipe, C. L. (2002). Mentoring programs for Adolescents: A research Summary. *Journal of Adolescent Health, 31 (65).*

[13] Mentoring Befriending Foundation, (2011). *Peer Mentoring in Schools.* Manchester, Mentoring Befriending Foundation.

[14] Kenya National Bureau of Standards(KNBS), (2010). *Kenya Demographic and Health Survey 2008-2009.* Kenya:KDHS

[15] Molo District Projected Plan (DPP), (2010). Government Press; Nairobi

[16] Morrow, K., & Styles, M. (1995). *Building Relationships with Youths in Program settings*. Philadelphia. Public/Private Ventures

[17] Grossman, J.B., and Garry, E.M. (1997) MentoringBBA Proven Delinquency Prevention Strategy. OJJDP Bulletin. Washington: US Department of Justice, Office of Justice Programs, Office of Juvenile Justice and Delinquency

[18] Rhodes, J.E. (2005). A model of youth mentoring. In D.L. DuBois & M.J. Karcher (Eds.), Handbook of youth mentoring (pp. 30–43). Thousand Oaks, CA: Sage.

[19] A Center for Substance Abuse Prevention (CSAP), (2000). *Mentoring Initiatives: An overview of Youth Mentoring.* USA

[20] Ehrich, L. and Hansford B. (1999). Mentoring Pros and Cons of HRM. *Pacific Journal of Human Resources,* 33(3): 92-107.

[21] Powell, B. J. 1999. *Mentoring: One of the Master's Tools*. Initiatives 59 (1): 19-31.

[22] Luna, G. & Cullen, D. L. 1995. *Empowering the Faculty: Mentoring Redirected and Renewed*. ASHE-ERIC Higher Education Reports. no. 3.

[23] Carvin, B. (2011). *The Hows and Whys of Group mentoring.* Industrial Commercial Training.

[24] Rhodes, J., Roffman, J. and Grossman, J. (2002). "*The Rhetoric and Reality of Youth Mentoring*." *New Directions for Youth Development: Theory, Practice, and Research: A Critical View of Youth Mentoring.* San Francisco: Jossey-Bass.

[25] Pianta, R.C. (1999). Enhancing relationships between children and teachers. Washington, DC: American Psychological Association.

[26] Rhodes, J.E. (2002). Stand by me: The risks and rewards of mentoring today's youth. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[27] Phillips-Jones, L. (2004). *Essentials of Mentoring Groups, Rings and Circles*. USA: CCC/The Mentoring Group.

[28] Nelson, A. (2003) Peer Mentoring: A citizenship entitlement at Tanfield school Oxford: Blackwell Publishing.

[29] United States Office of Personnel Management, (2008). *Best Practices Mentoring*. USA

[30] Wong, A. and Premkumar, K. (2007). *An Introduction to Mentoring Principles Strategies for facilitating relationship at a distance.* http://www.usask-ca/gmcte

[31] Wilson, N., Dasho, S., Martin, A.C.,Wallerstein, N., Wang, C. C. and Minkler, M. (2007) Engaging Young Adolescents in Social Action through Photovoice: The Youth Empowerment Strategies (YES!) Project, *The Journal of Early Adolescence*, Vol. 27, No. 2, pp. 241-261.

[32] Dolan, P. and Brady, B. (2012) *A Guide to Youth Mentoring; Providing Effective Social Support*. London and Philadelphia: Jessica Kingsley Publishers.

[33] Clutterback, D. (2011). *Reverse Mentoring.* Buckinghamshire: Clutterback Associates

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 21-29
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Niveau d'exposition aux éléments traces métalliques (Cd, Cu, Pb, Zn, Ni) de l'amarante (*Amaranthus paniculatus* L.) et de la laitue (*Lactuva sativa* L.) cultivées sur des sites maraîchers dans la ville d'Abidjan (Abidjan/Côte d'Ivoire)

[Level of exposure to trace metals (cadmium, copper, zinc, lead, nickel) of amaranth (*Amaranthus paniculatus* L.) and lettuce (*Lactuva sativa* L.) cultivated on market gardens in the city of Abidjan (Abidjan/Ivory Coast)]

Kouassi Joseph KOUAKOU[1], Ahoua Edmond SIKA[2], Seu Jonathan GOGBEU[3], Koffi Bertin YAO[4], Moussa BOUNAKHLA[5], Fatiha ZAHRY[5], Mounia TAHRI[5], Dénézon Odette DOGBO[1], Yves-Alain BEKRO[6], and Denis BAIZE[7]

[1]Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Pôle de Recherche Production Végétale, Unité de Recherche Agrophysiologie, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[2]Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[3]Université Jean Lorougnon Guédé, Laboratoire de Physiologie et Pathologie Végétales, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

[4]Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Pôle de Recherche Production Végétale, Unité de Recherche Phytotechnie et Amélioration Génétique, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[5]Laboratoire d'Analyses Elémentaires, Centre National de l'Energie, des Sciences et des Techniques Nucléaires, BP 1382 R.P. 10001 Rabat, Maroc

[6]Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences Fondamentales et Appliquées, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[7]INRA Science du Sol, BP 20619, 45166 Olivet cedex, France

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

ABSTRACT: The main objective of this study is to assess the level of contamination, in trace elements (cadmium, copper, zinc, lead, nickel), of amaranth and lettuce grown on the market gardens of Marcory and Cocody and on the experimental plot of the University Nangui Abrogoua in the city of Abidjan (Ivory Coast). On the 3 sites, each species accumulate metals differently. Concentrations of metals in plants are influenced by the level of their presence in soil and the atmospheric depositions. The leaves of lettuce accumulated more Zn than those of amaranth on the 3 sites. On all the sites, the leaves of both species are unfit for human consumption because having contained lead, zinc and nickel above the recommended norms.

KEYWORDS: trace elements, amaranth, lettuce, atmospheric depositions, unfit.

RESUME: L'objectif principal de cette étude est d'évaluer le niveau de contamination, en éléments traces (Cd, Cu, Pb, Zn, Ni), de l'amarante et de la laitue cultivées sur les sites maraîchers de Marcory et Cocody et sur la parcelle expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Sur les 3 sites, chaque espèce accumulerait différemment les métaux. Les concentrations en métaux des plantes seraient influencées par les teneurs dans les sols et les retombées

Corresponding Author: Kouassi Joseph KOUAKOU

atmosphériques. Les feuilles de la laitue ont accumulé plus de Zn que celles de l'amarante sur les 3 sites. Sur tous les sites, les feuilles de ces deux espèces sont impropres à la consommation humaine car présentant des teneurs en Pb, Zn et Ni supérieures aux niveaux recommandés.

MOTS-CLEFS: éléments traces, amarante, laitue, retombées atmosphériques, impropres.

1 INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire, comme beaucoup d'autres pays africains et d'ailleurs, a connu, ces dernières années, un développement rapide et majeur de l'agriculture urbaine [1] à la suite d'une forte croissance démographique induisant un accroissement des besoins alimentaires. C'est une activité génératrice de revenus et d'emplois, pratiquée par les couches vulnérables de régions urbaines [2]. Dans la ville d'Abidjan, la production maraîchère, et plus précisément celle des légumes-feuilles, a pris une part importante dans cette activité [1].

Les sols à maraîchers sont fertilisés avec de la fiente de volaille et les végétaux sont arrosés avec des eaux usées. Parmi les éléments indésirables, contenus dans la fiente de volaille et les eaux usées, figurent les éléments traces métalliques, communément appelés «métaux lourds» [3]. Des apports d'éléments traces aux sols peuvent être également dûs aux engrais minéraux, aux produits phytosanitaires [4], aux activités domestiques et aux retombées atmosphériques [5] [6]. Ces éléments, non biodégradables, peuvent atteindre, du fait de leur absorption en quantité élevée par les végétaux, des teneurs prohibées pour la santé humaine [7], donc des consommateurs de ces végétaux. C'est pourquoi, la salubrité des aliments prend de plus en plus d'importance en santé publique et dans le monde entier, les gouvernements redoublent d'efforts pour l'améliorer, en réaction à un nombre croissant de problèmes et à des inquiétudes de plus en plus vives de la part des consommateurs [8].

La présente étude a été initiée et vise, de façon générale, à déterminer les teneurs de 5 métaux traces, à savoir le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), le zinc (Zn) et le nickel (Ni), dans l'amarante (*Amaranthus paniculatus* L.) et la laitue (*Lactuva sativa* L.) cultivées dans la ville d'Abidjan. Elle s'inscrit dans le cadre d'une contribution à la connaissance de l'état de salubrité de ces légumes-feuilles, donc à la diminution de l'insécurité alimentaire dans les villes ivoiriennes.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITES DE PRELEVEMENT DES VEGETAUX

L'agglomération d'Abidjan est située au Sud-Est de la Côte d'Ivoire et est comprise entre les latitudes 5°00' et 5°30' N et les longitudes 3°50' et 4°10' W. Elle s'étend sur une superficie de 57735 hectares et est composée de 10 communes avec une population estimée à 2 877948 habitants [9]. Elle est en perpétuelle croissance et cette croissance est marquée par une forte urbanisation.

Sur le plan géologique, la lithologie de la ville est constituée de haut en bas de sables argileux, de sables moyens et de sables grossiers reposant sur un socle schisteux. Les formations schisteuses du socle sont constituées d'une part, par des roches granitiques (granite, granodiorite) et probablement des diorites quartziques (tonalites) et d'autre part, par des roches volcaniques, certainement calco-alcalines [10].

La ville d'Abidjan possède 6 importants sites de maraîchage (A, B, C, K, M, PB) (**Fig. 1**) tous exposés à des pollutions d'origine urbaine et agricole [1].

Notre étude a été menée sur les sites maraîchers de Marcory (M) et de Cocody (C) et la ferme expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua (P) dont les sols n'ont pas été fertilisés avec de la fiente de volaille et les plantes ont été arrosées avec l'eau de robinet.

2.2 STRATEGIE DE PRELEVEMENT DES VEGETAUX

Les échantillonnages ont été faits de juillet 2006 à juillet 2007 et ont porté sur des parcelles ayant une superficie de 60 m x 45 m. L'amarante et la laitue (**Fig. 2**) ont été prélevées au stade phénologique habituel de la récolte (stade adulte).

Sur les sites de maraîchage, les planches de semis sont faites sans dispositif particulier; sur chaque planche de semis, 5 pieds de chaque espèce végétale ont été prélevés et ce, sur une superficie de 3 m x 1m (**Fig. 3**).

Les racines et 3 feuilles ont été prélevées sur chaque pied et un échantillon composite de chaque type d'organes a été constitué à partir des échantillons élémentaires de 3 planches de semis. Pour les analyses, ce sont 9 et 6 échantillons composites de chaque espèce végétale qui ont été retenus, respectivement, pour les 2 sites de maraîchage et la parcelle expérimentale de l'université.

2.3 PROTOCOLE D'EXTRACTION ET DE DOSAGE DES METAUX TRACES

Les racines et les feuilles des espèces végétales ont été nettoyées à l'eau de robinet, rincées à l'eau distillée, pesées et séchées à l'étuve à 105 °C pendant 24 h. La matière sèche obtenue a été pesée, broyée à 150 µm à l'aide d'un broyeur de marque Retsch-RM100, pour avoir des granulés homogènes. Deux (2) grammes de poudre fine de chaque échantillon ont été calcinés au four à moufle à 450 °C en creuset de porcelaine, pendant 4 h. Les cendres ont été transférées dans des bombes téflon d'un micro-onde de marque CEM-Mars 5 et dissoutes dans l'eau régale [3 mL de HNO_3 (65 %; volume/volume) + 1 mL de HCl (37 %; volume/volume)].

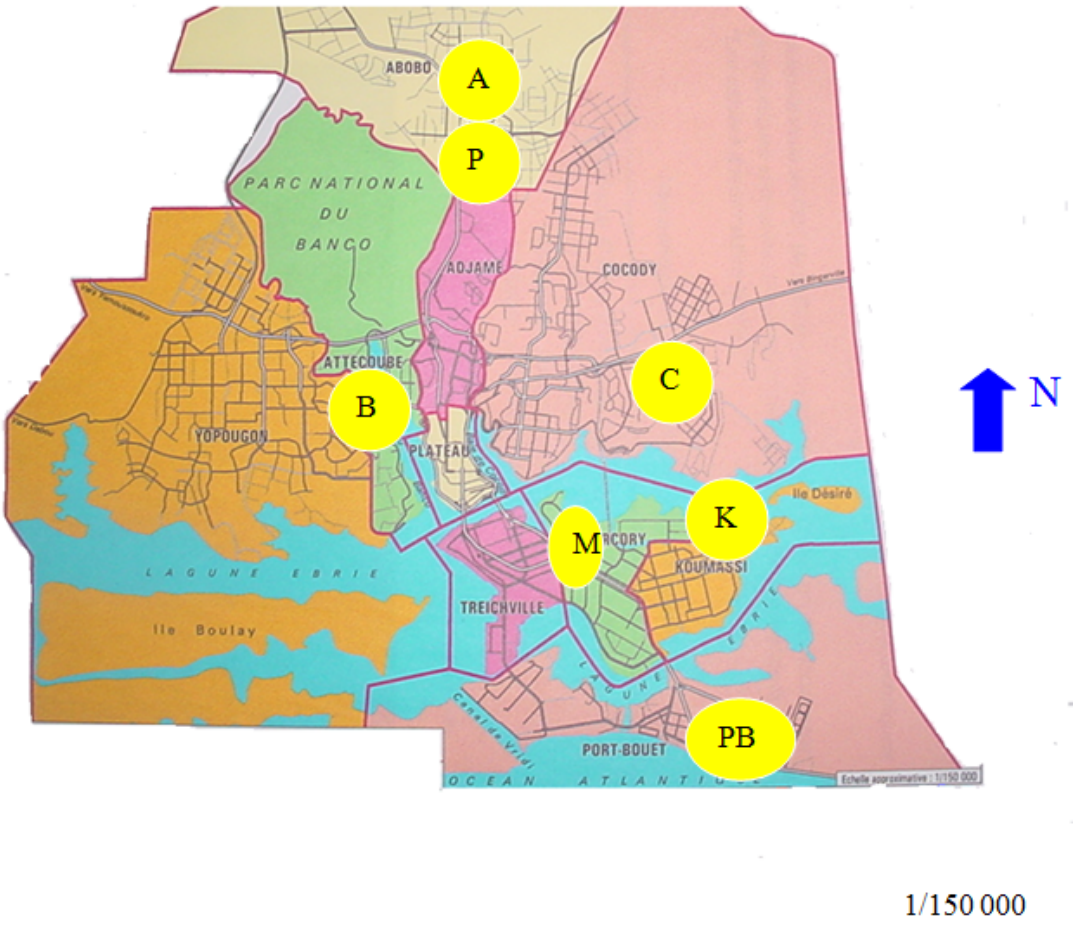


Fig. 1: Répartition des zones maraîchères au sein de l'agglomération abidjanaise [1]

A = Abobo, B = Banco, C = Cocody, K= Koumassi, M = Marcory, PB = Port-Bouët,

A B

Fig. 2: Pied d'amarante (A) et planches à laitues (B) sur le site maraîcher de Marcory

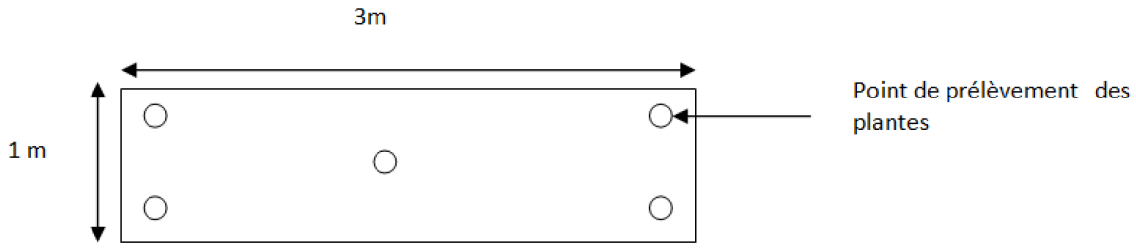


Fig. 3: Stratégie de prélèvement des plantes sur une planche de semis

Après 16 h de contact, l'ensemble des bombes a été placé dans le carrousel du micro-onde pour être chauffé. Le réacteur choisi est de type XP-1500 et le programme de chauffage a été de 10 min à 150 °C, 20 min à 200 °C et 15 min à 220 °C, à 1200 Watts. Après 15 min de refroidissement, les minéralisâts ont été récupérés dans des flacons gradués, jaugés à 30 mL avec de l'eau distillée. Le contenu de chaque flacon a été filtré à 0,45 µm, et le filtrat a été acidifié avec 0,5 mL de HNO_3 (65 %; volume/volume) puis conservé au réfrigérateur à 4 °C pour les analyses ultérieures.

Les métaux traces ont été dosés grâce à un spectromètre d'absorption atomique de marque Varian SpectrAA-220 FS équipé d'un système de correction de bruit de fond par lampe au deutérium. Avant l'analyse des échantillons, l'appareil a été étalonné en choisissant la longueur d'onde spécifique de chaque métal.

2.4 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données ont été soumises à l'analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA 2) et la séparation des moyennes a été faite selon le test de la plus petite différence significative (*ppds*), avec une probabilité associée (P) égale à 0,05. Les calculs ont été réalisés avec le logiciel STATISTICA 7.1.

Avant d'effectuer la comparaison entre les teneurs en Cd et Pb des feuilles des végétaux et les normes préconisées, nous avons exprimé ces teneurs en mg/Kg de matière fraîche.

3 RÉSULTATS

3.1 DISTRIBUTION DES TENEURS EN METAUX TRACES DES PLANTES

Les résultats portant sur les teneurs en métaux traces des racines et des feuilles de l'amarante cultivée sur les 3 sites sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1: Teneurs (mg/Kg MS ou MF) des métaux traces dans les racines et les feuilles de l'amarante

Sites	Organes	Cd (MS)	Cd (MF)	Cu (MS)	Pb (MS)	Pb (MF)	Zn (MS)	Ni (MS)
Marcory	Racines	0,38±0,17c		4,0±5,1a	16,8±3,4ab		344,7±89e	25,9±5,8b
n=9	Feuilles	0,20±0,04a	0,02	3,9±4,4a	14,7±4,6ab	1,51	282,0±40c	32,1±7,7c
Cocody	Racines	0,19±0,05a		3,8±4,7a	16,3±5,5ab		229,1±30a	28,0±8,9bc
n=9	Feuilles	0,31±0,11bc	0,03	0,6±0,1a	12,3±1,7a	1,21	252,6±52b	24,9±6,6b
Parcelle exp.	Racines	0,24±0,01ab		0,5±0,1a	35,6±16c		224,9±55a	13,0±2,7a
n=6	Feuilles	0,24±0,01ab	0,02	13,3±1,8b	20,9±0,1b	1,68	319,9±47d	12,9±1,4a

n= nombre d'échantillons analysés par organe, exp. = expérimentale, MS= Matière sèche, MF= Matière fraîche. Dans chaque colonne, les moyennes portant des lettres différentes sont significativement différentes sur la base du test de ppds au seuil de 5%.

Les teneurs en Cd dans les racines et dans les feuilles de l'amarante de la parcelle expérimentale sont du même ordre de grandeur tandis que Cd s'accumule préférentiellement dans les racines à Marcory et dans les feuilles à Cocody. La teneur la plus élevée en Cd a été enregistrée dans les racines de l'amarante à Marcory. Les concentrations en Cu, dans les 2 organes à Marcory et à Cocody, dans les racines sur la parcelle expérimentale, sont du même ordre de grandeur. La teneur la plus élevée a été obtenue dans les feuilles sur la parcelle expérimentale. Pb affiche une tendance d'accumulation préférentielle dans les racines; la plus forte teneur a été obtenue dans les racines de la parcelle expérimentale. Zn s'accumule, préférentiellement, dans les feuilles à Cocody et sur la parcelle expérimentale, dans les racines à Marcory. La forte teneur a été obtenue dans les racines à Marcory. Sur les 3 sites, les teneurs en Zn sont plus fortes que celles des autres métaux. Les plus faibles teneurs en Ni, du même ordre de grandeur, sont obtenues dans les organes de l'amarante de la parcelle expérimentale tandis que la plus forte teneur a été enregistrée dans les feuilles à Marcory.

Hormis Pb, il ne se dessine aucun ordre précis dans l'accumulation des éléments traces par les racines et les feuilles de l'amarante.

Sur tous les sites, Cd et Cu présentent des teneurs plus faibles que celles de Pb et Zn.

Les teneurs moyennes en Cd, des feuilles de l'amarante à Marcory, à Cocody et sur la parcelle expérimentale, correspondent, respectivement, à 0,02 mg/Kg MF, 0,03 mg/Kg MF et 0,02 mg/Kg MF. Les teneurs moyennes en Pb, des feuilles de l'amarante à Marcory, à Cocody et sur la parcelle expérimentale, correspondent, respectivement, à 1,51 mg/Kg MF, 1,21mg/Kg et 1,68 mg/Kg MF.

Le tableau 2 présente les concentrations en métaux traces dans les racines et les feuilles de la laitue.

Tableau 2: Teneurs (mg/Kg MS ou MF) des métaux traces dans les racines et les feuilles de la laitue

Sites	Organes	Cd (MS)	Cd (MF)	Cu (MS)	Pb (MS)	Pb (MF)	Zn (MS)	Ni (MS)
Marcory	Racines	0,34±0,20a		4,9±6,2a	14,8±1a		358,4±52,2c	25,7±11,6a
n=9	Feuilles	0,19±0,11a	0,01	6,6±9,1a	17,2±7,5a	0,65	327,7±49bc	32,4 ±9,8a
Cocody	Racines	0,82 ±0,9b		7,2±9,8ab	16,0±10,7a		273,7±38,1a	28,3 ±6,1a
n=9	Feuilles	0,35±0,16a	0,01	8,4±5,9ab	18,0±13,7a	0,63	303,6± 55ab	30,8±7,7a
Parcelle exp.	Racines	0,34±0,01a		8,6±7,1ab	13,4 ±0,4a		308,9±42abc	34,9 ±6,4a
n=6	Feuilles	1,10±0,03b	0,04	14,7±0,03b	31,0±12,9b	1,02	450,6±54,7d	28,7±8,5a

n= nombre d'échantillons analysés par organe, exp. = expérimentale, MS= Matière sèche, MF= Matière fraîche. Dans chaque colonne, les moyennes portant des lettres différentes sont significativement différentes sur la base du test de ppds au seuil de 5%.

Il ressort de l'analyse du tableau que les fortes teneurs en Cu, Pb et Zn ont été obtenues dans les feuilles de la laitue de la parcelle expérimentale. Quant à Cd, les concentrations les plus élevées, qui sont du même ordre de grandeur, ont été enregistrées dans les feuilles sur la parcelle expérimentale et dans les racines à Cocody. Les teneurs en Ni, sur tous les sites, sont du même ordre de grandeur. Sur la parcelle expérimentale, Pb s'accumule préférentiellement dans les feuilles. Sur les 3 sites, nous notons des teneurs en Cd et Cu plus faibles que celles en Pb, Zn et Ni.

Chez la laitue aussi, il ne se dessine aucun ordre précis dans l'accumulation des éléments traces par les racines et les feuilles.

Les teneurs moyennes en Cd, des feuilles de la laitue à Marcory, à Cocody et sur la parcelle expérimentale, correspondent, respectivement, à 0,01 mg/Kg MF, 0,01 mg/Kg MF et 0,04 mg/Kg MF. Les teneurs moyennes en Pb, des feuilles de la laitue à Marcory, à Cocody et sur la parcelle expérimentale, correspondent, respectivement, à 0,65 mg/Kg MF, 0,63 mg/Kg et 1,02 mg/Kg MF.

3.2 COMPARAISON DE LA CAPACITE D'ACCUMULATION DES ELEMENTS TRACES PAR LES 2 LEGUMES CULTIVES SUR CHAQUE SITE

Le tableau 3 compare sur chaque site, les teneurs en métaux traces de chaque type d'organes des 2 espèces cultivées.

À Marcory, hormis la teneur en Zn dans les feuilles de la laitue qui est plus élevée que celle des feuilles de l'amarante, les teneurs des autres métaux sont de même ordre de grandeur dans les mêmes organes des deux végétaux. À Cocody, les teneurs en Cd et Zn sont plus élevées dans les racines de la laitue. Au niveau des feuilles, les fortes concentrations en Cu, Pb, Zn et Ni ont été enregistrées chez la laitue. Sur la parcelle expérimentale, les teneurs en Cu, Zn et Ni ont été obtenues dans les racines de la laitue tandis que la concentration la plus élevée en Pb a été enregistrée dans les racines de l'amarante. Au niveau des feuilles, hormis Cu, les autres métaux ont des teneurs plus élevées dans la laitue.

Le résultat le plus intéressant de ce tableau est que sur les 3 sites et au niveau des feuilles des plantes, les teneurs les plus élevées en Zn ont été obtenues dans la laitue.

Tableau 3: Comparaison des teneurs (mg/Kg MS) moyennes en métaux traces de l'amarante et de la laitue en fonction du type d'organes (racines, feuilles)

		Racines		Feuilles	
Sites	Métaux	Amarante	Laitue	Amarante	Laitue
M n=9	Cd	0,38±0,17^{a}	0,34± 0,20^{a}	0,20± 0,04^{a}	0,19± 0,11^{a}
	Cu	4± 5,1^{a}	4,9± 6,2^{a}	3,9± 4,4^{a}	6,6± 9,1^{a}
	Pb	16,8± 3,4^{a}	14,8± 1^{a}	14,7± 4,6^{a}	17,2± 7,5^{a}
	Zn	344,7± 88,8^{a}	358,4± 52,2^{a}	282± 40,4^{a}	327,7± 49^{b}
	Ni	25,9± 5,8^{a}	25,7± 11,6^{a}	32,1± 7,7^{a}	32,4± 9,8^{a}
C n=9	Cd	0,19± 0,05^{a}	0,82± 0,91^{b}	0,31± 0,11^{a}	0,35± 0,16^{a}
	Cu	3,8± 4,7^{a}	7,2± 9,8^{a}	0,6± 0,1^{a}	8,4± 5,9^{b}
	Pb	16,3± 5,5^{a}	16± 10,7^{a}	12,3± 1,7^{a}	18± 13,7^{b}
	Zn	229,1± 30^{a}	273,7± 38,1^{b}	252,6± 52,5^{a}	303,6± 55^{b}
	Ni	28± 8,9^{a}	28,3± 6,1^{a}	24,9± 6,6^{a}	30,8± 7,7^{b}
P n=6	Cd	0,24± 0,01^{a}	0,34± 0,01^{a}	0,24± 0,01^{a}	1,10± 0,03^{b}
	Cu	0,5± 0,1^{a}	8,6± 7,1^{b}	13,3± 1,8^{a}	14,7± 0,03^{a}
	Pb	35,6± 16^{b}	13,4± 0,4^{a}	20,9± 0,1^{a}	31± 12,9^{b}
	Zn	224,9± 54,9^{a}	308,9± 42^{b}	319,9± 47,3^{a}	450,6± 54,7^{b}
	Ni	13± 2,7^{a}	34,9± 6,4^{b}	12,9± 1,4^{a}	28,7± 8,5^{b}

M =Marcory, C= Cocody, P = parcelle expérimentale, n= nombre d'échantillons analysés par organe. Au niveau de chaque site et de chaque type d'organes, les moyennes portant des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes sur la base du test de ppds à 5%.

4 DISCUSSION

La répartition des éléments traces entre les organes est différente selon l'espèce étudiée et l'élément considéré [11]. En milieu urbain, les retombées atmosphériques, dues aux activités métallurgiques, à l'incinération des déchets, au trafic automobile, sont des sources de contamination des sols et des végétaux en éléments traces. Cela peut entraîner des teneurs plus élevées dans les organes végétatifs (feuilles, tiges) que dans les organes souterrains (racines). Dans notre étude, ces phénomènes environnementaux vont diversement influencer nos zones d'étude et les cultures qui s'y trouvent; ce qui ne

permet pas de connaître la répartition exacte des éléments traces absorbés, par l'amarante et la laitue, via le système racinaire.

Sur les 3 sites, les faibles teneurs en Cd et en Cu dans les organes sont, sans doute, le reflet des faibles teneurs phytodisponibles des métaux traces dans les sols (0,01-0,21 mg/Kg MS en Cd et 0,09-3,60 mg/Kg MS en Cu à Marcory; 0,002-0,18 mg/Kg MS en Cd et 0,02-3,33 mg/Kg MS en Cu à Cocody; 0,04-0,11mg/Kg MS en Cd et 0,06-3,02 mg/Kg MS en Cu sur la parcelle expérimentale), mises en évidence par Kouakou et *al.* [1], suite à une extraction au nitrate d'ammonium. L'antagonisme exercé par Zn vis-à-vis de Cd peut aussi justifier cette faible disponibilité de Cd. En effet, une compétition entre Cd et Zn est souvent observée et se traduit par une diminution de l'influx en cations Cd^{2+} en présence de cations Zn^{2+} [12]; il s'agit de la compétition entre ces cations pour les sites de complexation de surface au niveau de la racine, et vis-à-vis de transporteurs peu spécifiques de cations majeurs ou d'oligo-éléments [13]. La compétition entre Zn et Cu pourrait aussi expliquer les faibles teneurs en Cu enregistrées dans les organes des 2 espèces végétales sur les 3 sites. En effet, selon Kabata-Pendias et Pendias [14], Cu et Zn sont apparemment absorbés par le même mécanisme et leur présence combinée dans le sol peut limiter leur absorption [15] [16]. La plus grande partie de Cu présent dans les racines n'est pas transférée vers les parties aériennes [17] [18] [19]. Selon Bisson *et al*.[20], la quantité de Pb absorbée par les végétaux est rapidement immobilisée dans les vacuoles des cellules racinaires ou retenue par les parois de l'endoderme, d'où les teneurs en ce métal plus élevées dans les racines que dans les feuilles chez certaines plantes. Sur la parcelle expérimentale, la teneur en Cu dans les feuilles de l'amarante et celle en Pb dans les feuilles de la laitue, plus élevées que celles des racines, sont donc le reflet de la contribution des émissions atmosphériques; selon Tremel-Schaub et Feix [16], le transfert sol-plante de Pb est négligeable par rapport au dépôt direct sur les parties aériennes de poussières contenant Pb, surtout dans les zones urbaines.

Les fortes concentrations en Zn enregistrées dans l'amarante et la laitue sur les 3 sites sont la preuve que Zn est facilement biodisponible dans les sols légers et acides [21] comme ceux des sites d'étude [1]. L'analyse des sols a révélé des concentrations anormalement élevées en métaux sur les 3 sites [1] et ce qui expliquerait des teneurs en certains métaux traces, plus élevées dans les plantes de la parcelle expérimentale que celles des sites maraîchers de Marcory et Cocody.

Il est important de savoir que les teneurs en métaux traces dans les feuilles (organes consommés) des espèces végétales peuvent, ou non, engendrer des dangers pour la santé humaine. Il n'existe pas en Afrique des dispositions réglementaires fixant les concentrations limites de ces éléments traces dans les aliments destinés à l'alimentation humaine. Toutefois, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique en France (CSHPF) [22], l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture et l'Organisation Mondiale de la Santé (FAO et OMS) [23] et la Commission Européenne (CE) [24] ont publié des concentrations maximales recommandées en Cd et Pb dans les denrées alimentaires. La teneur maximale en Cd recommandée par le CSHPF et la CE est de 0,2 mg/kg MF, tandis que la teneur maximale en Cd recommandée par la FAO et l'OMS est de 0,05 mg/kg MF. Les teneurs maximales en Pb recommandées par le CSHPF, la FAO et l'OMS, la CE, sont respectivement 0,5 mg/kg MF, 0,1 mg/kg MF et 0,3 mg/kg MF. Pour Cu, Zn et Ni, nous nous sommes référés aux données compilées et publiées pour différents végétaux dans l'ouvrage de Kabata-Pendias et Pendias [25] consacré aux concentrations des métaux traces dans les sols et les plantes. Les teneurs maximales en Cu, Zn et Ni recommandées par ces auteurs sont, respectivement, 20 mg/kg MS, 100 mg/kg MS, 10 mg/kg MS. Nous notons que les teneurs moyennes en Pb, Zn et Ni des feuilles de l'amarante et de la laitue cultivées sur les sites maraîchers et sur la parcelle expérimentale dépassent les valeurs réglementaires. Il apparaît donc qu'il existe un risque élevé de contamination par Pb, Zn et Ni des consommateurs de feuilles d'amarante et de laitue cultivées sur les sols de ces 3 sites. *À contrario,* Cd et Cu ont des teneurs moyennes plus faibles que les valeurs recommandées.

La comparaison des teneurs en métaux traces des organes des 2 espèces cultivées sur chaque site a révélé que Zn s'accumule préférentiellement dans les feuilles de la laitue. La capacité de la laitue à accumuler les éléments traces plus que d'autres végétaux apparaît aussi nettement dans les tableaux de l'ouvrage de Kabata-Pendias et Pendias [25], présentant les teneurs moyennes en métaux traces de divers végétaux comestibles. Des expériences utilisant plusieurs espèces végétales ont également montré la forte capacité d'accumulation de la laitue pour Cd et Zn [26], et pour Cd [27]. Mench *et al.* [28] ont aussi noté des contaminations en Cd de la laitue cultivée en sol acide à faible teneur en matière organique. La tolérance développée par la laitue en réponse aux éléments traces permet d'expliquer la forte capacité d'accumulation des métaux traces par cette espèce par rapport à d'autres espèces. En effet, selon Baker et Walker [29], la tolérance et l'absorption des métaux sont fonctionnellement liées.

Pour les 4 autres métaux (Cd, Cu, Pb, Ni), les résultats des 3 sites ne permettent pas d'identifier le végétal le plus accumulateur; soit les 2 plantes ont la même capacité d'absorption, soit les concentrations de métaux absorbés pas les racines ont été influencées par les métaux dus aux apports atmosphériques.

5 CONCLUSION

Cette étude a révélé que l'amarante et la laitue cultivées sur les sites maraîchers de Marcory et Cocody et sur la parcelle expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua accumulent différemment les métaux traces. Ce qui indiquerait que ces végétaux sont influencés plus ou moins par le site d'étude. Les retombées atmosphériques contribueraient à la contamination des plantes en éléments traces. Les teneurs en Pb, Zn et Ni des feuilles de l'amarante et de la laitue cultivées sur les 3 sites dépassent les valeurs recommandées; ces végétaux sont donc impropres à la consommation humaine.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'UNESCO, le Gouvernement japonais, la Fondation Internationale pour la Science (FIS) et l'Organisation d'Interdiction des Armes Chimiques (OIAC) qui ont financé cette étude.

REFERENCES

[1] K.J. Kouakou, Y.A. Bekro., A. E. Sika, D. Baize, D. O. Dogbo., M. Bounakhla,F. Zahry,P. Macaigne,"Diagnostic d'une contamination par les éléments traces métalliques de l'épinard (*Spinacia oleracea*) cultivé sur des sols maraîchers de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) amendés avec de la fiente de volaille", *European Journal of Sciences Research,* Vol. 21, N°3, pp. 471-487, 2008.

[2] P. Moustier et J. Pagès, "Le périurbain en Afrique: une agriculture en marge?"*Le Courrier de l'Environnement de l'INRA,* N°32*,* pp. 87-96, 1997*.*

[3] D. Baize,"Teneurs totales en "métaux lourds" dans les sols français. Premiers résultats du programme ASPITET", *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, N°22, 37-46,1994.

[4] A. Rico,"Pollutions et pratiques agricoles. Deux concepts: dose journalière admissible et chimiodéfense", *C.R. Acad. Sci*. Paris, Sciences de la vie: N°323, pp.435-440, 2000.

[5] P. Cambier, "Contamination of soils by heavy metals and other trace elements: a chemical perspective", *Anal. Mag.*,Vol. 22, N°2, pp. 21-24, 1994.

[6] M. Sanka, M. Strnad, J. Vondra and E. Paterson, "Sources of soil and plant contamination in an urban environment and possible assessment methods", *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, Vol. 59, pp. 327-343, 1995.

[7] S. Henin, "*Les éléments traces dans le sol*", *Sci. Sol*., N°2, pp. 67-71,1983.

[8] OMS, *Salubrité des aliments et maladies d'origine alimentaire*, Aide-mémoire, N°237, 2002.

[9] INS, *Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) 1998. Données socio-démographiques et économiques des localités, résultats définitifs par localités, région des lagunes*, Vol. 3, tome 1, 43 p.

[10] K.I. Kouamé, D.L. Gone, I. Savane, E.A. Kouassi, K. Koffi, B. T. Goula et M. Diallo, "Mobilité relative des métaux lourds issus de la décharge d'Akouédo et risque de contamination de la nappe du Continental Terminal (Abidjan-Côte d'Ivoire)", *Afrique Sciences*, Vol. 2, N°1, pp.39-56, 2006.

[11] C. Pinet, J. Lecomte, V. Vimont et G. Auburtin, Teneurs des plantes à vocation alimentaire en éléments traces suite à l'épandage de déchets organiques, synthèse d'essais agronomiques français et modélisation des transferts sol-plante, 75 p, 2003.

[12] G. Costa and J. L. Morel,"Efficiency of H^+-ATPase activity on cadmium uptake by four cultivars of lettuce", *J. Plant Nutr.,*Vol. 14, pp. 627-637,1994.

[13] L. Denaix, *Transfert sol-eau-plante d'éléments traces dans les écosystèmes cultivés contaminés*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 117 p, 2007.

[14] A. Kabata-Pendias A. and H. Pendias, *Trace elements in soils and plants*.Third Edition. CRC Press, 413 p, 2001.

[15] R. Leblanc et G. Châteauneuf, Restauration des sols contaminés par phytorémédiation. Rapport final, 81 p, 2003.

[16] A. Tremel-Schaub et I. Feix, *Contamination des sols: transferts des sols vers les plantes*. EDP Sciences, ADEME, 416 p, 2005.

[17] A. Kabata-Pendias and H. Pendias, *Trace elements in soils and plants*. London (UK), CRC Press, 2nd Ed., 365 p, 1992.

[18] D. E. Baker and J.P. Senft, Copper, In: *Heavy metals in soils*. Blackie Academic and Professional. London (UK). Alloway B. J., pp. 224-243, 1995.

[19] C. Juste, P. Chassin, A. Gomez, M. Linères, B. Mocquot, I. Feix et J. Wiart, *Les micro-polluants métalliques dans les boues résiduaires des stations d'épuration urbaines. Valorisation agricole des boues d'épuration*, ADEME, INRA, 209 p, 1995.

[20] M. Bisson, C. Hulot, G. Lacroix, J.P. Lefèvre, H. Magaud, D. Oberson, R. Geneste, A. Morin et G. Pépin, *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Plomb et ses dérivées*, 90 p, 2003.

[21] M. Bisson, R. Diderich, C. Hulot, N. Houeix, G. Lacroix, J.P. Lefèvre, S. Leveque, H. Magaud, A. Morin, *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Zinc et ses dérivée*s, 69 p, 2005.

[22] CSHPF, *Plomb, cadmium et mercure dans l'alimentation: évaluation et gestion du risque.* Tec. et Doc. Lavoisier, France, 237 p, 1996.

[23] FAO and WHO, *Report on the 32nd session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants, ALINORM 01/12, Beijing, People's Republic of China, 20-24 March 2000. Joint FAO/WHO Food Standard Programme*, Codex Alimentarius Commission, 24th Session, 2-7 July, Geneva, Switzerland, 95 p, 2001.

[24] CE, *Règlement N° 466/ 2001 de la commission du 08 mars 2001 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires*. Journal Officiel des Communautés Européennes du 16 mars 2001, 13 p, 2001.

[25] A. Kabata-Pendias and H. Pendias, *Trace elements in soils and plants*. London (UK), CRC Press, 2nd Ed., 365 p, 1992.

[26] R. E. Hamon, J. Wundke, M. McLaughlin and R. Naidu, "Availability of zinc and cadmium to different plant species", *Aust. J. Soil Res*., Vol. 35, pp.1267-1277, 1997.

[27] E. Gérard, G. Echevarria, T. Sterckeman and J.L. Morel," Cadmium availability to three plant species varying in cadmium accumulation pattern", *J. Environ. Qual.*, Vol. 29, pp. 1117-1123, 2000.

[28] M. Mench, D. Baize, L. Denaix, V. Sappin et T. Sterckeman, *Exposition de végétaux aux éléments traces via la solution du sol: diagnostic de contamination des récoltes, diagnostic de danger, pratique agricole pour prévenir et assainir,* In: Actes des V^{ièmes} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre, Palais des Congrès de Blois, 27-29 novembre 2001, pp. 317-331, 2001.

[29] A.J.M. Baker and P.L. Walker, *Ecophysiology of metal uptake by tolerant plant,* In: A.J. Shaw (ed). Heavy metal tolerance in plants. CRC Press, Boca Raton, pp. 155-178, 1990.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 30-35
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation of two jab planters for planting maize in the forest zone of Ghana

P. Osei Bonsu[1], H. Omae[2], F. Nagumo[2], R. Owusu Bio[3], and P. Pinamang Acheampong[1]

[1]CSIR-Crops Research Institute, Ghana

[2]Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan

[3]Kumasi Technical Institute, Ghana

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

ABSTRACT: On-farm experiments were conducted to evaluate two jab planters for planting maize in the forest zone of Ghana in 2014 major season. One of the jab planters was imported from China; and we fabricated the other. The experiments were conducted at 3 farmers' fields (sites) and the design was a factorial with sites as replications. Factor A was method of land preparation (ridges and no-till with stubble mulch) and factor B was planting device (Chinese jab planter, Local jab planter and cutlass). On the average, it took about 9 hours, 11 hours and 23 hours 37 minutes to plant one hectare of maize with the Chinese Jab planter, local jab planter and cutlass in that order. Consistently, there were more hills with maize seedlings on the ridges than on the no till plots. At one site, pests removed maize from the entire no-till plots, but removal was very low on the ridges. There was no significant (P>0.05) difference in yield among the treatments studied. Some farmers in Ghana now broadcast maize and cowpea seed due to scarcity and/or high cost of labour for planting. Economic analysis showed that it is about 100% cheaper to plant with the jab planters than with cutlass. The jab planters could be promoted to reduce drudgery, time and cost of planting maize.

KEYWORDS: Jab planter, planting method, maize, no-till, ridges.

1 INTRODUCTION

Planting is an important and critical operation in crop production. Farmers in Ghana rely on crude implements such as hoes, cutlasses and even sticks to plant maize and legumes (Adjei *et al.,* 2003). Planting with these implements is very difficult, time consuming labour intensive and not attractive to the youth. On the other hand it is difficult for the elderly who are in the farming profession to bend, and use these implements. There is therefore acute labour shortage in the farming communities which delays implementation of critical field operations. Timely planting is very important in crop production, particularly in rain fed agriculture. When it rains and a crop is not planted before the soil dries up, the next rain could be too late for it to be planted. Delay in planting reduces crop yields (Medeiros *et al*., 1980; Hodson, 1987; Zaki *et al*., 1994.

In Ghana many farmers rely on hired labour (planting gangs) to plant crops. These gangs often plant in a hurry resulting in poor plant spacing, population and yield. For example they could plant maize at a spacing of 120 cm x 50 cm with up to 10 seeds in some holes instead of the recommended spacing of 80 cm x 40 cm with 2-3 seeds per hole. Optimum plant density is a prerequisite for maximum maize yield (Trenton et al., 2006; Gustavo et al., 2006; Sangakkara *et al,* 2004).

Farmers who plant with hoes, cutlasses and sticks handle treated seeds with bare hands, which is risky to their health. There is the need for planting device that will reduce drudgery and time of planting crops by small scale farmers. This study evaluated 2 jab planters for planting maize on ridges and no-tilled fields.

Corresponding Author: P. Osei Bonsu

2 MATERIALS AND METHODS

THE JAB PLANTERS

One of the jab planters was made in China (Chinese planter), and we fabricated the other planter (local planter) in Ghana.

Plate 1 is a picture of the Chinese jab planter. It is capable of planting medium to large seeded crops such as cowpea, maize and groundnuts. It is adjustable to plant 1 seed, 2 seeds or 3 seeds per hole. It automatically plants if the planting tip is pushed into the soil and then lifted up from the soil.

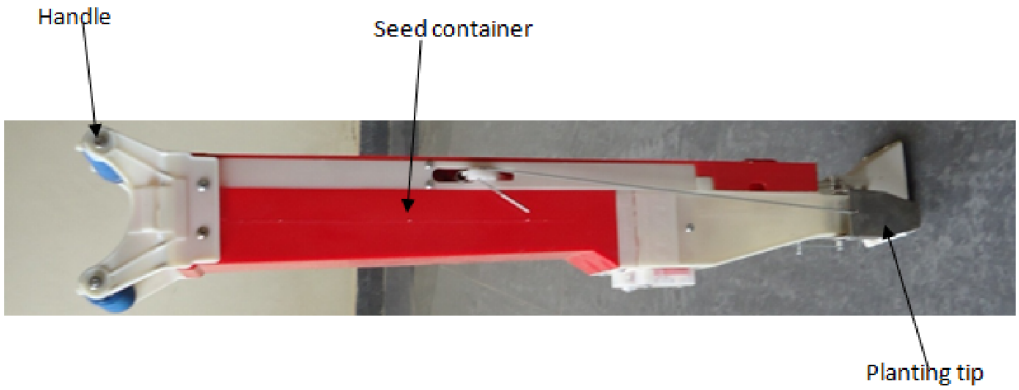


Plate 1: The Chinese jab planter.

Plate 2 is a picture of the local jab planter. It plants by pushing the planting tip into the soil. The movable lever is then pressed up. This turns the seed disk and opens the planting tip, which drops the seed into the soil. The planter is lifted up and the lever is released into position to close the planting tip. Planting is continued by repeating the process.

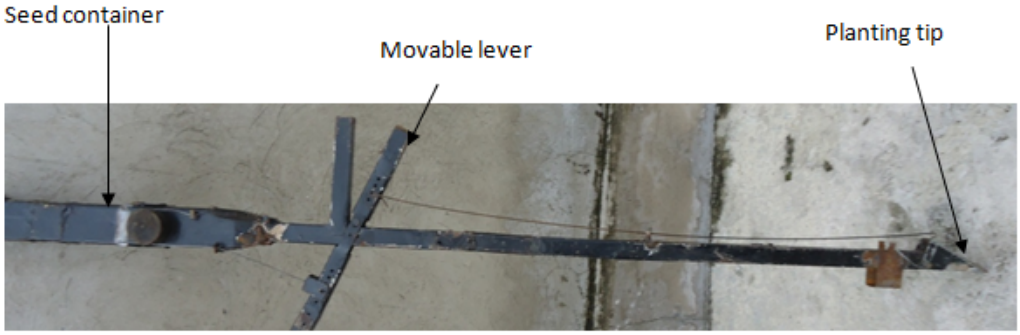


Plate 2: Local jab planter

METHODOLOGY OF THE EXPERIMENT

The experiment was conducted 2 farmers' fields at Boama Odumase and one field at Nsuta in the Forest Zone of Ghana. The experimental design was a 2 X 3 factorial with each farmer's fields (sites) as replications. Factor A was method of land preparation (ridge and no-till with mulch) and factor B was planting tool: Chinese jab planter (China P); locally made jab planter (Local P) and cutlass. The quality protein maize hybrid variety Mamaba, developed by the CSIR-Crops Research Institute was used in the trial. Test conducted before panting indicated that the germination percentage of the seed was 83. Maize was planted at a spacing of 80 cm x 40 cm, with three seeds per hole. A planting rope marked at 40 cm intervals was use as a guide in the planting. All other cultural practices for planting maize were as recommended by The CSIR-Crops Research Institute of Ghana. A stop watch was used to determine the time used in planting each plot and the data was extrapolated to time for planting a hectare. Data were collected on number of hills (stand) with seedling, no of hills with 1 seedling, 2 seedlings and 3 seedlings. The partial budget and cost benefit analysis which showed the net benefit and returns to investment by the various treatment options were used to determine the benefits to farmers (CIMMYT, 1988)

3 RESULTS

There were no significant (p>0.05) interactions between method of land preparation and planting tool in any of the response variables taken. The effects of method of land preparation and planting tool on planting time and maize establishment are presented in table 1. There were significant (P < 0.01) differences in time used in planting which ranged from 8 hours 59 minutes per hectare to 23 hours, 58 munities per hectare (table 1). Planting with the Chinese planter on ridges took the least time, whilst cutlass planting on no-till plots took the most time. Consistently the least time was spent planting with the Chinese planter, followed by the local planter. Cutlass planting took most time. The time spent on planting on ridges was consistently lower than no-till planting, although the differences were not significant for the same planting tool (table 1 & 4).

Irrespective of method of land preparation, cutlass planting resulted in more hills with maize plants than jab planting although differences were not always significant (Table 1 & Table 6). Consistently, there were more hills with maize seedlings on the ridges than on the no till plots Table 1 & Table 4). At Nsuta, pests removed maize from the entire no-till plots, but removal was very low on the ridges. This necessitated replanting maize on the no-till plots. No-till planting with the Chinese planter resulted in least number (19583 hills/ha) of hills with plants (Table 1).

Planting on ridges with cutlass and the local planter resulted in lowest and highest number of hills with one plant respectively. Generally there were more hills with two or three maize seedlings, than hills with 1 seedling. The target plant population was 62,500 plants/ha but the achieved population ranged from 47083 pants/ha (Chinese planter on no-till plots) to 67917 (Cutlass planting on ridges).

The effects of method of land preparation and planting tool on plant population and yield are presented in table 2. There were no significant differences (P>0.05) in plant population and number of cobs harvested among the treatment options except planting with Chinese planter that had significantly lower population and cobs than cutlass planting on ridges. This notwithstanding, there were no significant differences in grain yield.

The mean effects of land preparation on planting time and plant establishment are presented in table 3. Method of land preparation had no significant effect on planting time, no of hills with 1 plant or 2 plants. However there were significantly (P<0.05) more hills with 3 plants on the ridged than no till plots. Furthermore the number of hills with plants, total number of plants (plant population) and cobs harvested were significantly (p < 5%) more on the ridged than no-till plots This however did not affect yield (Table 4).

The mean effects of planting tool on planting time and maize establishment are presented in table 5: Least time was spent planting with the Chinese planter (9 hours, 01 minutes/ha) and most time was spent planting with cutlass. Planting tool had no significant effects on hills with 1 plant or 2 plants, but cutlass planting had significantly more hills with 3 plants than planting with the Chinese planter. Similarly cutlass planting had higher number of hills with plants and plant population than planting with Chinese planter but grain yield was not significantly affected by planting tool.

Presented in table 7 is the economic analysis of the various treatments studied. The partial budget analysis showed that no till with local planter yielded the highest net benefit of ₵2184 per hectare whilst no till with Chinese planter yielded the lowest net benefit value of ₵1710. Nevertheless, the benefit cost ratio showed that the returns to investment on both the Chinese planter and local planter with no till were highest amongst the various treatment options. Benefit cost ratios of 40:1 and 43.29:1 for Chinese planter no till and local planter no till respectively shows that a farmer investing ₵1.00 in the planters will recoup his/her ₵1.00 plus an additional ₵39 and ₵42.29 on Chinese planter no till and local planter no till respectively Benefit cost ratio of no-till planting with the Chinese and local planter were 61% and 56% more than cutlass planting. Benefit cost ratio was about 4 times higher by planting maize on no-till land than on ridges.

4 DISCUSSIONS

The least time was used to plant with the Chinese planter because it plants automatically. The local jab planter however is semi-automatic; therefore planting with it is slower. Cutlass planting took the most time because it requires a lot of human effort. It must however be noted that in Ghana, different people plant with cutlass at different speed. In the major food producing areas planting is a profession of some people (planting gangs) and they plant very fast with cutlass but efficiency is often very low. Cutlass planting in this study was done very efficiently by the collaborating farmers and we estimate their planting speed as average.

Cutlass planting resulted in highest number of hills with plants probably because the farmers ensured that seeds were properly covered. In jab planting the seeds may or may not be covered depending on factors such as soil type, land

preparation and soil moisture. Although maize was planted at 3 seeds per hole in this study, significant number of hills had 1 or 2 seedling because the seed was only 83% viable. It is possible that some of the planted seeds and emerged seedlings were destroyed by pests. In jab planting, the required number of seeds may not drop because seed delivery is purely mechanical.

Plant population was generally high (ranging from 75 -108%) because 3 seeds were planted per hole to compensate for non-viable seeds and pest damage. The no-till plots planted with the Chinese planter gave lest plant population. This planter plants poorly on no-till fields with stubble mulch.

The low plant population recorded on the no-till plots planted with the Chinese planter reflected on no of cobs harvested. However this did not affect yield, which was not significantly different among the treatments. This result is inconsistent with findings of Abuzar *et al* (2011) and Casini (2012) which showed significant differences in maize yield due to plant population.

In practice the optimum plant population that resulted from cutlass planting and the resultant yield is not likely to be attained by farmers who hire planting gangs to plant. Currently some farmers in Ghana broadcast seed of maize and cowpea. These farmers acknowledge that broadcasting leads to low yield but they are compelled to broadcast because of the drudgery involved in cutlass planting. And they will not hire planting gangs to plant because it is too expensive and the gangs often plant poorly which also leads to low yield.

Land preparation had no effect on yield of maize in this study probably because the experiments were conducted in the forest zone where farmers had practiced no-till for centuries and there is not problem of soil compaction.

The farmers who collaborated in these experiments indicated that it is easier to plant with the jab planters than with cutlass. Jab planting does not involve bending; therefore waist pains are minimized. Furthermore treated seed could be planted without coming in contact with the person planting.

Economic analysis of the study showed that it is less viable to plant maize on ridges compared with no-till. The analysis also indicates that jab planting is an economical and viable alternative to cutlass planting. Jab planting was about 100% cheaper than cutlass planting.

The main advantage of the Chinese jab planter is that planting with it is easy and fast. However it is made almost entirely of plastic, therefore it not very durable. Furthermore it is complex in construction and prone to malfunction, and it is relatively expensive. The local jab planter is very simple in construction. Under mass production the cost could be about 100% cheaper than the Chinese planter.

5 CONCLUSION

The jab planters are viable alternative to planting with cutlass, sticks or hoes. They could reduce drudgery, time and cost of planting.

Table 1: Effects of land preparation and planting tool on planting time and maize plant establishment.

Planting tool and method of land preparation	Planting time (hours/ha)	Total no of hills with plants (ha)	Hills with 1 plant (Ha)	Hills with 2 plants	Hills with 3 plants
China ridge	8.59	27083	4167	12292	9375
Local P ridge	10.56	26458	6042	9375	8751
Cutlass ridge	23.37	30000	1875	10833	13125
Chinese P no-till	9.01	19583.	5833	8542.	4583
Local P no till	11.06	22500	5417	7708	8749
Cutlass no-till	23.58	24583	4375	11458	8125
CV (%)	8.12	10.2	27.1	24.4	21.7
LSD	5.03	5262	NS	4046	4380

Table 2: Effects of land preparation and planting tool on plant population and yield of maize

Planting tool and method of land preparation	Plant population (plants/ha)	No of cobs harvested	Grain yield (kg/ha)
Chinese P ridge	62708	44167	2819
Local P ridge	57708	41875	2555
Cutlass ridge	67917	47500	2681
Chinese P no-till	47083	34167	2166
Local P no till	56042	42292	2761
Cutlass no-till	57500	41042	2687
CV (%)	19.0	13.3	14.7
LSD	18701	12991	NS

Table 3: Effect of method of land preparation on planting time and plant establishment of maize.

Method of land preparation	Planting time (hours)	1 plant/hill (per Ha)	2 plants/hill (per ha)	3 plants/hill (per ha)
Ridge	14.51	4028	10833	10417
No-till	14.70	5208	9236	7153
CV %	12.2	17.1	18.9	29.0
LSD (0.05)	NS	NS	NS	2679

Table 4: Effect of method of land preparation on plant population and yield of maize.

Method of land preparation	Total hills/ha	Total plants/ha	Cobs /ha	Grain yield/ha
Ridge	27847	62778.	44514.	2685
No-till	22222.	53542	39167	2536
CV %	16.6	18.2	21.1	26.6
LSD (0.05)	2820.	6115	NS	NS

Table 5: Mean effects of planting tool on planting time and maize establishment

Planting tool	Planting time	1 plt/hill	2 plts/hill	3plts/hill
Chinese	9.01	5000	10417	6979
Local	11.02	5729	8542	8750
Cutlass	23.48	3125	11146	10625
CV%	12.2	17.5	18.9	29.0
LSD 0.05)	4.1	NS	NS	3281

Table 6: Mean effects of planting tool on plant stand, plant population and grain yield of maize.

Planting tool	Total hills/ha	Total plants/ha	Cobs /ha	Grain yield/ha
Chinese	23333	54896	39167	2492
Local	24479	56875	42083	2658
Cutlass	27292	62708	44271	2681
CV%	16.6	18.2	21.1	26.6
LSD 0.05)	3454	5812	NS	NS

Table 7: Partial budget and cost benefit analysis of method of land preparation and planting tool effects on maize

	Chinese ridge	Local P Ridge	Cutlass ridge	Chinese no till	Local P No till	Cutlass no till
Average yield	2819	2555	2681	2166	2761	2687
Adjusted yield	2537.1	2299.5	2412.9	1949.4	2484.9	2412.0
Gross benefit (GH₵/ha)	2283.39	2069.55	2171.61	1754.46	2236.41	2170.8
Cost that vary						
Cost of labour for planting (GH₵/ha)	33.71	41.03	88.54	33.86	41.66	89.85
Renting jab planter(GH₵/day)	10	10	0	10	10	0
Ridging (GH₵/ha)	160	160	160	0	0	0
Total cost that vary (GH₵/ha)	203.71	211.03	248.54	43.86	51.66	89.85
Net benefits (GH₵/ha)	2079.68	1858.52	1923.07	1710.60	2184.75	2086.62
Cost benefit ratio	11.21	9.80	8.74	40.00	43.29	24.22

REFERENCES

[1] Abuzar M.R., Sadozai G.U., Baloch M.s., Shah I.H., Javaid T., and Hussain N. 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. The journal of Animal and plant sciences, 21 (4), 692-695.

[2] Adjei E.O., Aikins S.H.M., Boahen P., Chand K., and Teklu a. 2003. Combining mechanization with conservation agriculture in the transition zone of Brong Ahafo Region, Ghana. ICRA Working Document Series 108, International Centre for Development Oriented Research in Agriculture, Wageningen.

[3] Casini P. 2012. Maize production as affected by sowing date, plant density and row spacing in the Bolivian Amazon. Journal of Agriculture and Environment for International development, 106 (2) 75-84.

[4] CIMMYT. 1988. From agronomic data to farmer recommendations. An economic training manual. CIMMYT, Mexico, DF.

[5] Gustavo, A.M., Alfredo G.C and Otegui M.E. 2006. Row width and maize grain yield. Agron. J., 98: 1532-1543.

[6] Hudson N. 1987. Soil and water conservation in Semi-arid areas. FAO Soils Bulletin 57. FAO, Rome.

[7] Medeiros J.B., De Viana A.C., 1980. Sowing date, spacing and plant density for maize cultivation. Informe Agropecuario, 6:72, 32-35.

[8] Mother Earth news http://www.motherearthnews.com/homesteading-and-livestock/no-till-farming-zmaz84zloeck.aspx#axzz3ETHPcpCx

[9] Sangakkara U.r., Bandaranayake P.S .R .D., Gajanayake J. N., and Stamp P. 2004. Plant populations and yield of rainfed maize grown in wet and dry seasons of the tropics. Maydica. 49:83-88.

[10] Trenton, F., S. and Joseph G.L. 2006. Optimum plant population of *Bacillus Thuringiensis* and non *Bacillus Thuringiensis* corn in Wisconsin. Agron J., 98:914-921.

[11] Zaki M.S., Paigham S., Shaukat H., 1994. Effect of date of sowing on maize and non-flooded land rice. Sarhad journal of Agriculture. 10:2, 191-199.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 36-40
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

CONVULSIONS FEBRILES A LWIRO (Est RDC)

[FEBRILE CONVULSIONS IN LWIRO (Eastern DRC)]

Bisimwa Mushagalusa[1-2], Bisimwa Nkemba[1-2], Mbiye Badibanga[1-2], Nkonzi Karazo[1-2], Manimani Riziki[1-2], and Kafumba Kibibi[1-2]

[1]Département de Nutrition, Centre de Recherche en Sciences Naturelles CRSN/Lwiro Bukavu, RD Congo

[2]Service de Pédiatrie, Hôpital Pédiatrique de Lwiro Bukavu, RD Congo

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

ABSTRACT: A prospective study of 215 children with febrile seizures was conducted at Lwiro hospital in Eastern of DRC, from 1 January to 31 December 2013.The proportion of febrile seizures among all admitted patient was 6%. The peak age of these patients was 12-17 months. There was a family history of febrile seizure in 32.7%. The sex ratio was 0.9.The mean temperature on admission was 38.8°C. Simple febrile seizure were seen in 62.3% and the complex type in 37.7%. Malaria was the main etiology in 69.8%, followed by upper and lower respiratory tract infection in 14% and 9.3%, respectively. Lumbar puncture was performed in all patients. The commonest anticonvulsant used to stop seizures was rectal diazepam in 100%. Febrile seizure prophylaxis was administered to 45% of patients; antipyretic were the most widely used, either alone or combined with rectal diazepam.

KEYWORDS: Febrile convulsions, Malaria.

RESUME: Une étude prospective menée sur des enfants admis à l'hôpital pédiatrique de Lwiro(Est RDC) du 1er janvier 2013 au 31 Décembre 2013 a permis de retenir 215 nourrissons et enfants âgés de 3mois à 5ans admis pour des convulsions fébriles(CF). Elle représentait 6 % des hospitalisations pédiatriques. La tranche d'âge la plus représentée était comprise entre 12 et 17mois. Les antécédents familiaux de convulsions fébriles ont été retrouvés dans 32,7% des cas. Le sex ratio était de 0,9. La température moyenne à l'admission était de 38,8°C. Les CF simples étaient les plus fréquentes (62,3%) avec une prédominance des crises tonicocloniques généralisées. Les CF complexes représentaient 37,7% des cas. Le paludisme étant la cause de la fièvre chez 69,8% des patients suivi des infections ORL chez 14% et des infections respiratoires basses chez 9,3% des patients .Les autres causes étaient faiblement représentées. L'analyse cytobactériologique du liquide céphalorachidien a été systématiquement réalisée chez tous les patients. L'anticonvulsivant le plus utilisé pour arrêter la crise (100% des cas) était le Diazépam administré par voie intra rectale. Le traitement préventif des récidives à base d'antipyrétiques seuls ou associés au Diazépam a été prescrit chez 45% des patients.

MOTS-CLEFS: convulsions fébriles, paludisme.

1 INTRODUCTION

Les convulsions fébriles CF se définissent comme un événement de la petite enfance ou de l'enfance entre les âges de 6mois à 5ans, lié à une fièvre et sans élément permettant d'incriminer une infection intracrânienne ou une autre cause [1]. La majorité des crises convulsives se manifestent à partir de la deuxième année de la vie [2] avec une incidence maximale entre 18 mois et 22 mois [3]. Il existe une prédisposition génétique importante [4].

Le but de notre travail était d'étudier les aspects épidémiologiques, diagnostics et étiologiques des convulsions fébriles de l'enfant. Dans notre milieu peu de travaux ont été consacrés à l'étude des CF qui constituent toujours une urgence diagnostique et thérapeutique en raison du risque d'état de mal convulsif, de séquelles neurologiques et de décès, d'où l'intérêt de cette étude.

2 PATIENTS ET METHODES

Il s'agit d'une étude prospective menée à l'hôpital pédiatrique de Lwiro. Cet hôpital d'une capacité de 100 lits se trouve dans la zone de santé (district de santé au sens de l'OMS) de Miti-Murhesa.Celle-ci est située à l'Est de la RDC dans la province du Sud-Kivu sur le bord du lac Kivu à une altitude moyenne de 1500 mètres. C'est une zone de santé rurale issue du découpage de l'ancienne zone de santé de Katana s'étendant au Nord de la ville de Bukavu.

Du 1er janvier 2013 au 1er décembre201 3, nous avons retenu 215 patients âgés de 3 mois à 10 ans admis pour des convulsions dans un contexte fébrile et dont l'analyse du liquide céphalorachidien(LCR) était stérile.

Les paramètres étudiés : le sexe, l'âge, les antécédents personnels et hérédo-collatéraux, les caractéristiques de la crise, le résultat de la goutte épaisse.

Une convulsion fébrile était dite simple lorsque la durée de la crise était inférieure à 15 minutes, lorsque la crise était tonicoclonique généralisée et unique en 24 heures, une CF était dite complexe ou compliquée lorsque la durée de la crise était supérieure ou égale à 15 minutes, lorsqu'elle est partielle récidivante dans 24 heures et associée à un déficit neurologique postcritique, l 'état de mal convulsif a été défini comme une crise de durée supérieur à 30 minutes ou une série de crises convulsives entre lesquelles il n'y avait pas de reprise de conscience .Nous avons effectué un examen clinique complet chez tous les enfants à l'admission. L'analyse cytobactériologique et chimique du LCR pour éliminer une méningite ou une encéphalite, la numération formule sanguine et la goute épaisse ont systématiquement été demandées chez tous les enfants. Nous avons réalisés d'autres examens complémentaires selon l'orientation clinique : examen cytobactériologique des urines, radiographie pulmonaire et coproculture .Nous avons obtenu le consentement éclairé des parents .L'analyse statistique a été effectué grâce au test de Chi².Le seuil de signification était $p < 0,05$.

3 RESULTATS

Pendant notre période d'étude, 3548 patients ont été hospitalisés à l'hôpital pédiatrique de Lwiro. Nos critères d'inclusion s'appliquaient sur 215 patients, soit 6% des hospitalisations.

Nous avons noté une prédominance féminine avec 110 filles pour 105 garçons (sex ratio =0,9), la majorité des cas entre 12 et 17 mois révolus (54% de cas, voir figure).La température moyenne à l'admission était de 38,8°C.

Les convulsions étaient de type CF simples chez 134 enfants (62,3%) ; elles étaient de type CF complexes chez 81 enfants (37,7%). La principale cause des CF était le paludisme (83,3%) (Tableau II).Le principal facteur de risque de la crise initiale lorsqu'il existait un (n=110) était l'histoire familiale de CF (32,7%) (Tableau I).Nous n'avons trouvé aucune association entre la sévérité de la parasitémie à *Plasmodium* et le risque de développer une CF (p=0,54).

L'anticonvulsivant le plus utilisé en première intention pour arrêter la crise était le Diazépam administré en intra rectale chez 100% des patients. Le Diazépam était associé aux antipyrétiques chez 55% des cas chez les patients qui présentaient des facteurs de risque de récidive (histoire familiale des CF, âge inférieur à 12mois lors de la crise initiale).L'acide valproïque été utilisé pour le traitement préventif continu chez des patients qui présentait un risque d'épilepsie ultérieur, soit 8% de l'échantillon total. Les facteurs de risque d'épilepsie ultérieur étaient : le nombre de récidive de CF supérieur de 2, l'histoire familiale d'épilepsie, des CF complexes et un retard psychomoteur.

Nous avons noté une guérison de CF sans complications chez 197 patients, soit 91,63% des cas ; une hémiparésie transitoire chez 5 enfants soit 2,3%, une aphasie chez 6 enfants (2,7%).Nous avons déploré 7 décès tous liés à un état de mal convulsif ayant évolué vers le coma.

Au cours de cette étude, nous avons noté que 68 enfants (31,6%) avaient déjà convulsé auparavant .Chez ces enfants nous avons noté que le principal facteur de risque associé de façon significative aux récidives était la survenue de la première CF avant l'âge de 12mois, suivi de l'histoire familiale de CF à 23,5% (tableau III).

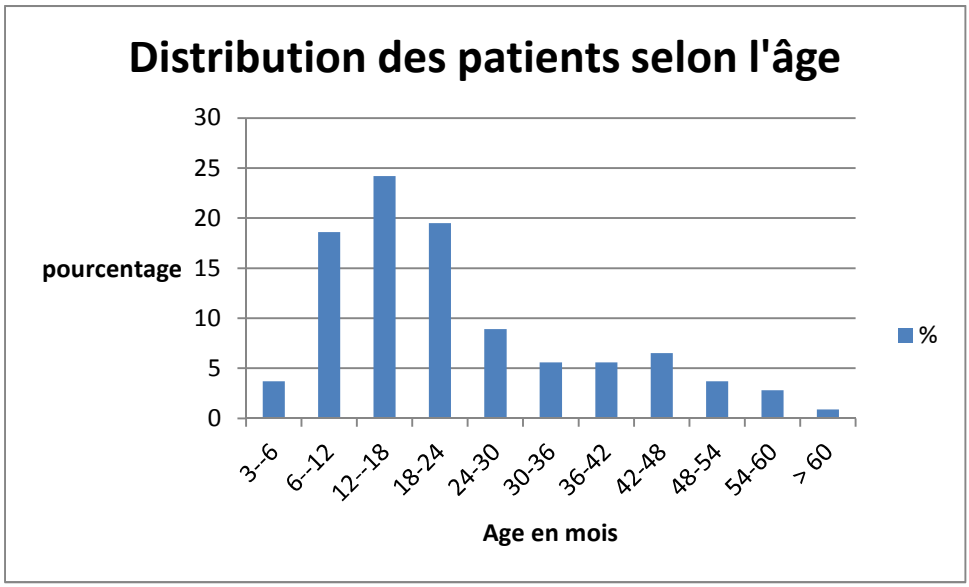


Fig. 1. Distribution des patients selon l'âge

Tableau I : Répartition des patients selon les facteurs de risque de la crise initiale.

Facteur de risque	**Nombre des patients**	**Pourcentage(%)**
Histoire familiale de CF	36	32,7
Hypotrophie	25	22,7
Hospitalisation néonatale	20	18,2
Prématurité	15	13,6
Retard psychomoteur	7	6 ,4
Accouchement césarienne	5	4,5
Alcoolisme durant grossesse	2	1 ,9
Total	110	100

Tableau II : Distribution des patients selon les causes des convulsions fébriles

Causes	**Effectifs**	**Pourcentage(%)**
Paludisme	150	69,8
Infections ORL	30	14
Infections respiratoires basses	20	9,3
Gastroentérite fébriles	7	3,2
Infections urinaires	6	2,8
Fièvre post vaccinale	2	0,9
Total	215	100

Tableau III : Répartition des patients selon les facteurs de risque de récidives

Facteurs de risque	Effectif	Pourcentage(%)
Age<12mois lors de la crise initiale	40	58,9
Histoire familiale de CF	16	23,5
Aucune	8	11,7
Retard psychomoteur	4	5,9
Total	68	100

4 DISCUSSION

La fréquence des CF dans les pays développés varie de 2 à 14% [2].Au cours de notre étude les CF ont ré présenté 6% des hospitalisation pédiatriques, ce qui est inférieur au taux trouvé par Lekama [5]et al au Cameroun en 1993(10,31) ou par Diawara et al au Mali en 1991(16,58%) [6], mais supérieur à celui trouvé par Sall at al à Dakar en 1992(3,45) [7].Ces différences pourraient résulter de la disparité des critères de sélection. Utilisés dans les différentes études.

Dans notre étude, la prévalence maximale des CF se situait entre 12 et17mois révolus(Figure). La majorité des CF se manifeste à partir de la deuxième année de vie [8] avec un pic de fréquence entre 12 et 23 mois (9).Une relation entre l'âge, le degré de maturation cérébrale et la fièvre a été établie. Il existerait une hyper excitabilité liée à l'âge, induite par la fièvre sur un cerveau immature [10].

Nous avons observé une sex-ratio de 0,9. Il existe une discrète prédominance masculine avec une sex-ratio compris entre 1,1 et 4 d'après les données occidentales et africaines [9,11]. Certaines études ont montré qu'il existe une différence neurobiologique entre les neurones des sujets masculins et ceux de sexe féminin provoquant une différenciation des réponses lors de la survenue des lésions cérébrales [9].Trente-six(32,7%) des 11 patients qui avaient des facteurs de risque présentaient une histoire familiale de CF. Ce résultat se rapproche des données occidentales qui trouvent des antécédents familiaux de CF dans 25-40% des cas[11] mais il est supérieur à d'autres séries qui avaient trouvé dans 7à 31% des cas[12] Il existe une prédisposition génétique importante :une concordance de 30 à 70% des cas a été observé chez les jumeaux monozygotes et de 70% a été observé chez les jumeaux hétérozygotes[4].Certains auteurs pensent que cette condition peut être transmise comme un trait autosomique dominant, d'autres en revanche ont suggéré un mode de transmission polygénique. Le risque de présenter une première CF est accru de 10-15% si un apparenté de premier degré a eu de CF, il atteint 50% s'il s'agit d'un parent, d'un frère ou d'une sœur [13].Vingt-cinq enfants (22,7%) avaient un poids de naissance inférieur à 2500g. Certaines études montrent que le risque de CF augmentaient significativement en fonction de la diminution du poids de naissance [6].

Dans notre étude, les CF simples représentaient 62,3 contre 37,7 pour les CF complexes. Ce résultat est proche de ceux rapportés par Berg et Shinnar en 1996[14].Par ailleurs la grande fréquence des crises généralisées tonicocloniques que nous avons observé a été également rapporté dans la littérature. Plusieurs travaux relèvent que 9à 35% des CF sont complexes [11].

En Afrique subsaharienne, la principale cause des CF est le Paludisme, ce que notre série confirme. Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Sall et al [7] au Sénégal (67,9%) et Lekama au Cameroun (34,06%) [5]. Dans les pays occidentaux ce sont les infections virales qui sont les principales causes, surtout les virus du groupe Herpès et les virus respiratoires, à l'origine des infections ORL et des infections respiratoires basses [11].Les infections ORL représentaient la deuxième cause de CF .Nous avons observé é une fièvre post vaccinale chez 2 enfants (0,9%).Il s'agissait dans les deux cas du vaccin contre la rougeole. Dans la littérature les fièvres post vaccinales représentent une cause rare avec 1,4% [7] mais le vaccin contre la rougeole a été incriminé parmi les principaux responsables des CF avec ceux contre la diphtérie et la coqueluche [12].

Nous n'avons observé aucune association entre la parasitémie à *Plasmodium* et la fréquence de CF, ce qui s'oppose aux résultats d'Akpede (1993) au Nigéria qui avait trouvé une association significative entre la sévérité croissante de la parasitémie et le risque de présenter des CF [15].

Le plus souvent, les crises s'arrêtent spontanément ; néanmoins en cas de persistance des crises, l'anticonvulsivant le plus utilisé pour interrompre les crises chez les enfants convulsant à l'arrivée a été le Diazépam. Cette pratique est conforme à la littérature [3,16]. Le Paracétamol a été prescrit en traitement préventif discontinu chez la totalité des patients. Dans la littérature, son efficacité n'a pas été correctement évaluée, mais il reste le plus important pour faire baisser la fièvre [8].

Le diazépam a été associé au paracétamol chez 55% de patients au cours de cette étude, en raison du des facteurs de risque élevé de récidives [16]

Nous avons enregistré 197 arrêts de CF sans complication (91,6%),5cas d'hémiparésie transitoire(2,3%) et 6cas d'aphasie(2,7%).7décès sont survenus tous lié à un état de mal convulsif ayant évolué vers le coma .Ce résultat se rapproche de ceux de la littérature. L'hémiparésie transitoire post critique varie de 0,4 à 1,1% d'après les études ; la mortalité de CF est très faible[7].Par ailleurs 68 enfants de notre série(31,6%)avaient déjà convulsé au moins une fois avant d'être inclus dans l'étude. Ce résultat est également proche des études qui ont montré qu'environ 30% des enfants ayant convulsé en contexte fébrile récidivent au cours d'une affection fébrile subséquente. [3]

Parmi les facteurs de risque de récidives connus, un âge inférieur à 12mois lors de la première CF a été retrouvé chez 58,9% de nos patients. C'est le principal facteur prédictif de récidive qui a été rapporté[3,17].Il a été estimé que 13% de patients épileptique présentaient un antécédent de CF[18].Les syndromes épileptiques survenant au décours des CF sont :l'épilepsie du lobe temporal, l'épilepsie myoclonique sévère du nourrisson et le syndrome de Lennox-Gastaut[18].Certaines études ont montré que l'âge moyen d'apparition de l'épilepsie du lobe temporal après une CF était de 10ans. D'autre en revanche ont trouvé un pic d'apparition durant l'enfance(5,4ans), l'adolescence(15,3ans) et à l'âge adulte(26,7ans)[19].

Nous n'avons pas pu évaluer le risque d'épilepsie ultérieure au cours de cette étude car la durée était limitée pour aborder l'évolution à long terme.

5 CONCLUSION

Les CF sont fréquentes à Lwiro. Il existe légère prédominance féminine et la tranche d'âge comprise entre 12et 17mois est la plus affectée. Le Paludisme est la principale cause de la fièvre et des CF. Nous suggérons le renforcement de la prévention du paludisme par la lutte anti vectorielle et l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticides longue durée.

REFERENCES

[1] Consensus statement. Febrile seizures : Long-term management of children with fever-associated seizures. Pediatics 1980 ;66 :1009-12.
[2] Allen Hauser W. The prevalence and incidence of convulsion disorders in children.Epilepsia 1994; 35((suppl) 2):s1-6.
[3] Hirtz DG, Nelson KB. The natural history of febrile seizures, Ann Rev Med 1983 ; 34 :453-471 ;
[4] Tsuboi T. Genetic analysis of febrile convulsion-twin and family studies. Hum Genet 1987; 75:7-14.
[5] Lekama AT. Convulsions hyperthe rmiques, aspects sémiologique, étiologique et thérapeutique. Thèse de Doctorat en Médecine, Université de Yaoundé, 1992,63-65 ;
[6] Diawara FN, Sidibe T., Keita NM et al. Aspect épidémiologique des convulsions fébriles de l'enfant et du nourrisson dans le service de l'hôpital Gabriel Touré (Bamako). Med Afr Noire 1991 ; 58 : 124-128
[7] Sall MG, Kwakurvi N., Mbaye SL et al, les convulsions hyper pyrétiques au CHU de Dakar. Med Afr Noire 1992, 39 : 119-121 ;
[8] Motte J, Bednarek N. Les convulsions fébriles. Ann Nestle 2003 ;61 :108-16
[9] Johnston MV, Hagberg H. Sex and the pathogenesis of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2007; 49:74-78;
[10] Jensen AT, Sanchez R M. Why does the developing brain demonstrate heightened susceptibility to febrile and other provoked seizures? In Febrile seizures. T Z. Baran and S Shinnar.Academic Press 2002. 158-68.
[11] Mohammagreza SO, Khalilian E et al. Febrile Seizures in North Kiran Children epidemiology and clinical. J. Pediatr Neurol 2008;6:39-42;
[12] Azhar Daoud.Febrile convulsion-review and update. J Peditr Neurol 2004;2:9-14.
[13] Bethume P,Gordon K, Dooley Jat al .Which child will have a febrile seizure?Am J Dis child 1993;147:35-9.
[14] Berg AT, Shinnar S. Complex febrile seizures.Epilepsia 1996;37:126-33.
[15] Akpede GO. Convulsions with Malaria)febrile or indicative of cerebral involvement? J Trop Med 1993;39:350-5.
[16] Shinnars S, Glauser TA. Febrile Seizures J. Child Neurol 2002; 17:S44-52;
[17] Van Stuitjvenberg M ,Steyerberg EW,Derksen-Lubsen G, et al.Temperature, age and reccurrence of febrile sizure.Arch Pediatr Adolesc Med 1998;152:1170-5.
[18] Baulac S,Gourfinkel-An I,Nabbout R, et al.Fever,genes and epilepsy.Lancet Neurol 2004;3:421-30.
[19] Janszky J, Janszky I, Ebner A. Age at onset in mesial temporal lobe epilepsiy with a history of febrile seizures. Neurology 2004;63:1296-8.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 41-44
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Grossesse après cancer du sein : Revue de la littérature et mise au point

[Pregnancy after breast cancer: Literature review and development]

H. Derdabi, B. Laachiri, J. Kouach, R.D. Moussaoui, and M. Dehayni

Service Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V, Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: The prevalence of pregnancy after breast cancer is increasing, since breast cancer occurs in 10-15% of cases in patients under 40 years. This literature review aims to make an update for defining a multidisciplinary management of a patient with a desire for pregnancy after breast cancer.

KEYWORDS: prognosis, evolution, breast, delay, pregnancy.

RÉSUMÉ: La prévalence de la grossesse après cancer du sein ne cesse d'augmenter, vu que le cancer du sein survient dans 10 à 15% des cas chez des patientes de moins de 40 ans. Cette revue de littérature a pour but d'effectuer une mise à jour permettant de définir une prise en charge multidisciplinaire d'une patiente présentant un désir de grossesse après un cancer de sein.

MOTS-CLEFS: prognostic, evolution, sein, délai, grossesse.

1 INTRODUCTION

La survenue d'une grossesse après cancer du sein n'est pas rare en raison du délai de plus en plus tardif avant le premier enfant surtout en occident. La grossesse dans ce contexte particulier suscite plusieures questions auxquelles nous souhaitions apporter des éléments de réponses à travers cette revue de littérature.

2 EPIDÉMIOLOGIE

2.1 FRÉQUENCE

Si la tendance a une grossesse tardive au cours des prochaines années se précisent le nombre de cas de cancer du sein associé à une grossesse accroîtra étant donné que le risque d'apparition d'un cancer du sein croît également avec l'âge[1][2]

2.2 PHYSIOPATHOLOGIE

La grossesse est une période d'inflation estrogénique et progestative.Si une grossesse survient chez une femme dont les cellules épithéliales indifférenciées sont déjà initiées (c'est-à dire comportent des altérations génétiques favorisant la transformation maligne), ces cellules initiées vont être stimulées par ces hormones, se multiplier et acquérir d'autres altérationsgénétiques qui vont aboutir à leur division incontrôlée. De même, lorsqu'il existe des cellules mammaires cancéreuses, leur stimulation par ces hormones favorise leur prolifération. Sachant que le nombre de cellules initiées ou transformées augmente avec l'âge, on comprend bien pourquoi la survenue d'une grossesse après 35 ans augmente le risque

Corresponding Author: H. Derdabi

mammaire. De même, la stimulation hormonale des cancers mammaires survenant en cours de grossesse conduit à leur croissance rapide et contribue à leur pronostic défavorable. D'autres modifications biologiques gestationnelles ont été incriminées dans une moindre mesure pour expliquer l'effet péjoratif de la grossesse sur la glande mammaire [3]. Parmi celles-ci, on peut citer l'immunodépression, l'insulinorésistance relative associée à des taux circulants élevés d'insuline et les modifications des taux de mélatonine induites par la grossesse [4]. [5] L'évolution métastatique générale n'est particulière que par une possible localisation placentaire : Keer décrit des métastases placentaires toujours dans les formes évoluées du cancer du sein sans conséquence foetale, il recommande constamment une vérification histologique du placenta en particulier l'invasion vasculaire des villosités placentaires [6]. Petrek signale que seuls le mélanome, la leucémie, le lymphome etl'hépatocarcinome ont été décrits en causant des métastases foetales. Des métastases placentaires ont été reportées dans plus de 50 cas de patients présentant une tumeur solide incluant diverses tumeurs mammaires après accouchement, l'enfant était en bonne santé dans tous les cas [7]. L'examen microscopique du placenta en particulier de l'espace inter villeux, est important parce que seulement la moitié des patientes présentaient une métastase visible. Cette plus grande fréquence expliquée par l'histoire naturelle de la maladie et le retard de diagnostic, les métastases général allant de 32 % à 12,7 %. Les récepteurs hormonaux posent à l'évidence un problème d'interprétation : leur négativité est plus fréquente lors de la grossesse ; les dosages biochimiques seraient faussés par les forts taux circulants d'oestradiol responsables d'une translocation intranucléaire des récepteurs cytosoliques selon Hoover [8, 9]. Barnavon propose un dosage radio-immunoistochimique de ces récepteurs à l'aide d'anticorps monoclonaux afin de lutter contre cet artefact.

3 IMPACT DU CANCER DU SEIN SUR GROSSESSE ULTERIEURE

L'administration de chimiothérapie au cours du premier trimestre de la grossesse est responsable d'un taux de malformation plus élevé que dans la population générale (16%versus 4%). Ce sur-risque de malformation n'est pas retrouvé en cas de traitement au deuxième ou troisième trimestre de grossesse. Dans le cas d'une grossesse survenant à distance d'une chimiothérapie, il n'a pas été rapporté de surrisque de malformations. Ainsi, en 1987, Byrne et al. [10] ont étudié 1600 enfants nés de parents traités par chimiothérapie pour cancer ; le taux de malformation dans cette population était similaire à celui de la population générale, soit aux alentours de 4 %. Il n'y a donc pas de contre-indication à débuter une grossesse après la fin d'une chimiothérapie. Le traitement par tamoxifène a prouvé son efficacité dans le traitement de tumeurs exprimant de façon significative des récepteurs aux estrogènes et/ou à la progestérone. La durée recommandée de ce traitement est de cinq ans. Dans une étude de 1987, Cunhaet al. [11] ont mis en évidence l'effet tératogène du tamoxifène sur l'appareil génital de souris femelles. Ces malformations étaient identiques a` celles observées après une exposition in utero au diéthylstilbestrol (DES) : aplasie des glandes cervicales et endométriales, une désorganisation histologique de l'endomètre et du myomètre et des anomalies tubaires. Dans une revue de la littérature de 2004 [12], 141 grossesses sous tamoxifène sont rapportées. Parmi ces grossesses, 12 malformations ont été décrites : une ambiguïté sexuelle chez une fille, dix malformations dont la nature n'était pas précisée par les auteurs, et un syndrome de Goldenhar (dysplasie oculoauriculo-vertébrale), dont l'étiologie ne peut être rapportée avec certitude au tamoxifène car le foetus avait été exposé à d'autres toxiques in utero. En raison de la tératogénicité d'un traitement par tamoxifène comparable à celle d'un traitement par DES, une grossesse sera contre-indiquée pendant la durée du traitement par tamoxifène.[13] Or il a été montré que l'interruption prématurée du tamoxifène, avant les cinq ans recommandés, peut aggraver le pronostic des femmes jeunes ayant une tumeur surexprimant les RE. l'abstention d'hormonothérapie a entraîné pour les plus jeunes d'entre elles quatre fois plus d'évolutions péjoratives en comparaison avec les patientes traitées de manière complète.[14]

4 IMPACT DE LA GROSSESSE SUR LE CANCER DU SEIN

Le cancer du sein est une tumeur hormonodépendante. Les conséquences d'une grossesse consécutive a` un cancer du sein, en termes de risque de rechute, sont relativement mal appréhendées par les praticiens. Dans une étude menée en 1986 [15] auprès de 316 gynécologues en France, il apparaissait que la majorité d'entre eux déconseillait une grossesse après un cancer du sein, sur l'argument d'un risque de rechute important. Cependant, la plupart d'entre eux reconnaissait mal connaître ce problème. En 1986, Mignot et al. [15] ont mené une enquête cas–témoin sur les grossesses après cancer du sein. Soixante-huit femmes enceintes ont été colligées. Etaient incluses les femmes ayant eu une grossesse survenue au moins un mois après la date du traitement chirurgical de la tumeur primitive. La comparaison de l'ensemble de ces taux de survie à ceux du groupe témoin ne montrait pas de différence significative. Il n'y avait pas non plus de différence significative. du taux de survie selon que la grossesse ait été menée à terme ou interrompue précocement. Enfin, 14 femmes avaient débuté une grossesse dans un délai inférieur ou égal à six mois après la fin du traitement, leurs courbes de survie étaient comparables à celles de leurs témoins. Cependant, l'auteur suggère que ce faible taux est dû à un biais de sélection : la grossesse était le plus souvent autorisée car il s'agissait de femmes qui avaient franchi sans rechute la période critique de

deux ans. Les résultats de cette étude confirment ceux de séries antérieures. Les formes sans envahissement ganglionnaire semblent de meilleur pronostic et une grossesse ne doit pas être déconseillée dans ces situations. Une série publiée par Von Schoultz et al. [16] rapporte 50 patientes enceintes après un cancer du sein dans une population de 2119 femmes de moins de 50 ans traitées dans la région de Stockholm entre 1971 et 1988, soit 2 % de cette population. Parmi ces 50 femmes, 60% ont mené une grossesse à terme. La proportion de femmes ayant présenté une métastase au cours de la période de suivi était de 8 % pour les femmes ayant eu une grossesse après cancer, contre 24 % chez les femmes sans grossesse, soit un risque relatif de métastase à distance en cas de grossesse après cancer de 0,42 [0,16–1,12]. Après ajustement pour le statut ganglionnaire et l'âge, ce risque est de 0,48 [0,18–1,29]. Cette étude ne met donc pas en évidence d'effet péjoratif d'une grossesse sur le pronostic du cancer du sein. Gelber et al. [17] ont réalisé une étude rétrospective à partir de 108 patientes ayant été enceintes après un cancer du sein et confirment les conclusions des précédents auteurs. La survie à cinq ans des femmes ayant une grossesse après cancer était de 92 % contre 85 % pour les femmes n'ayant pas eu de grossesse. La survie à dix ans était de 86 % en cas de grossesse et de 74 % pour les témoins. En conclusion, le conseil)à apporter à une patiente ayant un désir de grossesse après cancer du sein doit s'appuyer sur les caractéristiques propres de sa maladie. Il apparaît qu'en cas de cancer de bon pronostic, la survie globale après grossesse est bonne quel que soit le délai entre la fin du traitement et le début de la grossesse et il n'y aurait peut-être donc pas de raison objective scientifique à contre-indiquer ou repousser une grossesse. En revanche, en cas de cancer de plus mauvais pronostic (atteinte ganglionnaire, signes d'évolutivité de la maladie), il semble raisonnable de conseiller au couple un délai de trois à cinq ans entre la fin du traitement et le début de la grossesse, non pas parce que la grossesse modifie le pronostic, mais parce que le pronostic de base est péjoratif. Certains auteurs pensent toutefois que la grossesse pourrait avoir, dans certains cas, des effets biologiques favorables sur la glande mammaire en permettant une différenciation des cellules épithéliales , en augmentant de manière considérable l'estradiolémie [18], en favorisant l'apparitiond'anticorps antimucines et enfin en provoquant une vaste apoptose de cellules initiées ou malignes .

5 IMPACT DE L'ALLAITEMENT SUR CANCER DU SEIN

L'allaitement maternel n'a pas fait la preuve de sa nocivité voir même serait profitable pour Cappelaere [19]. Néanmoins, il est conseillé de le suspendre en cas de chirurgie ou chimiothérapie. Higgins dans sa série rapporte sa propre expérience dans un groupe de 13 patientes représentant 1,5 % des patientes traitées dans son institution pour un stade précoce de néoplasie mammaire [20]. Toutes les patientes reportent un léger voire aucun gonflement du sein traité pendant la grossesse, modification attribuée à une sclérose lobulaire et atrophiée. Après la grossesse, la lactation issue du sein traité est apparue dans 40 % des cas. Dans tous les cas, le volume du lait produit par le sein traité était moindre que la quantité produite par le sein non traité. La durée de la lactation est parfois extrêmement courte et ne dépasse pas deux à quatre semaines. L'intervalle de temps entre le temps du traitement et le temps de la grossesse n'a pas influencé la lactation du sein traité. La chirurgie conservatrice peut diminuer la lactation par ligature partielle ou totale des galactophores. En cas de mastectomie unilatérale ou d'une hypogalactie du sein traité, l'allaitement d'un seul sein est théoriquement possible. La radiothérapie peut diminuer le potentiel fonctionnel du sein traité en provoquant une fibrose et une sténose des canaux galactophores. Elle peut également affecter l'élasticité du mamelon, rendant la tétée plus difficile pour le nourrisson. Tralins a observé que seules 34 % des femmes antérieurement traitées par radiothérapie pour cancer du sein avaient une lactogenèse suffisante pour allaiter leur nouveau-né [13].

6 CONCLUSION

En conclusion, les grossesses observées chez les patientes antérieurement traitées pour un cancer mammaire restent rares, même lorsqu'elles sont autorisées par l'équipe médicale. L'issue de ces grossesses est généralement favorable, sauf lorsqu'elles surviennent précocement après la fin des traitements. Le pronostic maternel est surtout lié au stade initial du cancer mammaire et ne paraît pas aggravé par son hormonodépendance [14]. Les recommandations actuelles ne contre-indiquent pas la grossesse lorsqu'elle est souhaitée par une patiente dont le cancer mammaire est en rémission complète [21]. Le respect d'un délai de prudence d'au moins deux ans est généralement préconisé en raison du risque de survenue des récidives précoces et de la nécessité de terminer les traitements adjuvants qui s'étalent souvent sur plusieurs mois [21]. De plus, afin d'éviter tout risque tératogène, il est souhaitable d'attendre au moins une année après la dernière cure de chimiothérapie et deux mois après l'arrêt du tamoxifène. En fait, le respect de ce délai de prudence est actuellement controversé, car il ne protège pas les femmes du risque de récidives tardives et expose celles qui approchent de la quarantaine à une infertilité par vieillissement ovarien [14].

REFERENCES

[1] Petrek JA. Breast cancer during pregnancy. Cancer 1994 ; 74 Suppl 1 : 518-27

[2] Mise au point : cancer du sein et grossesse.Revue de la littératureD. Dequanter*, D. Hertens, I. Veys, J.M. Nogaret Gynécol Obstét Fertil 2001 ; 29 : 9-14

[3] Polyak K. Pregnancy and breast cancer: the other side of the coin. Cancer Cell 2006;9(3):151–3.

[4] Sanchez-Barcelo EJ, Cos S, Mediavilla D, Martinez-Campa C, Gonzalez A, Alonso-Gonzalez C. Melatonin-estrogen interactions in breast cancer. J Pineal Res 2005;38(4):217–22.

[5] Effets paradoxaux de la grossesse sur le cancer du sein. C. Mathelina, C. Youssefa, J.-P. Brettesa, M.-C. RiobGynécologie Obstétrique & Fertilité 35 (2007) 449–456

[6] Levêque J, Giono A, Poulain P, Broux PL, Loget P, et al. Cancer du sein associé à la grossesse. J Gynécol Obstet Reprod 1992 ; 21 : 616-24.

[7] Petrek JA. Breast cancer during pregnancy. Cancer 1994 ; 74 Suppl 1 : 518-27.

[8] Barnavon Y, Wallack M. Management of the pregnant patient with carcinoma of the breast. Surg Gynecol Obstet 1990 ; 171 : 347-52.

[9] Hoover H. Breast cancer during pregancy and lactation. Surg Clin North Am 1990 ; 70 : 1151-63.

[10] Byrne J, Mulvihill JJ, Myers MH, et al. Effects of treatment on fertility in long-term survivors of childhood or adolescent cancer. N Engl J Med 1987;317:1315–21.

[11] Cunha GR, Taguchi O, Namikawa R, Nishizuka Y, Robboy SJ. Teratogenic effects of clomiphene, tamoxifen, and diethylstilbestrol on the developing human female genital tract. Hum Pathol 1987;18:1132–43.

[12] Barthelmes L, Gately CA. Tamoxifen and pregnancy. Breast 2004;13: 446–51.

[13] Grossesse apre`s cancer du sein : le point de vue de l'obstétricien.Revue de la littératureG. Werkoff, O. Morel, C. Malartic, P. Desfeux, G. Akerman, L. Tulpin, E. Barrangernécologie Obstétrique & Fertilité 36 (2008) 1022–1029

[14] Grossesse apre`s cancer infiltrant du sein : expérience du CHRU de Strasbourg et revue de littératureT. 758 Kojouharova et al/Gynécologie Obstétrique & Fertilité 36 (2008) 757–766

[15] Mignot L, Morvan F, Berdah J, et al. Grossesses apre`s cancer du sein traité. Résultats d'une étude cas–témoins. Presse Med 1986;15:1961–4.

[16] Von Shoultz E, Johansson H, Wilking N, Rutqvist LE. Influence of prior and subsequent pregnancy on breast cancer prognosis. J Clin Oncol 1995;13:430–4.

[17] Gelber S, Coates AS, Goldhirsch A, et al. Effect of pregnancy on overall survival after the diagnosis of early-stage breast cancer. J Clin Oncol 2001;19:1671–5.

[18] Cappelaere P, Demaille A. Cancer et grossesse. Presse Med 1984 ; 13 : 155-60.

[19] Higgins S, Haffty G. Pregnancy and lactation after breast-conserving therapy for early stage breast cancr. Cancer 1994; 73 : 2175-8.

[20] Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. Pregnancy and breast cancer. Guideline No. 12 2004;

[21] This P. Breast cancer and fertility: critical review, considerations and perspectives. Bull Cancer 2008;95(1):17–25.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 45-59
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les banques islamiques faces à la crise des subprimes: étude de l'x-efficience par la méthode SFA

[Islamic banks in the time of the credit subprime: a study of the x-efficiency by the SFA method]

Boutheina Regaieg and Elyes Abidi

Université de Tunis El Manar, Tunisia

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

ABSTRACT: Islamic finance is called ethical because it encourages the investment in the socially responsible sectors. It prohibits all investment in illicit sectors and supports the sharing of profits and losses. In this study we investigated the x-efficiency of 25 Islamic banks and 25 conventional banks over a period of 7 years from 2004 to 2010 and we made a comparison between them. However, we should mention that the choice of banks in our sample is not arbitrary. It derives from the world ranking of Islamic and conventional banks in 2004 based on the size of their capital. Our work resulted a score of x-efficiency cost and income respectively of 0.94 and 0.74 for conventional banks and 0.98 and 0.81 for Islamic banks. In essence, Islamic banks are more efficient than conventional banks in the period of crisis and non-crisis period.

KEYWORDS: Conventional finance, Islamic finance, Inflationary Finance, Non-inflationary finance, Cost X-efficiency, Profit X-efficiency.

RESUME: La finance islamique est une finance éthique du fait qu'elle favorise l'investissement dans des secteurs socialement responsables. Elle interdit l'investissement dans les secteurs illicites et supporte le partage des profits et des pertes. Dans cette étude nous avons étudié l'x-efficience de 25 banques islamiques et 25 banques conventionnelles sur une période de 7 ans allant de 2004 à 2010 et nous avons établi une comparaison entre elles. Toutefois, nous devons mentionner que le choix des banques de notre échantillon n'est pas arbitraire. Il est basé sur le classement mondial des banques islamiques et conventionnelles de 2004 sur la base de l'importance de leur capital. Notre travail a abouti à un score d'x-efficience coût et revenu respectivement de 0,94 et de 0,74 pour les banques conventionnelles et de 0,98 et 0,81 pour les banques islamiques. En substance, les banques islamiques sont plus efficaces que les banques conventionnelles dans la période de crise et la période hors crise.

MOTS-CLEFS: Finance conventionnelle, Finance islamique, Finance inflationniste, Finance non inflationniste, X-efficience coût, X-efficience profit.

1 INTRODUCTION

La finance islamique est basée sur la chariaa, elle interdit le riba[1], le gharare[2], le maysire[3] et soutient le partage des profits et des pertes. Tout comme la finance conventionnelle, la finance islamique vise à allouer les ressources disponibles vers leurs

[1] *Intérêt et usure*
[2] *Risque de perte qui découle d'un acte de tromperie, fraude ou incertitude.*

Corresponding Author: Elyes Abidi

emplois seulement ce n'est pas moyennant les mêmes principes. Bien que la finance islamique existe depuis des siècles, elle n'a débuté réellement sont activé qu'en 1963 avec la naissance de la première banque islamique « AL MITGHAM ». D'autres ont vu le jour dans les années 70 avec l'apparition de l'organisation de la conférence islamique (OCI) telle que Al Nassar Social Bank en 1971 et la banque de Dubaï en 1975 pour compter aujourd'hui plus que 500 banques[4].

En 2007 le monde économique a connu un crash financier suite à la crise des subprimes causée par la défaillance des crédits immobiliers, ce qui a accéléré la faillite de plusieurs banques Américaines telle que « Lehman Brothers ». Cette crise ne s'est pas limitée au territoire Américain mais elle s'est propagée via un phénomène spéculatif pour couvrir tout le globe. Avec les énormes dégâts engendrés par la crise tout le monde se retourne en premier lieu vers la finance éthique puis vers la finance islamique du fait qu'elle a montré ses preuves pendant la crise des subprimes. À ce propos Masmoudi, Tarik Belabed et Hind Fadhlaoui (2010), Joseph Stieglitz et le pape du Vatican Benoit XVI ont affirmé qu'il est temps de se retourner vers la finance islamique.

En terme de chiffres, Les banques basées sur la Shariaa admettent un taux de croissance[5] de 11% dans la période de crise, de 15% à la fin de l'année 2011 et les capitaux en circulation ont passé de 700 Milliards de Dollars en 2008 à 1080 Milliards de Dollars en 2010[6], ceci les impose comme un acteur majeur dans la compétition mondiale. Dès son apparition et surtout après l'explosion du prix du pétrole, la finance islamique connait une croissance fulgurante grâce à l'importance des capitaux investis par les arabes et surtout les investisseurs du golf persique, d'une part, et du développement de la finance éthique d'autre part.

La « Credit Subprime » a mis en valeur la finance « coranique[7] » et l'a présenté comme un moyen de régulation de l'économie mondiale surtout après les nombreuses faiblesses qu'a connu la finance. Pour étayer et argumenter ces affirmations nous nous sommes penchés sur la notion de l'x-efficience des banques islamiques et des banques conventionnelles.

Aujourd'hui, la finance islamique est au sommet des places financières et chaque état veut trancher sa part des capitaux des musulmans et instaurer une dose d'éthique dans son économie en accueillant les adeptes de la finance islamique.

En France, Christine Lagarde, en sa qualité de FMI[8], a exprimé son engagement vis-à-vis du développement de la finance islamique du fait de son aspect éthique qui s'est révélé attrayant surtout dans le contexte de crise.

Dans le cadre de ce travail nous allons aborder notre problématique en utilisant la « Stochastic Frontier Analysis » et la « Data Envoleppment Analyses » utilisés dans de nombreux écrits pour étudier respectivement l'x-efficience et l'efficience des banques. Nous allons mener une analyse comparative entre 25 banques islamiques et 25 banques conventionnelles à partir de l'x-efficience coût et profil. Dans ce travail nous allons utiliser le classement de 2004 du fait que les aspects de la crédit subprimes ont commencé en 2005.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

La finance islamique a suscité l'intérêt des chercheurs. Certains se sont focalisés sur l'efficience des banques islamiques et d'autres se sont consacrés à une comparaison entre les banques islamiques et les banques conventionnelles.

En utilisant les données des banques islamiques de 21 pays sur une période allant de 1994 à 2001 Hassoun. A (2002) a constaté que les conditions macro économiques ont fait que les banques soient plus performantes et plus liquides mais le manque de compétence était à l'origine de leur inefficacité.

En 2006 Zubair hassan et M.Kabir hassan ont étudié la performance des BI dans le monde arabe pour conclure qu'elles sont plus efficientes dans les pays du golfe.

Par analogie aux travaux précédents Hmim S.Ahmad Mokhtar, Nazir Addin Abdullah et Syed M. Al-habashi (2006) ont examiné l'efficience des banques islamiques en Malaisie mais les résultats étaient favorables aux banques conventionnelles.

[3] *Jeu d'hasard et spéculation.*
[4] *The banker.*
[5] *Moody's.*
[6] *Finance new hebdo : http://www.financeislamique.com*
[7] *Fiance islamique.*
[8] *Fonds monétaire international.*

En admettant que les BI ont pu résister à la crise de 2007, plusieurs recherches ont été faites pour explorer la finance islamique et vérifier la solidité de ces banques face à la crise. C'est dans ce contexte que Farid Masmoudi, Tarik Belabed (2010) et Hind Fadhlaoui ont étudié les opportunités du développement de la finance islamique dans la période de crise. Dans le même sillage et face à la pertinence des anomalies des BC, l'importance d'établir une comparaison entre les deux types de banques devient majeure.

Tout en étudiant l'efficience des banques basées sur la chariaa et celles classiques Mariani Abul Majid (2010) a établi une comparaison entre elles. Shamsher Mohamed, Taufiq Hassan et Mohamed Hkaled I. Bader avaient entrepris aussi deux ans auparavant la même étude. Ces derniers ont divisé l'étude en trois parties ; l'évaluation de la performance des banques islamiques, l'évaluation de la performance des banques conventionnelles et la comparaison entre elles. Ce travail a conclu que les banques islamiques sont plus efficientes mais la différence n'est pas statiquement significative.

Laurent Weill (2010)[9] a étudié la puissance commerciale des BI via l'indice de Lerner[10] et a conclu qu'elles ont une puissance de marché plus faible que celles classiques.

La littérature est riche en analyses comparatives basées sur l'approche traditionnelle faite sur la base des ratios sauf que les autres méthodes statistiques telles que la SFA et la DEA sont plus pertinentes pour ce genre d'étude.

La majorité des travaux entrepris dans ce contexte ont conclu que les banques islamiques sont plus efficaces en termes de coût tandis que les banques conventionnelles restent toujours plus rentables en raison de sa large clientèle.

De point de vue efficience, les banques islamiques sont meilleures mais elles ont une rentabilité inférieure à celle des banques conventionnelles surtout en Afrique du nord et cela à cause de la dominance de ces dernières. Sachant que les banques basées sur la chariaa sont dominantes dans les pays du Golf elles ont gagné de la place de point de vue efficacité et efficience pendant ces dernières décennies.

3 MÉTHODOLOGIE

L'efficience[11] est l'usage rationnel des moyens dont on dispose pour atteindre des objectifs fixés au préalable, il s'agit de la capacité d'atteindre les objectifs et les buts envisagés tout en minimisant les moyens engagés.

Toutefois, il ne faut pas confondre le terme anglo-saxonne efficiency avec l'efficacité du fait que l'efficacité mesure l'atteinte des objectifs sans mesure ni précision des moyens employés. Afin d'étudier l'x-efficience des banques islamiques et conventionnelles, et mener une comparaison entre elles, nous utiliserons le modèle paramétrique. Pour ce faire, nous avons constitué notre échantillon de 50 banques dont les 25 meilleures banques basées sur la chariaa et les 25 meilleures banques conventionnelles qui sont classées par importance de leur capital.

En fait, nous avons utilisé le classement de 2004 par ce que les prémisses de la crédit subprime ont commencé à se faire sentir en 2005 avec la chute des hypothèques , des subprimes et des titres adossés à des hypothèques (MBS) comme le présente le tableaux suivant :

Evolution des prêts hypothécaires et crédits subprimes aux Etats-Unis de 2001 à 2006 (en milliards d'USD)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Hypothèques	2.215	2.885	3.945	2.920	3.120	2.980
Subprimes	190	231	335	540	625	600
MBS	95	121	202	401	507	483

Source : Inside Mortgage Finance (2007).

Les données utilisées dans ce travail sont collectées des rapports annuels des banques et leur site web.

[9] *Weill. L (2010); Do islamic banks have greater market power? BOFIT Discussion Papers 2.*
[10] *L'indice de Lerner peut être défini comme la différence entre le prix et le coût marginal et il mesure le degré de monopole d'une firme ou même son pouvoir de marché.*
[11] *Lesdefinitions.fr*

3.1 DATA ENVOLEPPMENT ANALYSES

La méthode non-paramétrique DEA a été développée par M. J. Farell dans son article « the measurent of productive efficiency » 1957. Le terme Data Envoleppment Analyses (DEA) ou la méthode d'enveloppement des données trouve ses origines dans le terme d'enveloppement des unités de décision [12] aussi modifié par Charnes et al. (1978).

Le phénomène de prise de décision est basé sur un choix des différents paniers d'input ; output disponible et qui maximise le profit.

Dans le cas où on a plusieurs inputs et outputs le score sera présenté sous la forme suivante[13] :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{somme pondérée des outputs}}{\text{somme pondérée des inputs}} \qquad (1)$$

Pour juger l'efficience d'un panier (input ; output) sachant qu'il existe n décisions, chacun avec m entrées et s sorties, le score sera donc[14] :

$$\text{Max} \frac{\sum_{k=1}^{s} V_k Y_{kp}}{\sum_{j=1}^{m} U_j X_{jp}}$$

$$S.C: \frac{\sum_{k=1}^{s} V_k Y_{ki}}{\sum_{j=1}^{m} U_j X_{ji}} \leq 1 \; \forall \; i \qquad (2)$$

Sachant que V_k , $U_j \geq 0 \; \forall$ k, j

Où : k=1….s

J=1….m

I=1….n

Xji = Prix de j input utiliser par i DMU (dans notre cas DMU sont les banques).

Y_{ki} = Prix de k output produit par i DMU.

V_k= Pondération attribuée au output.

U_j = Pondération attribuée au input.

On peut écrire l'équation (2) sous forme linéaire comme elle a été présentée par Charles et al. (1978) :

$$Max \sum_{k=1}^{s} V_k Y_{kp}$$

$$SC: \sum_{j=1}^{m} U_j X_{jp} = 1$$

$\sum_{k=1}^{s} V_k Y_{ki} - \sum_{j=1}^{m} U_j X_{ji} \leq 0 \; \forall \; i \qquad (3)$

Sachant que V_k , $U_j \geq 0 \; \forall$ k, j

---

[12] Drake. L et Al,(2006); The impact of macroeconomic and regultory factors on bank efficiency : a non-parametric analysis of hong kong's banking system.

[13] Talluri. S (2000); Data Envelopment Analyses: Model and extentions.

[14] Talluri. S (2000): Data Envelopment Analyses: Model and extensions.

La DEA permet de déterminer le maximum d'inputs à injecter dans un mécanisme de production au-delà duquel le profit chute.

Le modèle non-paramétrique a été utilisé par Isak et Hassan deux fois de suite en 2002[15,16] pour étudier l'efficacité et l'efficience dans le cadre de la répartition des ressources dans le secteur bancaire Turc et aussi pour méditer l'efficacité technique, l'ampleur et la répartition des ressources du secteur bancaire Turc . De même, il a été utilisé en 2001 par D. Seveovic, M Hlika, P. Brunovsky pour étudier l'efficacité des banques qui ont un grand réseau d'agences et aussi par Syed Fawad et Ali Rizvi en vue d'étudier l'efficacité et la productivité du secteur bancaire au Pakistan après la libéralisation.

En 2006 M. Kabir Hassan a utilisé de nouveau cette méthode en vue d'étudier l'efficience des banques islamiques.

3.2 STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS

La méthode paramétrique a été développée d'une manière indépendante et simultanée par Aigner, Lovell et Schmidt (1977) et Meeusen et Van Den Broeck (1977) qui ont présenté la banque comme étant une firme qui utilise le capital humain et la technologie pour transformer les dépôts collectés en prêts. De même des travaux comme ceux d'Iftekar Hassan et Katherin Marton (2003) et Abhiman Das et Saribal Gosh (2006) l'ont utilisé en vue d'étudier respectivement le développement du secteur bancaire dans une économie en transition et l'efficience des banques indiennes après la réforme.

En se basant sur les articles d'Isik et Hassan 2002a et 2002b nous allons utiliser la SFA pour vérifier si la finance islamique peut être considérée comme une finance alternative.

Ce travail s'inscrit dans la continuité des travaux précédents mais avec une nouvelle présentation.

La fonction coût est présentée par Aigner, Lovell et Schmidt (1977) et Meeusen and Van Den Broeck (1977) sous la forme suivante :

$$\text{Ln TC} = f(y_i, p_k) + \varepsilon$$

Où : TC = Coût d'exploitation.

y_i = Vecteur des outputs des banques

p_k = Vecteur prix des inputs.

ε = Composante d'erreur.

La fonction translog est la suivante[17] :

$$\text{Ln TC} = \alpha_0 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{2} \beta_i \text{Lny}_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2} \beta_{ij} \text{Lny}_i \text{Lny}_j + \sum_{k=1}^{3} \gamma_k \text{Lnp}_k + \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{3}\sum_{m=1}^{3} \gamma_{lm} \text{Ln } p_l \text{Lnp}_m + \sum_{i=1}^{2}\sum_{k=1}^{3} \zeta_{ik} \text{Lny}_i \text{Lnp}_k + \varepsilon \quad (4)$$

Dans leur article « cost and profit efficiency of the turkish banking industry : An empirical investigation » Isak et Hassan énoncent que le translog orienté profit est assez important que celui orienté coût du fait qu'il permet d'expliquer la relation input-output.

Nous pouvons donc conclure que si la banque n'est pas efficiente du point de vue revenu elle doit réduire son coût marginal par unité produite représenté par la relation suivante[18] :

$$\text{MC} = \frac{TC}{Y_i}(\beta_i + \beta_{ij} \text{Lny}_j + \sum_{k=1}^{3} \zeta_{ik} \text{Lnp}_k) \quad (5)$$

---

[15] Isik, I. et Hassan, M.K. (2002a), Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry, Journal of Banking and Finance, Vol. 26, pp. 719-66.

[16] Isik, I. et Hassan, M.K. (2002b), Cost and profit efficiency of the Turkish banking industry: an empirical investigation, The Financial Review, Vol. 37 No. 2, pp. 257-80.

[17] Isik, I. et Hassan, M.K. (2002b); Cost and profit efficiency of the Turkish banking industry: an empirical investigation, The Financial Review, Vol. 37 No. 2, pp. 257-80.

[18] Weill. L (2010); do islamic banks have greater market power?

La fonction « profit efficiency » est présentée sous la forme suivante[19] :

$$\ln(\pi + a) = \alpha_0 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{2} \beta_i \ln y_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2} \beta_{ij} \ln y_i \ln y_j + \sum_{k=1}^{3} \gamma_k \ln p_k + \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{3}\sum_{m=1}^{3} \gamma_{lm} \ln p_l \ln p_m + \sum_{i=1}^{2}\sum_{k=1}^{3} \zeta_{ik} \ln y_i \ln p_k + \varepsilon_{\pi b} \quad (6)$$

Puisque le profit peut être négatif il faut donc ajouter une constante « a » pour que

ln (π + a) soit positif.

Dans le présent travail nous utiliserons deux outputs et trois inputs, les outputs sont y1 et y2 qui représentent respectivement les autres actifs productifs et le total des prêts. Les inputs p1 (prix du travail) p2 (prix du capital) et p3 (prix des fonds) sont définis comme suit :

Variables	**définitions**
Coût	Total des intérêts et non intérêts
Revenu net	Revenu total - coût total- impôt
Prix du travail	Total des charges personnelles / nombre d'employés
Prix du capital	Total des dépenses liées aux immobilisations / valeur des immobilisations
Prix des fonds	Total des dépenses d'intérêt / total dépôts
Prêt total	Prêt à CT et à MLT
Autre actif	Somme des valeurs investies + les fonds interbancaires (gain) + prêts aux secteurs spéciaux (prêts dirigés)

4 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

4.1 ESTIMATION DES VARIABLES

Tableau 1- Statistiques descriptives de la fonction coût des banques islamiques durant la période 2004-2010.

	Observations	**Mean**	**Std.Dev.**	**Minimum**	**Maximum**
Coût	175	198.1869	359.2457	0.002458	1813.000
Revenu	175	433.6742	680.0567	0.002891	3205.360
Y1	175	3690.396	6170.277	0.048033	26172.53
Y2	175	196.3679	421.7436	0.000548	2927.200
P1	175	0.209119	0.256158	0.000110	1.406830
P2	175	0.116611	0.119358	0.000235	0.608365
P3	175	0.023282	0.026350	2.24E-05	0.129961

Tableau 2- statistiques descriptives de la fonction coût des banques Conventionnelles durant la période 2004-2010.

	Observations	**Mean**	**Std. Dev.**	**Minimum**	**Maximum**
Coût	175	17893.05	19290.65	44.71604	116918.3
Revenu	175	4187.887	7700.022	-19772.61	38841.22
Y1	175	320230.8	245749.5	50107.00	1099792
Y2	175	34158.52	46059.72	349.0217	266497.2
P1	175	0.560671	2.143303	0.016306	11.62156
P2	175	0.251402	0.177505	0.004003	0.860897
P3	175	0.079018	0.259056	0.004326	2.495180

[19] *Isik, I. et Hassan, M.K. (2002b); Cost and profit efficiency of the Turkish banking industry: an empirical investigation, The Financial Review, Vol. 37 No. 2, pp. 257-80.*

A partir du Tableau 1 et 2 nous remarquons que les banques conventionnelles admettent une moyenne de coût de 17893 Millions de dollars contre 198 Millions de dollars pour les banques islamiques et elles sont presque 10 fois plus rentables que celles basées sur la chariaa en raison de leur tailles très importantes.

L'inconvénient de ces tableaux est qu'ils n'expriment pas les pertes des banques classiques qui ont atteint 19772 millions de dollars réalisées par AB AMARO BANK.

Afin d'estimer la relation entre les variables nous avons utilisé la méthode OLS présentée dans le troisième et le quatrième tableau.

Tableau 3- Estimation des variables de la fonction translog.

	banques islamiques		banques conventionnelles.	
Variable	Fonction translog orienté revenu	Fonction translog orienté coût	Fonction translog orienté coût	Fonction translog orienté revenu
LY1	0.483034 (-0.579263)	0.493315 (-0.710946)	1.734226*** (-6.004839)	4.828194 (-6.973454)
LY2	0.425208*** (1.470146)	0.434258*** (1.801037)	0.600980*** (1.646918)	1.834719** (3.855673)
LP1	0.394497 (-0.375636)	0.402894** (-0.875362)	0.830013*** (-5.040780)	2.513529 (-0.932365)
LP2	0.370443 (-0.277057)	0.378327 (-0.183005)	0.711028 (0.375117)	1.912182 (1.062430)
LP3	0.333649 (-0.101812)	0.340750* (-0.597810)	0.724363** (1.559164)	1.915219 (0.326243)
LY1_2	0.085427*** (0.240047)	0.087246** (0.213514)	0.154377*** (0.546805)	0.442766* (0.849383)
LY2_2	0.064746** (0.157206)	0.066124** (0.163914)	0.037237** (-0.078704)	0.114789 (0.084183)
LP1_2	0.049837*** (-0.195001)	0.050898*** (-0.346621)	0.139336*** (-0.374041)	0.418285 (0.243197)
LP2_2	0.066802** (-0.138273)	0.068224*** (-0.186798)	0.039218 (-0.018773)	0.104959 (-0.029315)
LP3_2	0.043994 (-0.009017)	0.044931** (-0.108276)	0.057007 (0.029636)	0.166327 (-0.014835)
LY1_LP1	0.063843 (0.017470)	0.065202 (-0.003194)	0.071083*** (0.311580)	0.214278 (-0.277109)
LY1_LP2	0.052244 (-0.025670)	0.053356 (-0.003332)	0.061942 (-0.039583)	0.174329 (-0.002317)
LY1_LP3	0.036996 (-0.033529)	0.037784 (-0.050774)	0.061120*** (-0.161629)	0.163578 (0.225624)
LY1_LY2	0.140852*** (-0.421460)	0.143850*** (-0.431184)	0.110615 (-0.082059)	0.323967** (-0.671191)
LY2_LP1	0.051266 (-0.008167)	0.052357 (0.029086)	0.053442 (0.061421)	0.151991*** (0.482004)
LY2_LP2	0.046911 (0.039474)	0.047909 (0.015539)	0.041766 (0.026450)	0.118644 (0.017209)
LY2_LP3	0.031707 (0.046338)	0.032382** (0.078301)	0.035636** (0.060578)	0.100974*** (-0.294830)
LP1_LP2	0.140104*** (0.391925)	0.143085*** (0.373481)	0.108744** (0.199855)	0.310748 (-0.135792)
LP1_LP3	0.073207 (-0.079350)	0.074765* (-0.135399)	0.069745 (-0.110076)	0.198362 (-0.186999)
LP2_LP3	0.061474 (-0.060455)	0.062782 (0.046772)	0.083877 (0.004128)	0.229536*** (0.647596)
C	1.721796 (0.864068)	1.758441 (-0.888330)	11.11285*** (34.71964)	30.75569 (30.09939)

Dans ce tableau nous admettons que le R squares est égal à 0.9254 ce qui signifie que 92.54% des variations de LR sont expliquées par le modèle de régression et 7.46% restent par conséquent inexpliquées. Sur la base du test de Fisher nous avons rejeté l'hypothèse nulle qui stipule que les variables explicatives « σ_1 » sont égales à celles in-explicatives « σ_2 » tel que :

- $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$
- $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

D'où les variables explicatives sont 95 fois plus que celles in-explicatives.

De point de vue coût on admet que les variables explicatives sont 91 fois plus que celles in-explicatives et que 92.22% des variations de la variable dépendante (LC) sont expliquées par le modèle de régression et seulement 7.78% restent inexpliquées.

Pour les banques conventionnelles 98.52% et 90.34% des variables indépendantes expliquent respectivement les variations de LC et LR. Sur la base du test de Fisher nous admettons que les variables qui expliquent respectivement LC et LR sont de 164 et 19 fois plus que celles in-explicatives.

A ce stade nous devons mentionner que le nombre d'observation réduit pour les banques conventionnelles est dû aux résultats négatifs de ces dernières, c'est ce qui explique donc la constante « a » à ajouter au revenu lors de la détermination des scores d'x-efficience.

En guise de conclusion nous pouvons dire que le modèle est globalement significatif.

4.2 X-EFFICIENCE DES BANQUES ISLAMIQUES ET CELLES CLASSIQUES.

Dans ce paragraphe nous présenterons en premier lieu l'x-efficience des banques islamiques, celle orientée coût et celle orientée profit tout en menant une comparaison entre ces dernières et celles des banques conventionnelles.

4.2.1 X-EFFICIENCE DES COÛTS

Tableau 4- Efficience-x orienté coût des banques islamiques et conventionnelles[20]

Banques islamiques	Moyenne	Banques conventionnelles	Moyenne
Kuwait Finance House	0,9760793	JP Morgan Chase & Co	0,7725912
Bank Sepah	0,9965468	Bank of America Corp	0,986794
Dubai islamic bank	0,9896511	Mitsubishi Tokyo Financial Group	0,999299
Abu Dhabi Islamic Bank	0,9904907	Wells Fargo & Co,	0,9062119
Al baraka bq	0,9325821	UBS	0,9146998
Emirates Islamic Bank	0,992528	ABN AMRO Bank	0,9552831
Bank Islam Malaysia Berhad	0,976905	Deutsche Bank AG	0,8369527
Itmarr bank	0,9810629	Lloyds TSB Group	0,963244
Asya Finans Kurumu	0,9722271	Le Credit Suisse Group	0,9494913
First Fidelity Leasing Modaraba	0,9935837	Norinchukin Bank	0,9251479
Bank Muamalat Malaysia Berhad	0,9893683	UniCredito Italiano	0,9603016
Standard Chartered Modaraba	0,9881246	Nordea Group	0,9827316
Bank islami	0,9853283	Banque Scotia	0,9331952
RHB Islamic Bank Berhad	0,9940513	Banque Royale du Canada	0,9093277
Karafarin Bank	0,9981495	Bayerische Landesbank	0,9300906
Bank Mellat	0,8758238	DZ Bank Deutsche Zentral	0,9905892
ABC islamic bank	0,9890117	Danske Bank	0,9879547
PT Bank Syariah Mandiri	0,9958726	Banque de Montréal	0,946908
Commercial bank	0,9918650	Banque Toronto-Dominion	0,9241073
Meezan bank	0,9920908	Banque Canadienne Impériale de Commerce	0,9322505
The International Investor	0,9712443	SunTrust Banks	0,9438323
First Investment	0,9899516	Fifth Third Bancorp	0,9537976
Cap invet	0,9878859	Allied banques irlandaises	0,9788093
Samba bank, amercan saudian bank	0,9865891	Westpac Banking Corporation	0,9801857
First Imrooz Modaraba	0,9874334	KeyCorp	0,9475861
moyenne	0,9809779	moyenne	0,9404553

Sur la base de ce tableau nous remarquons que les banques islamiques les plus efficaces sont Karafrin Bank, Bank Spah et PT Syriah Mandiri qui admettent des scores moyens d'x-efficience respectifs de 0.998, 0.996 et 0.995 ; ces scores ont été calculés sur une période de 7 ans allant de 2004 à 2010 pendant laquelle le score moyen des banques varie entre 87% et 99%. La banque qui admet le score le plus petit est Bank Mellat et malgré ce score elle représente l'unique banque qui a pu résister à la credit Subprime.

En effet, 96% des banques islamiques dans notre échantillon ont connu une baisse d'efficacité sauf que cette baisse ne représente que 1 %, un taux négligeable relativement aux pertes des banques conventionnelles ceci explique essentiellement l'intérêt suscité par les banques islamiques.

En 2010, Shamsher Mohamad, Taufiq Hassan et Mohamed Khaled I.Bader ont obtenu un score d'efficience moyen de 0.75 tandis que Fadzlan Sufian, Mohamad A.Mnour et Muhamed-Zulkhibri Abdul Majid (2008) ont trouvé un score de 0.766. En étudiant l'x-efficience des banques islamiques en Malaisie Badrul Hisham Kamaruddin, Mohamad Samaun Safa et Hohani Mohed (2008) ont trouvé un score de 97 %. Hamim S.Ahmad Mokhtar Naziruddin Abdullah, Syed M. Al-Habashi (2006) Hassan (2005) et Donsyah Yudistria (2003) ont obtenu un Cost Efficiency respectivement de 0.86, 0.74 et 0.95.

[20] *Le classement est extrait de the banker.*

Les scores d'efficience-x varient dans les travaux illustrés dans notre bibliographie entre 0.74 et 0.97. En mettant l'accent sur les différences entre les échantillons[21] et les années d'études, Le score moyen du cost efficiency ainsi obtenu[22] se trouve totalement conforme à la littérature.

Pour les banques conventionnelles les résultats ne sont pas plus importants que ceux des banques islamiques et c'est ce que nous pouvons remarquer dans le tableau numéro 4. Pour les banques conventionnelles le cost efficiency était de 0.94 qui est inférieur à celui islamique de 4%. Ce résultat est logique en admettant que les 25 banques classiques ont été touchées gravement par la « credit subprime ».

Dans son travail portant sur la zone Euro, Laurent Weill (2002) a abouti à un score d'x-efficience de 0.77 et c'est un score différent de 5.7% de celui avancé par Joaquin Mandos, Jose M. Paston Francisco Perez, Javier Quesad (2002)[23]. Toujours dans la zone Euro Georgios E.chortarears, Claudia Grirdon et Alex Iaventouri (2011) Michel Dietsch et Mohamed E. Chaffai (1999) ont trouvé respectivement des cost efficiency de 0.85 et 0.78.

En 1997 et dans son travail sur les US Bank, Loretta J. Mester a abouti à un score moyen de 92.6% tandis que celui résulté par Alen N.Berge, Robert De Young varie entre 0.9522 et 0.9675. Un an après Kevin E.Rogers aura un score de 0.862 dans son travail portant sur les banques commerciales américaines.

Depuis les 30 glorieuses[24] et surtout dans les années 80 l'économie asiatique connait une croissance remarquable qui l'a hissé au sommet des classements mondiaux dans plusieurs secteurs.

Les pays Asiatiques ont pu aboutir à un score d'x-efficience de 100% que même les banques américaines ou européennes n'ont pas résulté. Dans leur papier Sing Fatchu et Guan Hua Lim (1998) ont dérivé un score de 95% tandis que dans celui de Zhi shen, Hailin Liao et Tomas Weyma-Jones (2008) le cost efficiency a atteint 99,248%.

Dans ces deux dernières décennies le cost efficiency des banques conventionnelles variait entre 0.7 et 0.97 en USA de même en Europe et il atteint l'unité en Asie.

En résumé, le score de l'x-efficience coût des banques islamiques et celles conventionnelles est respectivement de 0.98 contre 0.94 (voir tableau 7). Ce résultat parvient donc pour renforcer les travaux qui ont été établis sur la même base tel que celui de Hamim S. Ahmad Mokhtar, Naziruddin Abdullah, Syed M.Al-habshi (2006) Shamsher Mohamad Taufiq Hassan, Mohamed Khaled Ibader(2008) et Miriani Abdul Majid (2010) qui ont prouvé que les banques islamiques sont plus efficientes en terme de coût que celles classiques.

Tableau 5- Efficience-x orienté coût de toutes les banques.

	Banques conventionnelles	**Banques islamiques**
2004	0,94561988	0,98268865
2005	0,94395643	0,98215689
2006	0,94225834	0,98160256
2007	0,94052538	0,98102513
2008	0,93875739	0,98042407
2009	**0,93695422**	**0,97979887**
2010	**0,93511567**	**0,979149**
moyenne	**0,94045533**	**0,98097788**

4.2.2 X-EFFICIENCE DES REVENUS

L'x-efficience des revenus est un indicateur aussi important dans un monde de globalisation et de concurrence accrue. De ce fait les industries n'ont pas l'intérêt de diminuer le coût marginal par unité produite seulement mais aussi d'augmenter le

[21] Dans notre travail on utilise seulement des banques mères.

[22] Le cost efficiency conclue dans ce travail est de 0.98.

[23] Le cost efficiency est de 82.7 %.

[24] Les 30 glorieuses sont presque 30 ans (28ans) allant de 1945 à1973 pendant lesquelles les pays développer on connue une croissance importante dans tous les domaines (énergétique, économique, agriculture, culturel…).

revenu marginal d'une unité produite, de ce fait le profit efficiency exprime la capacité allocationnelle d'une industrie. Autrement dit, le Profit Efficiency permet de vérifier si les combinaisons des inputs sont efficientes ou pas et il nous permet de mieux allouer les ressources en vue de maximiser les revenus.

Une banque non efficiente en terme de profit doit réviser les prix des outputs, ceux des inputs ainsi que son système d'allocation des ressources.

Tableau 6 - Efficience-x orienté profit des banques islamiques et conventionnelles

Banques islamiques	Moyenne	Banques conventionnelles	Moyenne
ABC islamic bank	0,781934	ABN AMRO Bank	0,61805617
Abu Dhabi Islamic Bank	0,8177062	Allied banques irlandaises	0,64432926
Asya Finans Kurumu	0,8258746	Bank of America Corp	0,79491346
Bank Islam Malaysia Berhad	0,7897636	Banque Canadienne Impériale de Commerce	0,69942104
Bank Mellat	0,8755062	Banque Royale du Canada	0,75864391
Bank Muamalat Malaysia Berhad	0,8347193	Banque Scotia	0,78928557
Bank Sepah	0,8298101	Banque Toronto-Dominion	0,81845839
Bank islami	0,8178803	Banque de Montréal	0,74386897
Emirates Islamic Bank	0,82214	Bayerische Landesbank	0,65735046
First Fidelity Leasing Modaraba	0,7895231	DZ Bank Deutsche Zentral	0,66786949
First Imrooz Modaraba	0,7784276	Danske Bank	0,78266811
First Investment	0,8156518	Deutsche Bank AG	0,76419276
Karafarin Bank	0,7955718	Fifth Third Bancorp	0,70416203
Kuwait Finance House	0,8019451	JP Morgan Chase & Co	0,80496044
PT Bank Syariah Mandiri	0,8376419	KeyCorp	0,70019229
RHB Islamic Bank Berhad	0,7941292	Le Credit Suisse Group	0,79697273
Standard Chartered Modaraba	0,8272871	Lloyds TSB Group	0,94426947
The International Investor	0,8268882	Mitsubishi Tokyo Financial Group	0,72879214
Al baraka bq	0,8254758	Nordea Group	0,71553599
Cap invet	0,8241098	Norinchukin Bank	0,74639059
Commercial bank	0,836396	SunTrust Banks	0,69748107
Dubai islamic bank	0,8318235	UBS	0,7426973
Itmarr bank	0,8356839	UniCredito Italiano	0,72594284
Meezan bank	0,7959728	Wells Fargo & Co,	0,80226061
Samba bank amercan saudian bank	0,814599	Westpac Banking Corporation	0,76496681
moyenne	0,8170584	moyenne	0,74454728

L'examen du tableau ci-avant nous indique que l'x-efficience moyenne des banques islamiques est de 0.817 et Bank Mellat est toujours au sommet des banques islamiques avec un score d'efficience de 0.8755.

En termes de profit efficiency, 84% des banques conformes à la chariaa ont connue une décroissance avec une borne supérieure de 4% Tandis que les 16% restante ont connue une croissance allant à 3% et c'est ce qui explique l'idée que les banques islamiques n'été pas touchées par la crise. De la part des banques conventionnelles la moyenne est de 0.7445 et ils ont été impactées à 100% par la « credit Subprime » en réalisant des pertes énormes allant jusqu'à presque 20 Milliars de dollars avec une baisse du profit efficiency allant jusqu'à 87,7% réalisée par AB AMARO BANK qui a fallu faire une faillite si la Banque centrale Néerlandaise ne l'a pas soutenu.

Dans leur Papier Badrul Hisham, Kamaruddin Mohamad, Samaun Safa et Rohani Mahd (2008) le score d'efficience des profits des banques islamiques en Malaisie était de 71.2% et de 0.751 dans le travail de Shamsher Mohamad Taufiq Hassan et Mohamed Kaled I.Bader (2010).

En contrepartie les banques conventionnelles américaines ont réalisé respectivement un Profit Efficiency de 0.7207 et de 0.8762 dans les travaux d'Aigbe Akhigbe, James E.Mc Nutly (2001) et Akhigbe, Bradjey A.Stevenson (2010).

En Europe, plus précisément en Espagne et en Turquie le score d'efficience profit était de 0.72 et 0.837 respectivement dans le papier de Ana Lozano Vivas (1997) et celui de Isik Ihsan et M.Kabir Hassan.

A singapore le score d'efficience été de 83 % ainsi dans le travail de Sing Fatchu, Guan Hualium (1998).

En résumé, Le score de l'x-efficience des banques islamiques varie entre 0.712 et 0.84[25], celui des banques conventionnelles vari entre 0.71 et 0.84 tandis que ceux de notre travail sont au niveau de 0.817 et 0.7445 (voir tableau 9).

Tableau 7- Efficience-x orienté profit de toutes les banques.

	Banques islamiques	**Banques conventionnelles**
2004	0,80006137	0,77032954
2005	0,81763177	0,77053488
2006	0,82020762	0,79939645
2007	0,82175313	0,79275026
2008	0,81961147	0,65984134
2009	0,82146181	0,7008145
2010	0,81868187	0,71816396
moyenne	0,81705843	0,74454728

La présente étude nous a permis de conclure que les banques islamiques sont plus efficaces que les banques conventionnelles et cela est illustré dans le tableau récapitulatif suivant :

Tableau 8 - Efficience-x de toutes les banques.

	Banques conventionnelles		**Banques islamiques**	
	coût	**Revenu**	**coût**	**Revenu**
2004	0,94561988	0,77032954	0,98268865	0,80006137
2005	0,94395643	0,77053488	0,98215689	0,81763177
2006	0,94225834	0,79939645	0,98160256	0,82020762
2007	0,94052538	0,79275026	0,98102513	0,82175313
2008	0,93875739	0,65984134	0,98042407	0,81961147
2009	0,93695422	0,7008145	0,97979887	0,82146181
2010	0,93511567	0,71816396	0,979149	0,81868187
moyenne	0,94045533	0,74454728	0,98097788	0,81705843

Sur la base de ce tableau nous remarquons que le Cost Efficiency des banques islamiques suit un rythme croissant avec une petite décroissance en 2008 de 0.002 contre 13.95% pour celles conventionnelles. Du point de vue Profit Efficiency les deux types de banques suivent un rythme décroissant au profit des banques islamiques avec un taux de 0.354% contre 1.05% pour celles conventionnelles et cela du fait que la finance islamique enveloppe les aspects criso-gènes pour les neutraliser (cas de la crise asiatique) ou les amortir (cas de la credit subprime).

5 CONCLUSION

Au terme de cette analyse il a été possible de mesurer l'efficacité des IFI d'un échantillon de 50 banques par la méthode SFA « Stochastic Frontier Analysis ».

L'analyse a permis d'aboutir à plusieurs résultats que nous pouvons regrouper en deux. D'abord, l'x-efficience des banques islamiques puis celles des banques conventionnelles et chaque groupe contient deux éléments à savoir :

- The cost efficiency.
- The profit efficiency.

[25] *Hassan, M.K. (2005): The cost, profit and X-efficiency of Islamic banks.*

Notre étude a dégagé un score d'x-efficience de 98.09% de point de vue coût et 81.70% de point de vue revenu pour les IFI contre des scores respectifs de 94.04% et 74.45% pour les IFC.

Dans l'ensemble, cette étude a montré que les banques islamiques sont plus efficaces que les banques conventionnelles.

REFERENCES

[1] Adnan Ibrahim. A (2006); Convergence of Corporate Governance and Islamic Financial Services Industry: Toward Islamic Financial Services Securities Market. The Berkeley Electronic Press.

[2] Ajmi D.N et Taktak. B (2009) ; inefficience des banques dans un pays en mutation : cas de la Tunisie.

[3] Akhigbe. A et Stevenson A.B (2010); Profit efficiency in U.S. BHCs: Effects of increasing non-traditional revenue sources; The Quarterly Review of Economics and Finance 50 132–140.

[4] Ali Rizvi S.F (2001); Post-liberalisation Efficiency and Productivity of the Banking Sector in Pakistan ; The Pakistan Development Review 40 : 4 Part II ; pp. 605–632.

[5] Ayub. M (2004). Islamic Banking and Finance: Theory and Practice. J.Kau: Islamic Econ., Vol. 17, No. 1, pp. 45-49.

[6] Bader M.K (2007); Cost, revenue, and profit efficiency of conventional banks: evidence from nineteen developing countries, in Ariff, M., Shamsher, M. and Hassan, T. (Eds), Capital Markets in Emerging Markets: Malaysia, Chapter 25, McGraw-Hill, Kuala Lumpur.

[7] Bader M.K et Al, (2007); Cost, revenue, and profit efficiency of Islamic versus conventional banks: international evidence using financial ratios approach, Review of Islamic Economics, Vol. 11 No. 2.

[8] Bader M.K et Al, (2007); Cost, Revenue, and Profit Efficiency of Conventional versus Islamic Banks: Financial Ratios Approach Review of Islamic Economics, Vol. 11.

[9] Bader M.K, Ariff. M et Taufiq. H (2007); Efficiency of Islamic banks: international evidence, paper presented in the 14th Annual Global Finance Conference GFC, Melbourne, April 1-4.

[10] Bader M.K, Shamsher. M et Taufiq. H (2007); Cost, revenue, and profit efficiency of conventional versus Islamic banks: evidence from the Middle East, Islamic Banking and Finance, Kuala Lumpur, April 23-25.

[11] Badrul. H et Al, (2008); Assessing production efficiency of Islamic banks and conventional bank Islamic windows in Malaysia ; MPRA Paper No. 10670.

[12] Ben Amar.S (2008); finance islamique et capital risque.

[13] Ben Jilali. B (1998); les sciences de la chariaa pour les économistes : les sources du Fiqh, ses principes et ses théories ; le fiqh des transactions financières et des sociétés et son application contemporaine.

[14] Berger A.N et De Young. R (1997); Problem loans and cost efficiency in commercial Banks Journal of Banking and Finance 21, 849-870.

[15] Brown. K (2003); Islamic Banking Comparative Analysis The Arab Bank Review Vol.5, No. 2

[16] Chaffai M.E et Dietsch. M (1999) ; Mesures de l'efficience technique et de l'efficience allocative par les fonctions de distance et application aux banques européennes ; Revue économique. Volume 50, n°3, pp. 633-644.

[17] Chang. K et Al, (2011); Evaluating branch efficiency of a Taiwanese bank using data envelopment analysis with an undesirable factor; -African Journal of Business Management Vol. 5(8), pp. 3220-3228.

[18] Chapra. M, Khan T.A (2001); réglementation et contrôle des banques islamiques.

[19] Cherif. K (2008) ; la finance islamique : Analyse des produits financiers islamiques.

[20] Das. A et Ghosh S.T (2006); Financial deregulation and efficiency: An empirical analysis of Indian banks during the post reform period; Review of Financial Economics 15 pp193–221.

[21] Drake. L, Maximilian J.B. Hall, Simper. R (2006); The impact of macroeconomic and regulatory factors on bank efficiency: A non-parametric analysis of Hong Kong's banking system. Journal of Banking and Finance 30 . pp1443–1466.

[22] Fadzlan. S (2004); The efficiency effects of banks mergers and aquisitions in a developing economy: evidence from Malaysia; International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies Vol.1; pp 4.

[23] Fadzlan. S et Al, (2009); The Efficiency of Islamic Banks: Empirical Evidence from the MENA and Asian Countries Islamic Banking Sectors; MPRA Paper No. 19072.

[24] Farooq M.O (2009); The Challenge of Poverty and the Poverty of Islamic Economics. Journal of Islamic Economics, Banking and Finance.

[25] Fotios. P (2008); Estimating the technical and scale efficiency of Greek commercial banks: The impact of credit risk, off-balance sheet activities, and international operations. Research in International Business and Finance 22. pp 301–318.

[26] Georgios. E et Al, (2011); Bank supervision, regulation, and efficiency: Evidence from the European Union; Journal of Financial Stability; Journal of Financial Stability.

[27] Hamim. S Al, (2006); Efficiency of Islamic banking in Malaysia: A Stochastic Frontier Approach. Journal of Economic corporation 37-70.

[28] Hamoudi. A (2007); Social Justice or Muslim Cant?: Langdellianism and the Failures of Islamic Finance. Cornell International Law Journal Vol. 4.
[29] Hasan. I, Marton. K (2003); Development and efficiency of the banking sector in a transitional economy: Hungarian experience : Journal of Banking and Finance 27: 2249-2271.
[30] Hasan. Z : Evaluation of Islamic Banking Performance: On the Current Use of Econometric Models.
[31] Hassan M.K. (2005); The cost, profit and X-efficiency of Islamic banks, paper presented at 12th Annual Economic Research Forum Conference, Cairo, December 19-21.
[32] Hassan M.K (2006); The x-efficiency in islamic banks Islamic Economic Studies ; Vol. 13, No. 2.
[33] Hassan M.K et Bashir A.M (2003); Determinants of Islamic banking profitability, ERF paper.
[34] Hassan M.K, Samad. M et Islam M.M. (2003); The performance evaluation of the Bahraini banking system, working paper, University of New Orleans, New Orleans, LA.
[35] Hassoun. A et Damak. M (2007); les habits neufs de la finance islamique.
[36] Hélène. M (2010); le takaful en France demain : fiction ou réalité ?
[37] I.Bader M.K et Al, (2008); Cost, Revenue, and Profit Efficiency of islamic versus conventional banks: international evidence using data envelopment analysis. Islamic Economic Studies Vol. 15, No. 2.
[38] I.Bader M.K et Al : Efficiency of Conventional versus Islamic Banks: International Evidence using the Stochastic Frontier Approach (SFA). Journal of Islamic Economics, Banking and Finance, Vol4. No 2.
[39] I.Bader M.K et Al, (2009); Efficiency of conventional versus Islamic banks: evidence from the Middle East International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management Vol. 2 No. 1, pp. 46-65.
[40] Iqbal. M (2001); Islamic and conventional banking in the nineties: a comparative study, Islamic Economic Studies, Vol. 8 No. 2, pp. 1-27.
[41] Iqbal. M et Molyneux. P (2005); Thirty Years of Islamic Banking: History, Performance, and Prospects, Palgrave Macmillan, New York, NY.
[42] Isik. I et Hassan M.K (2002a); Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry, Journal of Banking and Finance, Vol. 26, pp. 719-66.
[43] Isik. I et Hassan M.K. (2002b); Cost and profit efficiency of the Turkish banking industry: an empirical investigation, The Financial Review, Vol. 37 No. 2, pp. 257-80.
[44] Isik. I et Hassan M.K (2003); Efficiency, ownership and market structure, corporate control and governance in the Turkish banking industry, Journal of Business Finance and Accounting, Vol. 30 Nos 9/10, pp. 1363-421.
[45] Iqbal. M, Ahmad. A et khan. T : Défis au système bancaire islamique. Document occasionnel numéro 2 de l'institue islamique de recherches et de formation, banque islamique de développement.
[46] Jilani. F et Ben Rayana. M (1998) ; Eléments d'analyses de séries empiriques des indices boursiers et des taux de change : Cas des pays émergents.
[47] Johnes J, Izzeldin. M et Pappas. V; Efficiency in Islamic and conventional banks: A comparison based on nancial ratios and data envelopment analysis.
[48] Lahmeur. B (2009) ; L'analyse de la performance financière des fonds socialement responsables en France.
[49] Lapteacru. I et NYS. E ; L'impact de la concurrence bancaire sur l'efficience des banques: le cas des Pays d'Europe Centrale et Orientale.
[50] Mariani A.M (2010); The input requirements of conventional and shariah-compliant banking ; International Journal of Banking and Finance , Volume 7, Issue 1, Article 4.
[51] Martens. A (2001) ; La finance islamique : fondements, théorie et réalité. L'Actualité économique, vol. 77, n° 4, p. 475-498.
[52] Maudos. J et Al, (2002); Cost and profit efficiency in European banks; Journal of International Financial Markets, Institutions and Money 12 (2002) 33–58.
[53] Mervyn K.L (2009); In what ways does Islamic banking differ from conventional finance? Journal of Islamic Economics, Banking and Finance pp 10-24.
[54] Mester L.J (1997); Measuring efficiency at U.S. banks: Accounting for heterogeneity is important European Journal of Operational Research 98, 230-242.
[55] Nouri. M (2010) ; La formation en finance islamique: état des lieux et perspective.
[56] Pasiouras. F , Sifodaskalakis. E et Zopounidis. C (2007); Estimating and analysing the cost efficiency of Greek cooperative banks: an application of two-stage data envelopment analysis; Working Paper Series.
[57] Pastré. O et Gecheva. K (2008) ; la finance islamique à la croisée des chemins. Revue d'économie financiére.
[58] Qureshi M.A, Shaikh. M et Pakistan. M (2012); Efficiency of Islamic and Conventional Banks in Pakistan: A Non-parametric Approach ; International Journal of Business and Management. Vol. 7, No. 7.
[59] Rogers K.E (1998); Nontraditional activities and the efficiency of US commercial banks; Journal of Banking and Finance 22, 467-482.

[60] Sairally. S (2007); Community Development Financial Institutions: Lessons in Social Banking for the Islamic Financial Industry Kyoto Bulletin of Islamic Area Studies, 1-2 pp. 19-37.
[61] Sevcovic. D, Halicka. M et Brunovsky. P (2001); DEA analysis for a large structured bank branch aetwurIt ; CFJOR 9: pp 329-342.
[62] Shen. Z, Liao. H et Weyman-Jones. T (2008); Cost Efficiency Analysis in Banking Industries of Ten Asian Countries and Regions.
[63] Talluri. S (2000); Data Envelopment Analyses: Model and extentions.
[64] Vivas, A.L (1997); Profit efficiency for Spanish savings banks European Journal of Operational Research 98, 381-394.
[65] Weill. L (2010); Do islamic banks have greater market power ? BOFIT Discussion Papers 2.
[66] Weill. L; Measuring Cost Efficiency in European Banking: A Comparison of Frontier Techniques.
[67] Weill. L, Cekici Z.I et Forget. E (2010); Finance Islamique en France : Problème de forme ou de fond(s) ? Les Cahiers de la Finance Islamique N°2.
[68] Yudistira. D (2003); Efficiency in Islamic Banking: an Empirical Analysis of 18 Banks.
[69] Zaharuddin H.U, Abd Rahman H.J (2007); Differences between islamic Bank and conventional.
[70] Zaghla. A et Boujelbene. Y (2008); Explanatory Factors of x-efficiency in the Tunisian banks: A Stochastic Frontier Approach. MPRA Paper No. 12437.
[71] El-Gamal Med A. (2000) .A Basic Guide to Contemporary Islamic Banking and Finance. Rice University.
[72] El-Gamal Med A.(2005). Islamic Bank Corporate Governance and Regulation: A Call for Mutualization. Rice University.
[73] El-Gamal Med A.(2005). Mutuality as an Antidote to Rent-Seeking Shari`a-Arbitrage in Islamic Finance. Rice University.
[74] El-Gamal Med.A. (2006) Islamic Finance: Law, Economics and Practice. Cambridge
[75] El-Gamal Med A.(2007). Incoherence of Contract-Based Islamic Financial Jurisprudence in the Age of Financial Engineering. Rice University.
[76] http://www.aelf.org
[77] http://www.coranweb.free.fr
[78] http://www.daily-bourse.fr
[79] http://www.dowjones.fr
[80] http://www.fatouba-lilghouraba.over-blog.com
[81] http://www.financeislamique.com
[82] http://www.invest-at.com
[83] http://www.Lesdefinitions.fr
[84] http://www.saintebible.com
[85] http://www.standardandpoors.com
[86] http://www.thebanker.com
[87] http://www.vernimmen.net
[88] http://www.wikipedia.org

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 60-66
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation de la qualité des eaux du fleuve Inaouène, Maroc septentrional

[Assessment of water quality of the Inaouene River, Northern Morocco]

Jamal Naoura[1], Lahcen Benaabidate[1], and Kawtar Fikri Benbrahim[2]

[1]Department of Environment,
University of Sidi Mohamed Ben Adellah, Faculty of Sciences and Technology,
Fez, P.O. Box : 2202, 30000, Morocco

[2]Department of Biology,
University of Sidi Mohamed Ben Adellah, Faculty of Sciences and Technology,
Fez, P.O. Box : 2202, 30000, Morocco

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

ABSTRACT: The knowledge of the physicochemical characteristics of Inaouene surface water constitutes a means of investigation for the assessment of the risks of pollution and the contamination status of these surface waters. The study initially focused on the physicochemical bacteriological study and the content of some heavy metals in the River waters. The first results revealed relatively high levels in nutrients, DCO, BOD_5, calcium and magnesium. The content Cu, Cr and Pb is superior than relative standards, which would be due to the craft activities of the city of Taza as well as to the domestic liquid discharges on this city. The bacteriological investigation revealed a large concentration of these waters in coliforms and faecal streptococci. This allowed concluding that the quality of the Inaouene surface waters is much degraded.

KEYWORDS: Surface water, Physicochemistry, bacteriology, heavy metals, degradation.

RESUME: La connaissance des caractéristiques physicochimiques des eaux de l'Inaouène constitue un moyen d'investigation pour l'évaluation des risques de pollution et l'état de contamination de ces eaux de surface. L'étude a porté tout d'abord sur l'étude physicochimique, bactériologique et enfin la concentration de certains métaux lourds dans les eaux de ce fleuve. Les premiers résultats ont révélé des teneurs relativement élevées en éléments nutritifs, DCO et DBO_5 et en calcium et magnésium. La teneur en quelques métaux lourds s'est révélée supérieures aux normes relatives, tels que le Cu, le Cr et le Pb, ce qui serait engendré aussi bien par les quelques activités artisanales de la ville de Taza et aux rejets domestiques liquides de cette agglomération. L'étude bactériologique a révélé une grande concentration de ces eaux en coliformes et streptocoques fécaux. Ceci a permis de conclure que les eaux de surface de l'Inaouène présentent une qualité très dégradée.

MOTS-CLEFS: Eau de surface, physicochimie, bactériologie, métaux lourds, degradation.

1 INTRODUCTION

La détermination des caractéristiques physicochimiques des eaux constitue un moyen pour l'évaluation des risques de pollution. Parmi ces polluants, les métaux lourds sont les plus concernés à cause de leur persistance et leur accumulation naturelle. Certes, dans les écosystèmes aquatiques naturels, les métaux lourds se trouvent à de faibles concentrations, généralement de l'ordre du nanogramme ou du microgramme par litre [1]. Ces métaux peuvent avoir une origine géologique et entrent dans le système de rivière par érosion climatique [2]. Contrairement à d'autres polluants, comme les

hydrocarbures dérivés du pétrole et les polluants organiques qui peuvent être décomposés pendant les processus naturels, les métaux lourds s'accumulent discrètement et, finissent par atteindre des seuils toxiques dans l'environnement. Il est aussi important d'examiner la concentration en métaux par rapport à d'autres paramètres physicochimiques qui peuvent affecter la solubilisation, la précipitation, l'accumulation et la mobilité [3], [4].

Bien que le niveau des activités industrielles soit relativement moins important dans le bassin versant d'Inaouène, l'utilisation de son cours d'eau principal comme exutoire des eaux usées non traitées, provenant essentiellement de la ville de Taza et les villages traversés, constitue une grande menace de la qualité physicochimique et bactériologique de ses eaux. C'est ainsi qu'une étude systématique de la situation actuelle de la pollution de ce fleuve, par rapport aux différentes activités anthropiques, est devenue une obligation, du fait de son utilisation comme source principale d'irrigation. En effet, l'Inaouène constitue le principal si non la seule source d'apport hydrique du barrage Driss 1er, l'un des plus grands barrages du Maroc sur le plan capacité de stockage.

Le secteur d'étude englobe la partie du bassin versant d'Inaouène se trouvant en amont du barrage Idriss1^{er}. Il couvre une superficie de 2720 Km^2 et un périmètre 268 Km ; soit 52,46% du bassin d'Inaouène qui a une superficie de 5184 Km^2. Situé entre les parallèles (33.84N ; 34.58N) et les méridiens (3.78W ; 4.91W), ce bassin est limité à l'Est par le bassin versant de la moyenne Moulouya, au Nord ouest par ceux du Haut Ouergha et au Sud ouest par celui du Haut Sebou. Le parcours de l'Inaouène lui offert une qualité d'eau très contrastée. En effet, en prenant sa source entre les derniers contreforts moyens atlasiques et le secteur prérifain, l'eau est d'une qualité excellente et, deviendra par la suite très mauvaise en traversant la ville de Taza et les villages qui se succèdent, à cause des épandages des décharges publiques et les rejets domestiques et des quelques activités industrielles.

2 MATERIELS ET METHODES

Cette étude entre dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires engendrés par l'utilisation des eaux du fleuve par la détermination et la connaissance de leur caractéristique physicochimique. Elle a été abordée en se basant sur des prélèvements des échantillons de neuf sites répartis, le long du cours principal de cet oued et ses principaux affluents, suivant le degré de contamination lié notamment au déversement des eaux usées.

Les données, sur la qualité physicochimique de l'eau de l'Inaouène, ont été collectées à partir des échantillons pris dans des sites répartis le long du cours principal de ce fleuve et ses principaux affluents, suivant le degré de contamination lié à des décharges publiques et au déversement des eaux usées (Fig.1).

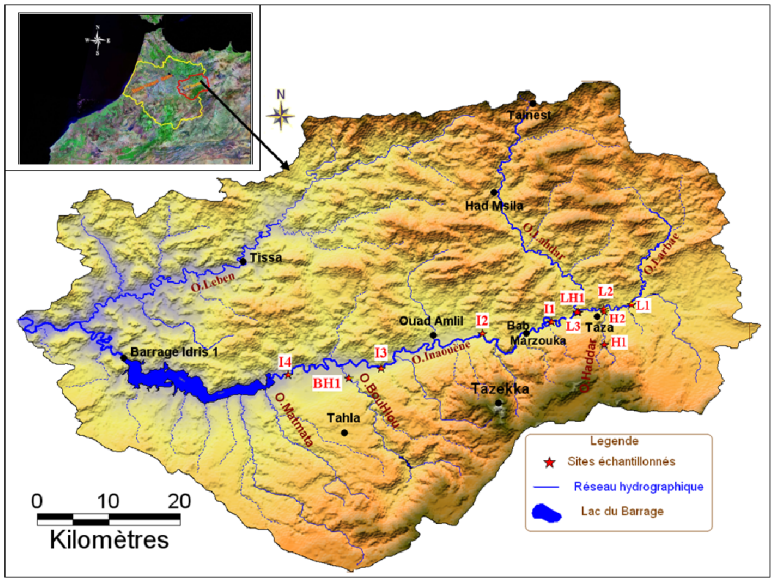


Fig. 1. Situation du bassin versant de l'Inaouène

L'étude a été réalisée sur deux compagnies d'échantillonnages ; septembre 2009 qui a été consacrée à l'analyse des cations majeurs (Na^+, Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}) et les éléments en traces métalliques (Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Cr, Ti et Zn). La campagne de 2010 était consacrée à l'analyse des anions et les paramètres physiques. La mesure de la température, la conductivité et le pH ont été effectués in situ. Les phosphates, les composés azotés (Ammonium, nitrites et nitrates), les sulfates, la

demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO_5) ont été réalisés au laboratoire de biotechnologie de la Faculté *des* Sciences Dhar El Mahraz Fès. Le dosage des éléments en traces métalliques (Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Cr, Ti et Zn), ainsi que les éléments majeurs (Mg, Na, K, Ca, Al) a été effectué à l'aide de la spectrométrie d'Emission couplé à un plasma induit (ICP-AES) au laboratoire de CNRST de Rabat.

Les données sur la qualité bactériologique de l'eau de surface de l'Inaouène ont été collectées à partir des échantillons pris dans les mêmes sites choisis pour les analyses physicochimiques (Fig.1), et les mêmes compagnies d'échantillonnages. En général, il existe trois méthodes d'examen bactériologiques des eaux, cependant la présente étude a été basée sur les deux méthodes de dénombrement direct des colonies bactériennes ; le dénombrement direct par numération des colonies sur ou dans une gélose nutritive qui est une méthode adoptée pour l'analyse de la flore mésophile aérobie totale. Le dénombrement direct des colonies après concentration par filtration sur une membrane qui est une méthode adoptée pour le dénombrement des coliformes totaux, fécaux et les streptocoques fécaux.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats de l'étude physicochimique des eaux de surface de l'Inaouène ont révélé des teneurs relativement élevées en DCO et DBO_5 qui seraient en relation principalement aux rejets domestiques liquides non contrôlés. Certains éléments majeurs ont, à leurs tours, affiché des teneurs élevées notamment en calcium et en magnésium. Ces concentrations seraient attribuées à la nature géologique des terrains traversés, en l'occurrence, la partie amont du bassin versant appartenant à la partie rifaine chaotique [5].

La teneur en métaux lourds, notamment le Fe, le Ni et le Mn, s'est révélée supérieure aux normes relatives, ce qui serait engendré aussi bien par les quelques activités artisanales de la ville de Taza que par les rejets domestiques liquides de la ville. Par ailleurs, les métaux lourds, en plus de leurs origines éventuelles des activités anthropiques, ces métaux peuvent avoir aussi une origine géologique et, ont gagné le système de la rivière par une érosion hydroclimatique.

Selon l'arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanise, de l'habitat et de l'environnement n° 1275-02 du 17 octobre 2002 une grille de qualité des eaux de surface est définie et qui a été publiée dans le bulletin officiel du 5 décembre 2002. En se basant sur cette grille, les résultats des analyses physicochimiques des échantillons d'eau prises dans les différents sites, ont été répertoriés selon les classes de qualité dans la figure (2) avec les couleurs conventionnelles conçues dans l'article 8 de cet arrêté.

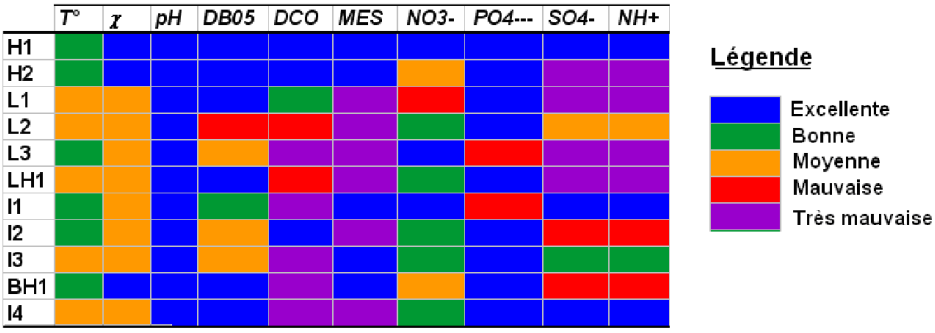


Fig. 2. Qualité physicochimique des sites échantillonnés

Par la suite, l'évaluation des pourcentages des classes de qualité, au niveau des différents sites échantillonnés, a été réalisée dans le but de conclure ses tendances. Ceci nous a permis de dresser une carte de l'état de la qualité physicochimique des eaux au niveau du bassin Inaouène amont (Fig. 3).

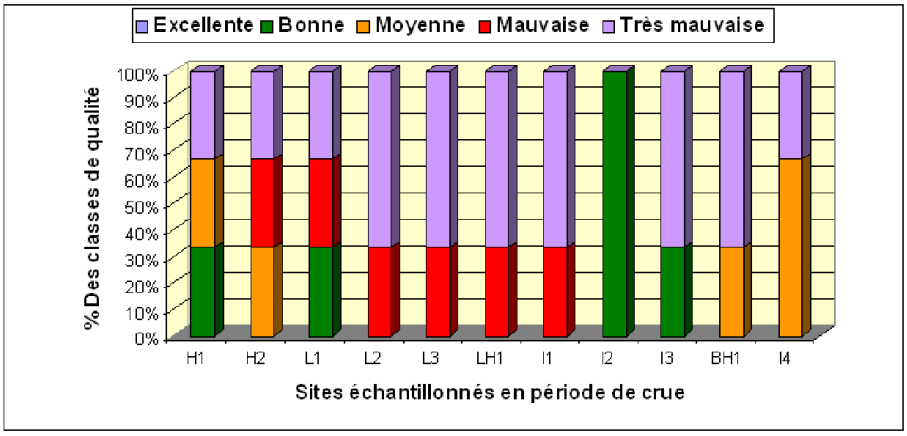


Fig. 3. Pourcentages des classes de qualité des sites échantillonnés

La carte de l'état de la qualité physicochimique des eaux de surface de la zone d'étude, montre, généralement, qu'au niveau des affluents d'oued Inaouène la qualité est excellente, ceci suggère qu'une contamination naturelle est écartée. Mais l'impact anthropique est présent, du fait qu'à proximité des centres urbains la qualité est douteuse. Ainsi à proximité de la ville de Taza, la qualité de l'affluent oued Larbae (site L2) est mauvaise, et qui devient par la suite très mauvaise, suite à une accumulation des polluants solides et liquides, surtout après la confluence avec oued Haddar. Cette qualité s'améliore bien après la confluence avec oued Lahdar, qui engendre une dilution brutale, puisque l'état de qualité devient vite moyenne, alors qu'elle était très mauvaise. L'amélioration de la qualité physicochimique des eaux d'oued Inaouène continue et finit par trouver son état d'excellence (Fig.4).

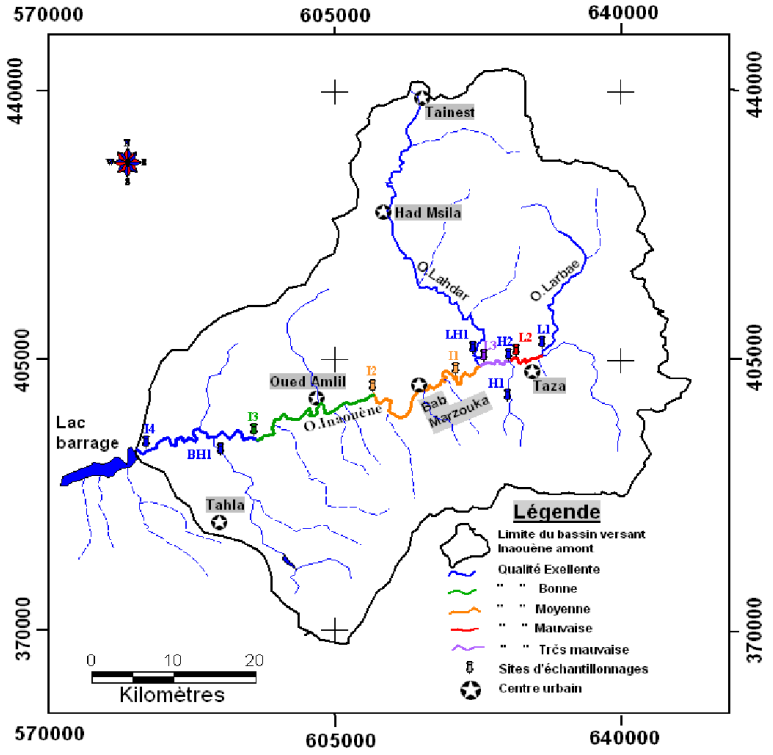


Fig. 4. Qualité des eaux de surface de l'Inaouène

Sachant que l'état de la qualité physicochimique des eaux d'oued Inaouène, déjà évoquée, est le résultat d'une campagne d'échantillonnage effectuée en période hivernale, et malgré ceci, elle est douteuse. Donc cette qualité sera très catastrophique en période d'étiage, où nous avons pu mettre en évidence des débits nulle à la station de jaugeage de Bab Marzouka [5], et par la suite il n y'aura pas de dilution, ce qui va accentuer la concentration des éléments chimiques.

La matrice et le cercle de corrélation montrent, globalement, des corrélations faibles positives et négatives. Les seules corrélations fortes positives sont notées entre les couples suivants : (NO_2^-–SO_4^{2-}), (PO_4^{2-} – DCO), (MES – C) et (MES– T°). Ceci, en effet, mis en évidence le comportement de ces paramètres physiques et leurs affinités vers d'autres éléments ou paramètres chimiques (Fig.5).

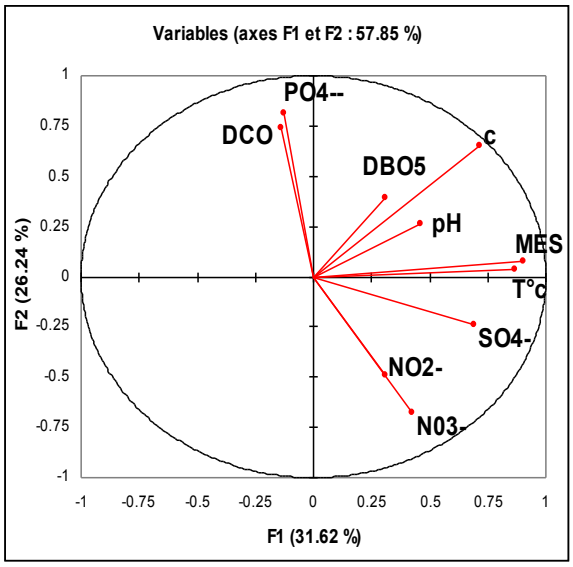


Fig. 5. Correlation des parameters physicochimiques

La superposition de la carte des répartitions des sites échantillonnés (Fig. 6) avec le cercle de corrélation (Fig. 5), donne une idée sur les caractéristiques des différents sites de point de vue paramètre physiques et teneur en anions. Par conséquent, les sites (LH1, L1) sont caractérisés par une teneur élevée en anion, par contre les sites (L2, L3) sont caractérisés par une forte conductivité, des valeurs importantes de DBO_5 et de la matière en suspension. Le site I1 se caractérise par une valeur importante de DCO. Les autres sites possèdent des valeurs modérées vis-à-vis ces paramètres.

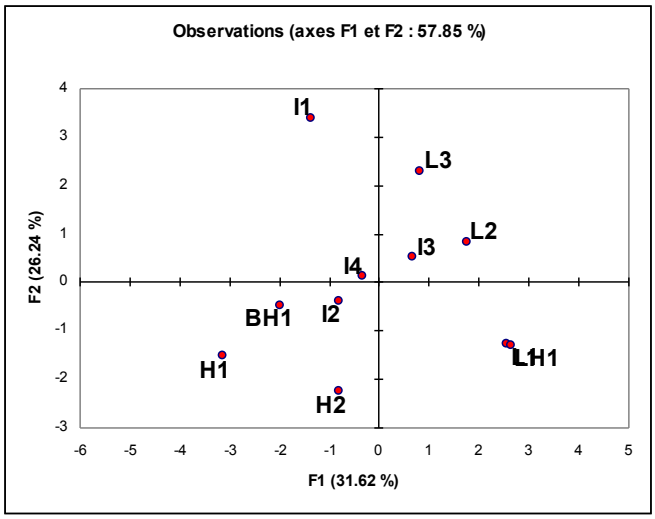


Fig. 6. Correlation des sites échantillonnés

L'état de qualité bactériologique des eaux d'oued Inaouène a été évalué en se basant sur l'arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanise, de l'habitat et de l'environnement n° 1275-02 du 17 octobre 2002 définissant la grille de qualité des eaux de surface présenté en annexe, et qui a été publié dans le bulletin officiel du 5 décembre 2002.

La confrontation des résultats obtenus de l'analyse bactériologique avec cette grille de qualité a permis de représenter l'état de qualité des eaux de surface de la zone d'étude (Fig. 7). Globalement, l'analyse de cette figure permet de ressortir les conclusions suivantes:

- La qualité bactériologique est caractérisée par une variation spatiotemporelle.
- La contamination bactériologique est liée au lessivage par les eaux de ruissellement, au moment de crue ; comme elle peut être liée aux effluents.
- La qualité des eaux de surfaces de la zone d'étude est mauvaise à très mauvaise, surtout dans les sites situés en aval des zones soupçonnées d'être exposées à une pollution probable (H2, L2, L3, I1 et I3).

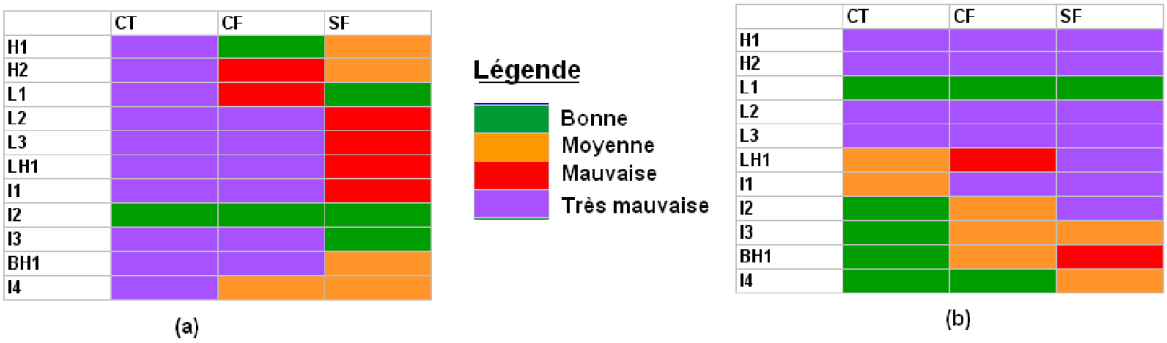


Fig. 7. Etat de la qualité bactériologique des sites échantillonnés:
a- Période de crue b-Période d'étiage

L'analyse bactériologique a montré aussi que les eaux étudiées sont caractérisées par un taux élevé en coliformes et streptocoques fécaux dépassant les 3.10^5 CF/100ml sachant que la valeur admise par [6] pour l'irrigation est de 10^3 CF/100ml. D'une manière générale, la qualité des eaux de l'Inaouène est localement douteuse ou polluée [5], de ce fait, la protection contre les contaminations est nécessaire pour que ces eaux puissent être utilisées sans risque de contamination.

L'étude de l'aptitude des eaux de ce fleuve à l'irrigation a été approchée par le report des valeurs de SAR en fonction de ceux de la conductivité sur les diagrammes de Riverside [7] et [8]. Cette représentation (Fig. 8) a permis d'obtenir des indices d'interprétation et par la suite conclure sur l'aptitude de ces eaux à l'irrigation.

Le diagramme de Wilcox, ainsi que celui de Riverside, montrent que les échantillons des eaux de l'Inaouène et ses affluents principaux ne présentent pas les mêmes qualités pour l'irrigation. La figure (3) illustre qu'une grande partie des eaux étudiées présentent une qualité mauvaise à très mauvaise pour l'irrigation.

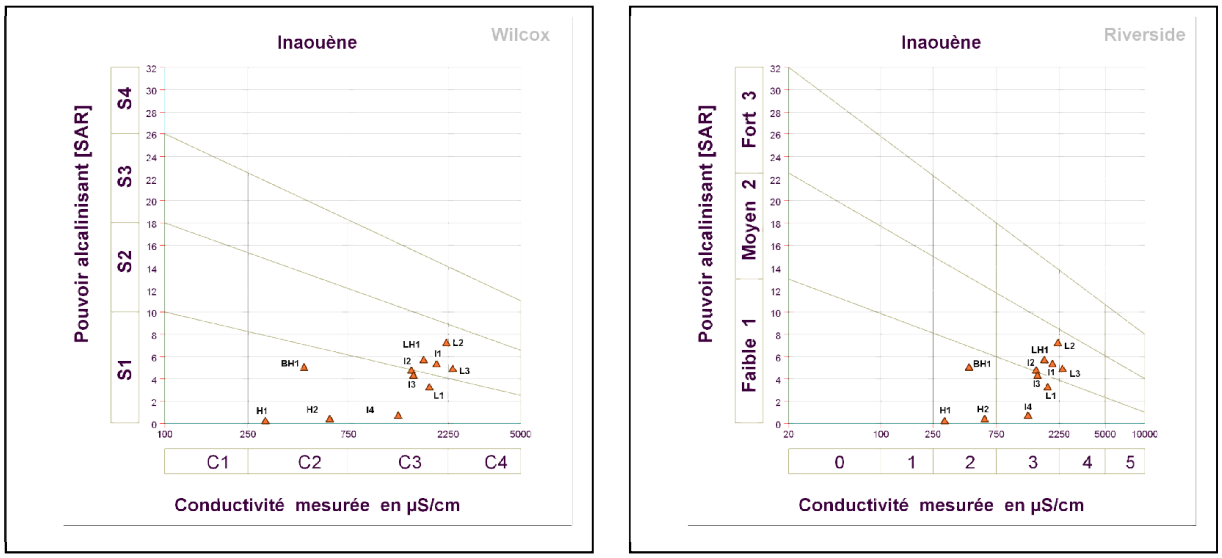


Fig. 8. Représentation des échantillons sur les diagrammes de Wilcox et de Riverside

4 CONCLUSION

L'étude de la qualité des eaux de surface de l'Oued Inaouène, basée sur un suivi s'étalant respectivement sur les périodes (02/03/2009 ; 24/06/2010) et (Avril 2010 ; Octobre 2010), indiquent que la qualité physicochimique et microbiologique des eaux utilisées même pour l'irrigation, ne répond pas toujours aux normes fixées par L' OMS. Toutefois, des sites situés en amont de la ville de Taza et sur des affluents du fleuve sont légèrement susceptibles de satisfaire les critères fixes par l'OMS pour l'irrigation. Par contre, les sites situés en aval des rejets, surtout à la sortie de la ville de Taza, sont pollués sur le plan bactériologique et chimique.

REFERENCES

[1] C. Biney, A. T. Amuzu, D. Calamari, N. Kaba, I. L. Mbome, H. Naeve, O. Ochumba, O. Osibanjo, V. Radegonde and M. Saad, "*Etude des métaux lourds*". Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain. Document technique du CPCA 25, département des pêches de la FAO", 1991.

[2] Zhang J, Huang WW, "*Dissolved trace metals in the Huanghe: the most turbid large rive in the World*". *Water Res*. vol. 27, no. 1, pp. 1–8, 1993.

[3] M. J. L. Force, S. E. Fendorf, G. C. Li, G. M. Schneider and R. F. Rsenzweing, "*Heavy metals in the environment. A laboratory evaluation of trace elements mobility from flooding and nutrient loading of Coeur d'Alene river sediments*". *J. Environ. Qual*.27, pp. 318-328, 1998.

[4] M. Khan and J. Scullion, "*Effects of metal (Cd, Cu, Ni, Pb or Zn) enrichment of sewage-sludge on soil micro-organisms and their activities*". *Appl Soil Ecol.,* 20, pp. 145–155, 2002.

[5] J. Naoura, "*Caractérisation hydrologique et qualitative des eaux de surface du bassin versant du Haut Inaouène*". Thèse Doct. Faculté des Sciences et Techniques, Fès 279 p, 2012.

[6] OMS, "*L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture: recommandations à visées sanitaires. Oragnisation Mondiale de la Santé*". Série de Rapports Techniques 778. Genève, 1989.

[7] US Salinity Laboratory Staff, "*Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*". USDA Handbook 60, U.S. Government Printing Office, Washington, D. C., 1957.

[8] L. V. Wilcox, "*The quality of water for agricultural use"*. US Dept. Agriculture Tech. Bull. 1962, Washington DC, 1948.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 67-72
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etat vaccinal des enfants pygmées dans la zone de santé de Miti Murhesa

[Vaccinal state of Pigmy children in Miti Murhesa health zone]

ZIHINDULA RUKENGWA, MIREILLE KAFUMBA, Marc BAHATI MAPENDANO, and Céline KAVIRA MALENGERA

Département de Nutrition,
Laboratoire de protection maternelle et infantile,
Centre de Recherche en Sciences Naturelles(CRSN) Lwiro, DS/BUKAVU,
Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The present retrospective study carried out in Miti Murhesa health area, DR Congo from February 2013 to July 2014 aims to reduce the morbi mortality of pygmy children.
It includes only Buyungule, Cibuga, Cirharhangwa and Muyange sites.
These specific objectives are to identify the factors which block the vaccination to pygmies, to determine the vaccinal coverage rate to pygmies to (EPV) Enlarge Program of Vaccination and the prevalence of the measles in pygmy populations. This study stands up only to determine the vaccinal state of pygmy children living in the four sites from 0 to 59 months; the study focuses in Miti Murhesa health zone where we find so many pygmies especially in CHOMBO health area.
We have realized that pygmy children are not vaccinated, and this is justified by the vaccinal coverage rate of 21,31% with a prevalence due to measles of about 19% in those sites.
We have specified in this study the different factors which block the vaccination to pygmies:
The ignorance, the fight of injection, cultural belief, and low Instructions level… For promoting the access of pygmies to vaccination, a great sensitization and good communication are very necessary and a in order to make a change of their behaviors.
We should nevertheless insist on the advantages and the importance of the vaccination, the necessity of health Interventions and the development should be necessary with the support the prestators and their Own Implication.

KEYWORDS: vaccinal coverage, Measles, Vaccinal calendar, Sites, Miti Murhesa

RÉSUMÉ: La présente étude été effectuée dans l'aire de santé Combo, dans la zone de santé de Miti Murhesa en RD Congo. Une étude qui est rétrospective et descriptive elle prend la période allant de Février 2013 à juillet 2014 avec comme objectif général la réduction de la morbi mortalité des enfants pygmées. Elle concerne seulement les sites de Buyungule, Cibuga, Cirharhangwa et Muyange. Ces objectifs spécifiques étaient d'identifier les facteurs entravant la vaccination chez les pygmées,
Déterminer les taux de couverture vaccinale des pygmées aux PEV,
Déterminer la prévalence de la rougeole dans la population pygmée.
Cette étude se limitait à déterminer seulement l'état vaccinal des enfants pygmées de 0 à 59 mois vivant dans les 4 sites, elle s'est limité dans la zone de santé de Miti Murhesa où se trouve concentré une grande partie des pygmées ; il a été constaté que les enfants pygmées ne sont pas vaccinés et ceci se justifie par le taux de couverture vaccinale qui est de 21,31% avec une prévalence due à la rougeole de près de 19% dans ces sites. Cette étude a spécifié différents facteurs entravant la vaccination chez les pygmées : l'ignorance, la peur d'injection, croyances culturelles, niveau d'instruction bas…
Pour promouvoir l'accès des pygmées à la vaccination une grande sensibilisation est très nécessaire et la communication pour le changement de comportements doit insister sur les avantages et ou l'importance de la vaccination ; la nécessité des

interventions sanitaires et de développement seraient nécessaire avec l'appui des prestataires sanitaires et de leurs propre implication.

MOTS-CLEFS: Couverture vaccinale, vaccination, rougeole, calendrier vaccinal, sites, Miti Muhesa.

1 INTRODUCTION

Par définition la vaccination est le traitement préventif mettant à profit les défenses naturelles de l'organisme et destiné à le protéger vis-à-vis d'un agent infectieux donné, par inoculation d'une forme non pathogène à même de provoquer une réponse immunitaire (*voir* système immunitaire), avec production d'anticorps et fabrication de cellules dites mémoire (lymphocytes T et B).[1]

Les vaccins constituent la protection la plus efficace contre la plupart des maladies causées par des virus (les antibiotiques n'ayant aucun effet contre ces micro-organismes). On utilise également la vaccination contre un certain nombre de maladies dues à des bactéries. Dans les pays occidentaux, on vaccine systématiquement les enfants, au cours de leurs premières années, contre la diphtérie, le tétanos, la poliomyélite, la rougeole, les oreillons, la rubéole, l'hépatite B, la coqueluche et la tuberculose. La vaccination contre la variole a été abandonnée, car la maladie a été éradiquée. [1] La vaccination est essentielle pour la réalisation des objectifs du millénaire pour le développement (OMD) en particulier celui qui consiste à réduire la mortalité des enfants de moins de cinq ans (objectif 4). ce peuple a été toujours ignoré pour les soins de base, pour cela est sujet à toutes sortes de maladies : tuberculose, paludisme, rougeole, tétanos, lèpre, pian, verminoses de tout genre, plaies tropicales incurables et profondes, et cela aussi par manque d'hygiène à cause de leur façon de vivre … Dans les carrières d'or, ils risquent à cause des services de transport bagages, de se mêler aux autres … et donc risque du SIDA. Mais un problème très grave, ignoré par les ONGs et l'OMS et par les États, est la situation de l'enfance chez les Pygmées : on a pu constater le 45% de mortalité infantile avant 5 ans et le 20% de 6 à 15 ans, donc sur 10 enfants pygmées nés seulement 4 arrivent à 15 ans. [2] Les principales causes de décès aujourd'hui au Congo sont les maladies infectieuses et la pathologie maternelle et périnatale comme en France à la fin du XIXème siècle. Chaque année, la vaccination permet selon les estimations d'éviter 2,5 millions des décès parmi les enfants de moins de 5 ans. [3]

L'OMS et Unicef concluent qu'en 2000 et 2007, le nombre d'enfants qui sont mort de la rougeole a reculé de 74% dans l'ensemble du monde, passant de quelque 750000 à 170000[4].

En 1988 la poliomyélite était endémique dans 125 pays, selon les estimations elle provoquait chaque année des paralysies chez 350000 enfants (près de 1000 cas par jour). [5]

En 2002, 135 pays étaient parvenus à éliminer le tétanos néonatal et en 2004 le nombre de décès dû à cette maladie étaient selon les estimations, tombé à 128000 contre 790000 en 1988[6].

Plus de 100 millions d'enfants sont vaccinés chaque année avant leur premier anniversaire.

Il ya encore 24 millions d'enfants de moins d'un an, près de 20% des enfants qui naissent chaque année qui ne peuvent pas recevoir un vaccin. [4]

En 2007, on dénombrait encore chaque année 19700 décès consécutifs à une rougeole dont 69% en Asie du sud-est. Le peuple autochtone de l'Afrique centrale sont discriminés en matière de soins de santé ; ils accèdent difficilement aux soins de santé parce qu'ils n'ont pas les moyens pour se faire soigner.

Partout, ils sont marginalisés sur le plan politique et économique et peinent à remettre en cause les discriminations dont ils sont victimes. On estimait, en 2000 que 50 % des Twa expulsés du parc sont morts. [7])

Au moment où notre pays cherche à éradiquer la poliomyélite nous avons constaté qu'il ya encore une grande partie ou des souches sociales qui ne sont pas vaccinés et qui n'ont pas accès au service de santé ou à la vaccination tel est le cas de minorité pygmées.

Les chiffres fournis par la zone de santé de Miti Murhesa en 2012 précise que la couverture vaccinale étaient de 102% alors que les enfants pygmées ne reçoivent presque pas les vaccins de routines [8]. Il est à remarquer que les facteurs socio-économiques ; culturels et l'accessibilité géographique contribuent à la mortalité infantile chez les pygmées.

Cette étude vise à contribuer à la réduction de la morbi mortalité des enfants pygmées.

Identifier les facteurs entravant la vaccination chez pygmées,

Déterminer le taux de couverture vaccinale des pygmées aux PEV,

Analyser leurs facteurs socio culturels contribuant au non accès a la vaccination,

Déterminer la prévalence la de la rougeole dans cette population.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Cette étude se déroule dans l'aire de santé de Combo dans la zone de santé de Miti Murhesa, groupement de Bugorhe en province du Sud Kivu en République Démocratique du Congo. L'étude s'est déroulée auprès de la population vivant aux alentours du Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB). Cette étude s'étend sur les groupements de Miti situés au Nord de la ville de Bukavu, territoire et chefferie de Kabare. Le territoire de Kabare dans lequel se trouvent les groupements de Miti, a un relief montagneux avec des sommets qui atteignent 3308 mètres d'altitude sur le mont Kahuzi et Biega. Ces groupements jouissent d'un climat tropical tempéré par l'altitude caractérisée par une longue saison pluvieuse qui s'étend de mi-septembre à fin mai d'une saison sèche qui va de Juin en Août [8]. Il a une forte pluie surtout en Avril, Mai et en Décembre et une saison sèChe allant de juin en aout. Notre s'étend sur quatre sites où habite les pygmées actuellement notamment le site de Buyungule, Cibuga, Cirharhangwa et Muyange.

2.2 METHODE

Notre étude qui est rétrospective et descriptive couvrant une période allant de Janvier 2012 en a Aout 2014 va seulement concerner les enfants pygmées de moins de cinq ans et leurs mères en qualité d'enquêté.

Pour arriver aux résultats nous avons fait une observation directe, nous avons adressé un questionnaire d'enquête et nous avons enfin passé à l'organisation de Focus group dans le 4sites.

La technique consistait à passer dans chaque ménage et enquêter dans le ménage tous les enfants de moins de 5 ans. L'observation directe nous a permis d'identifier le site de vaccination sur le corps de l'enfant pour confirmer la vaccination qu'avait reçu l'enfant.

Seront considérés par l'étude tous les enfants pygmées vivant dans les sites ayant l'âge de 0 à 59 mois. Etant donné que l'échantillon est exhaustif nous n'avons pas calculé la taille de l'échantillon. Ainsi nous avons porté notre choix sur 197 enfants pygmées et 141 répondants repartis dans les 4 sites.

Pour arriver au résultat nous avons calculé le taux de couverture vaccinale et la prévalence maladie due à la rougeole. Ainsi le

$$\text{Taux de couverture vaccinale(TCV)} = \frac{\text{Nombre de vacciné x100}}{\text{Population à risque}} = 21{,}31\%$$

$$\text{(P) prévalence} = \frac{\text{Nombre de victime x 100}}{\text{Population à risque}} = 18{,}7\%$$

3 RESULTATS

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 1. Proportion des enfants vaccinés et non vaccinés dans les sites

Sites	Enfants vacciné		Non vacciné		Total
		%		%	
1. Buyungule	26	13,19	107	54,31	133
2. Cibuga	07	3,55	16	8,12	23
3. Cirharhangwa	05	2,53	10	5,07	15
4. Muyange	04	2,03	22	11,16	26
Total	42	21,3	155	78,67	197

Il ressort de ce tableau que la couverture vaccinale dans le 4sites est de 21,31% et l'état vaccinal des enfants non vaccinés reste critique avec une proportion de 78 ,67% dans les 4 sites.

Tableau 2. Nombre des enfants vaccinés par site et les des doses administrées par vaccin

Sites	BCG	%	VP01DTC1		VP02DTC2		VP03DTC3		VAR	%	TOTAL
				%				%			
1	04	2,03	08	4,06	06	3,04	03	1,52	O5	2,50	133
2	00	00	00	2,03	04	2,01	00		01	0,50	23
3	00	00	02	2,01	02	2,01	01	0,50	00		15
4	01	0,50	01	2,01	00	0,05	04	4 ,0	00		26
Total	05	2 ,5	11	5,58	12	6 ,09	08	6%	06	3,04%	197

Ce tableau nous présente les résultats des doses administrées dans chaque site pour chaque vaccin, dans les 4 sites dans les quels nous avons gardé comme dénominateur commun le grand **N** qui est de **197** ainsi nous avons trouvé 5 soit 2,58% enfants qui ont seulement reçus une dose de BCG, 11 soit 5,58% ont reçus une dose de VPO1 et DTC1, 12 soit 6 ,09% ont reçus au moins une dose de VP02 et DTC2 ; 8 soit 4,06 ont été vacciné une dose de VP03 et DTC 3 et seulement 6 soit 3 ,04 ont reçus le vaccin anti rougeole VAR.

Tableau 3. Les raisons des mères pygmées liée au non vaccination de leurs enfants

Raisons	Effectif	%
Peur d'injection	54	38,29
Négligence	60	42,55
Nos maris refusent	27	19,14
Total	141	100

Il ressort de ce tableau que 54 soit 38,29% de nos répondants confirment que la peur d'être injecté le pousse à ne pas amener leurs enfants à la vaccination ; 60 soit 42,55% disent que ce la négligence seulement et 27 soit 19,14% accusent leurs maris d'être à la base de la non vaccination de leurs enfants.

Tableau 4. Niveau d'instruction des répondants

Formation	Effectif	%
Illettrés	113	80,14
Formation alphabétique	15	10 ,61
Primaire non acheve	06	4,25
Primaire acheve	05	3,54
Secondaire non acheve	02	1,41
Secondaire achevé	00	00
Université	00	00
Total	141	100

Il émane de ce tableau que le niveau d'instruction de nos répondants demeure moins élevé avec un taux élevé de 80,14% des illettrés et avec seulement un taux de 19% de gens qui savent lire et écrire au moins le Swahili.

A part ce tableau signalons que les ménages ayant enregistré un cas de rougeole depuis 2011 jusqu'en juillet 2014 sont à 37**.**

AUTRES PROPOS DES FEMMES PYGMÉES SUR L'IMPORTANCE DE LA VACCINATION

Les avis restent partager de part et d'autres, une partie de ces femmes confirment bien savoir que les vaccins protègent leurs enfants contre certaines maladies et les autres dément cette affirmation et disent que c'est Dieu qui protège et leurs

médicament traditionnels étaient efficace. Cette partie continue en confirment que les vaccins causent des maladies à leurs enfants une fois vacciné.

Les vaccins des blancs et leurs pratiques nous font oublier nos médicament et les anéantissent **«** déclaration d'une femme pygmée rencontre dans le site de Muyange **»**

« A l'époque nous vivions sans médicaments modernes et nos enfants tombaient rarement malade déclare une femme de Buyungule.

En d'épis de tout cela nous ne sommes pas sensibilisé, nous n'avons même pas un relais communautaire pygmée à part la femme du chef et celui que nous avons envoyé était discriminé, il n'assistait ni à la formation ni à une activité rémunératrice. Confirment certains leaders des pygmées. **»** La santé n'est pas destiné aux pygmées c'est une affaire d'autres tribus déclare un chef de la famille pygmée.

4 DISCUSSION

Selon la revue de la littérature nous n'avons pas trouvé des études qui ont abordé l'état vaccinal des pygmées sauf les anciennes études et les rapports de L'OMS et Unicef qui présentent toujours l'évolution de la vaccination au niveau mondial.

Au moment où la RD Congo cherche à éradiquer la poliomyélite avons constaté qu'il existe dans les coins de ce dernier des couches sociales qui ne sont pas vaccinée jusqu'à nos jours tels que les minorités pygmées vivant à l'Est du pays.

La zone de santé de Miti Murhesa est l'une de zone de santé rurale du sud Kivu qui atteint 102% de la couverture vaccinale en 2012 au moment où dans son aire de santé de Combo plus précisément dans les sites de Buyungule , Cibuga, Cirharhangwa et Muyange le taux de couverture vaccinale reste critique avec un taux de 21,31% ce taux s'explique par le non respect de calendrier vaccinal ,ce résultat est comparatif à[9] qui a montré aussi que l'insuffisance de la couverture vaccinale était l'unique raison de l'épidémie de la rougeole qui a eu lieu au Cameroun en 2008-2009.

En lissant globalement les résultats de notre étude, nous constatons que dans l'aire de santé de Combo plus spécifiquement dans les 4 sites l'état vaccinal des enfants pygmées se présentent comme suit : 78,67% des enfants pygmées ne sont pas vaccinés, 2,5% sont vaccinés contre la tuberculose (BCG), 5,58% ont reçus une dose de VP01et DTC1, 6,09% ont reçus la deuxième dose de VP02 et DTC2 et 4,06% ont reçus la 3^{eme} dose de VP03 DTC3 C , Cette faible utilisation du programme élargi de vaccination s'explique par la négligence, l'ignorance et le non respect de la consultation préscolaire.

Alors que selon [3] chaque année, la vaccination permet selon les estimations d'éviter 2,5 millions de décès parmi les enfants de moins de 5 ans.

Ils concluent qu'en 2000 et 2007, le nombre d'enfants qui sont décèdent de la rougeole a reculé de 74% dans l'ensemble du monde, passant de quelque 750000 à 197000.

Fin 2007 la maladie avait été éradiquée de trois de six régions de l'OMS, la région des Amériques, de l'Europe et du Pacifique occidental.

Au milieu de l'année 2009 le virus poliomyélitiques indigènes ne subsistait à l'état endémique que dans 4 pays : Afghanistan, Inde, Nigeria et Pakistan

Selon [11] et [12] les estimations de 2005 ont montré que depuis 1999 le nombre de décès imputables à la rougeole dans le monde avait reculé de 60%(passant de 873000 à 345000) alors que la proportion de nourrissons qui recevaient l'intégralité des trois doses de DTC était de 20%.

Les études de OMS ont prouvé que Pour diminuer cette incidence on peut encore faire les supplémentassions de l'immunisation à la rougeole, poliomyélite, … comme on a fait en 2012 et en 2005 dans la Zone de Santé de Miti-Murhesa, cette campagne a donné des bons résultats à Sierra-Léone dans les régions où on a fait cette campagne. Cette mesure se fait tous les deux ou 4 ans et vient compléter la vaccination de routine.

Pour les enfants suivi à l'Hôpital de Lwiro, ceux complètement vaccinés sont de 63,2% ce chiffre n'est pas très différent de la couverture vaccinale du VAR des provinces de la république démocratique du Congo, Kinshasa 75,8% Bas Congo 66,2%, Bandundu 62,3%,Equateur 27,8%, Province Orientale 38,0%, Nord- Kivu 53,7%, Sud- Kivu 29,9%, Maniema 15,9%, Katanga 39,2% Kasaï oriental 52,1% et Kasaï Occidental 36,9%[10]

En Sierra-Léone Parmi les 473 cas qui étaient informé sur leur statut vaccinal, 222 (47%) n'étaient pas vaccinés et 53% étaient complètement vacciné.

Ces chiffres montrent qu'on peut s'attendre a plusieurs épidémies dans ces aires de sante.

Si aussi dans la Zone de Santé de Miti - Murhesa on ne respecte pas les recommandations de l'OMS de faire des campagnes de suivi tous les 2 ou 4 ans pour atteindre au moins 95% de couverture vaccinale de routine nous pouvons nous attendre à plusieurs épisodes de l'épidémie de rougeole comme l'épidémie de rougeole de 2011 qui s'était vu dans plusieurs aire de santé de la zone de santé de Miti Murhesa

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude la proportion des enfants pygmées ayant respecté le calendrier vaccinal est de 3,04%. Cette proportion ne pas satisfaisante. Le non respect du calendrier vaccinal chez les pygmées s'explique par la couverture vaccinale avec une proportion de 21,31%. Cette proportion est loin d'approchée l'objectif de l'Assemblée mondiale de la santé qui était de réduire de 90% en 2010 la mortalité due à la rougeole comparativement aux objectifs de 2000. Par ailleurs, nous avons constaté que l'ignorance et niveau bas d'instruction et les croyances culturelles sont à la base de non respect de calendrier vaccinal des enfants pygmées, d'où le non vaccination de ces derniers.

Enfin les risques que courent les enfants pygmées de développer des maladies mortelles comme la rougeole, la poliomyélite, le tétanos, la tuberculose, … constituent un danger si le gouvernement et le ministère de la santé ainsi que les ONG ne se mettent pas ensemble pour la résolution des problèmes de ce peuple minoritaire et discriminé de la RD Congo qui est en voie de disparition.

Ainsi nous recommandons ceux qui suivent :

- Aux prestataires de continuer la sensibilisation des pygmées sur l'importance de la CPS et les impliqué dans les activités préventives ;
- A l'Inspection de la Santé du Sud-Kivu par le biais de la Zone de Santé Miti-Murhesa de faire le suivi et évaluation des activités de la CPS pour déceler le nœud du problème ;
- Au ministère de la santé d'organiser chaque année ou chaque deux ans les campagnes de supplémentassions pour compléter la vaccination de routine ;
- Aux ONGD volontaires d'intervenir en matière de la promotion de la santé pour ces peuples autochtone.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos vifs remerciements pour tous les efforts consentis dans la réalisation de ce travail. Sincèrement nous apprécions l'équipe de la section protection maternelle et infantile plus précisément FIKIRI KUBURHANWA et les autorités locales des pygmées pour leur collaboration.

REFERENCES

[1] Encyclopédie Encarta 2009
[2] Rapport Sur Le Forum International Des Peuples Autochtones À Impfondo(FIPAC) Du 10/15 Avril 2007.
[3] OMS et Unicef, Epidémie de la rougeole en Afrique de l'Ouest et du centre : La réduction de la mortalité Infantile en pâtit, Genève, 2010.
[4] Progress in global measles control and mortality reduction 2000-2007, "Weekly, Epidemiological Record "2008, 83 (49): 441-448.
[5] Jameson DT, Disease control priority in developing countries 2end Ed. New York, Oxford University press, 2006
[6] OMS, The Global burden of disease, Geneva, world Health organization, 2008
[7] http://www.unmondepygmees.com2009 et 2001
[8] Rapport annuel Bureau Central de la Zone de Miti Murhesa, 2012
[9] OMS, Vaccin et Vaccination : Situation dans le monde 3e éd. Genève, 2010
[10] Ministère du plan et de la reconstruction de la DR Congo et UNICEF, " Enquête National sur la situation des enfants et des femmes" $MICS_2$, p p113- 115.
[11] Wolfson L., "Has the 2005 measles mortality reduction goal been achieved? a natural history modeling study Lancet", 369:191-200, 2007
[12] WHO, vaccine –preventable diseases: monitoring system. Geneva, World Health Organization 2008.
[13] Gessain A, Prévalence du virus HTVL chez les pygmées Mbouti du Zaïre, Cameroun et RCA, 1993.
[14] http : //www.mondepygmees.gabon_citoyennette,2011

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 73-84
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Déterminants de la Scolarisation et du Niveau Scolaire en Milieu Rural: Une Etude Empirique au Bénin en Afrique de l'Ouest

[Determinants of Enrollment and School Attainment in Rural Settings: An Empirical Investigation in Benin Republic in Western Africa]

Marius O. Chabi[1] and Marie Odile Attanasso[2]

[1]Institute for Empirical Research in Political Economy,
Abomey-Calavi, Atlantique, Benin

[2]Université d'Abomey-Calavi,
Abomey-Calavi, Atlantique, Benin

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

ABSTRACT: Children's enrollment and school attainment are critical issues as it is at such a stage of their development that children acquire competencies that determine their future. Therefore, understanding the determinants of enrollment and school attainment is important, especially in rural setting where communities face existential challenges. This paper investigates the factors of children's enrollment and school attainment in a rural environment using a probit and ordered multinominal logit models. The sample size is 1,151 children from randomly selected households in the Plateau district in Benin (West Africa). We found that children living with their parents, in large and endowed households (assets-based metric) are more likely to be enrolled and achieve higher grade. Also, girls are observed to be disadvantaged in comparison to boys in terms of schooling and grade attainment. Both parents' levels of education present positive significant effect on grade attainment. By contrast, the number of children of 6-11 years old and under five both lower the probability to be enrolled and to achieve higher grade with significant effect on boys. Even though the woman's participation to the schooling decision-making process spurs the enrollment, it has no significant effect on grade attainment. However, the woman's income —used as proxy of bargaining power— and her self-confidence positively influence the participation to the decision while the age difference between spouses hinders it. Finally, possessing the household's poultry improves woman's participation to children's enrollment decision-making process.

KEYWORDS: School, Enrollment, Attainment, Assets, Bargaining, Household, Participation.

RESUME: La scolarisation et le niveau scolaire des enfants constituent des enjeux majeurs étant entendu que c'est au cours de cette phase que les enfants acquièrent les compétences déterminantes pour la vie sont acquises. Ainsi donc, la compréhension des déterminants de la scolarisation et du niveau scolaire est cruciale. Cet article étudie les facteurs qui influencent la scolarisation et le niveau scolaire en milieu rural en utilisant les modèles probit et logit multinominal ordonné. La taille de l'échantillon est de 1151 enfants issus de ménages choisis de manière aléatoire dans le département du Plateau au Bénin (Afrique de l'Ouest). Nous avons trouvé que les enfants qui vivent avec leurs parents, dans un ménage de grande taille et mieux dotés (mesuré à partir d'actifs) ont plus de chance d'être scolarisés et d'atteindre un niveau scolaire plus élevé. En outre, les filles sont désavantagées par rapport aux garçons. L'éducation du père et de la mère ont un effet positif significatif sur le niveau scolaire. Le nombre d'enfants de la tranche 6-11 ans et de moins de 5 ans dans le ménage exercent un effet négatif sur la scolarisation et le niveau scolaire avec un effet significatif en faveur des garçons. Bien que la participation de la femme à la décision de scolarisation encourage le statut de scolarisation, elle n'influence pas le niveau scolaire des enfants. Toutefois, le niveau de revenu utilisé comme proxy du pouvoir de décision et la confiance personnelle

Corresponding Author: Marius O. Chabi

de la femme améliorent sa participation à la prise de décision alors que sa différence d'âge avec son conjoint l'entame. Enfin, la possession de la volaille par la femme améliore sa participation à la prise de décision sur la scolarisation des enfants.

MOTS-CLEFS: Ecole, Scolarisation, Niveau scolaire, Actifs, Négociation, Ménage, Participation.

1 INTRODUCTION

Dans l'édification de l'homme, les capacités acquises pendant l'enfance sont fondamentales. Et au nombre des facteurs qui influencent ces aptitudes, la scolarisation revêt une place centrale car grâce à elle, l'enfant acquiert les aptitudes au calcul, à la lecture et à l'écriture qui jouent un rôle important dans le développement des compétences scientifiques et technologiques. Généralement, les gains de l'instruction s'observent en termes pécuniaires (meilleur revenu notamment) et non pécuniaires (amélioration du statut social, estime de soi et gain de pouvoir de décision) [1]–[4] et devraient constituer une motivation pour l'envoi et le maintien des enfants à l'école.

La construction des salles de classes à proximité du milieu de vie des apprenants et la mise à disposition d'enseignants pour y enseigner, entre autres, affectent l'offre d'éducation. Par contre, les frais de scolarité, les dépenses alimentaires de l'enfant à l'école, et autres frais agissent sur la demande d'éducation. Dans la plupart des cas, l'appréciation du coût d'opportunité des dépenses scolaires (décider de dépenser dans la scolarité de l'enfant au lieu d'organiser des réjouissances, par exemple) par les personnes en charge de l'enfant, souvent les parents, constitue le fondement de la demande. Pour apprécier ce coût d'opportunité, les coûts directs (dépenses de scolarité, achats de livres, et dépenses d'habillement par exemple) et les coûts indirects (diminution de la main d'œuvre aux champs, augmentation de la charge des travaux domestiques, etc.) sont considérés.

La littérature dans le domaine de l'éducation aborde les facteurs qui jouent sur la scolarisation selon les caractéristiques de l'enfant (âge, sexe, rang de naissance, etc.), celles du ménage dans lequel l'enfant vit (taille, sexe de la fratrie, sexe du chef de ménage, etc.), et celles liées à la communauté (milieu de résidence, type d'infrastructures, etc.)

Sur le plan des caractéristiques de l'enfant, le statut d'éducation (instruit ou non) et le niveau atteint varient selon le sexe et l'âge de l'enfant. Au Ghana, [5] trouvent que les garçons sont plus enclins à être scolarisés que les filles. Similairement, [6] montre que les filles présentent 15,0% moins de chance d'aller à l'école en Côte d'Ivoire et [7] arrive à des conclusions similaires au Népal et au Zimbabwe. La référence [8] précise en Egypte que les garçons ont deux fois plus de chance d'être scolarisés. La préférence pour le sexe masculin a été aussi observée par [9] au Bénin. Quant à l'âge, [10] trouve que la probabilité d'être scolarisé présente une allure curviligne au fur et à mesure qu'augmente l'âge de l'enfant. Plus spécifique, [6] constate sur un échantillon d'enfants de la tranche 7-17 ans que l'âge de l'enfant n'est pas significatif sur la probabilité d'aller exclusivement à l'école tant en milieu rural qu'urbain. Il argumente également que la probabilité de combiner travail et école augmente avec l'âge de l'enfant jusqu'à l'âge de 11 ans, âge à partir duquel il devient plus probable que l'enfant abandonne les cours. Des résultats semblables ont été trouvés au Bangladesh et au Brésil [11], [12].

En première place des facteurs influençant la scolarisation des enfants, vient le revenu. Sur 41 pays [13] montre que vingt-sept (27) présentaient plus de 50% d'enfants issus de ménages du quintile le plus pauvre hors de l'école contre deux (02) pays pour les enfants issus du quintile le plus riche. Des remarques similaires sont faites par [9] qui mentionne que la pauvreté diminue de manière significative la probabilité d'accès à l'école. [14]dans une étude sur douze (12) pays en Afrique, révèle que les disparités d'accès à l'éducation sont trois fois plus élevées chez les enfants des ménages du cinquième quintile (plus riche) comparativement à ceux des ménages du premier quintile (plus pauvre). La référence [15] observe que le nombre d'années d'étude en est aussi affecté. Plus généralement, [6] trouve qu'en Côte-d'Ivoire, pour les ménages pauvres tant en milieu rural qu'en milieu urbain que la probabilité de choisir les options de non scolarisation (travail des enfants) est plus élevée que pour les ménages riches. A partir des données de la Guinée Conakry, [16] montrent que le niveau des dépenses par adulte au sein du ménage est très positivement significatif sur la scolarisation des filles. Ils montrent dans la même étude qu'une augmentation du revenu des membres du ménage provoque une augmentation du nombre d'années d'étude chez les filles, mais est sans effet sur celui des garçons. Les transferts sous forme de pensions affectent aussi la scolarisation [17].

Que se passe-t-il alors si l'on n'arrive pas à mesurer le niveau du revenu ou de dépense d'une personne ? En particulier, dans les pays en voie de développement où les informations sur le niveau de revenu et/ou niveau de dépenses comportent des biais [18], comment appréhender le niveau de vie ? Dans ces cas, on fait recours aux indices retraçant la présence de certains actifs dans le ménage. A partir de ces actifs, [19] trouvent que le niveau de vie du ménage a un effet positif significatif sur la scolarisation et le niveau d'étude des enfants. Première tentative de compiler les actifs (radio, bicyclette,

etc.) en un seul indice composite, le résultat de l'article [19] sur l'effet du niveau de vie du ménage reste discutable en ce sens que faire la somme de 1 ou 0 selon qu'un actif soit présent dans un ménage ou pas, pose un problème de pondération. En effet, disposer d'une bicyclette dans un ménage n'équivaut pas à disposer une vache tant les prix d'achat sont différents et les fonctions non similaires. Tentant de corriger une telle insuffisance, [20] utilisent la méthode d'analyse en composantes principales pour discriminer les ménages selon la possession d'actifs. En effet, les plus pauvres (classement fait à partir d'un indice de pauvreté non monétaire), présentent un faible taux d'inscription et un taux élevé d'abandon [20]. La validité d'un tel indice a été confirmé par [21] qui, en utilisant les données de l'Indonésie, du Pakistan et du Népal qui comportaient à la fois les actifs et les dépenses des ménages, ont conclu que l'utilisation d'un indice calculé à partir d'actifs est bien un proxy du niveau de richesse estimé par le revenu ou les dépenses. Cet indice permettrait donc de bien distinguer les ménages riches de ceux qui sont moins riches.

Un ménage est un groupe de personnes résidant ensemble, partageant la nourriture, le logement, etc. et qui reconnaissent l'autorité[1] d'une personne souvent désignée Chef de Ménage (CM). En observant le sexe du CM, [10] trouve que les femmes CM ont une propension légèrement élevée à envoyer leurs enfants à l'école et à les y maintenir. La référence [19] trouve un effet mitigé pour la scolarisation, toutefois les femmes CM favorisent de meilleurs scores académiques pour les filles. Ce résultat est corroboré par [22] qui trouve qu'en Afrique du Sud, les grandes mères allouent plus leur pension à leurs petites-filles qu'à leurs petits-garçons. A l'inverse, [6] trouve que la probabilité d'aller à l'école de l'enfant et de ne pas travailler décroissait si le CM est une femme. A contrario, [7] trouve un effet négatif sur la scolarisation des enfants en milieu rural au Népal et urbain au Zimbabwe. Par ailleurs, les ménages de grande taille présentent plus d'enfants scolaires [10]. Plus particulièrement, [10] révèle que la présence d'enfant de 7-14 dans le ménage a un effet positif sur la scolarisation. Il explique cela par le fait que la présence d'enfants en âge scolaire réduit l'envergure des travaux domestiques pour les enfants. En outre, il montre que plus un ménage dispose de personnes âgés de plus de 60 ans, plus il est vraisemblable que les enfants aillent à l'école et y restent plus longtemps. [6] trouve des résultats semblables sur la scolarisation pour la présence d'enfants âgés de 10-15 ans et pour les personnes âgées de plus de 56 ans. Cependant, la présence d'un bébé dans le ménage a un effet négatif sur la scolarisation des enfants [10]. Plus précis sur la notion de bébé [19] attestent que la présence d'enfant de 0-5 ans a un effet négatif sur la scolarisation et notamment pour les filles. Les références [23] et [24] aboutissent aux mêmes constats respectivement au Ghana et au Nigéria. La référence [16] utilisant la présence de jeunes frères ou sœurs comme proxy des travaux domestiques, trouvent un effet négatif très significatif en Guinée Conakry sur la scolarisation des filles et aucun effet sur les garçons. Aussi, remarquent-ils que la présence de filles âgées de 13-20 ans dans le ménage améliore significativement le niveau scolaire des filles mais reste sans effet sur celui des garçons. Par ailleurs, la présence de filles âgées de 5-12 ans a plutôt un effet positif significatif sur la scolarisation des filles comme des garçons. Le nombre de filles en général dans le ménage est aussi positivement associé à la scolarisation des enfants [25]. Par ailleurs, [26] utilisant les données des Enquêtes Démographiques et de Santé de 19 pays retiennent qu'il est moins probable pour un orphelin d'être scolarisé. Ils continuent en montrant que le lien avec le CM est déterminant dans la scolarisation des orphelins. Allant dans le même sens, [27] rendent compte que le décès de la mère a un effet négatif plus significatif que celui du père sur la scolarisation et les performances scolaires des enfants en Afrique du Sud. Le niveau d'éducation du chef de ménage constitue une variable classique, présente dans la plupart des études sur la scolarisation [10], [15], [23]. La plupart des travaux convergent sur le bénéfice de l'éducation du CM sur la scolarisation des enfants [19], [23]. Les effets observés varient selon le sexe du CM ; d'un effet positif et significatif pour le père [15] à un effet significatif pour la mère [24] avec des variances selon le sexe de l'enfant [16], [24].

Le processus de décisions intra-ménage a longtemps été traité comme un secret des conjoints (*black-box of decision-making process*) et que les ménages se comportent comme une seule personne (préférence unique, budget commun, fonction d'utilité jointe) maximisant son utilité [28]. Ce modèle unitaire qui fonctionne à cause de l'altruisme [29] a très tôt montré ses insuffisances et a suscité des modèles collectifs [30] qui rendent mieux compte de ce que les préférences et la provenance du revenu modifient les décisions du ménage. Dans le cas des ménages normaux[2], le modèle collectif de type coopératif prévaut à l'opposé des modèles non coopératifs et l'issue du jeu de négociation dépend des atouts de chaque acteur qui affectent son pouvoir de décision.

[1] L'autorité fait allusion à une forme de respect moral et n'est pas rattachée à la capacité financière. On distingue aussi des ménages communs de type « internat ». Dans cet article, le concept de ménage désigne les structures familiales courantes (père, mère, enfants, tantes, etc.)

[2] Ici, on exclut les ménages réduits à une seule personne ou en procès ou en voie de divorce.

La présente étude cherche à identifier les facteurs explicatifs de la scolarisation et du niveau scolaire, dans un contexte de gratuité de frais de scolarité et en milieu rural au Bénin. Particulièrement, nous voulons déterminer et tester les variables qui influencent la scolarisation, détecter les variables affectant la participation de la femme à la décision d'envoyer un enfant à l'école et l'action de cette dernière sur la scolarisation des enfants.

2 METHODE

2.1 MODÉLISATION DE L'INVESTISSEMENT EN ÉDUCATION

Le modèle théorique de cette recherche s'inspire de celui de [31]. Nous voulons modéliser la décision d'investir en éducation dans un ménage constitué d'un père, d'une mère et d'un enfant. Les dépenses en éducation (par exemple le coût de la scolarisation, du maintien à l'école) sur un enfant sont faites par les parents qui cherchent à maximiser une fonction d'utilité jointe U qui est pondérée par la mise des parents et des enfants. En faisant l'hypothèse d'une fonction d'utilité jointe, nous négligeons la différence de paiement en retour selon les parents mais tenons compte de la possibilité de différentes préférences au sein du ménage. On désigne par Y le revenu du ménage[3] au moment de l'investissement, par E_c l'investissement dans l'éducation de l'enfant et par P_E le coût que doit supporter les parents. Dans un contexte de gratuité de l'inscription, comme c'est le cas au Bénin, ce coût prend en compte l'achat de livres, d'uniforme scolaire, les coûts de transport par exemple, mais également le coût d'opportunité en décidant d'envoyer l'enfant à l'école au lieu de l'allouer aux travaux champêtres ou simplement à un travail rémunéré. Soit *R* le retour sur investissement de l'éducation de l'enfant et α la part de ce retour aux parents à travers les transferts futurs (assistance morale et financière dans la vieillesse). Ceci étant, 1-α correspond à la part que conserve l'enfant pour lui-même. Soit A, un paramètre traduisant le degré d'altruisme[4] des parents envers leur enfant, A=1 indique que les parents traitent l'enfant comme ils se seraient traités eux-mêmes. Les dépenses totales en éducation de l'enfant ne peuvent excéder la somme du revenu du ménage Y et un montant de crédit B ; étant entendu qu'à part les dépenses en éducation de l'enfant, le ménage fait face à d'autres charges. La maximisation de l'utilité des parents est donc de la forme :

$$Max\ U = Y - P_E E_c + \alpha R(E_c) + A(1-\alpha)R(E_c) \qquad \textbf{(1)}$$

$$s.c\ P_E E_c \leq Y + B$$

Où $0 \leq \alpha \leq 1; \qquad 0 \leq A \leq 1\ et\ B \geq 0$

avec U la fonction d'utilité, Y le revenu du ménage, P_E le coût que doit supporter les parents, E_c l'investissement dans l'éducation des enfants, α la part du retour R sur investissement versée aux parents et A l'altruisme des parents.

Pour simplifier, nous supposons qu'il n'existe pas de taux d'intérêt et les parents et l'enfant jouent pleinement leur partition dans le « contrat » de transfert intergénérationnel.

Nous faisons d'autres hypothèses. Premièrement, la part du retour sur investissement α*R* reçue par les parents est fonction du sexe de l'enfant, c'est-à-dire, α=αS. Ceci est plausible d'autant que généralement au Bénin, après le mariage la fille quitte sa famille pour rejoindre son conjoint pour fonder avec ce dernier une nouvelle famille. Ce nouveau regroupement peut affecter la nature et la valeur des transferts futurs aux parents. Deuxièmement, nous modélisons le degré altruisme A comme étant la combinaison linéaire du degré d'altruisme de la mère A_m et du père A_p, le poids relatif de chacun dépendant du niveau de pouvoir de négociation de la mère β. Les préférences des parents sont pondérées par leur niveau d'éducation $E_m\ et\ E_p$ et le sexe de l'enfant. En effet, il est vraisemblable qu'un parent, ayant un niveau d'éducation élevé, soit plus enclin à investir dans l'éducation de son enfant. Le paramètre d'altruisme peut donc s'écrire sous la forme suivante :

$$A = \beta A_m + (1-\beta)A_p \qquad \textbf{(2)}$$

$$A_m = a_1 S + a_2 E_m$$

$$A_p = b_1 S + b_2 E_p \quad \text{Où} \quad \beta \in [0;1] \text{ ; et } \ donc \ \ A = A(\beta, S, E_m, E_f)$$

---

[3] Nous faisons l'hypothèse forte de la mise en commun des ressources. Le mot revenu ici prend en compte la valorisation des actifs monétaire (salaire ou revenu d'activités génératrices de revenu) et non-monétaires (bétail, terrain, etc.)

[4] L'idée d'altruisme remonte à [29].

Supposons la fonction de retour sur investissement de type COBB-DOUGLAS à rendements décroissants. Nous pouvons l'écrire sous la forme $R(E_c) = rE_c^{\emptyset}$**(3)** avec$0 < \emptyset < 1$. Soit **X** un vecteur de variables qui affectent le retour sur investissement de l'éducation telles que :

r = w'X avec w' un vecteur de coefficients. Les variables affectant le niveau de retour sur investissement X_c sont entre autres les caractéristiques individuelles de l'enfant (âge, sexe, QI, préférences, etc.) , les caractéristiques du ménage X_M et la qualité du système éducatif[5] X_Q. Ainsi donc $X = [X_c X_M X_Q]$.

En levant la contrainte, les conditions de premier ordre (CPO) pour **(1)** s'écrivent :

$$\frac{\partial R}{\partial E_c} = \frac{P_E}{\alpha+(1-\alpha)A} \qquad \textbf{(4)}$$

Pour la fonction de retour sur investissement de type COBB-DOUGLAS, nous pouvons résoudre de manière explicite **(1)** dans le cadre d'un optimum sans contrainte et on a :

$$E_c^U = \left[\frac{[\alpha+(1-\alpha)A]\emptyset w\prime X}{P_E} \right]^{\frac{1}{1-\emptyset}} \qquad \textbf{(5)}$$

Observons que si les parents obtiennent la totalité du retour sur investissement c'est-à-dire α=1 ou qu'ils sont totalement altruistes (A=1), **(4)** devient $R'(E_c) = P_E$ c'est-à-dire que le retour marginal est égal au prix. Ce cas spécial sert d'étalon (*benchmark*) car la décision d'investir maximise l'utilité U. L'investissement dans l'éducation d'un enfant est exclusivement influencé par les facteurs qui affectent le retour sur investissement.

Lorsque la contrainte est maintenue, l'optimum contraint est: $E_c^C = \frac{Y+B}{P_E}$ **(6)**

Dans ce cas, l'investissement en éducation est exclusivement déterminé par le revenu et le montant limité du crédit. Sous les différentes hypothèses respectives de non-contrainte, efficacité, contrainte, l'investissement en éducation est fonction de différents arguments :

$$E_c^U = E_c^U[X, P_E, A(S, E_p, E_m, \beta, \alpha(S)]$$
$$E_c^E = E_c^E(X, P_E) \qquad \textbf{(7)}$$
$$E_c^C = E_c^C(Y, B, P_E)$$

Notons que X contient exclusivement des variables indépendantes et qu'il est facile quelle que soit la nature de la contrainte de déterminer E_c^U , E_c^E et E_c^C.

Remarquons que les équations **(7)** montrent qu'il existe plusieurs canaux qui pourraient influencer l'investissement en éducation E_c de l'enfant.

Par exemple, considérons le sexe d'un enfant qui peut être important du fait qu'il peut déterminer la décision d'investir dans l'éducation. Le suivi en classe par l'enseignant et l'accompagnement dans la cellule familiale étant connu au Bénin, le soutien des enfants à l'endroit de leurs parents dépend du sexe des enfants. Communément, il est reconnu que les filles, même mariées, s'investissement plus que les garçons dans leur famille d'origine. De même, les caractéristiques du ménage affectent la scolarisation. Considérons la taille du ménage ou la présence d'enfants plus jeunes dans le ménage, ceci pourrait influencer la décision d'inscrire un enfant à l'école dans la mesure où les parents doivent arbitrer entre laisser les plus jeunes sans soins et envoyer l'aîné à l'école, ou encore le contraire. En conséquence, les préférences des parents pour un enfant peuvent différer. Si les préférences de la mère et du père divergent, le pouvoir de négociation est important pour arriver à une solution. Dans ce cas, le pouvoir de négociation de la mère importe effectivement.

2.2 DONNÉES ET MODÈLES EMPIRIQUES

Les données sont issues d'une enquête dans 50 villages au sud-est du Bénin et qui porté sur 1498 femmes. L'échantillon a été obtenu par un tirage par grappes. Le sous-échantillon de notre investigation est d'une taille de 1151 observations

[5] *Etant donné l'impossibilité pour nous contrôler ce vecteur, dans le cadre de cette étude, nous le négligerons. Toutefois, il demeure intéressant d'analyser les effets de la qualité de l'éducation sur la scolarisation et le niveau scolaire dans d'autres études*

correspondant aux répondants dont le premier enfant a un âge compris entre 4-18 ans. Le questionnaire ne précisant pas le principe d'enregistrement des enfants (c'est-à-dire commencer par le plus âgé ou le plus jeune ou encore les filles d'abord ou les garçons d'abord), prendre l'enfant d'un quelconque rang d'enregistrement n'a pas d'influence sur la robustesse des conclusions à tirer d'un tel échantillon. Toutefois, lorsque l'enfant de rang 1 n'est pas dans la tranche d'âge d'intérêt, c'est l'enfant du rang suivant se trouvant dans cette tranche qui est considéré, et ainsi de suite. Par exemple si dans le ménage, c'est l'enfant de rang i qui est sélectionné, cela implique que tous les enfants de rang différent de i ne sont pas pris en compte. Ainsi, un seul enfant a été pris par ménage. Un tel échantillon demeure aléatoire et a l'avantage de fournir un échantillon de grande taille avec des données complètes.

La scolarisation désigne le fait de scolariser ou l'action d'être scolarisé c'est-à-dire la situation dans laquelle une personne, généralement un enfant, est dans un établissement scolaire pour y recevoir des enseignements. Cette définition quoique simpliste rend bien compte de l'observation de l'état de scolarisation d'un enfant. En effet, c'est au moment de l'enquête qu'un enfant est déclaré scolarisé ou pas. Ceci est d'autant vrai qu'en milieu rural où notre étude se déroule, les abandons sont fréquents et surviennent du jour au lendemain et donc capter l'état de scolarisation ne peut être que ponctuel et immédiat. Dans certains travaux, la scolarisation se mesure par des questions rétrospectives; comme exemple : au cours des 7 derniers jours, combien de fois l'enfant est-il allé à l'école ? Quoique cette approche fournisse un historique sur le comportement scolaire, elle présente le défaut de rendre diffus et ambigu la mesure du phénomène. En effet, quel est l'état d'un enfant qui est allé à l'école 2 jours sur 5 comparativement un autre qui y est allé 4 jours sur 5 ? Le second enfant serait-il qualifié de scolarisé et le premier de non scolarisé ? Face à une telle difficulté d'appréciation et à l'amalgame que cela engendrerait, nous avons mesuré la scolarisation par la question : « Est-ce qu'il ou elle va à l'école » avec pour réponses Oui ou Non signifiant que l'enfant est scolarisé ou pas.

Quant au niveau scolaire, il désigne le plus haut niveau scolaire de l'enfant au moment de l'enquête. Il a été mesuré par la question « quel est le plus haut niveau d'instruction atteint » avec pour modalités 1=Pas scolarisé ; 2=Maternelle ; 3=Primaire ; 4= Secondaire 1^{er} cycle. Le choix de ces modalités s'explique par le fait qu'il est rare d'observer en milieu rural des enfants de la tranche 4-18 ans ayant des niveaux d'étude secondaire 2^{nd} cycle et universitaire. Ceci se comprend d'autant plus que le milieu rural au Bénin est faiblement doté en infrastructures pouvant accueillir des apprenants du niveau secondaire. Ce choix guidé par les données secondaires a été confirmé lors de l'analyse des données.

Comme précédemment abordée, la notion de participation à la prise de décision interpelle plusieurs domaines et mérite d'être spécifique. En effet, une personne peut participer à la prise de décision sur un problème et ne pas participer à un autre. En considérant ces spécificités de la participation, la mesure de la participation de la femme à la décision a été évaluée à l'aide de la question : « Qui décide d'envoyer les enfants à l'école ou pas » avec pour modalités « Epouse », « Epoux » « Les deux ensembles » et « autre ». Pour les besoins de facilité d'analyse et de précision de la mesure, la participation a été dichotomisée et prend la valeur 1 lorsque l'enquêté choisit « Epouse » ou « les deux ensembles ». Cette mesure est adaptée dans la mesure où la participation est un jeu de pouvoir dans lequel l'un des conjoints décide seul ou ils le font à deux.

Au nombre des variables susceptibles de soulever des controverses se trouvent le nombre d'enfants selon la tranche d'âge et le sexe de l'enfant, car il peut avoir un biais de sélection résultant éventuellement du fait que les parents aient fait un arbitrage entre la quantité et la qualité des enfants. Dans notre cas de figure, ce biais est négligeable car, étant donné que nous sommes en milieu rural au Bénin, l'utilisation de méthode contraceptive est très faible. En effet, selon l'EDSB4, le taux d'utilisation des méthodes contraceptives sur le plan national est de 7% en 2011. Par ailleurs, 97,8% des femmes de notre échantillon pratiquent une religion. Il faut signaler qu'aucune religion n'est favorable à l'utilisation des méthodes contraceptives modernes. Toutefois, les estimations ont été faites en excluant dans un premier temps et en intégrant dans un deuxième temps ces variables. Le statut de résidence peut également comporter un biais du fait que les parents décideraient de garder prioritairement dans le ménage les enfants qu'ils veulent scolariser. Pour lever ce biais éventuel , la variable « statut de résidence de l'enfant » a été intégrée comme le recommande [32]

3 RESULTATS

L'âge de l'enfant est une donnée importante dans la scolarisation (inscription et niveau scolaire atteint). En effet, nous trouvons que la relation entre l'âge et la scolarisation est de type U-renversée avec un effet positif au début et négatif au fur et à mesure que l'âge de l'enfant augmente (Tableau 1, colonne 1-6). Ce résultat est évident car il est vraisemblable qu'un enfant aille à l'école à son jeune âge et la probabilité de retrait et d'abandon augmente avec l'âge. Ceci correspond bien au fait qu'avec l'âge l'enfant devenant adulte, il est enclin à aller sur le marché du travail ; situation qui s'oppose a priori à la scolarisation et peut entamer le niveau scolaire atteint. En outre, le fait d'être fille est négativement associé à la probabilité d'être scolarisé et d'atteindre un niveau scolaire élevé comparativement au garçon.

Vivre avec ses parents est bénéfique à la scolarisation de l'enfant et au niveau scolaire atteint avec un effet plus accentué quand il s'agit d'une fille (Tableau 1, colonnes 1&2). Egalement la taille du ménage a un effet positif exclusif sur la scolarisation en faveur des garçons (Tableau 1, colonne 6). Toutefois, l'augmentation du nombre d'enfants de moins de 5 ans dans le ménage affecte négativement le niveau scolaire atteint. Ces effets peuvent s'expliquer d'une part par le fait que la présence d'enfants de moins de 5 ans occasionne des travaux domestiques ce qui affecte négativement la continuité de la fréquentation scolaire et du coup le niveau atteint (Tableau 2). D'autre part, l'augmentation de la taille du ménage implique une réduction des travaux par enfant (qui pour ce cas, sont exclusivement agricoles et champêtres) ; situation qui avantage les garçons prioritairement impliqués dans ces types de travaux. En fait, la coutume dans les régions du Sud Bénin et du Plateau en particulier, fait que les parents (généralement la mère) d'une nourrice assistent cette dernière, ce qui permettrait la diminution des tâches ménagères en faveur des enfants. Il s'opère donc un rééquilibrage qui avantage prioritairement les enfants garçons. Cependant, ce gain relatif se retourne en leur défaveur à la présence d'enfant de la tranche 6-11 ans (Tableau 1, colonne 6). La tranche d'âge 6-11 ans correspond à la tranche d'âge officielle pour être à l'école primaire et dans un contexte de ressources limitées, la présence de cette tranche d'âge exerce une pression sur les ressources du ménage. Cette pression sur les ressources du ménage affecte négativement la probabilité que tous les enfants aillent à l'école.

Tableau 1: Effets marginaux des estimations du modèle probit sur la scolarisation

Variables	Ensemble		Filles		Garçons	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Var dép. : Ecole {1=Oui, 0=Non}						
Age de l'enfant	0,171	0,183	0,208	0,208	0,153	0,175
	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***
Age de l'enfant au carré	-0,008	-0,008	-0,010	-0,010	-0,007	-0,008
	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***
Sexe de l'enfant (Fille=1)	-0,068	-0,070	-	-	-	-
	(0,007)***	(0,005)***	-	-	-	-
L'enfant vit dans le ménage	0,223	0,224	0,261	0,261	0,188	0,192
	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***
Religion du ménage	-0,002	-0,002	-0,0007	-0,0006	-0,003	-0,003
	(0,008)***	(0,008)***	(0,525)	(0,542)	(0,004)***	(0,005)***
Niveau d'éducation du père	0,127	0,124	0,094	0,091	0,152	0,150
	(0,000)***	(0,000)***	(0,042)**	(0,048)**	(0,000)***	(0,000)***
Niveau d'éducation de la mère	0,058	0,060	0,049	0,048	0,048	0,052
	(0,595)	(0,166)	(0,450)	(0,457)	(0,403)	(0,368)
Taille du ménage	0,0007	0,017	-0,001	0,0002	0,0009	0,032
	(0,916)	(0,105)	(0,914)	(0,990)	(0,915)	(0,041)**
Participation de la mère à la décision d'envoi à l'école	0,057	0,057	0,065	0,067	0,056	0,057
	(0,027)**	(0,026)**	(0,083)*	(0,074)*	(0,110)	(0,105)
Nombre de personnes âgées de moins de 5 ans	-	-0,014	-	0,017	-	-0,036
	-	(0,435)	-	(0,519)	-	(0,139)
Fratrie de 6-11 ans	-	-0,042	-	-0,018	-	-0,065
	-	(0,025)**	-	(0,505)	-	(0,014)**
Nombre de personnes âgées de plus de 56 ans	0,026	-0,016	-0,021	-0,017	0,084	0,064
	(0,541)	(0,715)	(0,703)	(0,767)	(0,199)	(0,333)
Niveau de richesse par actifs possédés (réf. Quintile 1)						
Quintile 2	0,015	0,019	0,041	0,045	0,010	0,017
	(0,708)	(0,217)	(0,495)	(0,463)	(0,855)	(0,751)
Quintile 3	0,328	0,367	0,063	0,070	0,025	0,034
	(0,435)	(0,543)	(0,322)	(0,268)	(0,645)	(0,532)
Quintile 4	0,131	0,130	0,206	0,208	0,089	0,088
	(0,002)***	(0,002)***	(0,001)***	(0,001)***	(0,101)	(0,103)
Quintile 5 (Très riche)	0,160	0,161	0,275	0,280	0,086	0,089
	(0 ,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,000)***	(0,130)	(0,118)

Note : ( ) Probabilité ; significativité à 10% ;** significativité à 5% ; ***significativité à 1%*

Dans un tel contexte, la préférence pour le sexe masculin, précédemment observé se réalise en défavorisant les enfants filles qui serviraient alors à endiguer la pression en dépit de la bonne volonté du père (94,9% des pères sont CM dans la base de données) dont le niveau d'éducation ne l'empêche pas d'être partial dans l'allocation des ressources et du choix des

options pour les enfants. Ces choix offrent très peu d'espoir aux filles à moins que s'opère une autre dynamique. Même si le niveau d'éducation des mères influence le niveau scolaire (effet observable à moyen terme), la scolarisation des enfants observée est exclusivement influencée par le niveau d'éducation des pères (Tableaux 1& 2).

La décision d'inscrire un enfant engage des coûts et les ménages les plus dotés en font profiter à leurs progénitures (Tableau 1 & 3). En effet, nous observons que les enfants appartement aux ménages relativement riches[6] (quintile 4 et 5) ont une probabilité élevée d'être scolarisés et d'atteindre un niveau plus élevé. L'effet du niveau de richesse (réciproquement du niveau de pauvreté) sur le niveau scolaire est tellement élevé qu'appartenir au quintile 5 au lieu du quintile 4 améliore de 11% la probabilité d'avoir un niveau plus élevé (Tableau 2).

Tableau 2: Odds ratio du niveau scolaire (multinominal logit ordonné)

Variables	Odds-Ratio	Signe du z-score
Var dép. : NIVC		
Age de l'enfant	1,506	+
	(0,000)***	
Age de l'enfant au carré	0,985	-
	(0,000)***	
Sexe de l'enfant (Fille=1)	0,662	-
	(0,001)***	
L'enfant vit dans le ménage	1,482	+
	(0,038)**	
Niveau d'éducation du père	2,005	+
	(0,000)***	
Niveau d'éducation de la mère	1,492	+
	(0,034)**	
Taille du ménage	1,080	+
	(0,147)	
Participation de la mère à la décision d'envoi à l'école	0,938	+
	(0,597)	
Pouvoir de décision de la femme	1,000	+
	(0,205)	
Nombre de personnes âgées de moins de 5 ans	0,826	-
	(0,021)**	
Fratrie de 6-11 ans	0,901	-
	(0,249)	
Nombre de personnes âgées de plus de 56 ans	0,785	-
	(0,244)	
Niveau de richesse par actifs possédés (réf. Quintile 1)		
Quintile 2	0,903	-
	(0,586)	
Quintile 3	0,846	-
	(0,369)	
Quintile 4	1,595	+
	(0,014)**	
Quintile 5(Très riche)	1,697	+
	(0,009)***	

Note : ( ) Probabilité ; significativité à 10% ;** significativité à 5% ; ***significativité à 1%*

Si le niveau d'éducation de la mère est sans influence sur la scolarisation, sa participation à la décision d'envoyer les enfants à l'école influence (Tableau 1 & 3). La participation étant le résultat d'interactions entre les acteurs des ménages, que l'un des conjoints accepte que l'autre participe à la prise de la décision de scolariser n'est pas donné d'avance. Dans ce jeu,

[6] *Le niveau de richesse a été calculé à partir d'indice composite basé sur 24 actifs selon la méthode de [21].*

plusieurs facteurs affectent la nature de la décision finale. En effet, les résultats montrent que le pouvoir de décision de la femme mesurée par son revenu influence positivement sa participation même si le coefficient n'est pas assez signifiant. Cette légère influence permet de s'apercevoir de la limite du pouvoir de décision des femmes qui n'affecte guère le niveau scolaire atteint (Tableau 2). On peut en déduire que les femmes n'interviennent prioritairement que dans les décisions n'engageant pas des coûts qui s'élèvent avec le temps. Par ailleurs, l'estime que porte la femme sur sa capacité à bien s'occuper de ses enfants améliore sa participation (Tableau 3). Bien que ce soit la perception de la femme, l'on est tenté d'affirmer qu'en fournissant la preuve de sa capacité à s'occuper correctement des enfants, en leur évitant notamment les maladies, la femme gagne dans le jeu de négociation et son point de vue est plus considéré. Quoique le nombre d'actifs possédés par la femme dans le ménage n'influence pas sa participation à la décision, notre étude révèle, de manière surprenante que le fait que la volaille du ménage appartienne à la femme ; dans le sens d'avoir le droit de la vendre influence positivement sa participation à la décision d'envoyer les enfants à l'école (Tableau 3). En effet, il est vraisemblable que la possession de volaille traduise une forme de contribution quotidienne à la survie du ménage ; ce qui augmente le pouvoir de la femme dans le jeu de négociation intra-ménage.

Tableau 3: Coefficients du modèle probit sur la participation de la femme à la décision de scolariser

Variables	Coefficients
Var dép. : PARTI	
Niveau d'éducation de la femme	0,070
	(0,544)
Différence d'âge entre les conjoints	-0,022
	(0,000)***
Confiance personnelle de la femme	0,393
	(0,000)***
Confiance aux habitants du village	0,055
	(0,500)
Sexe du premier enfant du ménage (garçon=1)	0,038
	(0,615)
Age du premier enfant	0,009
	(0,348)
Age du premier enfant au carré	-0,00009
	(0,302)
Pouvoir de décision de la femme	6,62e-06
	(0,004)***
La femme a bénéficié de microcrédit	0,131
	(0,131)
Membre active d'un groupe au sein de la communauté	-0,111
	(0,202)
Nombre d'actifs possédés par la femme dans le ménage	0,032
	(0,136)
Possession de terrains	0,013
	(0,914)
Possession de volailles	0,489
	(0,007)***

Note : ( ) Probabilité ; significativité à 10% ;** significativité à 5% ; ***significativité à 1%*

Ce constat renforcé par la faible valeur du coefficient du pouvoir de décision mesurée par le revenu monétaire, pose la question de ce qui affecte réellement les jeux de pouvoirs en milieu rural où les rapports humains ne sont pas prioritairement régis par la possession de moyens financiers. Cette interrogation est justifiée par la forte significativité de la différence d'âge entre les conjoints (Tableau 3). En effet, la différence d'âge exerce un effet négatif très significatif sur la participation de la femme à la décision. Selon l'EDSB4, l'écart d'âge entre les époux est de 5,6 ans pour les femmes de 20-49 ans et les hommes de 30-49 ans. Cette différence d'âge peut mettre la femme dans une position défavorable pour négocier, surtout dans un système patriarcal, comme c'est le cas au Bénin. Ceci montre qu'au nombre des facteurs influençant la participation de la femme à la décision, l'âge mérite donc une attention particulière.

Surprenant, l'examen des résultats révèle que la religion du ménage exerce un effet négatif. Ce résultat quoique son mode d'action reste incompréhensible pour l'instant, pourrait dissimuler l'effet de la culture et des normes sociales qui façonnent les personnes et les rapports entre conjoints en milieu rural. Ces rapports, souvent défavorables à la femme, réduiraient sa participation à la prise de décision et par conséquent la scolarisation et le niveau scolaire des enfants en prennent un coup. Nonobstant cette plausible explication, il reste essentiel d'approfondir la dynamique religieuse, quelle(s) religion(s) constituerai(en)t un handicap à la scolarisation ? Par quel mécanisme cela s'opérerait-il ?

4 DISCUSSIONS

Les principaux résultats de l'étude sont de deux ordres. Il y a un résultat :

- positif : il concerne les variables qui influencent positivement la scolarisation et/ ou le niveau scolaire (le niveau de richesse du ménage, le niveau d'éducation du père, le niveau d'éducation de la mère, la résidence avec ses parents, la confiance personnelle de la femme, la participation de la femme à la décision, le pouvoir de décision, la possession et le contrôle de la volaille par la femme) et,
- négatif : il concerne les variables qui influencent négativement la scolarisation et/ ou le niveau scolaire (le fait d'être fille, la présence d'enfants de 6-11 ans, la religion du ménage, la présence d'enfants de moins de 5 ans, la différence d'âge entre les conjoints).

L'analyse des données fait aussi ressortir l'influence d'autres variables sur la participation et le pouvoir de décision telles que la différence d'âge entre les conjoints, la possession et le contrôle de la volaille du ménage par la femme.

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude bien qu'apportant un éclaircissement sur la demande d'éducation en milieu rural et la question de la participation de la femme dans l'amélioration de la scolarisation soulèvent certaines interrogations. Par exemple, quelles sont les variables au-delà de celles observées qui affectent le pouvoir de décision et la participation de la femme dans le ménage ; le revenu ayant été observé avoir un effet positif très faible. En outre, il serait intéressant d'analyser la structure des investissements en éducation selon le sexe ; c'est-à-dire de quelle manière les conjoints répartiront leur revenu entre les enfants selon le sexe. Par ailleurs, il serait intéressant de maîtriser le mécanisme d'action de la religion, qui selon les résultats exercent un effet négatif sur la scolarisation. Dans les dynamiques de négociation, l'allocation des ressources par les parents selon les enfants et les mécanismes d'action de la religion feront l'objet d'investigations ultérieures avec des approches quantitatives et qualitatives.

5 CONCLUSION

L'étude des facteurs explicatifs de la scolarisation et du niveau scolaire en milieu rural est riche d'enseignements. L'enfant demeure la relève d'une nation et dans sa préparation à assumer le destin de son pays, l'éducation et la scolarisation revêtent un caractère crucial.

Le fait d'être fille, le nombre d'enfants âgées de moins de 5 ans, le nombre d'enfants de la tranche 6-11 ans constituent des variables qui affectent négativement la scolarisation ou le niveau scolaire. A l'opposé, la résidence avec ses parents, le niveau d'éducation du père et de la mère, les conditions de vie des ménages relativement mieux dotés (richesse non monétaire) influencent positivement la scolarisation et le niveau scolaire.

La scolarisation d'un enfant étant une décision intra-ménage, les enfants issus de ménages mieux dotés sont avantagés et la participation de leur mère à la prise de décision affecte positivement leur scolarisation. Cette participation est tributaire de sa capacité à influencer la décision du père, à son estime personnelle et à sa contribution aux dépenses du ménage (mesurée par la possession et le contrôle de volaille dans le ménage). Néanmoins, un écart d'âge élevé entre les conjoints entame la participation de la femme à la prise de décision sur la scolarisation.

Somme toute, assurer la scolarisation et un niveau scolaire élevé aux enfants du Bénin nécessitent une bonne compréhension de leurs déterminants et des interactions au sein des ménages. La présente étude dont les résultats sont originaux montre que les caractéristiques sociodémographiques ne sont pas les seuls facteurs qui influencent la décision d'envoyer et de maintenir un enfant à l'école. L'estime personnelle de la femme, l'impact de la possession et du contrôle de patrimoine par la femme, la différence d'âge entre les conjoints montrent tout l'intérêt qui doit être accordé à l'atteinte de l'OMD3 (Autonomisation de la femme d'ici à 2015) par les pays africains et notamment le Bénin. L'autonomisation de la femme est l'un des objectifs du millénaire qui a un effet multiplicateur sur tous les autres objectifs et doit pouvoir être repris dans les Objectifs de Développement Durable post 2015.

REMERCIEMENTS

Notre reconnaissance va à l'endroit de l'Institute for Empirical Research in Political Economy of African School of Economics pour avoir mis à notre disposition la base de données et tous les documents sur les opérations de collecte. Nous formulons également notre gratitude à l'endroit de Rhode Ahlonsou, et des membres du jury Venant Quenum et Antoine Gaglozoun pour leurs précieux commentaires et suggestions.

REFERENCES

[1] G. S. Becker, *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*, 2nd ed. New York: National Bureau of Economic Research, 1975.
[2] R. T. Michael, "Education in Nonmarket Production," *J. Polit. Econ.*, vol. 80, no. February 1973, pp. 306–321, 1973.
[3] J. Mincer, "Investment, Human Capital and Personal Income Distribution," *J. Polit. Econ.*, vol. 66, no. 1958, pp. 281–321, 1958.
[4] T. W. Schultz, "Capital Formation by Education," *J. Polit. Econ.*, vol. 68, no. December 1960, pp. 571–583, 1960.
[5] S. Canagarajah and C. Harold, "Child Labor and Schooling in Ghana," *World Bank Policy Res. Work. Pap.*, vol. 1844, 1999.
[6] C. Grootaert, "Child Labor in Côte d'Ivoire: Incidence and Determinants," *World Bank Policy Res. Work. Pap.*, vol. 1905, 1999.
[7] L. Ersado, "Child Labor and Schooling Decisions in Urban and Rural Areas: Comparative Evidence from Nepal, Peru, and Zimbabwe," *World Dev.*, vol. 33, no. 3, pp. 455–480, Mar. 2005.
[8] D. Dancer and A. Rammohan, "The Determinants of Schooling in Egypt: The Role of Gender and Rural-Urban Residence," *Univ. Syd. Work. Pap.*, 2004.
[9] M.-H. Durand, "Les enfants non scolarises en milieu urbain : une comparaison des déterminants intra familiaux, inter familiaux et des effets de voisinage dans sept capitales ouest africaines," Document de Travail DT2006/02, 2006.
[10] D. Chernichovsky, "Socioeconomic and demographic aspects of school enrollment and attendance in rural Botswana," *Econ. Dev. Cult. Change*, vol. 33, pp. 319–332, 1985.
[11] P. Emerson and A. Souza, "Birth Order, Child Labor, and School Attendance in Brazil," *World Dev.*, vol. 36, no. 9, pp. 1647–1664, Sep. 2008.
[12] M. Ravallion and T. W. Quentin, "Does Child Labor Displace Schooling? Evidence on Behavioral Responses to an Enrollment Subsidy," *World Bank Policy Res. Work. Pap.*, vol. 2116, no. May, 1999.
[13] UNESCO, "Children Out of School: Measuring Exclusion from Primary Education," Institute for Statistics, 2005.
[14] A. Mingat, "L'ampleur des disparités sociales dans l'enseignement primaire en Afrique: sexe, localisation, géographique et revenu familial dans contexte de l'EPT," World Bank, Washington DC, Working Paper, 2003.
[15] A. Tansel, "Schooling Attainment, Parental Education, and Gender in Côte d'Ivoire and Ghana," *Econ. Dev. Cult. Change*, vol. 45, no. 4, pp. 825–856, 1997.
[16] P. Glick and D. E. Sahn, "Schooling of girls and boys in a West African country: the effects of parental education, income, and household structure," *Econ. Educ. Rev.*, vol. 19, no. 2000, pp. 63–87, 2000.
[17] E. V. Edmonds, "Child Labor and Schooling Responses to Anticipated Income in South Africa," *J. Dev. Econ.*, vol. 81, no. 2, pp. 386–414, Dec. 2006.
[18] A. Deaton, "Household Surveys, Consumption, and the Measurement of Poverty," *Econ. Syst. Res.*, vol. 15, no. 2, pp. 113–158, 2003.
[19] B. C. Llyod and K. A. Blanc, "Children's Schooling in Sub-Saharan Africa: The Role of Fathers, Mothers, and Others," *Popul. Dev. Rev.*, vol. 22, no. 2, pp. 265–298, Jun. 1996.
[20] D. Filmer and L. Pritchett, "The Effect of Household Wealth on Educational Attainment: Evidence from 35 Countries," *Popul. Dev. Rev.*, vol. 25, no. 1, pp. 85–120, Mar. 1990.
[21] D. Filmer and L. Pritchett, "Estimating wealth effects without expenditure data—or tears: An application to educational enrollments in states of India," *Demography*, vol. 38, no. 1, p. February, 2001.
[22] E. Duflo, "Grandmothers and Granddaughters: Old-Age Pensions and Intrahousehold Allocation in South Africa," *World Bank Econ. Rev.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–25, 2003.
[23] H. A. Sackey, "The Determinants of School Attendance and Attainment in Ghana: A Gender Perspective," *Afr. Econ. Res. Counc.*, 2007.
[24] J. A. Lincove, "Determinants of schooling for boys and girls in Nigeria under a policy of free primary education," *Econ. Educ. Rev.*, vol. 28, no. 2009, pp. 474–484, 2009.
[25] I. Mohanty, "Gender Discrimination in Child Schooling: Why do we observe the gender disparity?," University of Sydney, 2006.

[26] A. Case, C. Paxson, and J. Ableidinger, "Orphans in Africa: Parental Death, Poverty, and School Enrollment," *Demography*, vol. 41, no. 3, pp. 483–508, Aug. 2004.
[27] A. Case and C. Ardington, "The impact of parental death On school enrolment and Achievement: longitudinal Evidence from South Africa," *CSSR Work. Pap.*, vol. 97, 2004.
[28] P. Samuelson, "Social Indifference Curves," *Quartely J. Econ.*, vol. 70, pp. 1–22, 1956.
[29] G. S. Becker, *A Treatise on the Family*, Enlarged. Cambridge University Press, 1981.
[30] H. Alderman, P.-A. Chiapori, L. Haddad, J. Hoddinott, and R. Kanbur, "Unitary versus Collective Models of the Household: Is It Time to Shift the Burden of Proof ?," *World Bank Res. Obs.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–19, 1995.
[31] P. Brown and A. Park, "Education and poverty in rural China," *Econ. Educ. Rev.*, vol. 21, no. 6, pp. 523–541, 2002.
[32] J. Holmes, "Measuring the determinants of school completion in Pakistan: analysis of censoring and selection bias," *Econ. Educ. Rev.*, vol. 22, no. 2003, pp. 249–264, 2003.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 85-94
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Identification and Characterization of *Mycobacterium Tuberculosis* Isolates from Cattle Owners in North Western and North Eastern Parts of Rural Ethiopia

Araya Mengistu[1], Fikre Enquselassie[2], Elena Hailu[3], Abraham Aseffa[3], and Demissew Beyene[3]

[1]Faculty of Veterinary Medicine, University of Gondar, Ethiopia

[2]School of Public Health, Addis Ababa University, Ethiopia

[3]Armauer Hansen Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia

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

ABSTRACT: Tuberculosis (TB) is a major global public health problem resulting in a considerable morbidity and mortality worldwide. Ethiopia ranks 8th among the 22 high TB burden countries. Establishing an appropriate and improved intervention strategy to prevent and control tuberculosis requires the presence of evidence based data on the genetic diversity of its causative agent. The current research work, therefore, was to differentiate strains of *Mycobacterium tuberculosis* isolated from pulmonary tuberculosis patients who own cattle in North Eastern and North Western parts of Ethiopia using molecular techniques. Sputum samples were collected from Acid Fast Bacilli (AFB) positive pulmonary tuberculosis patients and cultured on Lowenstein-Jensen (LJ) medium containing glycerol and sodium pyruvate. Deoxyribonucleic acid (DNA) was extracted from each positive culture, spoligotyping and single nucleotide polymorphisms were performed to further differentiate strains of *M. tuberculosis*, after deletion typing PCR confirmed that all the isolates were *Mycobacterium tuberculosis*. The mean age of study participants was 35.7 years (18-63 years) ± 13.24. The majority (55.7%) were from North Gondar zone. Spoligotyping revealed that (47/50) 94% had interpretable patterns and 3 lineages namely; East-Africa-Indian (57.4%), Euro-American-African (EAA lineage- Lineage 4) 38.3% and Ethiopian (lineage-7) 2/50 (4.3%). Lineage 7 was registered in North Wollo zone only. In this study 8 clusters (with cluster size ranging from 2-8), 8 unique and 10 new patters were recorded. Spoligotype International Types (SIT) (21, 25, 26, 35, 53, 109, 149 and 289), were found as clusters and of these SIT 25 (7) and SIT 289 (8) were the predominant ones. Our study proved that 3 *Mycobacterium tuberculosis* lineages, namely; the ancient, intermediate between the modern lineages as well as modern were identified. Besides, considerable clustering was seen, which indicates the presence of current TB transmission in the study areas.

KEYWORDS: Ethiopia, Lineages, Mycobacterium tuberculosis, SIT, Tuberculosis, Typing.

1 INTRODUCTION

Tuberculosis (TB) as a disease traveled for several decades with humans [1], [2], [3] and yet remains as a major global public health problem [4] despite the availability of anti-TB drugs. In 2012 there were 8.6 million new TB cases and 1.3 million deaths [5]. According to WHO 2013 report, Ethiopia ranked 8th among 22 TB high burden countries with an estimated 247 (183–321) (in thousand population) incident rate including HIV positives. According to Federal Ministry of Health (FMoH), Ethiopia, report TB is one of the leading causes of morbidity, the fourth main cause of hospital admission, and the second largest cause of hospital deaths (after malaria) [6] and TB is endemic in the Amhara region state as well. A study that has collected sputum samples from different health institutes in the region were cultured and among 240 positive cultures, 237 were *Mycobacterium tuberculosis* based on RD9 based PCR analysis [7]. Similarly, in South Wollo zone, Desie referral hospital (Neighbor to North Wollo zone, Woldeya) 6.2% smear positive cases were reported among diabetic patients [8]. Among 250 prisoners in North Gondar zone 26 (10.4%) were found to have tuberculosis [9]. The disease in humans is mainly caused by *Mycobacterium tuberculosis* and to some extent by other species of *Mycobacterium tuberculosis complex* [10], [11], [12],

[13], [14]. Now day's molecular technique has become a powerful tool and is widely used to type Mycobacterium tuberculosis complex species to know TB transmission dynamics [15], [16], [17], [18], [19]. Understanding TB epidemiology, determining either TB relapse or exogenous reinfection, outbreak investigation and knowing laboratory cross contaminations as well as identification of the spread of clones is possible using molecular genotyping [20], [21], [22], [23], [24], [25]. For the purpose of this study pulmonary tuberculosis patients who own cattle were considered to isolate *Mycobacterium tuberculosis complex species* from them and test their cattle for bovine tuberculosis. Therefore, the current research work aimed to look the genetic biodiversity of *Mycobacterium tuberculosis* isolates recovered from pulmonary tuberculosis patients who own cattle in North Eastern and North Western parts of Ethiopia using molecular techniques.

2 ETHICAL CONSIDERATIONS

Ethical clearance was obtained from the institutional review board (IRB) of the College of Health Sciences, Addis Ababa University and AHRI/ALERT ethics review committee (AAERC). Letter of support was obtained from the Amhara Regional Health Bureau and from North Gondar and North Wollo Zones as well as from the respective woreda health Bureaus. Written consent was obtained from each TB case study participants. Confidentiality was maintained by using codes instead of participants' names. Confirmed TB cases were referred to TB clinics and received all the necessary anti-TB treatments with counseling by professionals.

3 METHODS AND MATERIALS

3.1 STUDY AREA, SETTING AND DESIGN

This study was conducted in North Gondar and Wollo zones of Amhara regional state, North Western and North Eastern Ethiopia, where the livelihood is mainly mixed farming. Dembia, Chilga, Dabat, Debark, Adarkay and Wegera from North Gondar zone and Meket, Gubalafto, Habru and RayaKobo Districts from North Wollo zone were included in the study. Based on 2007 Census, the study place covered an estimated area of 58,117.13 square kilometers with a total population of 4,429,931. Of these, the majority are rural dwellers accounted for about 90% and 85% in North Wollo and North Gondar zones, respectively [26]. Acid fast bacilli (AFB) positive sputum samples were collected cross sectional from August 2012-August 2013 from TB patients who own cattle at hospitals and health centers in both zones.

3.2 STUDY POPULATIONS

TB patients having cattle were identified at their respective health institute and used as a study population. A human TB case was defined as a smear positive adult pulmonary TB patient diagnosed at the respective health institutes in the study zones.

3.3 SAMPLE SIZE

During the follow up study period, we encountered willing 70 AFB positive TB patients who own cattle in both zones. A questionnaire used to collect information and willingness to participate in the study was the main criteria to identify participants.

3.4 SPUTUM SAMPLE COLLECTION AND CULTURING

For *Mycobacterium tuberculosis* isolation sputum samples were collected from Acid Fast Bacilli (AFB) positive patients. The Sputum samples were collected according to Cheesbrough *et al*., [27]. Briefly, the aim of the study was explained to the patients who were active pulmonary tuberculosis cases with smear positive findings and his/her willingness was asked to participate in the study. If he/she is willing to participate, sputum samples were collected from the patient. Patients were asked to produce an "on spot" sputum specimen in a 20 ml screw plastic container under the supervision of a trained laboratory technician in an open air. If sputum was not produced within 15 minutes, the patient was excluded from the study. Those patients who produce sputum was asked to give additional sputum samples on the second and third day. The sputum samples obtained from each patient put in a cooler with ice packs (4°C) and immediately after collection it was transferred to the hospital laboratory to be stored in -20^0c or refrigerator. The samples collected from each site put in a cooler with ice packs (4°C) to transport to the AHRI tuberculosis laboratory and then sputum samples were processed and cultured in the same laboratory.

Briefly, an equal amount of Phosphate-buffered saline (PBS) solution was added to the sputum and then was decontaminated, digested with equal volume of 4% sodium hydroxide for 15 minutes. Then vortaxing was done in a closed tube for 1-3 (5) minutes till the mixture becomes homogeneous. The homogenate was centrifuged at 3000 Revolution Per Minute (RPM) for 15 minutes. Neutralization was done by using concentrated hydrochloric acid. In order to monitor neutralization 1 or 2 drops of phenol red was added. The supernatant was decanted and the sediment was inoculated onto Lowenstein-Jensen medium (tubes containing glycerol and sodium pyruvate) using the drop method. The tubes were incubated at 37°C and examined for growth weekly for 12 weeks [28]. Cultures were considered negative if there is no mycobacteria growth after 12 weeks of incubation. Growth of mycobacteria was confirmed by detection of a typical colonial morphology and by microscopy for AFB after Ziehl-Neelsen staining. Positive cultures were sub-cultured onto another set of media and incubated for another 3–4 weeks for further identification. To characterize the isolates polymerase chain reaction (PCR) (deletion typing), spacer oligonucleotide typing (spoligotyping; which analyses polymorphism of direct repeat [(RD), RD patterns is important for typing systems for epidemiological and evolutionary studies of *M. tuberculosis*] region, a reliable technique and used to detect and type *M. tuberculosis*) were applied [29].

3.5 DNA EXTRACTION

Briefly, a loop full of bacterial colonies were taken from culture positive Lowenstein-Jensen media and were transferred to the 1.5-ml tube containing 200 µl of 1% Tris-EDTA (TE) buffer. The re-suspended bacteria was heated in a dry bath at 90°C for 40 minutes and centrifuged at 10,000x *g* for 10 minutes. The supernatant was processed for target DNA isolation in the laboratory using the method described by Chakravorty and Tyagi [30].

3.6 PCR USING THE DIRECT REPEAT DELETION TECHNIQUE

Differentiation of *Mycobacterium tuberculosis* complex species is made by PCR amplification of species -specific DNA fragments. Polymerase Chain Reaction (PCR), which encompasses denaturation, annealing and extension, was performed for all culture positive samples to identify the species of *the M. tuberculosis* complex causing tuberculosis in human using both RD4, RD9 and RD 10 regions as a marker with their respective specific forward, reverse and internal primers. The amplification products were analyzed by electrophoresis on 1.5% (W/V) agarose gel containing 1x ethidium bromide and were visualized with Ultraviolet rays [30]. To run the PCR-deletion typing the standard operation procedure used at AHRI, which is adopted from the Veterinary Laboratory agency (VLA), UK, was followed. Materials like Mycobacteria positive control strains: *M. tuberculosis H37RV* (ATCC 25681) and *M. bovis* AF2122/97 (ATCC BAA-935), ATCC (http: / WWW.lgcpromochem-atcc.com.), PCR Thermocycler, laminar flow cabinet, cleaning agent DNA away/equivalent), pipettes, filter tips, nuclease free water (Qiagen), HotStar Tagmaster Mix kit (Qiagen; Product catalog No 203445, which includes DNA polymerase, buffer, $MgCl_2$, and dNTPS), stock solutions of oligonucleotide primers, namely; RD4-FlankFW, RD4-FlankRev, RD4-interanlFW, RD9-FlankFW, RD9-InternalRev, RD9-FalnkRev, RD10- FlankFW, RD10- InternalRev, RD10- FlankRev, heat killed cells that need to be detected and materials like Agarose gel electrophoresis equipments, DNA ladder and loading dye, agarose gel, 1XTAE running buffer and Ethidium bromide were used.

3.7 SPOLIGOTYPING

In order to further differentiate the *Mycobacterium tuberculosis* detected by PCR, spoligotyping (spacer oligonucleotide typing, Kamerbeek *et al*., [29] was performed by following the protocols used for AHRI spoligotyping. Spoligotyping, which used to detect and type bacteria of the genus *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTC) includes three main methods, namely; PCR amplification of a specific spacer sequence of the strain, hybridization to a spoligomembarne and detection.

PCR was performed using DNA obtained from heat killed cells. The PCR amplification of the spacers was accomplished by using the primers RDa (5'-GGT TTT GGG TCT GAC GAC-3') and RDb (5' –CCG AGA GGG GAC GGA AAC-3'), which anneal to all repeat sequences and thereby enables for amplification of all spacers that occur in the DR region of the specific strain. The PCR products were labeled with biotin since the DRa primer was biotinylated. The PCR products amplified were loaded onto the membrane at right angle to the 43 parallel spacer lines by using a miniblotter and left for hybridization. After hybridization the membrane was washed with buffer to remove the non-hybridized and non-specific bound PCR products. The step was followed by incubation with conjugated streptavidin-peroxidase, of which streptavidin binds to the biotin labeled PCR products.

The presence or absence of spacers in specific strains was then detected by an enhanced chemiluminescence (ECL) detection system onto an autorad (photographic film). When the membrane was exposed to ECL a substrate for peroxidase, the autorad will detect light signals where hybridization has occurred and thereby produced a pattern that allows for

spoligotyping of an isolate. Acceptable results include clearly defined squares on a clear background ensuring that the controls have worked, especially the negatives (water) control. Materials such as all reagents needed for PCR amplifications, baths, glass bottles, measuring cylinders, scales, magnetic stirrers, pH meter, thermocyclers, autorad and gelelectrophorosis as well as among the consumable stock solutions, buffer solutions (10% SDS, Sodium dodecyle sulphate), 0.5M EDTAX2H_20 and other chemicals/salts needed for hybridization and detection were utilized. In addition positive and negative controls and samples to be typed were used.

3.8 SINGLE NUCLEOTIDE POLYMORPHISMS (SNPS) TYPING

After predicting the lineages of the isolates by Spoligotyping final confirmation for Lineage 3 and Lineage 4 was done by SNPs typing using real-time PCR. We performed the TaqMan Real-time PCR (Rotor Gene) SNP assay for lineage 4 (Euro-American, E-A lineage) and lineage 3. The lineage 4 was defined by katG 463 SNP and the assay was performed as described [31]. The lineage 3 was defined by Rv3804c_0012s SNP and assay was performed using standard procedures [32].

4 RESULTS

The age of participants ranged from 18-63 years old with a mean age of 35.7 years $\pm$ 13.24. Of them, 45 (64.3%) were between 18-40 years. Majorities (55.7%) were from North Gondar zone with 1:1 male to female ratio. Among the participants, 64.3%, 82.9%, 41.5%, 60.0%, 38.6%, 20.0%, 52.9%, 38.6% and 71.4% were illiterate, rural dwellers, farmers, married, had contact with TB patients before, treated with anti-TB drugs before, took unboiled milk as well as uncooked meat and revealed culture positive results, respectively (**Table-1**).

Of the 70 AFB positive sputum samples cultured, 28/70 (40%) and 22/70 (31.4%) were culture positive from North Gondar and North Wollo zones, respectively. As shown in Table-1 among culture positives, 33/70 (47.1%), 17/70 (24.3%), 10/70 (14.3%), 26/70 (37.1%) and 23/70 (32.8%) were married, had previous contact with TB patients, received anti-TB treatment before, experienced drinking unboiled milk and consuming uncooked meat.

Table-1: Sociodemographic characteristics of AFB positive TB patients and sputum culture result in Northwest and Northeast Ethiopia, 2014.

N=70

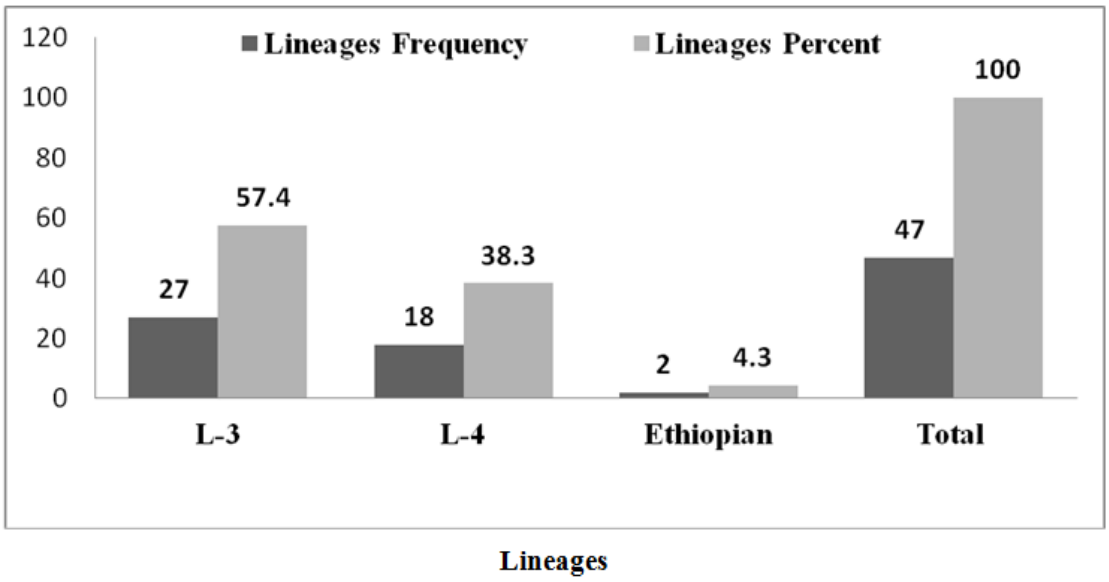
Category	Frequency	Percent	Culture result	
			Negative	Positive
Zone				
North Gondar	39	55.7	11(15.7)	28(40.0)
North Wollo	31	44.3	9(12.9)	22(31.4)
Sex				
Male	35	50	13(18.6)	22(31.4)
Female	35	50	7(10.0)	28(40.0)
Educational status				
Illiterate	45	64.3	11(15.7)	34(48.6)
Primary school	13	18.6	6(8.6)	7(10.0)
Secondary school	6	8.6	1(1.5)	5(7.2)
College	4	5.7	2(2.8)	2(2.8)
Informal	2	2.8	0	2(2.8)
Dwelling				
Urban	12	17.1	4(5.7)	8(11.4)
Rural	58	82.9	16 (22.9)	42 (60.0)
Occupation				
Merchant	5	7.2	2 (2.9)	3(4.3)
Student	14	20.0	7 (10.0)	7 (10.0)
Housewife	19	27.1	5 (7.1)	14(20.0)
Government employee	3	4.3	0 (0)	3(4.3)
Farmer	29	41.5	6(8.6)	23(32.8)
Marital status				
Single	19	27.1	7(10.0)	12(17.1)
Married	42	60.0	9 (12.9)	33 (47.1)
Divorced	5	7.2	2 (2.8)	3(4.3)
Widowed	3	4.3	2(2.8)	1(1.5)
With parents	1	1.4	0(0)	1(1.5)
History of contact with TB patients				
No	43	61.4	10(14.3)	33(47.1)
Yes	27	38.6	10 (14.3)	17(24.3)
Anti-TB treatment before				
No	56	80.0	16(22.9)	40 (57.1)
Yes	14	20.0	4(5.7)	10 (14.3)
Taking unboiled milk habit				
No	33	47.1	9(12.9)	24(34.3)
Yes	37	52.9	11(15.7)	26(37.1)
Taking uncooked meat habit				
No	43	61.4	15(21.4)	28(40.0)
Yes	27	38.6	5(7.1)	22(31.5)
Sputum culture result				
Negative	20	28.6		
Positive	50	71.4		

Numbers in parenthesis are percentages.

Seventy AFB positive sputum samples were collected in North East and North West Ethiopia from pulmonary tuberculosis patients. Sputum samples were collected from 8 different health institutes which are found in North Gondar and North Wollo zones. All 50 AFB positive samples were *Mycobacterium tuberculosis* based on deletion typing. Further, isolates characterizations were done using spoligotyping by comparison with the International SpoIDB4 database. Of these, ninety

four percent (47/50) showed good interpretable patterns. Forty six point eight percent (22/47) and 53.2% (25/47) were from North Wollo and North Gondar zones, respectively.

As it is presented in **Figure-1**, three lineages namely; lineage 3 (East African-Indian) 57.4% (27/47), 4 (Euro-American-African) 38.3% (18/47) and 7 (Ethiopian) 4.3% (2/47) were recorded in the study areas. Among lineage 3, 5 SITs and 6 new SITs, lineage 4, 9 SITs with 4 new SITs, and lineage 7, 2 SITs were identified in both areas. In general 16 shared international types with 10 new ones were disclosed by the current study. Among the SITs, SIT 25 (7), 26 (3) and 289 (8) were the predominant ones. From the new SITs 4 and 6 were from North Wollo and North Gondar zones, respectively. Based on spoligotyping 8 clusters (with a cluster size ranging from 2-8), 8 unique and 10 new patterns were identified in the study areas. SITs (21, 25, 26, 35, 53, 109, 149 and 289) was found as clusters in both zones. From 3 cluster size/isolates of SIT 53, 66.7% (2/3) and SIT 26 with cluster size of 3, 66.7% (2/3) were from North Wollo zone. SIT 149 with cluster size 2 and SIT 109 with cluster size 2 were noticed from North Wollo zone only. SIT 35 and SIT 21 each with cluster size 2 reported in North Gondar zone, particularly the first one registered in Chilga Woreda. Among SIT 25 with cluster size 7, 57.1% (4/7) and SIT 289 with cluster size 8, 75% (6/8) occurred in Debark Woreda areas and Chilga Woreda of North Gondar zone, respectively (**Table-2**). The rest was identified as unique which may indicate reactivation of an old infection, or imported TB or may result from missing isolates.



L-3= Lineage-3 **L-4= Lineage-4**

Figure-1: Lineages identified in the Northwest and Northeast part of Ethiopia, 2014

Table-2: Description of shared International types (SITs) representing M. tuberculosis isolates from AFB positive sputum samples from cattle owners in North East and North West Ethiopia, 2014

SITS	Spoligotype patterns	L	No	Distribution
21	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	3	2	NG
25	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	7	3 NW , 4NG
New	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ □ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	1	NG
New	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ □ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	1	NG
New	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	1	NG
1199	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	1	NG
289	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	8	2NW, 6NG
New	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■	3	1	NW
26	■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	3	3	2NW, 1NG
New	■ ■ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■	3	1	NW
New	■ □ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ ■ ■	3	1	NG
910	■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	7	1	NW
1729	■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	7	1	NW
53	■ ■	4	3	2 NW , 1NG
52	■ ■	4	1	NW
New	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ ■	4	1	NW
41	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	1	NW
42	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	1	NW
149	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	2	NW
New	■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■	4	1	NW
New	■ ■ □ □ □ ■ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	1	NG
35	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	2	NG
New	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ ■ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	1	NG
134	■ □ □ □ □ ■ □ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■	4	1	NG
4	□ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	1	NG
109	■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □ □ □ □ □ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	4	2	NW

SITs: Spoligotypes/Shard International types
L: Lineage
NW: North Wollo
NG: North Gondar
No: No of isolates
Black boxes: Interpretable patterns (represents the presence of the specific spacers at position)
White boxes: Not interpretable patterns (represents absence of the specific spacers at positions 1-43 in the Direct Repeat (RD) Locus.

5 DISCUSSION

Tuberculosis in the rural community is higher compared to the urban settings and its occurrence could vary depending on the awareness of the community. In the current study, besides the community habits of drinking unboiled milk and eating uncooked meat, nearly 83% and 64.3% were living in the rural community and illiterate. The aforementioned factors could facilitate the transmission of different lineages of *Mycobacterium tuberculosis* among the community members or households. In this study those leading school lives (primary, secondary and college) contributed about 22.9% (16/70) for culture positivity, which could serve as a good medium for TB transmission due to the possible chance of the congregations [33], [34]. We recorded that nearly a quarter of TB cases had contact, which considered as previous contact history as strong factor for active TB development [35], [36], [37], with TB patients before their sickness.

Among the tools, genotyping is contributing a lot to understand the epidemiology of TB and provides information on its transmission dynamics [20]. Based on deletion typing 50 were found to be *Mycobacterium tuberculosis.* In this study, 78.7% of SITs were matched with the standard spoligotype database while 21.3% were new ones. The current study revealed the presence of 3 lineages in North West and North East Ethiopia. The majority (57.4%) were the East African-Indian lineages (EAI; L-3) followed by Euro-American-African (EAA; L-4) (38.3%) lineages, which were found in both zones while Ethiopia (L-7) (4.3%) were found in North Wollo zone only. Since EAI strains reported as one of the major genotypes in many countries of Southeast Asia and Africa [38], the higher proportion of this lineage finding in the current study could agree with the stated assumption. In contrast to the current finding, fewer value of EAI lineages were reported in a study conducted from farmers in mixed type multipurpose cattle raising region of Ethiopia, the majority 78.5% were Euro-American lineage followed by East-African-Indian, 17.7% [39] and Rebuma and his colleagues also reported the presence of these lineages in both zones and stated 71% (442/662) and 25% (153/622) lineage 4 and 3 from PTB patients, respectively, and 70% (229/328) and 24% (79/328) lineage 4 and 3 from TB lymphadenitis (TBLN) patients, respectively [40] . The Authors also reported relatively a higher percentage that is 13% (17/133) of a new lineage, named as lineage-7 [40], which placed between ancient lineage 1

and modern lineages of *Mycobacterium tuberculosis* phylogeny prominently in North Wollo (woldiya) area compared to the current study. The difference in the proportion could be due to sample size in the case of North Wollo zone and geographical situations in the case of central Ethiopia. In Uganda, researchers reported 22% (394/1746) and 11% (187/1746) L- 4 and 3, respectively [41]. The current finding showed relatively higher values compared to the work in Uganda and this might be due to the presence of dominant and common types of prevailing isolates differences in both countries. Lineage East African-Indian showed higher cluster size by SIT 25 (7 cluster size) and 289 (8 cluster size).

Although 3 *Mycobacterium tuberculosis* lineages recorded in this study, failure of isolation of any of *Mycobacterium tuberculosis complex species* from skin test positive cattle should be seen as a limitation of this study, since the aim of the study was to see the possible role of cattle in the epidemiology of human tuberculosis by determining the presence of cross infections with detecting the same strain in the same house.

6 CONCLUSION

It is concluded that 3 *Mycobacterium tuberculosis* lineages, namely; the ancient, intermediate between the modern lineages and modern were identified in the study areas. Among the isolates, 61.7 % (29/47), (including the new isolates to the denominator) were clustered indicating the presence of recent tuberculosis transmission in both areas. Health institutes need to work more to mitigate TB transmission among the community. Early disease detection and treatment of active TB cases timely as well as effectively will definitely curve TB incidence as well as prevalence. The reasons for the restricted occurrence of Lineage 7 in the area, including socio-cultural determinants should be investigated.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank all TB confirmed patients who own cattle, laboratory technologist in each health institutes and Abat Kassie (University of Gondar) for their invaluable support in this study. Zonal and Woreda health office administrative bodies are also acknowledged for their cooperation and facilitations.

REFERENCES

[1] Haas C., Zink A., Molnar E., Szeimies U., Reischl U., Marcsik A., Ardagna Y., Dutour O., Palfy G., Nerlich A. 2000. Molecular evidence for different stages of tuberculosis in ancient bone samples from Hungary. *Am J Phys Anthrop* 2000, 113:293-304.

[2] Zink A., Haas C., Szeimies U., Reischl U., Nerlich A. 2001. Molecular analysis of skeletal tuberculosis in an ancient Egyptian population. *J Med Microbiol* 2001, 50:355-366.

[3] Mays S., Taylor G., Legge A., Young D., Turner-Walker G. 2001. Paleopathological and biomolecular study of tuberculosis in a medieval skeletal collection from England. *Am J Phys Anthropol* 2001, 114:298-311.

[4] World Health Organization (WHO). 2013. Global Tuberculosis Report.

[5] World Health Organization (WHO). 2012. Global Tuberculosis Report.

[6] Federal Ministry of Health (FMoH) Ethiopia, Guidelines for Prevention of Transmission of Tuberculosis in Health Care Facilities, Congregate and Community Setting, Federal Ministry of Health (FMoH) Ethiopia. 2009. Ist edition.

[7] Yimer S., Hailu E, Derese Y., Bjune G., Holm-Hansen C. 2013. Spoligotyping of Mycobacterium tuberculosis isolates among pulmonary tuberculosis patients in Amhara Region, Ethiopia. *APMIS2013 Sep doi: 101111/apm12046 Epub 2013 Jan 22* 2013, 121(9):878-885.

[8] Amare H., Gelaw A., Anagaw B., Gelaw B. 2013. Smear positive pulmonary tuberculosis among diabetic patients at the Dessie referral hospital, Northeast Ethiopia. *Infectious Diseases of Poverty* 2013, 2:6 doi:10.1186/2049-9957-2-6.

[9] Moges B., Amare B., Asfaw F., Tesfaye W., Tiruneh M., Belyhun Y., Mulu A., Kassu A. 2012. Prevalence of smear positive pulmonary tuberculosis among prisoners in North Gondar Zone Prison, northwest Ethiopia. *BMC Infectious Diseases* 2012, 12:352. doi:10.1186/1471-2334-12-352.

[10] Gutiérrez M., Samper S., Jiménez MS., van Embden JD., Marín JF., Martín C.1997. Identification by spoligotyping of a caprine genotype inMycobacterium bovis strains causing human tuberculosis. *J Clin Microbiol* 1997, 35 3328-3330.

[11] van Soolingen D., Hoogenboezem T., de Haas P., Hermans P., Koedam M., Teppema K., Brennan P., Besra G., Portaels F., Top J., *et al.* 1997. A novel pathogenic taxon of theMycobacterium tuberculosis complex, canetti: characterization of an exceptional isolate from Africa. *Int J Syst Bacteriol* 1997, 47:1236-1245. (doi:1210.1099/00207713-00207747-00207714-00201236).

[12] van Soolingen D., van der Zanden A., de Haas P., Noordhoek G., Kiers A., Foudraine N., Portaels F., Kolk A., Kremer K., van Embden J. 1998. Diagnosis of Mycobacterium microti infections among humans by using novel genetic markers. *J Clin Microbiol* 1998, 36:1840-1845.

[13] Aranaz A., Cousins D., Mateos A., Domínguez L. 1999. Elevation ofMycobacterium tuberculosis subsp. caprae Aranaz et al. 1999 to species rank as Mycobacterium caprae comb.nov., sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol* 2003, 53:1785-1789. (doi:1710.1099/ijs.1780.02532-02530).

[14] Kiers A., Klarenbeek A., Mendelts B., Van Soolingen D., Koëter G. 2008. Transmission of Mycobacterium pinnipedii to humans in a zoo with marine mammals. *Int J Tuberc Lung Dis* 2008, 12:1469-1473.

[15] Alonso M., Borrell S., Martínez Lirola M. 2008. A proposal for applying molecular markers as an aid to identifying potential cases of imported tuberculosis in immigrants. *Tuberculosis* 2008, 88:641-647.

[16] deViedma D., Mokrousov I., Rastogi N. 2011. Innovations in the molecular epidemiology of tuberculosis. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2011, 29 (Supl 1):8-13.

[17] Borrell S., Español M., Orcau A., Tudó G., March F., Caylà J., Jansà JM., Alcaide F., Martín-Casabona N., Salvadó M., *et al*. 2009. Factors associated with differences between conventional contact tracing and molecular epidemiology in study of tuberculosis transmission and analysis in the city of Barcelona, Spain. *J Clin Microbiol* 2009, 47:198-204.

[18] Alonso Rodríguez N., Chaves F., Iñigo J., Bouza E., García de Viedma D., TB Molecular Epidemiology Study Group of Madrid, Andrés S., Cías R., Daza R., Domingo D., *et al*. 2009. Transmission permeability of tuberculosis involving immigrants, revealed by a multicentre analysis of clusters. *Clin Microbiol Infect* 2009, 15:435-442.

[19] Barniol J., Niemann S., Louis V., Brodhun B., Dreweck C., Richter E., Becher H., Haas W., Junghanss T. 2009. Transmission dynamics of pulmonary tuberculosis between autochthonous and immigrant sub populations. *BMC Infect Dis* 2009, 9:197.

[20] Tostmann A., Kik V., Kalisvaart N., Sebek M., Verver S. 2008. Tuberculosis transmission by patients with smear-negative pulmonary tuberculosis in a large cohort in the Netherlands. *Clin Infect Dis* 2008, 47:1135-1142.

[21] Dobler C., Marks G., Simpson S., Crawford A. 2008. Recurrence of tuberculosis at a Sydney chest clinic between1994 and 2006: reactivation or reinfection? *Med J Aust* 2008, 188:153-155.

[22] Paranjothy S., Eisenhut M., Lilley M., Bracebridge S., Abubakar I. 2008. Extensive transmission of Mycobacterium tuberculosis from 9 year old child with pulmonary tuberculosis and negative sputum smear. *BMJ 1996* 2008, 337: a1184.

[23] Allix C., Supply P., Fauville-Dufaux M. 2004. Utility of fast mycobacterial interspersed repetitive unit-variable number tandem repeat genotyping in clinical mycobacteriological analysis. *Clin Infect Dis* 2004, 39:783-789.

[24] Mathema B., Kurepina N., Bifani P., Kreiswirth B. 2006. Molecular epidemiology of tuberculosis: current insights. *Clin Microbiol Rev* 2006, 19:658-685.

[25] Allix-Beguec C., Fauville-Dufaux M., Stoffels K., Ommeslag D., Walravens K. 2010. Importance of identifying Mycobacterium bovis as a causative agent of human tuberculosis. *Eur Respir J* 2010, 35:692-694.

[26] Census. 2007. Central Statistics Agency, Amhara Region.

[27] Cheesbrough M. 1985. Medical Laboratory Manual for Tropical Countries. *Microbiology, Uni Press, Cambridge* 1985, 11:105, 294-297.

[28] Amanda E., Carole A., Joseph C., John B. 2011. A Study of the Persistence of Mycobacterium bovis in the Environment under Natural Weather Conditions in Michigan, USA. *Veterinary Medicine International* (2011). Article ID 765430, 12 pages. http://dx.doi.org/10.4061/2011/765430.

[29] Kamerbeek J., Schouls L., Kolk A., van Agterveld M., van Soolingen D., Kuijper S., Bunschoten A., Molhuizen H., Shaw R., Goyal, M., *et al.* 1997. "Simultaneous detection and strain differentiation ofMycobacterium tuberculosis for diagnosis and epidemiology,". *Journal of Clinical Microbiology* 1997, 35 no. 4:907-914.

[30] Chakravorty S., Tyagi J. 2005. Novel Multipurpose Methodology for Detection of Mycobacteria in Pulmonary and Extrapulmonary Specimens by Smear Microscopy, Culture, and PCR. *Journal of Clinical Microbiology* 2005, 43 (6):2697-2702.

[31] Gagneux S., DeRiemer K., Van T., Kato-Maeda M., de Jong BC., Narayanan S., Nicol M., Niemann S., Kremer K., Gutierrez MC., *et al*. 2006. Variable host-pathogen compatibility in *Mycobacterium tuberculosis*. *Proc Natl Acad Sci USA* 2006,103(8):2869-73.

[32] Fenner L, Malla B, Ninet B, Dubuis O, Stucki D, Borrell S, Huna T, Bodmer T, Egger M, Gagneux S. 2011. ''Pseudo-Beijing'': Evidence for Convergent Evolution in the Direct Repeat Region of Mycobacterium tuberculosis. *PLoSONE* 2011, 6(9): e24737.

[33] Lienhardt, C., Fielding, K., Sillah, J., Tunkara, A., Donkor, S., Manneh, K., Warndorff, D., McAdam, KP., Bennett, S. 2003. Risk factors for tuberculosis infection in sub-Saharan Africa: a contact study in The Gambia. Am J Respir Crit Care Med. 2003;168:448–455.

[34] Lienhardt, C., Fielding, K., Sillah, JS., Bah, B., Gustafson, P., Warndorff, D., Palayew, M., Lisse, I., Donkor, S., Diallo, S. 2005. Investigation of the risk factors for tuberculosis: a case-control study in three countries in West Africa. Int J Epidemiol. 2005;34:914–923.

[35] Hill, PC., Jackson-Sillah, D., Donkor, SA., Out, J., Adegbola, RA., Lienhardt, C. 2006. Risk factors for pulmonary tuberculosis: a clinic-based case control study in The Gambia. BMC Public Health. 2006;6:156

[36] Hawker, JI., Bakhshi, SS., Ali, S., Farrington, CP. 1999. Ecological analysis of ethnic differences in relation between tuberculosis and poverty. BMJ 1999;319:1031-34.

[37] Beggs, CB., Noakes, CJ., Sleigh, PA., Fletcher, LA., Siddiqi, K. 2003. The transmission of tuberculosis in confined spaces: An analytical review of alternative epidemiological models. Int J Tuberc Lung Dis 2003;7:1015-26.

[38] Zhang J., Heng S., Le Moullec S., Refregier G., Gicquel B., Sola C., Guillard B. 2011. A first assessment of the genetic diversity of Mycobacterium tuberculosis complex in Cambodia. *BMC Infect Dis* 2011, 11:1471-2334.

[39] Ameni G., Tadesse K., Hailu E., Deresse Y., Medhin G., Aseffa A., Hewinson G., Vordermeier M., Berg S. 2013. Transmission of Mycobacterium tuberculosis between Farmers and Cattle in Central Ethiopia. *PLOS ONE October 10, 2013 DOI: 101371/journalpone0076891* 2013.

[40] Firdessa F., Berg S., Hailu E., Schelling E., Gumi B., Erenso G., Gadisa E., Kiros T., Habtamu M., Hussein J., *et al*. 2013. Mycobacterial Lineages Causing Pulmonary and Extrapulmonary Tuberculosis, Ethiopia. Emerging Infectious Disease. 2013, 19 (3).March 2013. ISSN: 1080-6059.

[41] Wampande E., Mupere E., Debanne S., Asiimwe B., Nsereko M., Mayanja H., Eisenach K., Kaplan G., Boom HW., Gagneux S., *et al*. 2013. Long-term dominance of Mycobacterium tuberculosis Uganda family in peri-urban Kampala-Uganda is not associated with cavitary disease. *BMC Infectious Diseases* 2013, October, 13:484.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 95-100
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Augmented Reality using Hand Gesture Recognition System and its use in Virtual Dressing Room

Purva Kedari, Puja Mahamulkar, Eram Khan, and Shalakha Kohli

Dept of Comp. Engg,
Assistant prof. S.S.Vanjire,
SAE, Kondhwa,
Pune University, India

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

ABSTRACT: E shopping is a system that permits a customer to submit online orders of products which they desire to buy .In e shopping system helps in serving both walk-in-customer and online customers.
In this project we are using augmented reality for e shopping which will help in better human interaction with the products which the company is serving online. In this concept we will be setting up virtual dressing rooms for the fashion industry and digital entertainment applications aim at creating an image or a video of a user in which he or she wears different garments than in the real world. Such images can be displayed, for example, in a magic mirror shopping application or in games and movies. Current solutions involve the error-prone task of body pose tracking
We suggest an approach that allows users who are captured by a set of cameras to be virtually dressed with previously recorded garments in 2D. By using image-based algorithms, we can bypass critical components of other systems, especially tracking based on skeleton models. We rather transfer the appearance of a garment from one user to another by image processing and image-based rendering. Using images of real garments allows for photo-realistic rendering quality with high performance.

KEYWORDS: Augmented Reality, Hand Gestures, E-Shopping.

1 INTRODUCTION

A virtual dressing room (also often referred to as virtual fitting room and virtual changing room) is the online equivalent of the near-ubiquitous in-store changing room – that is, it enables shoppers to try on clothes to check one or more of size, fit or style, but virtually rather than physically.Having begun to emerge from 2005,fit technologies started to be widely reported from 2010,but are now available from an increasing variety of providers and are in use by a growing number of prominent retailers in their webstores. A fit technology may be categorised according to the problem that it resolves (size, fit or styling) or according to the technological approach.

Virtual dressing rooms for the fashion industry and digital entertainment applications aim at creating an image or a video of a user in which he or she wears different garments than in the real world.

We suggest an approach that allows users who are captured by a set of cameras to be virtually dressed with previously recorded garments in 2D. By using image-based algorithms, we can bypass critical components of other systems, especially tracking based on skeleton models. We rather transfer the appearance of a garment from one user to another by image processing and image-based rendering. Using images of real garments allows for photo-realistic rendering quality with high performance.

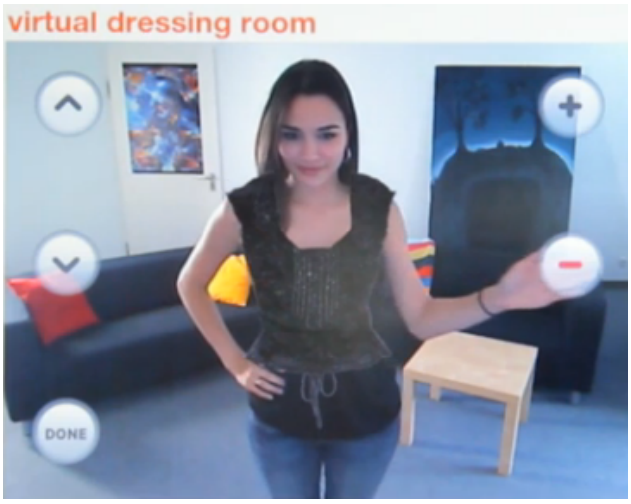
Corresponding Author: Shalakha Kohli

2 PROPOSED SYSTEM

We proposed a system where users are willing to buy any product are expected to be computer users with minimal computer knowledge. However, the user interface of the system is made very simple and user-friendly to the customer.

The customer is provided with the option of either presenting his/her physical measurements or to select the body type that best matches with his/her body type. The selected body type is mounted with the face and is presented with the clothing or apparel choosen. Thus, they can have the feel of real time purchase.

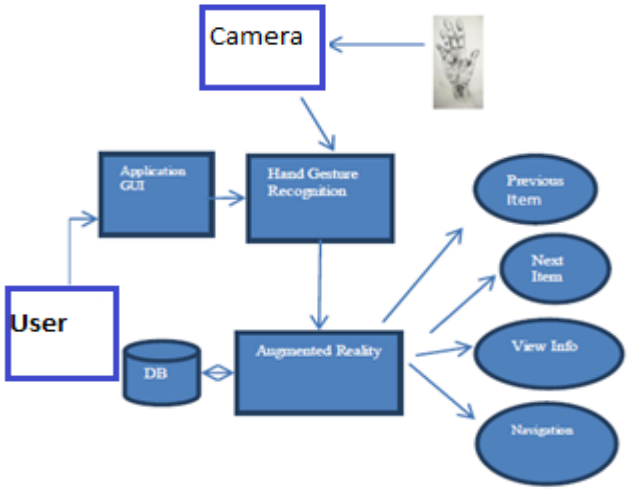
The user interface is designed to facilitate the above shopping tasks. These tasks are combined into menu system as the Augmented Reality window .Through these menu, users can access full description which is designed for Augmented Reality.Through the Webcam, hand gesture is recognized, product associated with that is selected. Product from the database is loaded on the Screen and the Users can pick one of virtual products from all and manipulate it, User can move or rotate the model, and also see the Inner view of the product and view all specific information about that product, such as Product name, it's price, size of it, and lots of thing that help to customer make their purchasing decision in more reliable way.



3 SYSTEM ARCHITECTURE

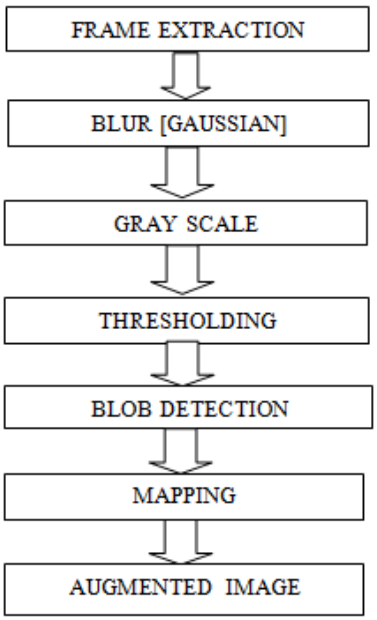
Our proposed system includes hand detection and recognition and the data is retrieved from the database as highlighted in Figure 1. Each user can easily use the system, control the system, view the previous and next Product and obtains all information regarding that product.

At First user accesses the Application GUI, the webcam will start the process of Hand detection and Recognition. User just needs to use hand to access the system within the Screen zone, and when the user uses hand gesture to choose the different options the system acquires the information from the database. After accessing all information from the database, the required information is visible on the screen or the display.



At first, the hand gesture movement is captured by Webcam as video feed. From the video feed, frames are captured and send for processing. In processing all captured images are blurred for better detection and from these images all are converted into HSV color model for obtaining accurate color. Next, thresholding for converting image into binary images are carried out. From these blobs, gesture is recognized. The last step is pre-processing the recognized gestures and according to that gesture command associated with that is send to system and then information regarding to product which user demands is then retrieved from database. When user chooses any option through hand movements, and from these option, the system will get all information and finally display it on the screen.

4 HAND GESTURES DETECTION AND RECOGNITION



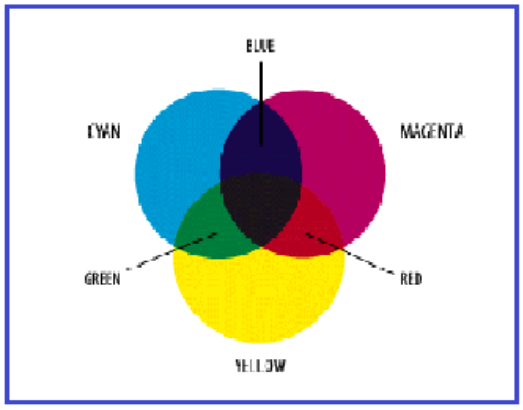
4.1 COLOR MODELS

4.1.1 RGB COLOR MODEL

The RGB colour model relates very closely to the way we perceive colour with the **r**, **g** and **b** receptors in our retinas. RGB uses additive colour mixing and is the basic colour model used in television or any other medium that projects colour with light. It is the basic colour model used in computers and for web graphics, but it cannot be used for print production.

The secondary colours of RGB – cyan, magenta, and yellow – are formed by mixing two of the primary colours (red, green or blue) and excluding the third colour. Red and green combine to make yellow, green and blue to make cyan, and blue and red form magenta. The combination of red, green, and blue in full intensity makes white.

In Photoshop using the "screen" mode for the different layers in an image will make the intensities mix together according to the additive colour mixing model. This is analogous to stacking slide images on top of each other and shining light through them.



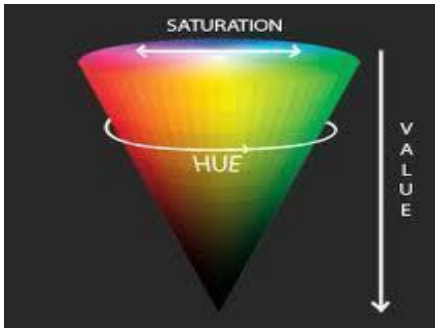
4.2 RGB COLOR MODEL

4.2.1 HSV COLOR MODEL

Hue - In HSV, hue represents color. In this model, hue is an angle from 0 degrees to 360 degrees.

Saturation - Saturation indicates the range of grey in the color space. It ranges from 0 to 100%. Sometimes the value is calculated from 0 to 1. When the value is '0,' the color is grey and when the value is '1,' the color is a primary color. A faded color is due to a lower saturation level, which means the color contains more grey.

Value - Value is the brightness of the color and varies with color saturation. It ranges from 0 to 100%. When the value is '0' the color space will be totally black. With the increase in the value, the color space brightness up and shows various colors.



4.3 STEPS FOR IMAGE PROCESSING

4.3.1 BLURRING

The Gaussian blur is a type of image-blurring filters that uses a Gaussian function (which also expresses the normal distribution in statistics) for calculating the transformation to apply to each pixel in the image.

4.3.2 RGB TO GREYSCALED COVERSION

- Traverse through entire input image array.
- Read individual pixel color value (24-bit).
- Split the color value into individual R, G and B 8
- bit values.
- Calculate the grayscale component (8-bit) forgiven R, G and B pixels using a conversion formula.
- Compose a 24-bit pixel value from 8-bit grayscale value.
- Store the new value at same location in output Image.

A) Color Image

B) Grey Scaled

4.3.3 SKIN SEGMENTATION

- The precision and the probability of a pixel to be a skin can be further increase by this method.
- To achieve this, an Adaptive Thresholding process is applied.
- Initially a threshold is set and, the skin segmented region is separated from non-skin region.
- This value is further decreased to see the rate at which pixels belong to skin segmented region.
- After a keen observation of the decreasing threshold, there is a point reached when the increase in segmented region will decrease to minimum and further change in the threshold would make the skin region increase with unexpected rise. This is called optimal threshold and the region obtained just before the optimal threshold is the skin segmented region.
- The skin segmented pixels are assigned with binary value 1 and to other with 0.

4.3.4 THRESHOLDING

- Traverse through entire input image array.
- Read individual pixel color value (24-bit) and convert it into gray scale
- Calculate the binary output pixel value (black or white) based on current threshold.
- Store the new value at same location in output image.

B) Grey Scaled

C) Threshold Image

5 CONCLUSION AND FUTURE WORK

The online shopping system has become an indispensible part of ecommerce world today. The investors realizing this huge markets, are always finding ways to improve the shopping experience of customer and always find innovative ways to lure them. This will give a clear picture about the apparel he or she is going to buy and leave no ambiguity on how it will look on them irrespective of their body type. Also, more options to pay will provide ease and assurance about the money being spent. A lot more development can be done in the existing system by incorporating dynamic augmented reality i.e.the view of the customer varies in the virtual view as he or she moves in reality which is also the future scope of this system.

REFERENCES

[1] Yikai Fang, Kongqiao Wang, Jian Cheng and Hanqing Lu, "A Real-Time Hand Gesture Recognition Method", in Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 995-998, 2007.

[2] Sheng-Yu Peng, Kanoksak Wattanachote, Hwei-Jen Lin and Kuan-Ching Li"A Real-Time Hand Gesture Recognition System"2011 for Daily Information Retrieval from Internet

[3] Jens Lambrecht1 and Jorg Kruger "Spatial Programming for Industrial Robots based on Gestures and Augmented Reality", 2012.

[4] A Ameri E, B. Akan and B. Curuklu, "Augmented Reality Meets Industry: Interactive Robot programming, Proceedings of SIGRAD", 2010.

[5] D. H. Liou, "A real-time hand gesture recognition system by adaptive skin-color detection and motion history image," 2009.

[6] Jagdish Lal Raheja, Radhey Shyam, Umesh Kumar and P Bhanu Prasad, "Real-Time Robotic Hand Controlusing Hand Gestures", in Proceedings of the InternationalConference on Machine Learning and Computing, pp. 12-16, 2010

[7] Yikai Fang, Kongqiao Wang, Jian Cheng and HanqingLu, "A Real-Time Hand Gesture Recognition Method", in Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 995-998, 2007

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 101-108
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Kinetic and Equilibrium Studies on Adsorption of Methylene Blue and Methyl orange in Aqueous Solution onto Activated Carbon by H_3PO_4 Activation from the Hulls of *Vitexdoniana*

Constant TCHEKA[1-2], Massaï HAROUNA[3], S. Symphorien FADEUNE GAINEUNBO[1], and Mohamed Mbarki[2]

[1]Laboratory of Physical and Theoretical Chemistry, Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Science, P.O. Box 812, Yaoundé, Cameroon

[2]Transdisciplinary Team of Analytical Science for Sustainable Development, Beni Mellal Faculty of Science and Technologies, P.O. Box 523, Beni Mellal, Morocco

[3]Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Ngaoundéré, P.O. Box 454, Ngaoundéré, Cameroon

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

ABSTRACT: A carbonaceous adsorbent prepared from hulls of *Vitexdoniana* by H_3PO_4 treatment was investigated for its efficiency in methylene blue (MB) and of methyl orange (MO) adsorption in aqueous solution. The characterizations of materials are carried out by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), pH (6.2) and the iodine index measurement which showed that our powder activated carbon is primarily made up of meso and macro pores. The influence of major parameters governing the efficiency of the process such as, solution pH, sorbent dose, initial concentration, ionic strength and contact time on the removal process was explored. The Times of balance of adsorption are obtained to 40 and 50 minutes respectively for the MB and MO. The outputs of elimination of the molecules of the MB and MO to this balance are respectively to 85.92% and 46.60%. The variation of pH showed that the maximum of adsorption of the MB is with pH=10 and for MO, the maximum of adsorption is with pH=3. Four theoretical adsorption isotherms namely Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin -Radushkevic were used to describe the experimental results. The models of Temkin and Dubinin-Radushkevic describe better the adsorption of the methylene blue. The model of Langmuir is that which corroborates, better than others, with the experimental results in the case of methyl orange. The reaction of adsorption of the two dyes is endothermic and the mechanism of adsorption is chemical. The pseudo-first order kinetic models, pseudo second order, Elovich and intra particulate have been applied to the experimental data and that which is appropriate is the kinetic model of pseudo second order.

KEY WORDS: adsorption, kinetic, Vitexdoniana, dye, methylene blue, methyl orange, activated carbon.

1 INTRODUCTION

Water is a vital element whose importance at the planetary level is unceasingly pointed out. Actually, the industrial and agricultural activities generate significant rejections following the example residues of pesticides, dyes, gases, heavy metals, etc, which very often are poured without any control in the environment.

The synthetic dyes currently occupy a significant place in the industrial sector. They are largely used in the industry of paper, cosmetic, agro alimentary and in particular in textile industry [1]. The intensive use of the dyes in the life generated problems in the food as well in the environment [2]. The methylene blue and methyl orange are two dyes contained mainly in the industrial effluents, they are non-biodegradable and very poisons for the plants, the aquatic animals and the human.

The methylene blue (hereafter MB) to 1ppm is acceptable in water; so it affects the watery ecosystem negatively, because it reduces the diffusion of the sunlight, thus inhibiting the photosynthesis of the aquatic plants [3]. At the human,

Corresponding Author: Mohamed Mbarki

the methylene blue can cause the following nuisances: the irritation of the respiratory and intestinal tracts, nauseas, vomiting, a diarrhoea, headaches, giddinesses and blindness (irreversible lesion of the optic nerve) [4]. The methyl orange (hereafter MO) is azodye used in several industries. The estimation of the risks of cancer forces to fix a limiting concentration of 3.1µg/L while azodye in drinking water [5]. To exceed this concentration, methyl orange has carcinogenic and genotoxic effects, and can cause nauseas and vomiting. It is thus significant to treat the effluents of industries containing the MB or MO before their rejection in the environment. To mitigate this situation, several methods of decontamination were developed. Namely: adsorption [6], exchange of ions [7], coagulation - flocculation [8], photocatalytic oxidation… etc. The bio-adsorption does not allow a satisfactory elimination of the textile dyes because of the presence of the aromatic nuclei in their molecules [9]. The removal of the dyes by adsorption on solid supports is a cheaper and simple process to implement, effective to weak concentrations, and makes it possible to regenerate the adsorbent. To this purpose several types of adsorbents were already tested in the elimination of the dyes in water among: clays, zeolites, gel of silicate, iron oxides, activated carbon, silicon and titanium oxides. Of all these adsorbents, activated carbon is more used because of its great capacity of adsorption and its great stability [10]. Several low cost materials were used for the manufacture of the activated carbon; in this research, a local waste, the hulls of Vitexdoniana, was used to produce activated carbon. This is due to the availability and low cost of the material with high-carbon and low inorganic content. Moreover, no work has been reported on the production of activated carbon using the hulls of Vitexdoniana.

2 MATERIAL AND METHODS

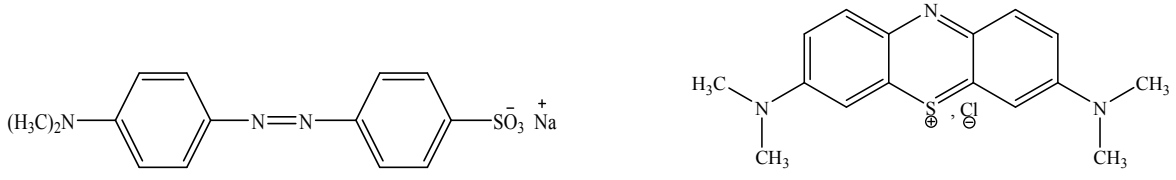
The collected cores of vitexdoniana are abundantly washed with running water to eliminate the impurities, rinsed by distilled water then dried under sun. Once dried, these cores are crushed to separate the hulls from almonds. The hulls are then washed by distilled water then dried with the drying oven at 110°C during 24 hours. The hulls are then crushed in a mortar out of wooden then riddle to retain only particles of size lower than 500 µm. The fractions of the hulls of Vitexdoniana are again dried with the drying oven at 110°C for a period of 24 hours. These fractions of the hulls are impregnated by phosphoric acid (H_3PO_4) respecting a 1:1 ratio. From an initial solution of 95% of phosphoric acid (H_3PO_4); a prepared solution of 10%, by dilution, is then mixed with the raw material. The mixture is homogenized at ambient temperature using a rod of glass until formation of a paste. After impregnation, these samples of the hulls of Vitexdoniana are dried by the drying oven at 110°C during 24 hours and cooled in a desiccator during 3 hours.

The carbonization of our material was done at 400°C during 2 hours, at a heating speed of 10°C/min in a CARBOLITE furnace programming temperature and cooling is done in a progressive way at ambient temperature.

Once cools, the activated carbon is thus washed by the distilled water until obtaining a neutral pH. Then, the samples are dried with the drying oven at 110°C during 24 hours; they are crushed then in a mortar using a porcelain rammer both until obtaining a powder containing only one fraction of particle having a size lower than 80µm: the activated carbon powders are thus ready to be used.

2.1 THE BATCH MODE ADSORPTION STUDY

The studies of adsorption were conducted at ambient temperature (25 °C) in a 250 ml screw-cap conical flask. For each of the experiments, 0.01–0.05 g of adsorbent dose was weighed and placed in the screw-cap flask containing 20 ml of methylene blue or methyl orange solution presenting the desired concentration (varying from 6 to 18 ppm), pH between 2 and 11. The following figure show the chemical structures of the methylene blue and the methyl orange (figure 1).



(a) (b)

Figure 1: The structures of methylene blue (a) and methyl orange (b)

The mixture was stirred by magnetic agitation on the interval of time between 10 –60 minutes. After agitation, the suspension is filtered on whatman paper N°1. The absorbances were measured at the absorption wavelength maximum; 668 nm for the MB and 508nm for MO in acid zone (pH< 3.1) and 465nm in basic zone (pH > 4.4). The quantities adsorbed

(Qe) in milligram per gram of adsorbent and the percentages of retention are calculated by application of the relation (1) and (2) below:

$$Q_e = \frac{C_0 - C_t}{m} V \quad (1)$$

$$\%R = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (2)$$

Where C_0 is the initial concentration; C_t is the concentration at time t ($mg.L^{-1}$); V is the volume of adsorbate (mL) and m the mass of activated carbon (g).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 presents values of iodine index and pH as characteristics of the activated carbon from the hulls of vitexdoniana.

Table 1: characteristics of the activated carbon from the hulls of vitexdoniana

Parameters	Values
Iodine index	411.98 mg/g
pH	6,22

On the FTIR spectrum (figure 2), we observe a band at 3224 cm^{-1}, corresponding to the band of stretching of the hydroxyl grouping - OH of phenol and the hydrogen bonds of alcohols. We observe also a band at 1694 cm^{-1} which indicates the C=O grouping and 1588 cm^{-1} indicates the presence of C=C bond (aromatic). The band located at 1416 cm^{-1} indicates the presence of the stretching of N–H bond; the bands at 1117 cm^{-1} and 1083 cm^{-1} respectively indicate a rocking of –OH and –COOH grouping and a rocking of - C-O-C grouping of ether. The band at 1010 cm^{-1} indicates the stretching of the P - O bond resulting from the activation of material by H_3PO_4. There are a wagging corresponding to CH at 873 cm^{-1} and a band indicating a wagging of CH of benzene at 834 cm^{-1}. The bands at 804 cm^{-1} indicate the stretching of C=C bond of para substituted benzene. The bands at 762 cm^{-1} and 750 cm^{-1} respectively indicate the stretching of C=C bond of meta and ortho substituted benzene. At 737 cm^{-1} the spectrum presents a monosubstituted aromatic vibration of C=C. Thus, the spectrum suggests the presence of the groupings like phenol, carbonyl, amine, ether and carboxylic.

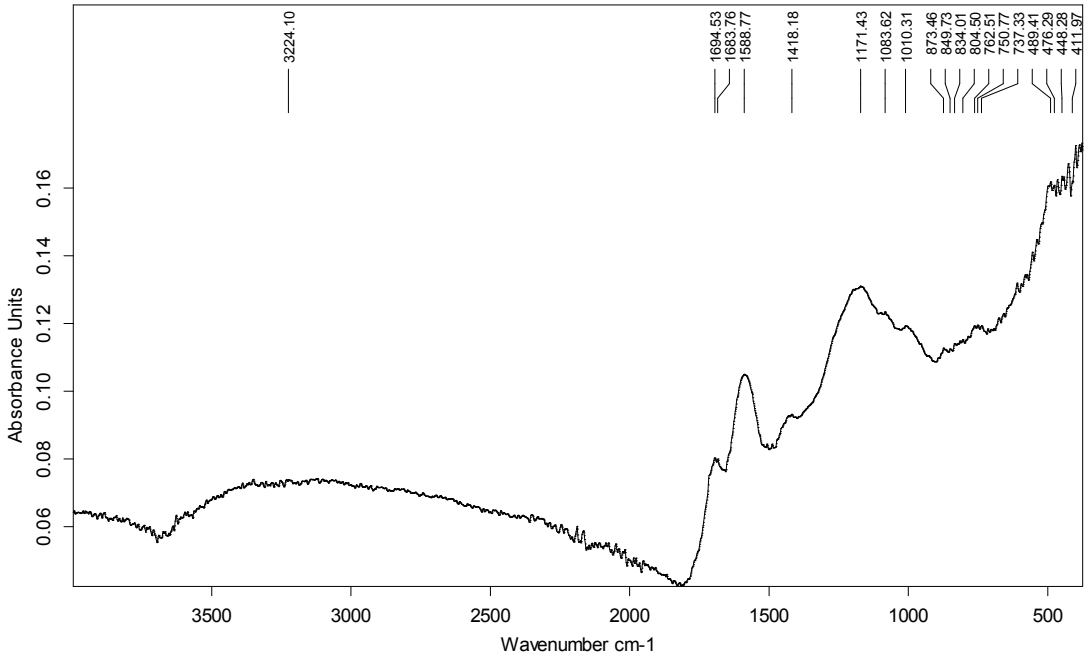


Figure 2: FTIR spectrum of activated carbon

3.1 THE EFFECTS OF CONTACT TIME

The adsorption of the molecules of MB and MO in aqueous solution of initial concentration 18 mg/L with initial pH for the MB and pH=3 for MO is carried out on 0.05g of activated carbon; and for increasing times of agitation give the results represented in Figure 3.

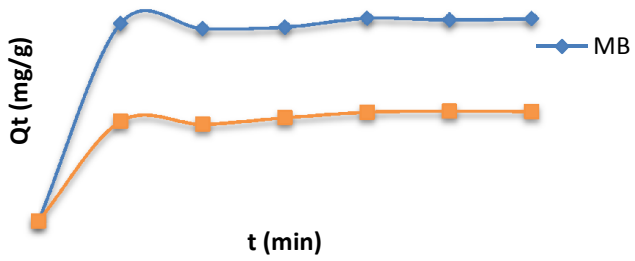


Figure 3: The effects of contact time on sorbent-sorbate interaction time.

From these curves, it comes out that the adsorption of the molecules of MB and MO respecting the activated carbon is fast during the first 10 minutes to reach the balance which is 40 min for the MB and 50 min for MO with adsorbed quantities maximum which are 6.187mg/g and 3.356mg/g respectively. The fast speed of adsorption of the first phase (fast phase) can be explained by the fact why at the beginning of the phenomenon, the sites of adsorption are free on the surface of our adsorbent material. Once that the molecules of MB or MO are fixed, they blocks the pores, thus slowing down the speed of adsorption, there is apparition of a plate of saturation, from where the second phase (slow phase). This trend agrees with the report of other investigators [11].

3.2 THE EFFECT OF ADSORBENT DOSE

The studies are carried out with a mass alternative from 0.010g to 0.050g ; a time of agitation of 40min and 50min respectively for the MB and MO; a volume of 20mL for 18 mg/L of concentration. The figure 4 is noticed, that the quantities of pollutants adsorbed decrease with the increase in the mass of adsorbent and tend to be stabilized for great values of masses. This can be explained by the fact that, the increase of mass involves a growth of the electrostatic interactions between the particles of the adsorbent which leads to the desorption of the molecules of the MB or the MO of the sites of the adsorbent, thus led an agglomeration of the particles of the adsorbent; thus forming aggregates; there is thus reduction in the surface of contact by the fact that active sites of the activated carbon become masked. Consequently there is increase in the way of diffusion of the known as molecules with respect to the active sites. These results are in agreement with those observed by other authors [12].The mass of 0.01g of activated carbon was retained for the continuation of our work for the two adsorbates; because the quantity adsorbed one maximum with this value.

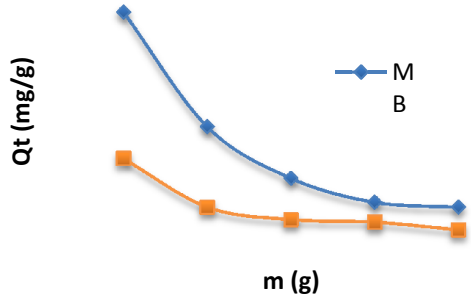


Figure 4: The effect of carbon dose for the uptake of methylene blue and methyl orange

3.3 THE EFFECT OF PH ON MB AND MO ADSORPTION BY ACTIVATED CARBON FROM VITEXDONIANA

This study is carried out starting from the solutions of the MB and MO of initial concentration 18 mg/L; with a mass of 0.01g of the activated carbon; a volume of 20mL and with times of contact. The effect of pH was studied in the range from 2.0 to 11.0 and the results are represented by figure 5: It arises that the adsorbed quantity of the MB increases with the pH, this increase can be due to the fact that the surface of activated carbon would be negatively in charge with values of basic pH, which supports the adsorption of the methylene blue (basic dye). On the other hand, for values of acid pH, the surface of activated carbon would be charged positively, and thus likely to push back the cations of the dye. In addition, lower it arises that the adsorbed quantity of the MB increases with the pH, this increase can be due to the fact that the surface of activated carbon would be negatively in charge with values of basic pH, which supports the adsorption of the methylene blue (basic dye). On the other hand, for values of acid pH, the surface of activated carbon would be charged positively, and thus likely to push back the cations of the dye. In addition, lower adsorption of methylene blue at acidic pH might be due to the presence of excess H^+ ions competing with dye cations for the available adsorption sites. Similar results were observed by other authors [13].

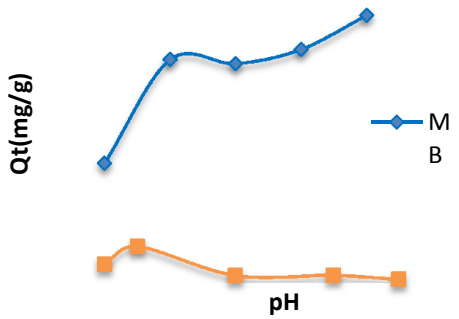


Figure 5: The effect of pH on methylene blue and methyl orange adsorption by activated carbon from Vitexdoniana

Furthermore, it is noted that the adsorbed quantities of MO by the activated carbon generally are overall weak for the basic zone and the more acid zone (pH=2). The adsorbed quantity is maximum with pH equal to 3.0 in this study; and it is worth 4.403mg.g^{-1}. This can be explained by the fact why in basic zone, the load of surface of the activated carbon is negative, if the pH is higher than pKa 3.7 of methyl orange, and one has the ionized shape of this acid (ion sulphonate (SO_3^-) There is thus repulsion between the surface of the activated carbon and the groupings sulphonates (SO_3^-) of methyl orange. This result is in agreement with those observed in the literature [14].

3.4 THE EFFECT OF THE IONIC STRENGTH

The Figure 6 shows that, the adsorption of the molecules of MB decreases then increases gradually with the addition of the small quantities of NaCl, while for MO the adsorbed quantities increase with the addition of small quantities of NaCl salt.

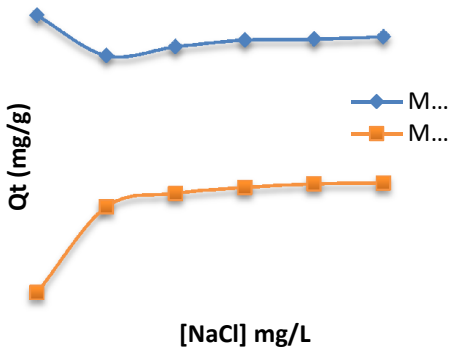


Figure 6: the effect of the ionic strength of NaCl on the adsorption of the MB and MO by the activated carbon.

The NaCl addition led to the increase in the adsorption of the dye the addition of salt supports the process of bringing together association of the particles of the activated carbon, therefore the formation of a new porosity and new sites of surface where the molecules and the aggregates of dyes would be trapped [15]. A number of intermolecular forces were suggested to explain this aggregation, these forces include: the forces van der Waals [16]; forces of dipole-ion and the forces dipole-dipole which occur between the molecules of the dyes in solution. Consequently, the rise in the capacity of the adsorption of the molecules of MB and MO under these conditions can be allotted to the aggregation of these last armatures by the action of the NaCl ions, In other words, the molecules of MB and MO are bound increasing the extent of the adsorption on the surface of activated carbon.

3.5 ISOTHERM OF ADSORPTION AND KINETIC MODEL

The isotherm was obtained by varying the initial concentration at an ambient temperature. The results are represented by the figures 7.

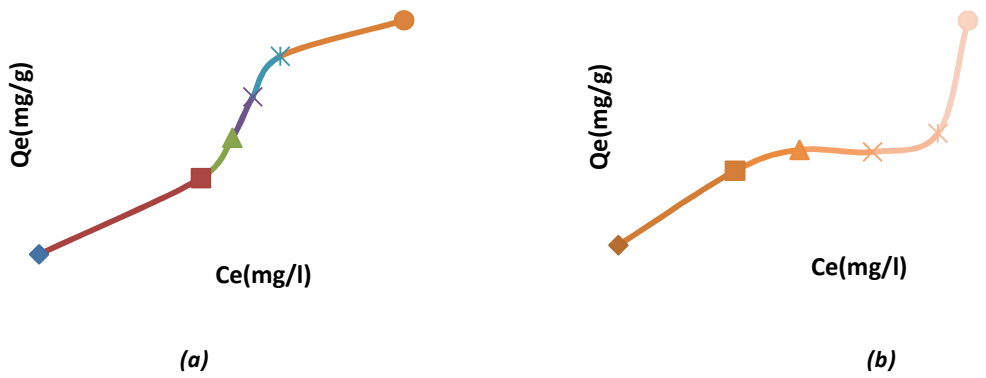


Figure 7: Isotherm of adsorption of the MB (a) and MO (b) by the activated carbon from hulls of Vitexdoniana

The isotherms of adsorption of the molecules of MB and MO by the activated carbon are of type V and type II respectively, according to the classification of the isotherms according to I.U.P.A.C. In the case of adsorption of the MB the isotherm translates a capillary phenomenon of condensation inducing a delay or a precocity of the attack of the plate of saturation; this behavior is representative of stronger interaction between the molecules compared with the interaction between the molecules and the adsorbent; and that of MO shows that adsorption is done initially into full-course then into multi-layer until capillary condensation. The stage indicates that once the full-course attack, and if the concentration of adsorbate increases, there is formation of a new layer covering the first adsorbed layer.

The experimental results thus have been faced four models of isotherm in order to describe this adsorption with balance: models of Langmuir, Freundlich, Dubinin-Radushkevich(D-R) and Temkin; four model kinetics were also used.

Taking into consideration this table 2, the linear coefficients of correlation of adsorption are higher for the models of Temkinand Dubinin-Radushkevich for the adsorption of the MB. In the case of MO, with the sight of the coefficient S of linear correlation, no models has $R^2 > 0.90$. The model of Dubinin-Radushkevich which shows a good affinity with the process brought into play implies that we can have a homogeneous distribution or heterogeneous of the sites. The model of Temkin which has also a good linear coefficient of correlation for the MB shows us here that our adsorption has heterogeneity of surface but also that adsorption was done into multi-layer.

Table 2: summary table of the constants and the coefficients of correlation of the isotherms models

MODELS	**Langmuir**			**Freundlich**			**D-R**			**TemKin**		
Parameters	K_L	Q_m (mg/g)	R^2	K_F	N	R^2	K' 10^{-6}	Q_m (mg/g)	R^2	B	A	R^2
MB	0.491	3448	0.831	30.235	0.755	0.823	0.3	67.22	0.918	28.03	2.95	0.902
MO	0.086	7.63	0.661	0.676	1.377	0.601	4	4.678	0.455	2.89	0.38	0.485

The adsorbed quantities maximums that are obtained thanks to the Langmuir model which are of 34.48 mg/g and 7.63mg/g respectively for MB and MO bring are closer to the experimental values which are of 33.56mg/g and 6.99mg/g. The values of the dimensional parameter R_L are equal to 0.102 and 0.392 respectively for the MB and the MO which are both ranging between 0 and 1 (0<RL < 1), shows that the isotherms of adsorption of the MB and MO are favorable.

The value of constant n of the model of Freundlich for the MB equal to 0.755 lies between 0.5 and 1 indicating as well as adsorption is Moderated, then qu E in the case of MO, adsorption is weak because coefficient n equal to 1.377 is higher than 1. Thus, one can say that there is good affinity with our activated carbon and the molecule of MB, on the other hand for MO, it is weak. The value of the energy E of adsorption given starting from the model of Dubinin- Radushkevic gives an indication of the type of adsorption. The values of energy of adsorption E are equal to 1290.99 $KJ.mol^{-1}$ for the MB and 353.55 $KJ.mol^{-1}$ for MO. These experimental values of energy are all higher than 40 $KJ.mol^{-1}$, which indicates that the adsorption of the MB and MO by the activated carbon is of type chemical. The variations of the energy of adsorption ΔQ equal to 88.39 KJ/mol and 857.29 KJ/mol respectively for the MB and MO rising from the Linearization of the model of Temkin are positives. That means the reaction of adsorption is endothermic [17].

It arises from table 3, that the models of pseudo-first order, Elovich and the intra particulate diffusion cannot be applied to explain the adsorption of the MB and MO because of their low values of the coefficients of correlation R^2 which are all lower than 0.90. However, the coefficient of correlation of the kinetic model of pseudo-second order is more about the unit. This result indicates that the kinetic model pseudo-second order describes well the experimental results of the adsorption of the MB and the MO by the activated carbon. The values of the calculated theoretical adsorbed quantities (6.257 and 3.491 mg/g) of the model of pseudo-second order are very close to adsorbed quantities obtained experimentally (6.186 and 3.355 mg/g). The mechanism of adsorption of the MB and MO is thus done according to the assumption of the kinetic model of pseudo-second order in two stages:

- The first is the diffusion of the MB and MO towards the surface of the adsorbent;
- The second is the interaction between the molecules of adsorbates (MB and MO) and surfaces it the adsorbent (activated carbon).

Table 3: Constants Speed and Coefficients of correlation of the Kinetic Models.

MODELS	Pseudo-first order			Pseudo-second order			Elovich			Intra-particulate diffusion		
Parameters	k_1 (min^{-1})	Q_m (mg/g)	R^2	k_2 (g/min.g)	Q_e (mg/g)	R^2	B	A	R^2	C $m^2.S^{-1}$	K_{int} ($mg.L.min^{1/2}$)	R^2
MB	0.053	11.302	0.799	6.561	6.257	0.999	8.278	$2.33.10^{19}$	0.35	5.752	0.052	0.439
MO	0.075	1.107	0.718	1.401	3.491	0.998	4.557	$1.56x10^{4}$	0.73	2.691	0.088	0.786

4 CONCLUSION

This study confirms that the activated carbon from the hulls of Vitexdoniana allows the elimination of the methylene blue and methyl orange in aqueous solution. The optimal pH of adsorption of the MB is equal to 10.0 and that of MO is equal to 3.0. The amount of the adsorbent and the ionic strength has a significant influence on the process of sorption. The balance of adsorption of the MB is reached with 40min and that of MO is reached with 50min. the kinetic one of adsorption for the two dyes is of the pseudo-second order. The models of isotherm of Dubinin-Radushkevich and Elovich are enough adapted to describe the isotherm of adsorption of the MB. The model which better describes the adsorption of MO is the model of Langmuir. The energies calculated by the model of Dubinin-Radushkevich indicate that the mechanism of adsorption is chemical. On one hand, there is a good affinity between our activated carbon from Vitexdoniana by H_3PO_4 and the molecules of MB (basic dye), on the other hand for MO (acid dye), it is weak.

REFERENCES

[1] V. K. Garg, R.Gupta, T. Juneja, "Removal of a Basic Dye (Rhodamine-B) From Aqueous Solution by Adsorption Using Timber Industry Waste", *Chem. Biochem. Eng.*, vol.19, no. 1, pp. 75–80, 2005.

[2] L. Zhenwang, C. Zhenlu, L. Jianyan, "The PT dye molecular structure and its chromophoricluminescences mechanism", *15th World Conference on Non-Destructive Testing, 15-2 1 October Rome*, 2000.

[3] J.N. Ndi, M. J. Ketcha, "The adsorption efficiency of chemically prepared activated carbon from cola nut shells by $ZnCl_2$ on methylene blue", *Journal of chemistry*, ID469170, 7P, 2013.

[4] Dipa Ghosh, G. Krishna Bhattacharyya, "Adsorption of methylene blue on kaolinite", *Applied Clay Science*, vol. 20, pp 295 – 300, 2002.
[5] J.S. Bae and H.S. Freeman, "Aquatic Toxicity Evaluation of Copper Complexed Direct Dye to the Daphnia Magnia", *J. Dyes and Pigments,* vol. 73, pp. 126-132, 2007.
[6] N. Ababou, D.Meziane, A. Kherbeche, A. Chaqroune, "Etude de l'adsorption de colorants textiles sur une diatomite marocaine", *Phys. Chem. News,* vol. 6, pp. 130 -134, 2002.
[7] EPA,) "Integrated Risk Information System", Azobenzene, CASRN 103-33-3, 1998.
[8] J. Panswed, and s. wongchaisuwan, *water SciTechnol*, vol., no. 18, 139, 1986.
[9] H. Nozet, Textiles chimiques. Fibres modernes, *Eyrolles*, Paris, 1976.
[10] F.C. Wu, R.L. Tseng, R.S. Juang, "Preparation of highly micro porous carbons from fir wood by KOH activation for adsorption of dyes and phenol from water", *Separation and Purification Technology*, vol. 47, pp. 10-19, 2005.
[11] R. Slimani, A. Anouzla, Y. Abrouki, Y. Ramli, S. El Antri, R. Mamouni, Solazar, M. El Haddad, "Removal of cationic dye - methyle blue- from aqueous media by the use of animal bone meal as a new low cost adsorbent", *J. Mater.Environ.sci.* vol. 2, no.1, pp. 77-87, 2011.
[12] J.N. Ndi., M. J. Ketcham, "The adsorption efficiency of chemically prepared activated carbon from cola nut shells by ZnCl2 on methylene blue", *Journal of chemistry*, ID469170, 7P., 2013.
[13] B. K. Asmaa, B M. adia, H. Mohsine, B. Mina, Y. Abdelghani, "Élimination du colorant basique bleu de méthylène en solution aqueuse par l'argile de SAFI", *Journal of water science*, vol. 23, no. 4, pp. 375-388, 2010.
[14] M. Vinoth, H. Y. Lim, R. Xavier, K. Marimuthu, S. Sreeramanan, H. M. H. Masrosemal, S. Kathiresan, "Removal of methyle orange from solution using yam leaf fibers", *Int. J. Chem Tech Res.*, vol. 2(4), 1892-1900, 2010.
[15] A. P. P. Cione, C.C. Schmitt, M.G. Neumann Gessner, "The effect of added salt on the aggregation of clay particles", *Journal of colloid and interface science*, vol. 226, pp. 205-209, 2000.
[16] G. Alberghina, R. Bianghini, M. Fichera, S. Fisichella, "Dimerization of cibacron Blue F3GA and other dyes influence of salts and temperature", *Dye and pigment.* 46(3), pp. 129-137, 2000.
[17] N. Bouanimba, "Modélisation et optimisation de la cinétique de dégradation photo catalytique de polluants organiques en solution aqueuse", Magister en chimie, Université Mentouri-constantine, faculté des sciences exactes, Algérie, 166 f, 2009.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 109-118
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

The contribution of memory in healing and preventing genocide in Rwanda

Liberata GAHONGAYIRE

Researcher on Genocide studies and prevention,
National Commission for the fight against Genocide (CNLG), Kigali, Rwanda

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

ABSTRACT: Despite past efforts to prevent genocide and systematic episodes of worldwide human rights violations, such atrocities have continued to persist. After the Holocaust, the United Nations put in place the Convention on the Prevention and Punishment of the Crime of Genocide and vowed 'never again'. Thus preventing genocide became a collective, as well as an individual responsibility. In Rwandan culture, memories are associated to individuals or places based on social construct safeguarded both by oral tradition and writing. This paper specifically explores genocide prevention strategies involving memory and commemorations. This research uses a phenomenology paradigm because it highlights the group remembering, and assesses how genocide memory and commemoration are lived by people. Data was collected through document analysis and subsequently analyzed using content analysis. Research findings have highlighted the role of memory in post-genocide period as one of the approach used to prevent genocide in the future.

KEYWORDS: genocide, memory, prevention, Rwanda, commemoration, culture.

1 INTRODUCTION

In Rwanda, a small country situated in East Africa between the Republic of Uganda in the North, Tanzania in the East, Burundi in the South and the Democratic Republic of Congo (RDC) in the West, occurred genocide between April and July 1994. It was qualified by Human Rights Watch (1996) as the fastest and most vicious genocide recorded in human history. Its capital city is Kigali. Geographically, the country is divided in 5 provinces: the South, North, West, East and Kigali City. Provinces are composed of districts, which are divided in sectors and cellules. After the cellule, the small administrative entity is called Umudugudu[1].

Rwanda experienced genocide perpetrated against the Tutsi population in which it is estimated that at least 1,074,017 Tutsi were brutally murdered according to MINALOC[2]report (Kantengwa, 2014). Tutsi were killed and disposed of throughout the country. This genocide damaged and destroyed social cohesion and the social make up of Rwandan society. It also destroyed the unity that Rwandans had developed and relied upon for centuries.

According to Samuel Totten and William S. Parsons (2009, p.3), the term genocide was coined by Raphael Lemkin in 1944. To form the new term, Lemkin combined the Greek *genos (*race, tribe) and *cide* (Killing). Thus, genocide was defined by Lemkin as:

> *''...The coordinated plan of different actions aiming at the destruction of essential foundations of the life of national groups with the aim of annihilating the groups themselves. The objectives of such a plan would be the*

[1] *Umudugudu: is an administrative zone which can have a population changing within a range of 100 and 120 households.*
[2] *MINALOC: Ministry of Administration and Local government made a report on victims of genocide in 2004. It is not published.*

> *disintegration of the political and social institutions of culture, language, national feelings, religion, economic existence, of national groups and the destruction of the personal security, liberty, health, dignity, and even the lives of the individuals belonging to such groups. Genocide is directed against the national group as an entity, and the actions involved are directed against individuals, not in their individual capacity, but as members of the national group'' (Totten & Parsons, 2009, pp. 3-4).*

However, what happened in Rwanda in 1994 was recognized as genocide by United Nations in resolution S/RES/955 (1994) of 8 November 1994 indicating that genocide and other systematic, widespread and flagrant violations of international humanitarian law had been committed in Rwanda. To put an end to such crimes and to take effective measures to bring to justice the persons responsible, the above mentioned resolution established an International Criminal Tribunal for Rwanda (ICTR) for the prosecution of persons responsible for perpetrating this genocide. This tribunal would contribute to ensuring that such violations are halted and effectively redressed.

The prevention of genocide, like the prevention of armed conflict, calls for a whole set of actions such as political, social, legal and economic, depending on the context, and involves the responsibility of different actors for the sake of protecting future generations. In the context of post genocide Rwanda, the transitional period involved a set of judicial and non-judicial measures contributing to reestablish social justice among people. The examples are, the National Assistance Fund for the Needy Survivors of Genocide (FARG) in 1998, the National Commission for Unity of Reconciliation (NURC) in 1999, Gacaca courts in 2001, the National Commission of Human Rights (NCHR) in 1999 and modified and completed in 2002, the National Commission of the Fight against Genocide (CNLG) in 2008 and other various institutional reforms.

It is in this regard that, as a contribution to the 'Never Again' campaign, the Government of Rwanda, and the civil society have implemented the practices of memory and commemoration as one of the approach of coping with the post genocide period.

As mentioned in the statement of the International Committee of the Red Cross (ICRC) President Jakob Kellenberger in the international forum organized by the Swedish government on 26-28 January 2004, keeping alive the memory of past acts of genocide is an effective way of strengthening the resolve to act early on to prevent genocide from happening again in any context. He argued that Holocaust memorials are extremely important. It is imperative that the genocide that occurred in Rwanda 10 years ago, and indeed all other acts of genocide, be remembered (ICRC, RESOURCE CENTRE, 2004).

In that way, Albright and Cohen emphasized that to honor the memory of past victims of genocide and mass atrocity provides a meaningful contribution to preventing it in the future. (Albright & Cohen, 2008). This year, with the 20th commemoration, On 7 April, 2014 commemoration has been organized under the following theme: "Remember, Unite, Renew". The commemoration honored the nearly more than one million people who lost their lives in Rwanda from April to July 1994. This year, also, people celebrated the remarkable story of resilience and hope of Rwandans as they have built a new and cohesive society. All speeches addressed the need to make never again effective; thus all committing to a non-repetition of genocide anywhere in the world (The Kwibuka20 team, 2014).

In the view of Paul Ricoeur in the collective book called "pour quoi se souvenir?" the concept of memory, is significant. It does not only mean 'you will remember' but rather 'you will continue to tell', to recount, to testify (Académie universelle des cultures, 1999, p. 80).

In the same light, Sacco (2013) states that memory refers to the ways in which individuals and societies choose to remember (or forget) certain moments and events in their history. Individual memory can take several forms, such as an oral history interview, a piece of artwork, or the personal decision to wave a particular flag on your front porch. Societies have chosen to display their collective memory through statues, monuments, parades, and holidays such as Memorial Day (Sacco, 2013). This paper is focusing on Rwandan culture in memory, identifying the group remembering and highlighting what are the tools of safeguard in practice during genocide commemoration.

2 MATERIAL AND METHODS

The sampling technique used in this paper is a simple random sampling. Among over 15 events of commemoration organised in Huye District, we choose Karama and Songa randomly.

Document analysis is the main tool of data collection**.** Basically, knowledge of the history and background close to a specific situation comes from reviewing documents. We analyzed documents produced for the sake of commemoration. Documents reviewed are essentially, the official Gazette, No special, 2009 on national orders and heroes, invitation letters of 20th commemoration, notes taken in the event of commemoration, banners, announcements, poems and testimonies, speech of the guests of honor. This research is concentrated on two commemoration events hosted at Karama Genocide

memorial site in Karama Sector on 27 April and Songa genocide memorial site in Kinazi Sector on 28 April both located in Huye District, Southern province.

We supplemented the data with observation and notes taken during the event. As such, the review of documents is an unobtrusive method, rich in portraying the values and beliefs of participants in the study.

Through analysis, we kept the phenomenological aspects relating the experiences for genocide survivors. With the insight of Willis (2007) in qualitative research, the conclusions do not investigate the genocide perpetrated against the Tutsi as a phenomenon, but rather the experiences of the people as they participated in that phenomenon of commemoration, which in turn allows a deeper understanding of the phenomenon through examination of these experiences. He states that "the focus is thus on understanding from the perspective of the person or persons being studied" (Willis, 2007, p. 107).

For the ethical considerations, we do not reveal the names of the people who performed poems and gave testimonies. We use forged names to recall the owners of these documents when needed. This research has taken 8 months starting January up to August 2014.

3 LIMITATIONS OF THE STUDY

This study is based on documents reviewed and has not used interviews. The content may have limitation in term of collecting the views of people who wrote poems and gave testimonies. Analysis is based on the interpretation of the researcher without the additional interaction with the people who wrote poems and gave testimonies.

4 FINDINGS AND DISCUSSION

The review is focusing essentially on three documents. The official gazette on national order and heroes (2009) and the report of Human right (2010) to analyze the Rwandan culture in memory. The package of documents, invitation letter, announcement and banners, helped to find out what are the activities describing the mourning period and who are the groups remembering and the way it is coordinated. Lastly, the analysis of poems, testimonies and speech of the guest of honors shared on the commemoration day helped to find out what are the tools used to keep memory and portrayed the perception of survivors vis à vis the commemoration and showed how the must of remembering is experienced by the community in general. Findings are organized in three main sections related to the objectives of the study.

4.1 RWANDAN CULTURE IN MEMORY AND COMMEMORATION

In Rwandan culture, memories are associated to individuals or places based on social construct. Both oral tradition and writing are used to collect testimonies. The use of technology is applied to conserve data for future commemorations or for education purposes. As mentioned in the Human Right Report (Republic of Rwanda, 2010), the right of culture for Rwandan people is ensured and stated in the policy. Rwandans enjoying their right to culture, with different troupe of traditional dance, using their mother tongue will help use culture for the social reconstruction as well as nurture a sole Rwandan identity instead of the hate ideology of genocide. This is shown by the instauration of several associations including the association of old wise men (*Inteko izirikana*)[3], association of writers, photographers, musicians, craftsmen, editors, association of dancing groups, the Rwanda Cinema Centre, the play production groups, as well as the national cultural troop (*Urukerereza*)[4] and different private cultural troops like "*Inganzo Ngali"*[5] and the local cultural clubs of students in various secondary schools usually developing the songs feeding the emotions during the commemorations.

Culture of memory is reinforced by museums in different places in the country. For example, The National Museum at Butare in the southern province with its specialized branches spread across the country, such as the Natural History Museum at Nyarugenge, Kigali city (2006), the Arts Museum at Rwesero (2006), the Museum of Ancient History at Rukali/Nyanza (2008) as well as another branch at the Ex-State House in Kanombe.

[3] *Inteko izirikana: is a non benefit association of old wise men to promote Rwandans culture and their mother tongue "Kinyarwanda".*
[4] *Urukerereza: is a name of a Rwandan national cultural troop of dancing.*
[5] *Inganzo ngali: is a private Rwandan cultural troop of dancing created by student survivors.*

It is in the memory of our ancestors, who after all, were ordinary people who overcame difficult situations of geography, climate and politics, and thus stand as an inspiration to all ordinary people who struggle in the present. They also represented people who initiated significant changes in their lives or in the whole society. Examples are many: The champions are *Rukara rwa Bishingwe*, the national hero who, while in hand cuffs, killed two armed colonial soldiers with their own bayonets, *King Mutara III Rudahigwa, who* initiated the abolition of *Ubuhake* (serfdom). In memory of their achievements, they stand as role models, hence motivating younger generations to do so.

Nowadays, Rwanda's post genocide, has hero's day scheduled on the first of February every year starting by 2002 recognizing the achievement of national heroes (Minispoc, 2009). There are three categories of heroes: *Imanzi*, who demonstrated outstanding achievements characterized by supreme sacrifice, outstanding importance and example. In this category, the person is no longer alive. *Imena, which* follows *Imanzi,* is reputed for his/ her extraordinary acts for the country which are characterized by supreme sacrifice and high importance. Examples are Nyange students who refused to be separated and boldly told the attackers that they were all Rwandans and were shot by those attackers called Abacengezi[6] (Human Rights Watch, 2000) in 1997 and six of them died. (Republic of Rwanda, 2014)

Lastly, *Ingenzi* is notorious for his/her good ideas or his/her outstanding achievements characterized by supreme sacrifice, great importance and high example. In these two last categories, *Imena* and *Ingenzi* are heroes either alive or died.

According to the Law no.13/2009 (Republic of Rwanda, 2009) on National orders and heroes, some benefits are granted to heroes when they are still alive or to their family. For the heroes with high bravery, a variety of memorializing is done: a record in the book of heroes, burial in the cemetery of *Imena*, places like parks, houses, streets named after them, or erected statues on his/her tomb after death. At Heroes' Day, which is celebrated at a national level, new brave persons are announced and rewarded, followed by a remembrance of past heroes.

Among the national orders exists a national liberation medal (*Uruti*), also known as the Campaign against Genocide medal. People, who get these medals, serve as role models in the society from generation to generation. This recognition is used to advance social justice and prevent any social conflict, which could lead to atrocities such as genocide.

As stated by the Executive secretary of the Chancellery for Heroes, National Orders and Decoration: "remembering our national heroes inspired Rwandans to adopt similar values, especially young people, and thinking on how we can contribute to building the Rwandan spirit and advance social justice" (Republic of Rwanda, 2014).

4.2 GROUP REMEMBERING AND COORDINATION OF GENOCIDE COMMEMORATION

Manifestly, the focus of collective memory is the memories shared by nations or large groups of people about significant events in the history of the group as a whole. Most of the time, the events matching with collective memory are those of wars, terrorist attacks or genocide. These remembrances provide the foundation for collective memory because the relevant events had a meaningful impact on a large portion of the overall population. When countries choose which events or incidents to remember, they keep some tools to visualize them and set up some construction of physical memorials. During commemoration, people come to mourn and learn through testimonies, speeches from authority, visiting the site and the exhibition inside them. The overall message during these commemorations, call people to contribute to rebuilding the country as well as preventing future genocide.

Memory and remembrance activities are simultaneously individual, collective, national and international. The memory and commemoration of genocide has become nationalized, meaning participation is found from socially high levels to the local entity at villages. At the beginning in 1995, genocide commemoration was coordinated and initiated by a group of survivors under the umbrella named *Ibuka*.[7] This association collaborated closely with the Ministry of Sport and Culture (MINISPOC) to accommodate and make possible commemorations throughout the country. There are 15 associations under Ibuka : Association des Etudiants Rescapés du Génocide (AERG), Association des Orphelins Chef de Ménage (AOCM), Association des Rescapés du Génocide IMPUHWE (ARG IMPUHWE) , Association de rescapés du Génocide de Rukumberi (ARGR), Association de solidarité de rescapés du génocide Mpore (ASRG MPORE), Association des veuves de Save

[6] Abacengezi: Rebels, insurgents or infiltrators troop engaged in skirmishes happened in 1997-1998 in Rwanda. They attacked the Nyange School 18th March 1997.

[7] Ibuka: is an umbrella of survivors' associations. The term can be translated in English as: remember. All associations in this umbrella observe a mourning period of 100 days starting from 7th of April to July 4th.

(Duhozanye), Association de familles témoins de solidarités (AFTS), Association des Veuves du Génocide Agahozo (AVEGA), Dukundane Family and many more. All of them actively participate in commemorations and sometimes have branches in provinces or districts. One of the main objectives of these associations have is preserving the memory of the genocide against Tutsi. Hence, *Ibuka* promotes participation and articulates a special perspective on memory and commemoration. *Ibuka* moved from individuals, members, and other Rwandans collectively coming together to becoming nationally supported with the institutionalization and participation of government through MINISPOC and the National Commission for the Fight Against Genocide (CNLG), created with the Law 07/2007 of 16th February 2007 and officially active by 21 April 2008 (Republic of Rwanda, 2010). Since this period, the commemoration is organized, nationalized and coordinated by CNLG under Ministry of sport and culture (MINESPOC). The aim of CNLG is honoring memory, telling the peoples' stories, and rebuilding Rwanda. It is collaborating with public and private organizations working within and outside the country. Remembering the past helps survivors to heal as well as helps future generations to come so that they may live in peace. Conversely, concerns are raised, especially from the international community, that the nature of crime during the genocide can be relived because of memory and commemoration. In this regard, CNLG continues to make connections with organizations and individuals around the world interested in preventing genocide. Today, the international community, all Rwandans in various categories respect the commemoration day scheduled on 7 April every year. Because of the specificity of the 20th commemoration activities, the organization has been done by the Kwibuka20[8] team enclosing various actors in coordination with CNLG and Aegis Trust (The Kwibuka20 team, 2014).

4.3 MOURNING PERIOD

The mourning period is started by a flame of remembrance officially lit by His excellence President of the Republic Paul Kagame at Kigali Genocide memorial (KGM) Centre. Across the country flags are flown at half-mast one week from 7th April up to 13th April at the end of the official mourning period. A moment of silence is observed at 12 a.m.

Generally, every event of commemoration encloses a walk to remember, night vigils, prayers, testimonies, poems, remembrance and healing songs, decent burial when new remains are discovered, speeches of the official guests. Survivors' groups observe a period of mourning for 100 days between the 7th of April and July 4th, while, officially, genocide commemoration lasts only a week from the 7th till the 13th of April. Commonly, the schedule of local commemorative events across the country considers the day of mass massacres of each place and the availability of the community concerned.

According to *Ibuka,* the period of commemoration is an opportunity to dignify the victims of the Genocide. It is also a way to discover people's economic and psychosocial situation.

In the beginning (1995), survivors through *Ibuka* and other organizations took the lead in organizing local commemorative ceremonies or constructing local memorial sites. Their commitment exceeds that of the state.

According to the Secretary General Ban Ki-moon, in the 17th commemoration for the UN, the only way to truly honor the memory of the more than 800,000 people who perished in Rwanda is to ensure that such tragedies never occur again, arguing that preventing genocide is a collective and individual responsibility (United nations Secretary-general, 2011)

During the mourning period, people provide messages of support to survivors. They use readings of letters from orphans, widows and musical performance by Rwandan singers. The activities during the mourning period include attending conferences on genocide, inflecting the flag, remembrance, cleaning memorial sites, and providing support to vulnerable survivors. In this period some leisure activities and symbols are forbidden such as parties or applauses during a commemoration. In addition, commemorations can also be organized by the local government (sectors and District under the national instructions). Other organisations or private people are invited and guidance and instructions are provided by CNLG who coordinates commemorations.

[8] Kwibuka20: the term kwibuka is a Rwandan verb translated in English as to remember. Kwibuka20 is the team organizer created to coordinate the 20th commemoration in Rwanda.

4.4 TOOLS TO SAFEGUARD MEMORIES

The events of commemoration use various tools to safeguard memories such as genocide memorial sites, written memory documents, oral testimonies, songs, speeches stressing the official theme to guide commemoration and including lessons to advance social justice, promote healing, and prevent any conflict or form of atrocity from resurfacing.

4.4.1 GENOCIDE MEMORIAL SITES

In Patrick's work (Patrick, 2012) where he explored some of the psychological, sociological, emotional and spiritual needs by analyzing Martin Luther King memorial and the WWII monument site, he pointed out that those memorials are the physical expression used to preserve or represent individual memory, group identity and collective memory (Patrick, 2012).

Survivor groups have called for and taken part in the creation of memorials, and made practical efforts to gather and help preserve or bury the remains of the dead. 400 memorial sites are spread throughout the country's different districts. These include, but are not limited to: Kigali Genocide Memorial Centre, Murambi, Kiziguro, Nyamata, Nyarubuye, Ntarama, Nyamasheke, Nyundo, Bisesero (Association des Etudiants Rescapés du Génocide (AERG), 2009).

In general, memorial sites contain mass graves, exhibition of some traditional weapons (machetes, cudgel, sword, knife...) and modern weapons (Kigali Genocide Memorial centre, 2004).

For this paper, we consider the Karama and Songa genocide memorial sites in Huye district. All of them are memorial sites at district level characterized by the building inclosing mass graves containing the remains of victims. In assessing the testimonies for witnesses, we found out that the mass killings started at 10h00am and ended at 3h00pm. The dates of killings are separated by one week. Karama killing happened on 21st April and Songa came on 28th April. Refugees gathered at Songa or Karama ate the meat of their cows and goats prepared on barbecue on the site. On both sites, people of Tutsi tried to resist to killers by throwing stones. The organization of resistance was that men threw the stones gathered by women and children by amassing them in heaps. Even if the resistance fight permitted survival for a small group, they were weak because of the lack of modern weapons.

According to the representative of survivors in Karama, in the genocide memorial site are buried around 67.000 victims killed at Karama place and others collected from other sectors neighboring the site in former Runyinya commune. According to the testimony of Latifa told on the 20eme commemoration, Tutsi massacred at Karama were native of former Runyinya commune and many others from the surrounding communes such as Mubuga, Rwamiko, Kivu, Muganza, Mudasomwa, Kinyamakara in former Gikongoro prefecture, Maraba, Huye in former Butare prefecture all in actual Southern province. The reality of this killing is underestimated in the work of Scherrer (Scherrer, 2002) where the estimation of refugees is fifty thousand Tutsi civilians. All remains of victims from the site of killing were found from digging the toilet near the health center where victims were thrown. Others were found in various sectors surrounding the site. Survivors and others who lost friends, members of family, and population neighbors of the site come for commemoration to honor the victims every year.

In Songa genocide memorial site rest around 43000 souls of victims (Executive Secretary of Kinazi Sector, 2014). Victims were the Tutsi who came from Gikongoro (Bunyambiriri), Kibuye former prefecture, and other communes surrounding former Rusatira commune such as Ruhashya, Nyabisindu, Ntyazo, Muyaga, Mugusa and Ntongwe in former Gitarama prefecture. The number of refugees is not known. They were assembled at the ground of Songa ISAR (Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda) on the Hill called Bututsi. The memorial exists since 1995. Refugees stayed at the site for a week from 21th up to 28th April 1994. The last date is the well-known day of mass killing at this place. The day before shooting, there was a helicopter watching where people were collected. Survivors assume that it was the President of Rescuers[9] Sindikubwabo Theodore who came back from Butare to encourage militia and Hutu power to exterminate all Tutsi as he blamed them for being " ntibindeba" which can be translated as "this doesn't concern me"[10] (Fussell, 1998). Before the

[9] *Government of rescuers: The government following the death of Juvénal Habyarimana starting from April 7 to July 4, 1994.*

[10] *Ntibindeba is translated as "this doesn't concern me" which insinuated the attitude of "neutrality" during 1994 genocide. The term is used first by Sindikubwabo Theodore in his April 19 speech in the meeting at former Gisagara sub-prefecture in Butare. He declared that those whose attitude was "this doesn't concern me" (ntibindeba) must disappear from the communes.* He insisted: Anyone who does *not help his fellow Rwandans to fight the RPF is also an enemy and must be treated as an Inkotanyi....Whoever hides and does not show up to carry out the plans decided on by the administration is also an enemy.*

passage of Sindikubwabo some Tutsi were still living. Therefore, on 24 April 1994, militia and communal police murdered a group of Tutsi in the house of Gashagaza[11] at the hill of Sazange in the neighborhood of Songa ISAR (one kilometer (1km) from the memorial). On 28 April a group of more than 40000 Tutsi was shot in the compound of ISAR Songa at the Bututsi hill. The Rwandan Defense Force owners of the place where the killing occurred donated the site for the victims to use as a memorial site. It is now where the victims are buried and where survivors remember and mourn.

4.4.2 WRITTEN DOCUMENTS

With this tool, a writer or witness, shares with all members of his/her social group or readers a specific vision of the world which is influenced by his life experience. This fittingly reflects the thoughts and views of the group in which he belongs. This can be the case of books, journals, testimonies of survivors or other eyewitnesses, from different regions in the country. Written works help to spread awareness and serve to preserve memory and history for the future. In the same light, Vincent Engel argues that "apart from its ability to preserve memories of the past, literature can also help overcome the three major obstacles potentially obstructing the recollection of a traumatic event**"** (Lavenne, Renard, & Tollet, 2005, p. 8).

According to Engel, V. (2005), a traumatic event can seem unimaginable, incommunicable, and unspeakable. In the case of genocide memory, the representation and reproduction of stories become difficult and almost impossible because of the extreme, emotional nature of genocide. Therefore, the specificity of a memory document is considered "unobtrusive" (Marshall & Rossman, 1999). It allows the researcher or analyst to "gather data without interfering in the ongoing flow of everyday events" (Marshall & Rossman, 1999, p.128). In this regards, it permits to commemorate and represent the memories of genocide. These memory documents include academic research, written testimonies, journals, brochures, photos, etc. In this paper; memory documents analyzed are 2 testimonies, one from Karama memorial site and the other one from Songa.

According to Latifas'testimony of 20th commemoration at Karama genocide memorial, before being at Karama parish Latifa and some members of her family escaped the killing happened at Mata in former Rwamiko commune and Ramba in former Runyinya commune where soldiers shot Tutsi on 12th and 13th April 1994 instead of protecting them. She noticed also that in Buhoro sector at Gisuma village many Tutsi were killed before reaching Karama parish. At Karama, Tutsi refugees tried to resist to killers with stones collected at the ground near the health center and some pieces of bricks and slabs. They would then pile them up for the men to pick and throw at the militia. Tutsi were speared on the ground of catholic parish of Karama, at health center of the nuns, in the classrooms and the ground of the primary school. Killers used machete, modern weapons, and gadgets. Soldiers, gendarmes, communal policemen and Interahamwe (professional killers) from all sectors of former Runyinya started shooting the Tutsi refugees at the parish. In the school and the church were both humans and cows remains. This side of killing went quick and killers started to share the cows still alive. It was around 3pm, when the group of killers of the market place went to join those of ground of school to get their shares of cows of theTutsi. People who survived tried to escape towards the footpath conducting to Burundi via Akanyaru River. Brave survivors organized others such as a group of men including Mr Munyankindi Straton, Dismas Butera, Mugenzi Sylvestre who passed through the church and health center to call everybody still breathing to come and run towards Burundi. The travel was organized by men in front, children, women and teenagers in the middle then other men behind the group. Unfortunately, Latifa was not able to reach Burundi like others and tried to return to her village in Nyamagabe district to find refuge in the neighborhood of her maternal grandfather village. She lived at Kamishyashya hill where a house worker for her parents gave her potatoes deposed in the banana's plantation to be eaten at the night. Because some neighbors saw her in her refuge, she changed the location and went to Zaga where she is not known. There she was with others and went to find cassava in the field where they faced big problem when they met Interahamwe militia. They escaped by running to reach the bush not far from them and laying inside. After Zaga hill, she decided to return to the neighborhood of Mata and Ramba where she found a woman who hid her and gave food until RPF rescued them in July. She finished her testimony by thanking the RPF and begging to people who were not concerned to help by showing where the remains of victim are by indicating the aria at least. She emphasized the importance of burying the lost.

According to the testimony of Sawuda, on the 20th commemoration hosted at Songa genocide memorial site, the killers were soldiers from ESO (Ecole des Sous Officiers), communal policemen, gendarmes from Nyabisindu, Interahamwe militia from Rusatira, Ntyazo, Mugusa and Nyabisindu. They used modern and traditional weapons. Killings started at 10am and

[11] *Gashagaza house: a group of Tutsi people have been killed by burning them in Gashagaza house on 24 April 1994.*

lasted until to 3pm. Before mass killing, Tutsi tried to defend themselves by throwing stones and traditional arches and arrows to prevent the entrance of attackers in the compound where they were assembled. Men threw the stones and women and children collected stones and arranging them in heaps. They did the same on 28th April. To not be touched by the crash or shootings victims who were still alive were advised to lay down with the head down. When killers were tired and stopped shooting, survivors organized a plan to escape and seek refuge to Burundi in the south of former Butare prefecture. Some men took the lead to organize the travel. One of the organizers had a whistle to give instructions. Some survivors were already tired and hungry and instead of walking towards Burundi tried to find a place to hide in the bush. The ends of this testimony as the one's of Latifa, is requesting all people who were not concerned and watched everything, to collaborate by showing the remains of victims to be buried and honoring them during commemoration for the sake of healing. They ask to discretely putting an indication where remains of victim are if they fear to be suspected as killers. Apart from these testimonies, there is another testimony of Mustafa, who talked about his journey of discover his family 20 years after genocide. In 1994, 2-3 years old, Mustafa left alone when his mother was killed and thrown in the toilet digging with other people killed at his native hill called Sazange. Mustafa walked in the road alone and was picked up by a car which failed to run over him. He was been placed in the orphanage of Sovu called "Terre des Hommes"in former Huye commune. He was almost 3 years and did not know his name. At the orphanage, they gave him a name and took care of him. At 5 years, he was adopted by a family living in former Gikongoro prefecture in actual Nyamagabe district, Mugano sector. The adoptive father took photos of him when they reached home. With time Mustafa became conscious that the adoptive parents were not his real parents even if they were good. At school he did not perform well and was always isolated. When he was at school, he shared his worry to a friend that he remembered two words Rwagasore and Rusatira. He asked his friend where Rusatira is. He informed him that this area exists in former Butare and promised to accompany him to show him. At the end of semester II in 2013, Musfata came in Butare to find Rusatira area and try to meat Rwagasore. They asked people they met if they know a certain Rwagasore who had a sun of 2 or 3 years during the genocide. After three trials, they found his sister who said strictly that he is her brother. At this moment Mustafa couldn't say a word. The discussion was between the friend of him and his sister. He ended his testimony by thanking his adoptive family and showing them to all present at the commemoration. One participant in this commemoration, a nurse who helped Mustafa's mother give birth to Mustafa, seeing the joy on this boy's face, recounted the story of his birth and told the audience Mustafa's real birth name. All attendees were full of the emotions and the representative of Ibuka gave a cow to the adoptive family of Mustafa for having helped this boy. This testimony has been a great moment of healing to him and other survivors from this region.

4.4.3 THEMES OF REMEMBRANCE

From 1995, each commemoration has a specific message to transmit to all Rwandans and the international community. The themes of remembrance were only in Kinyarwanda and chosen by the Ministry of sports and culture (MINISPOC). The close collaborators in that action of remembrance and commemoration were IBUKA and other survivors' associations spread over the country. CNLG has the mandate to suggest the theme and communicate it to other collaborators before April every year. Then, the official theme is decided in cabinet meetings chaired by His excellence the President of the Republic of Rwanda. Most of the time, these themes are posted on banners located in public places. The singers, filmmakers, poets, dreamers, try to include the theme in developing their arts for commemoration. Some artists are known for their invention. Famous singers Eric Senderi, Munyanshoza Dieudonné alias Mibilizi, Mariya Yohana Mukankuranga, Grace Mukankusi, perform their songs of memory, preserving dignity, peace building during the morning period.

This year, banners portrayed the theme: remember unite renew. Other messages of remembrance were putted on cars of transportation with a band roll in a white color and written in grey color such as "we will remember all the time", "never again to genocide", "let us remember by uniting and helping survivors". Among the official themes of remembrances for early years, we can point out " Let us all join efforts in fighting trauma" for 2010, "learn from our history to shape a bright future" for 2012, and "striving for self-reliance" for 2013. Ongeraho rya Jambo rya Perezida ryari ryibanze kuri ibi bintu, after genocide we chose to be together, we chose to be accountable, we chose to think big, this statement brings energy within the destroyed people

4.4.4 ORAL TRADITION

Oral tradition is another tool of memory and commemoration. It is supported by the writing and recording of narratives. Survivors and other witnesses may present testimonies, songs, films, poems that are alternately used during commemoration period. Musical instruments are fundamental part of culture and memory, and are the essential factors in shaping the identity preserved through memory. Music is recorded and transformed into CD, DVD or films. The messages of these songs reflect the genocidal event and the remedial way to contribute to the healing of survivors, and advocate social justice for an

effective, 'never again' for all humanity. This year Munyanshoza Dieudonné alias Mibilizi was present at Songa with his troop for this event.

The poems and speeches on the event of commemoration emphasize the theme in vogue. The messages transmitted at Karama and Songa 20th commemoration are emphasizing hope to survivors, and remembering by self-reliance. They are also acknowledging the efforts deployed by various actors in preparing commemoration; survivors 'efforts in coping with post genocide effects, the gratitude towards RPF for stopping genocide, the achievement of the government of union in promoting social justice where citizens are equal. Speakers and poets emphasized the shame of burying 20 years after and argued that people who have the information of where remains are need to give this information to honor the dead with decent burials in memorial sites.

It is pointed out that testimonies were tools of healing. The example is the testimony of Mustafa 24 years old revealing the joy of dicovering his siblings and shared the burden he had when he searched for his family during all this period. Through this testimony, it was the first time this suvivor commemorated his losts and met some survivors members of his family. When he expressed his feeling at this ceremony, most of participants cried of joy.None did not know if he was still alive. Some of members of his family believed that he was murdered with other members of the family and thrown in the toilet digging located in the neighbouhood.

5 CONCLUSION

This paper explored genocide prevention strategies involving memory and commemorations. The objectives were to identify the group remembering in Rwanda and highlight what are the tools to safeguard in practice before, during and after the commemoration period.

In this paper, it is pointed out that memory is attributed either to a single individual or to an entire group. For this reason, there must always be a relationship between the personal memories and the collective memory. Also, the only way to truly honor the memory of those who perished in Rwandan genocide is to ensure such events can never occur again.

Both Karama and Songa 20th commemorations had their night plans of vigil, walks of remembrance, prayers, testimonies, poems and speech of the guest of honor.

Both oral tradition and written documents are still used to collect testimonies and in commemoration. The right of culture for Rwandan people is ensured and stated in the policy that Rwandans individually or through various groups, use their mother tongue, and therefore, focus on the social construction of a place, individuals or collectivities with the aim of commemorating them. We found out that all Rwandans are involved in memory and commemoration. An activity which has been dedicated to survivors under the umbrella of IBUKA in the last decade. The date of commemoration is chosen in consultation of all stakeholders involved for every place after the national one celebrated on 7 April. Also, the tools to safeguard the memory found are testimonies, poems, and banners of the annual theme of remembrance, genocide memorial sites, invitation letters, and commemoration day. This research highlighted the role of memory in post-genocide peace building as one of strategy to preventing genocide from occurring again. Another research focusing on keeping testimonies is recommended.

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to thank all who joined people of Karama and Songa for 20th commemoration to honor victims of genocide. Special thanks to those who gave testimonies and who made poems for this event. Free expression of mind is healing and builds a brighter future, please always feel free to share.

REFERENCES

[1] Académie universelle des cultures. (1999). *Pourquoi se souvenir?* Paris: Grasset.
[2] Albright, M. K., & Cohen, W. S. (2008). *Preventing Genocide.* United States of America: The United States Holocaust Memorial Museum.
[3] Association des Etudiants Rescapés du Génocide (AERG). (2009). *Compulation des données sur les sites memoriaux au Rwanda.* Kigali: Not published.
[4] Blanchard, P., & Veyrat-Masson, I. (2011, Novembre 30). *Guerre des mémoires: Un objet d'étude?* Retrieved Septembre 17, 2014, from Tracés. Revue de Sciences humaines: http://traces.revues.org
[5] Executive Secretary of Kinazi Sector. (2014). *Report of kwibuka* . Huye District.

[6] Fussell, J. (1998). *A Glossary of important words and phrases*. Retrieved August 20, 2014, from Prevent Genocide International: http://www.preventgenocide.org
[7] Human Rights Watch. (2000, April). RWANDA. The Search for Security and Human Rights Abuses. *Rwanda Human Rights Watch, 12*(1(A)), 1-27.
[8] ICRC, RESOURCE CENTRE. (2004, January 28). *Preventing Genocide: threats and responsibilities.* Retrieved August 15, 2014, from International Committee of the Red Cross: www.icrc.org
[9] Jerry, W. (2007). *Foundations of qualitative research : Interpretive and critical approaches.* Thousads Oaks: Sage Publications.
[10] Kantengwa, O. (2014, January 31). *How Motherhood Triumphs over Traumahood among mothers with children from Genocidal Rape in Rwanda.* Retrieved June 10, 2014, from Maastricht School of Management: www.msm.nl
[11] Kigali Genocide Memorial centre. (2004, April). *Kigali Memorial centre* . Retrieved December 30, 2013, from Kigali memorial centre web site: www.kigalimemorialcentre.org
[12] Lavenne, F.-X., Renard, V., & Tollet, F. (2005). Fiction, Between Inner Life and Collective Memory.A Methodological Reflection. *The New Arcadia Review, 3*, 1-11.
[13] Marshall, C., & Rossman, G. B. (1999). *Designing qualitative research* (3rd ed.). Thousand Oaks: CA: SAGE.
[14] Minaloc. (Novembre 2002). *Dénombrement des victimes du génocide et des massacres.* Kigali: Rapport final.
[15] Minispoc. (2009). *Concept note for 2010 heroes'day: Inyandiko ngenderwaho y'imyiteguro y'umunsi mukuru w'intwari wo ku ya1/2/2010.* Kigali.
[16] Patrick, J. C. (2012, Winter/Spring). *Memory, Monuments.* Retrieved August 20, 2014, from Academia.edu web site: https://www.academia.edu
[17] Republic of Rwanda. (2009, June 30). National Orders and Heroes. law no.13 bis/2009 of 16/6/2009 determining the responsibilities, structure and functioning of the Chancellery for Heroes, National orders and Decoration of honour. *Official Gazette, no Special*.
[18] Republic of Rwanda. (2010, August 30). the Law 07/2007 of 16th February 2007 for the National Commission for the Fight Against Genocide (CNLG) . *Official Gazette, no 36 bis*, pp. 5-7.
[19] Republic of Rwanda. (2010, September). *Report of Human Right.* Retrieved January 8, 2013, from Minijust web site: www.minijust.gov.rw
[20] Republic of Rwanda. (2014, Februay 1). *Rwanda honours its heroes for the 20th time* . Retrieved September 25, 2014, from Governement of the Republic of Rwanda: http://m.gov.rw
[21] Sacco, N. (2013, January 12). *Understanding the Differences Between History and Memory.* Retrieved September 20, 2014, from Exploring the Past: http://pastexplore.wordpress.com
[22] Scherrer, C. P. (2002). *genocide and crisis in central Africa. Conflict roots, mass violence and regional war.* Westport : Greenwood Publishing Group.
[23] The Kwibuka20 team. (2014). *What is Kwibuka20?* Retrieved May 20, 2014, from Kwibuka: http://www.kwibuka.rw
[24] Totten, S., & Parsons, W. S. (2009). "Introduction," in S. Totten, W.S. Parsons, . *A Centery of genocide: Critical Essays and Eyewitness Accounts*, 3-4.
[25] Trochim, W. M. (2008). *Qualitative Approaches.* Retrieved July 15, 2014, from Social Research Methods: http://www.socialresearchmethods.net
[26] United nations Secretary-general. (2011, March 28). *Only Way to Truly Honour Memory of Those Who Perished in Rwanda Genocide 'to Ensure Such Events Can Never Occur Again', Says Secretary-General.* Retrieved January 20, 2014, from Umuvugizi word press web site: http://umuvugizi.wordpress.com
[27] Willis, J. (2007). *Foundations of Qualitative Research: Interpretive and Critical Approaches.* Thousand Oaks: Sage Publications.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 119-131
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

SAVANNA PRIMARY LIVELIHOODS AT THE EDGE OF LAND DEGRADATION: LINKAGES AND IMPACTS IN GHANA

Peter Dok Tindan

Institute of Distance Learning, KNUST, Kumasi, Ghana

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

ABSTRACT: This paper examines the complex linkages and impacts of land degradation and primary livelihood activities in Ghana, specifically the Talensi District. Though a global challenge, land degradation is a major concern in the District. This is because the processes of land degradation are closely related with the operation of primary activities, which are livelihood sources for people in the District. The study explored the type of livelihood activities affecting land degradation and the impact of land degradation on these activities in that complex interrelationship. Based on the nature of the study, a mixed research strategy was employed in the gathering, analysis and presentation of data. A sample of 150 respondents were randomly sampled and issued with structured questionnaire and semi-structured interview guide for collecting data. Participant observations were also conducted and official statistical data analyzed. The data analysis and presentation involved both inferential statistics and qualitative interpretations of field data. The research findings indicate that agriculture; hunting; illegal mining and wood fuel production relate with the processes of land degradation. Crop farming exhibits a strong interrelationship with land degradation because it is the major livelihood of people in the District. It is argued, that, land degradation has caused low crop yields because of loss of soil fertility. The impact analysis therefore indicates that, there is 'enhanced degradation' of land because of people's struggle to meet their livelihood sources affected by land degradation.

KEYWORDS: Land; Primary; Interrelationships; Agriculture; Perception; Sustainability; Savanna

1 INTRODUCTION

Sound and sustainable environmental management is one of the greatest quest humanity in this century [1]. This concern has become paramount in relation to the management of land because of its contribution to food production, preservation of biodiversity, facilitating the natural management of water systems and acting as a carbon store [2]. However, land degradation has threatened environmental management and the role of land as a vital resource environmental resource for sustainable development of livelihoods worldwide.

It is known that the phenomenon has substantially affected quality and quantity of land in 80 countries on all continents, except Antarctica, and it is especially serious in Africa where 36 countries face dry land degradation or desertification [3]. In a different assessment, the UNCCD indicates that over 250 million people are directly affected by land degradation while additionally some one billion people in over 100 countries are at risk with most of these including many of the world's poorest, most marginalized, and politically weak citizens [4]. The latest estimates by [5] and [6] indicate that 12 million hectares of global lands are transformed into new man-made deserts every year and that one quarter of the world's agricultural land is highly degraded irreversibly.

The impacts from land degradation manifests in various dimension namely desertification, soil erosion, secondary salinization and water logging [7], [8]. But to begin with, it is important to underscore what land degradation is. The scientific literature points out that, land degradation is complex and variedly understood. This is connected with the debate amongst ecologists, agronomists and economists about the 'severity, prediction and impact' of land degradation [9]. It may also be linked with the accession that the understanding of all environmental problems or challenges is complex [10].

Corresponding Author: Peter Dok Tindan

That notwithstanding, [11] define it as a temporary or permanent decline in productive capacity of the land, or its potential for environmental management. In a related sense, [12] see land degradation as an impairment of natural quality of soil component of any ecosystem and this is caused by one or more combination of human induced processes acting upon the land.

Even though the definition by [12] fails to capture the role of natural agents in facilitating land degradation, it is imperative to state that, focus is on human activities because there is an increased and continual recognition of human footprints on land and other natural resources across the globe [13]. Though, the dominant role played by human activities in land degradation is undoubtedly questioned, it must be noted that the processes are broad and complex and it is necessary to examine the various ramifications.

Research and policy over the years in this regard have pointed out that it is not uncommon to presume increased population as the major driver of anthropogenic land degradation. Though there is evidence and cases of positive relationships between population growth and tree degradation [14], such presumptions posit land degradation in the context of Malthusian theory, which argues increased population as the reason for the demise of natural resource [1].

But it is necessary to underscore that increased population density does not necessarily lead to land degradation but it is what the population does to the land that determines the extent of degradation [4] [9]. According to [15] and [14] changing economic activities and opportunities have become source(s) of land degradation and this affects the growth and development of local, national and global economies.

It needs to be highlighted that it is not just the operation of these economic activities per say but the "nature" of their operations. For instance, while agriculture does not necessarily lead to deforestation but how it is operated may lead to deforestation. This is because the impact of agricultural development as a cause of deforestation is tied with subsistent-oriented slash-and-bush cultivation, which involves cutting down of trees for farm lands [16].

According to [17], social and environmental conflicts, population growth, increasing urbanization and industrialization are also known to have accounted for the loss of land, forests and woodlands especially in the developing countries. And these conflicts are often regarding issues on the extent and state of ownership by local communities and formal state institutions. The UN Millennium Project, 2005a also explain that demographic change is the major driver of land cover change: its primary and most direct impact is through opening new land for agricultural, settlement and infrastructural development [18].

Apart from the pronounced impact of these economic and social drivers on land degradation, the impact from natural factors at global, national and local scales cannot be underestimated. For instance, natural forest fires are known to have influenced the state and conditions that affect the resilience of land and its related resources for sustainable livelihood developed. According to [19], the nature and extent of these natural fires have influenced the evolutionary development of climatic conditions such as drought, and to the amount of woody fuels in some ecosystems and drought with typical evidences from Australia [20] and Ghana [21].

On the local scale, it needs to be stated that, land degradation has presented considerably adverse impacts on the usability, capacity and resilience of land to support economic activities in Ghana. It is in this context that, the current study explores the type of livelihood activities affecting land degradation and the impact of land degradation on these activities in that complex interrelationship in the Talensi District of Ghana.

1.1 THEORETICAL FRAMEWORK

Following the above discussion, the theoretical framework of this study establishes that there is a "cause-effect" relationship between land degradation and savanna livelihoods. This relationship is examined by establishing the interrelationship of primary activities which are sources of livelihoods and economic gain within the study area. This is because about 500 million to 1.6 billion people living in rural areas over the globe directly and indirectly derive their livelihoods from the natural environment [22] [23].

It is also viewed that land degradation is real challenge in Talensi District because of the fragility of the environment and the connection with livelihood activities [24] [15]. It is noted according to [9] that the complex interrelationship between land degradation and livelihood activities is a matter of great concern to agronomists and soil scientist as well as development practitioners. This certainly should be of greater concern in the wake of the global call to sustainable environmental management and the need to eliminate degrading processes that reduce the quality of land most irreversibly, since it is a non-renewable resource at human time-scale and this has the capacity to affect human economic activities. Such considerations are much needed for the development of rural districts like the Talensi District because most of the livelihood activities are predicated on natural environment. This is depicted in figure 1.

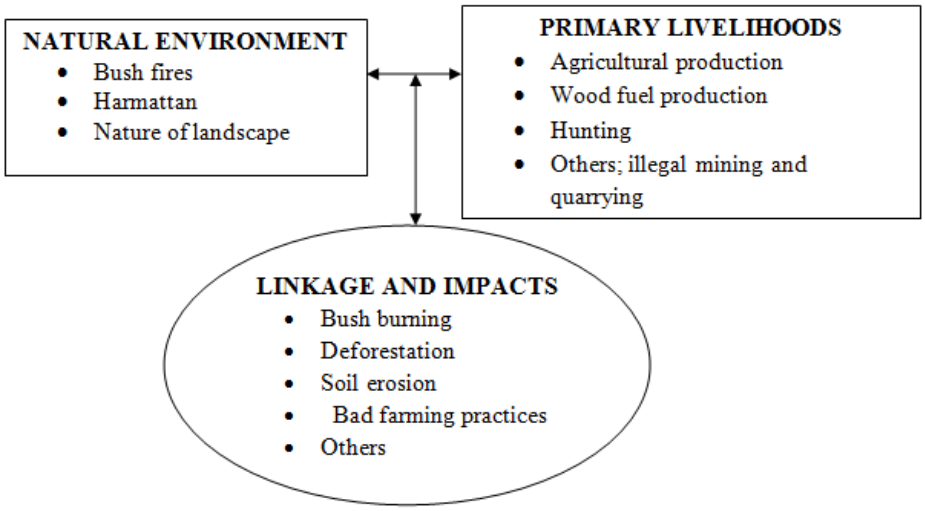


Figure 1: Land Degradation and Livelihood Development: Linkages and Impacts (Author's Construct: Adapted from the Literature Review)

2 PROFILE OF THE STUDY AREA

The Talensi District (TD), located in the Upper East Region, lies between latitude 10^0 15′ and $10^0$60′ North of the Equator and longitude 0^0 31′ and 1^0 05′ and West of the Greenwich Meridian with a total land area of 912 km^2. The population of the district is estimated at 100, 879 with a density of 111 people per square kilometer [24].

Though located within one of most deprived environments of Ghana, the District abounds in natural resources, such as forest, gold, arable land, mountains, hills, and wildlife. The vegetation type in the district is the guinea savannah woodland, with economic trees like the Shea butter (Vitellaria paradoxa); Dawadawa, Baobab (Andansonia digitata) and Acacia sp.; Neem (Azadirachta indica) and Mango (Magirifera indica) being prevalent. It is noted human efforts to utilize the resources have resulted in environmental problems detrimental to the survival of the ecosystems and also for human and physical development.

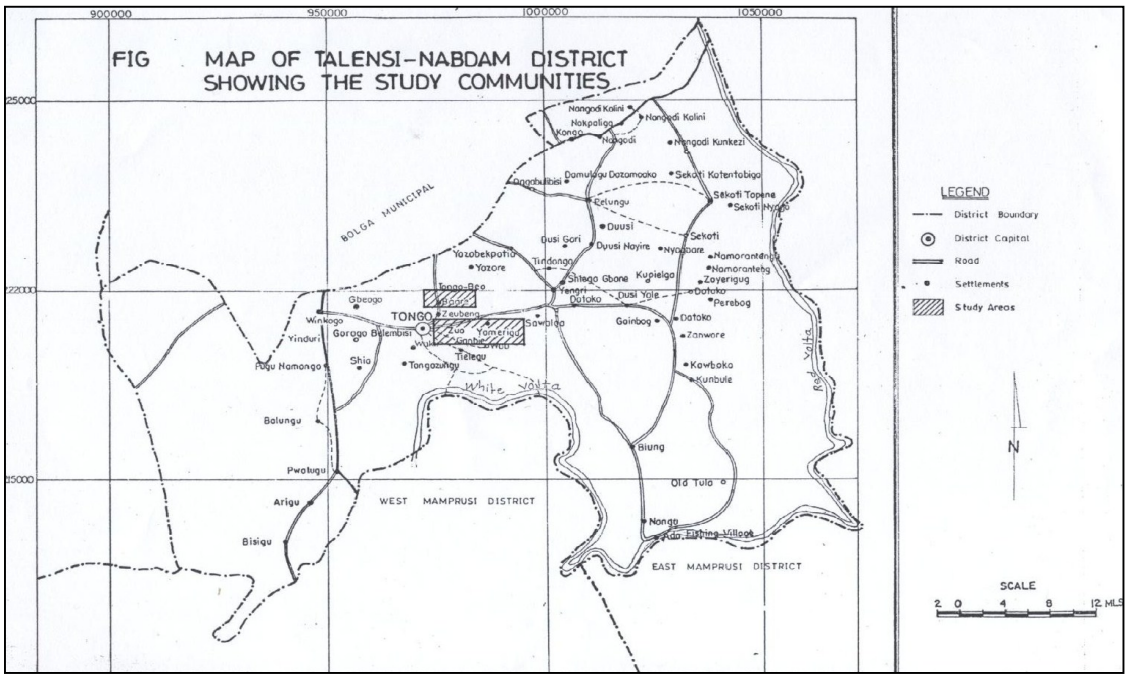


Figure 2: A map of the Talensi district showing the sampled communities in shades

Source: *Department of Geography and Rural Development, KNUST*

3 RESEARCH METHODS

The cross-sectional design was used for this study. The data collected was from both primary and secondary data types; derived from field survey and desk-top studies of official statistical data, peer-reviewed articles, among others. For the field survey, the data was collected at more than one case at a single point in time in order to collect a body of quantifiable data in connection to the two variables which are examined to detect a pattern of association [25]. Though this cross-sectional design emphasizes quantification, a mixed research strategy is used, that involves qualitative methods, for triangulation.

A purposive sample of 140 household pre-coded questionnaires was administered to respondents from five communities namely; Baare, Zeubeng, Gbeogo, Wakii and Yameriga, based on the proportional sizes in terms of area and population. These communities were selected because of the intensity of land degradation incidence caused by operations of economic activities.

The scope of questions addressed were in line with the research objectives. Ten (10) Semi-structured interviews were also conducted with officials of the District Department of Food and Agriculture as the key informant. The semi-structured interviewing provided qualitative data which was also augmented by participant observations. The quantitative data collected were captured and analyzed using the statistical tools in the Statistical Package for Service Solution (SPSS) and qualitative data were analyzed thematically.

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

This section presents the research results which are discussed in tandem with the reviewed literature and background of the study. The essence of these findings cannot be overemphasized because of the implications for policies on sustainable land use and economic development at local, regional and global levels. The discussion is organized in threefold- the first part looking at the perception of land degradation and the second part examines the major livelihood activities in the study and the last part considers the nexus between land degradation and livelihood activities.

4.1 PERCEPTION OF LAND DEGRADATION IN TALENSI DISTRICT

As pointed out earlier land degradation is variedly understood hence the study first sought to establish the local perception of the concept. The research findings generated varied views. For the clarity in explanation, these viewpoints are categorized and discussed under three dimensions of land degradation; *severity; prediction; and impact*. According to [9] the three elements are often used by ecologists, agronomists and economists in their attempt to explain land degradation.

In terms of *severity,* it is realized that [11] define land degradation as a temporary or permanent decline in productive capacity of the land, or its potential for environmental management. It is observed from this definition the severity is measured as to whether there *temporary degradation* and *permanent degradation*. The difference lies in the fact that, a land undergoing temporary degradation still has greater resilience (productive capacity) than the one undergoing permanent degradation.

In relation to the household respondents, they expressed their understanding based on their level of knowledge and experience on the changes that has occurred on the land; not considering the absolute change but the relative changes built on their perception of the landscape profile. This was because most of the household respondents did not understand the technicalities of measuring temporary and permanent degradation as postulated by [11]. Therefore, questioning in this regard sought to identify how they perceived the rate and extent of degradation in their communities as a useful guide to severity. Their opinions were rated from very severe, to severe and less severe. Based on this, 50% of the household respondents opined the land has experienced very severe degradation, 48% observed severe degradation while the remaining 2% observed the land to have experienced less severe degradation.

These rates completely point out land degradation is a real challenge in the district because with the study sample 98% of the household respondents acknowledged the extent of degradation be occurring between severe and very severe and that should be a matter of concern for sustainable land management. This therefore requires responsive and pragmatic actions to combat or minimize the effect on livelihoods which are predicated on land development. In observing the reasons offered to buttress their arguments, it is noted there is a close linkage between identified responses and the value a respondent places on the land and this is in turn related with the livelihood activity one engages in.

The *predictability* element of land degradation was approached by discovering the factors which are direct and indirect sources of the processes of land degradation. As observed in the literature, it was clearly stated that human activities more importantly influence the processes of degradation [13], [12], [15], [9], though the role of natural factors cannot be

completely ruled out. Therefore the views expressed by household respondents on the *prediction* of land degradation were delineated into two broader categories namely human activities and natural factors. This is illustrated in table 1.

Table 1: Predicting the sources of land degradation in Talensi District

Category	Frequency	Percent (%)
Human activities	123	88
Natural factors	17	12
Total	**140**	**100**

Source: *Author (Fieldwork, 2014).*

From table 1, it is reasoned that human activities are producing a toll of processes which directly and indirectly contribute to land degradation within the district. Respondents acknowledged that their land-use activities of varying intensities, has contributed substantively to the severity of land degradation being experienced in the district. For instance, an official at the Agriculture Development Unit, stated his understanding of land degradation as,

'*The destruction of crop or farm land to a point where its value is lost such that it can no longer support the growth of crops'* (Field interviews, 2014).

It is emphasized therefore of the need to redirect current land-use practices towards sustainability in order to secure hope of future land usage and management. This is very vital because extreme climatic regimes and fragile geological formation of soil; are phenomena of the district by virtue of its location within the semi-arid region [24]. Though it is easy to underestimate the influence of natural factors as a vital source of local level degradation, it is imperative to note these work in directly and indirectly with the human influences to activities to cause a continuum of ecological alteration from slight to extreme, especially in arid and semi-arid [26].

The last element on the perception of land degradation is the impact. The impacts from land degradation manifests in various dimension namely desertification, soil erosion, secondary salinization and water logging [7] [8]. In relation to the Talensi District, it was pointed out by respondents and observed personally that there is evidence of visual and physical degradation of the landscape. But a more generic impact as expressed by majority of the household respondents and key informant is the loss of soil fertility or nutrients. This is viewpoint is acclaimed because most of the respondents are farmers and the output from crop production is directly linked with the availability of soil nutrients. This is typified in the following definition of land degradation according to an official at the Agriculture Development Unit as;

'*The excessive use of land for cultivation of crops, livestock rearing and any other practices that reduce the fertility of land without replenishment, leaving the land bare at the mercy of the weather*' (Field interviews, 2014).

Though it is difficult to measure accurately the loss of soil fertility because of changing dynamics of soil with location [27], it is imperative to note that the environmental and economic impacts of loss of soil fertility such loss of soil through erosion, reduced crop yields and incomes for households are identifiable in the communities. While it is generally recognized that most the understanding of land degradation from the impact dimension generally connote "declining productivity of land" [4] [15] [12] [7] [8], in relation to the Talensi district, there seems to be common understanding of its impact as loss of soil fertility, which is a more specific element under the productivity of land. This makes land degradation a confined environmental problem (location specific) must be amended to appropriate technical solutions in the local context [10].

It also helps to clear the doubts regarding the explanations of 'productivity of land', because such a definition is very broad since it encompasses biological, physical and chemical elements of land and this according to [9] has often attracted debates from agronomists, economists and soil scientists. Based on the above analysis, from the Talensi district, it is underscored that land degradation thus perceived as the series of anthropogenic activities coupled with natural influences that cause the destruction of land through loss of soil fertility as well as visual and physical derangement of landscape aesthetics.

4.2 MAJOR LIVELIHOOD ACTIVITIES IN TALENSI DISTRICT

In the Talensi district, it is identified primary economic activities sustain livelihoods and economic development and these livelihood options do subsist on natural resources including land. The major primary economic activities identified include crop farming, livestock rearing, wood fuel production, hunting, illegal mining, gravel and sand winning and quarrying. This is illustrated in table 2.

Table 2: Major Economic Activities in the Talensi District

Type of Economic Activities	Frequency	Percent (%)
Agricultural production	121	86.4
Wood fuel production	8	5.7
Hunting	4	2.9
Others	7	5
Total	**140**	**100**

Source: *Author (Fieldwork 2014).*

It is identified from table 2, that the most predominant livelihood activity is agricultural production as indicated by 121 household respondents (86.4%). This is practiced in two fold namely crop farming and rearing of livestock. The crops that are mainly farmed are food crops which include Maize (*Zea mays*), Millet (*Pennisetum americanum*), Rice (*Oryza sativa*), Groundnut (Arachis hypogaea), Soya beans (*Glycine max*), and Sorghum (*Sorghum vulgare*). These crops are cultivated across the various communities in the district.

Based on the expressions of the respondents, it was realized that, crop farming is much practiced as compared with livestock rearing. The reasons offered are related with the fact that crop farming is the main source of most households' food supply hence it is much preferred. Also, respondents argued that the rampant occurrence of bush burning (*a major process of land degradation as will be discussed later*) destroys the land of the needed pasture for grazing animals especially during the dry season. This has therefore affected the rearing of livestock in the communities.

The high response for agricultural production is because it contributes substantively to household livelihoods development through food supply and income generation. It was however observed that these benefits from agricultural production within the respective communities are engendered towards the males. This is because most of the farms and livestock are owned by the males with their female counterparts only performing assisting roles in farm management except a few who exercise direct ownership. The reasons offered relate with the system of land tenure as practiced in Northern Ghana which accords males with inheritance of arable land than females. As a result, within the household, the males receive the highest share especially income. In comparison it was argued that in terms of agriculture, the livelihood outcomes for the male and female headed households in the communities vary greatly to the advantage of men.

Wood fuel production is yet another major economic activity carried out in the district. Generally, in Africa, more than 80% of rural households depend on wood fuel for their energy requirements and it also serves as source of lucrative local trade [28] and these reasons are similarly expressed by the household respondents engaged in this study. Respondents also identified that inadequate access to alternative energy sources such as Liquefied Petroleum Gas (LPG) and electricity which are scarce in most rural districts in Ghana including the Talensi district accounts for their reliance on wood fuel for household energy supply.

Hunting is also practiced as a primary livelihood activity though by a few people as indicated in table 2. Those who are engaged in this activity expressed that it is a viable source of calories in the form of bush meat for their households' protein requirement, even though the amount derived is insignificant and have to be supplemented with other sources. Lastly, from table 2, 7 respondents (5%) stated to be engaged in other primary livelihood activities. The major examples mentioned under this category included illegal mining- "galamsey"; gravel and sand wining; and quarrying. The individuals who are engaged in these explained that they have derived substantive income from participating in these.

4.3 NEXUS BETWEEN LAND DEGRADATION AND LIVELIHOOD ACTIVITIES

This section now examines in *tandem* the linkages and corresponding impacts of the interrelationship between land degradation and livelihood activities. It needs to be stated that, the accession by [14] that there is relationship between changing primary activities and land cover changes proved to be true with the findings from the Talensi district. As stated earlier, the identified primary livelihood activities do subsist on natural resources including land, and these activities undoubtedly have influenced at length the various processes of land degradation occurring in the district as shown in table 3. It is also noted that, occurrence of these degrading processes have produced adverse effect for the sustainability of primary livelihood activities in the studied communities.

Table 3: Major processes of land degradation in Talensi District

Major causes of land degradation	Frequency	Percent (%)
Bush burning	62	44
Deforestation	32	24
Soil erosion	30	21
Bad farming practice	12	9
Others	2	2
Total	**140**	**100**

Source: *Author (Fieldwork, 2014).*

From table 3, 44% identified bush burning as the most recognized process of land degradation in the district. The occurrence and resulting impact of bushing burning as a process of land degradation is interrelated with peculiar economic activities namely agricultural production, wood fuel production and hunting which are engaged by the local people. Agricultural production is argued by most respondents to be the main sources of bush burning.

Ref. [29] explains that the role of agricultural production in the development of bush burning as a degrading process results from traditional land clearing methods. Majority of the crop farmers acknowledged cultivating on the subsistence level and therefore practice "slash and burn" in preparation of their farmlands being sowing. In a related sense, bad farming practices are highlighted by some respondents as a process of land degradation resulting from directly crop farming in the district. In line with this, it was discovered that most of the arable lands are cultivated continually every year with the same crop types, even though the farmers agreed that, there is either less or no effort to replace the loss soil nutrients either organic matter or chemical fertilizers.

Also, it was observed that because of bush burning, most cultivated lands in the communities are also often left bare or with little surface covering during the dry season as shown in figure 3.

Figure 3: Land bare and impoverished soil from bushing and bad farming practices

Source: *Author (Fieldwork, 2014).*

This practice has facilitated the degrading processes that result from natural factors particularly the impact of wind- the severe North-East Trade, which manifests strongly within northern zones of Ghana and the West African sub-region in general. Cumulative, slash and burn cultivation and bad farming practices have accounted for the loss of soil fertility which is identified by most of the respondents as the generic impact of land degradation as stated earlier.

The interrelationship between agriculture and land degradation in the communities has impacted greatly on local level crop productivity. This is because about 73% of the crop farmers engaged in the study argued to experience reduced crop yield which is attributed to the loss of soil fertility and probably loss of arable land due to erosion. The official statistics on the cultivated areas (measured in hectares) and the average yield (measured in metric tons per hectare) of major food crops in the Talensi district concurrently convey to the claim by the farmers. It is evident from figure 4 that there are observed

reduced crop yield for most of the food crops particularly millet (*Pennisetum americanum*) experienced reduced yields between 2008 and 2010.

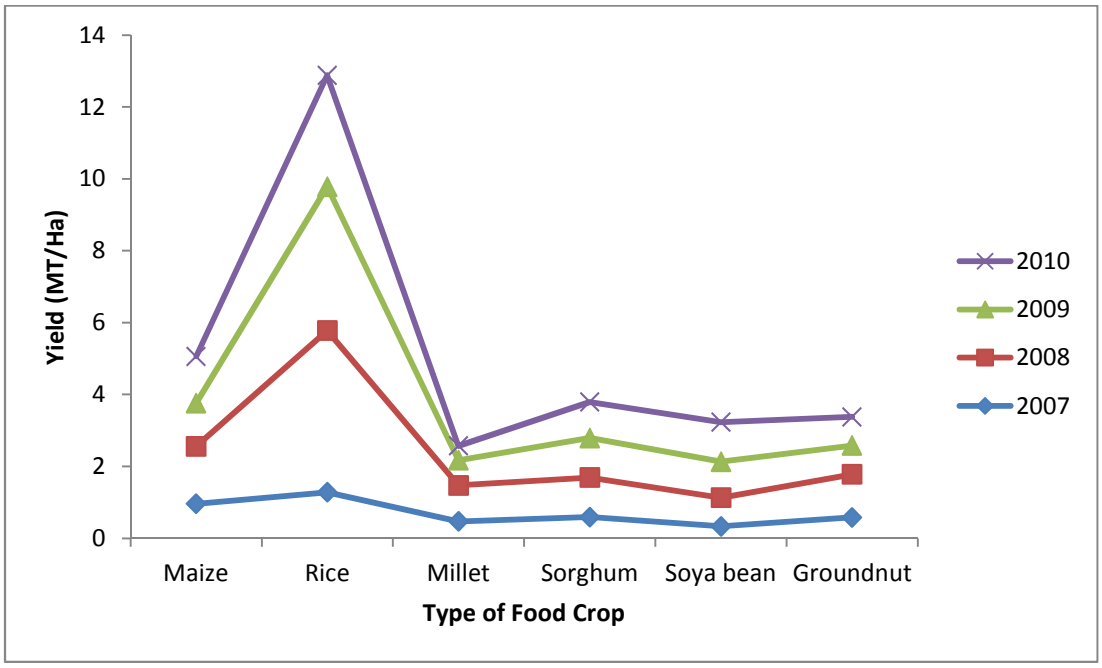


Figure 4: The Yield per Metric tons of Major Food crops in Talensi (Source Agriculture Development Unit (MOFA, Talensi District, 2011).

Considering the general decline in agricultural yields of major food crops, it was established that there are serious food security challenges in the district. This is similar to the view expressed the [15] the linkages between agricultural production and land degradation affect local level sustainable development through food insecurity. Even though agriculture is the dominant livelihood activity within the district as a whole, it is not sustainable and this could aggravate household poverty especially, among the food crop farmers. This is because sustainable livelihood development (in terms of food and income) is essential for poverty reduction. Apart from the impact on households and individuals, reduced crop yields could affect local development efforts in the district, because it is argued agriculture contributes about 75% of the Local Gross Domestic Product (LGDP) [24].

Based on the above analysis, it is evident that the need to ensure food security through improved agricultural productivity is paramount. It is proposed that, two conventional means; agricultural extensification (extensive agriculture) and intensification (intensive agriculture) can be employed in this regard. A perceived and anticipated challenge recognized in employing the former strategy is the fact that expansion of current cultivated areas to include new arable lands may encroach largely to marginal areas like the hill slopes and forested areas particularly at Wakii and Yameriga because of their proximity to these marginal lands. This could lead to enhanced degradation because peoples' attempts to eke a living might lead to encroachment on marginal lands [22].

This is clearly evident in the Talensi district, because of the farmers who are now currently engaged as wood fuel producers and hunters opined that in some case the use of fire has resulted in bush burning and this destroys the fragile ecological system especially the development of trees and shrubs. [19] have explained that depending on the nature and extent of these fires, they can influence evolutionary development of climatic conditions such as drought, and to the amount of wood fuels in some ecosystems and drought. Thus, it is worth noting that the erratic rainfall patterns and increased intensity of drought conditions prevalent in the district are as a result of a seemly evolutionary climate being developed and influenced by bush burning.

Other related effects of bush burning as identified by respondents is the destruction of crops especially in communities around the forested zones, particularly, Yameriga and Wakii. It is also stated that, continuous bush burning has contributed to weakening the soil structure and this facilitates other processes of land degradation like water and wind erosion which are prevalent in the district.

Deforestation is another recognized process of land degradation in the district. It was established that the local level deforestation results directly from human activities in the various communities. The two renowned factors that are source of anthropogenic deforestation include agriculture and wood fuel production and these have substantially affected the savannah vegetation of wood lands and shrubs most especially in two of the studied communities, Yameriga and Wakii.

Though there are no statistics or accurate measurements to estimate the rate and extent of deforestation in the district, it is must be stated the effects of global warming (a major effect of deforestation) are evidently visible and are known to affect the livelihood activities of local people particularly agriculture. This according to [16] manifest in the frequency and severity of drought increases. It is also observed that the removal of trees affected the visual and physical derangement of the landscape aesthetics. Farmers complained of increased evapo-transpiration which contributes to increased dryness of the land and this has also affected crop farming.

Though the signs of desertification are already visible in the Northern savannah regions, it must be stated that the Talensi district stands a greater risk because as [26] point out, intensive crop cultivation coupled with loss of tree cover and extreme climatic variation are known factors influencing desertification. The loss of Shea butter *(Vitellaria)* a valuable economic tree is very much noted in some communities. Another likely impact is the apparent reduction in household energy supply because wood fuel is the predominant energy source being used by many households and small scale food vendors. This can result in increased cost (time and money) because the search for alternatives like LPG and electricity, (which are often very scarce in rural areas in Ghana) is timing consuming and their price charges are relatively high, thus straining demand on households' incomes in the district.

It is inferred from the above analysis that in the Talensi district, there are critical dilemmas to be sorted by both the local people and institutions of forest governance to ensure local sustainable forest management. Thus, it may be appropriate to adopt strategies that support specific changes that will lead to a greater role for enhancement of forests and tree resources and in the development of livelihoods for poor people [22].

Soil erosion is another process identified by 21% of the household respondents and is believed to manifest strongly from agricultural production. As noted earlier, agricultural activities notably intensive cultivation and bad farming practices have facilitated erosion of surface soils. This has often caused the loss of nutrients to support crops and vegetation growth [30]. It is important to state that the resulting impact from soil erosion should not be down played because, Lal (1998) opines that on a global scale, the annual loss of 75 billion tons of soil and its fertility cost the world about US$400 billion per year, or approximately US$70 per person per year [9].

This study is limited in its findings of not being able to estimate the tons of soil and its fertility is being lost in the district each year through the process of erosion. However, official statistics from the Agriculture Development Unit at the District Assembly revealed that there has been decrease in the total cultivated areas for some of the major food crops particularly soya bean and this could be accounted for by the incident of soil erosion. This is shown in figure 5.

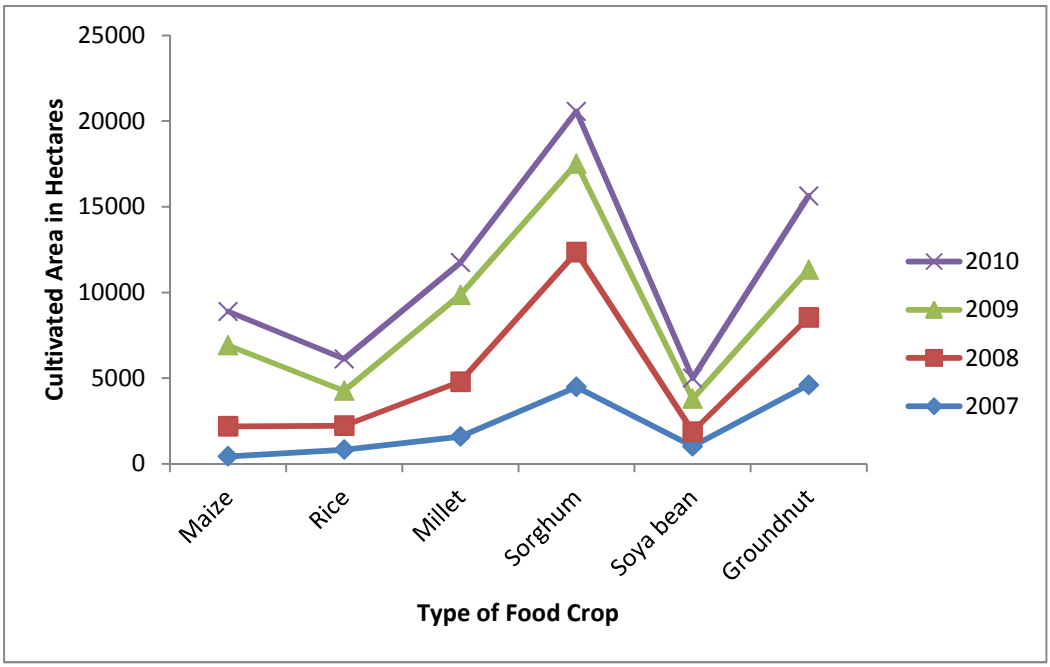


Figure 5: The Cultivated Area in Hectares of Major Food Crops in Talensi (Source Agriculture Development Unit (MOFA, Talensi District, 2011).

It is also inferred that economic development; of individuals, households and the local economy are being challenged critically because the loss of arable land and soil fertility invariably affects livelihood development and poverty reduction efforts as explained earlier. The process of soil erosion is also linked with the operation of illegal mining, gravel and sand wining, and quarrying. Illegal mining is noted to be the prime source of soil erosion in Yameriga where it is practiced.

The methods used are unscrupulous and are adopted without due consideration of soil and geological conditions. According to [31] these conditions should be considered before carrying out any modern mining processes. The surface mining has also contributed to the visual and physical derangement of the landscape as shown in figure 4. In addition, it is argued by such mined lands become impoverished and there is also massive loss of habitats for both plant and animal communities.

Figure 6: Degraded land from Illegal mining activities

Source: Author (Fieldwork, 2014).

There is also evidence of increased soil erosion especially along hill slopes more at Wakii, where the quarrying is being carried out. Other effects from quarrying like increased noise, dust and pollution which could affect animal and plant communities [23] are also noted by respondents in this community. The process of soil erosion is also connected with gravel and sand wining, which is practiced predominantly at Gbeogo.

Figure 7: Gullies formed from excessive sand winning

Source: Author (Fieldwork, 2014).

While economic activities like mining and quarrying (including gravel and sand wining) require license to operate, as a way of permitting processes of good corporate citizenship [23], such processes are currently not pursuit particularly in relation to gravel and sand wining in the district. And though pragmatic measures are being adopted to curb both the current and anticipated degradation, there is a huge challenge because the operations of these activities produce concurrent economic benefits and negative destruction or loss, hence may be considered "necessary evils".

5 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Land degradation is a threat to ensuring environmental sustainability, a global call in this 21st Century in the face of dwindling resources. It is a pervasive environmental problem in the Talensi district, because large portion of the landscape has experienced severe to very severe degradation. Though local climatic variations and geological formation might have influenced the processes, human livelihood activities are very much noted to be highly linked with the degrading processes discovered in this study. Based on the findings, land degradation is conceptually defined as the series of anthropogenic activities coupled with natural influences that cause the destruction of land through loss of soil fertility as well as visual and physical derangement of landscape aesthetics.

It has also being established that agricultural production (crop farming and livestock rearing), wood fuel production, hunting, illegal mining, gravel and sand winning, and quarrying are the identified primary livelihood activities that sustain household livelihood outcomes and economic development in the Talensi district. Because these livelihood options of households subsist on natural resources including land, a "cause-effect" interrelationship is created between the processes of land degradation (which are identified bush burning, deforestation, soil erosion, and bad farming practices) and these activities. Thus, there is the need to review priorities towards local level sustainable development which is critically being affected. And this should include strategies that support specific changes that will lead to a greater role for enhancement of natural resource base and forge the development of livelihoods for poor people.

Diversification of livelihoods and economic development through the Secondary and Service industries are good options to reduce further stress on arable land which is continually becoming infertile. It proposed educative strategies should be formulated and implemented by the District Agriculture Development Unit and Soil Research Institutes, to help farmers reduce the current risk and/or enhance soil fertility. Appropriate application of fertilizers; organic manure, mulching, avoidance of slash and burn cultivation and promotion of agro-forestry can help improve the yield of crops and enhance surface land cover.

Local level environmental management strategies must incorporate due processes to license and ensure good corporate citizenship especially for livelihood activities such as wood fuel production, illegal mining, gravel and sand winning, and quarrying which destroy the aesthetic beauty of the landscape. Also, responsibilities of institutions of resources governance like the Land Commission, Forestry Commission and traditional rulers (Chiefs and Tindanas) should be made formidable not only at the national level but more importantly within the local governance structures in Ghana.

REFERENCES

[1] Gausset, Q. and Whyte, M. A., *Introduction*, in Gausset, Q., Whyte, M.A., and Birch-Thomsen, T. (eds): *Beyond Territory and Scarcity: Exploring Conflict over Natural Resource Management,* Nordiska Afrikanstitutet, Copenhagen, pp.7-22, 2005.

[2] United Nations Convention to Combat Desertification, *The Economics of Desertification, Land Degradation and Drought: Methodologies and Analysis for Decision-Making,* Background Document for UNCCD 2nd Scientific Conference, Bonn, 2013.

[3] Global Environment Facility, *Operation Program on Sustainable Land Management*, 2003. [Online] available at: www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/...7_2003/annex2b.pdf (6 September 2011),

[4] World Meteorolgical Organization, Climate and Land Degradation, *WMO-No. 989,* Geneva, 2005.

[5] United Nations Convention to Combat Desertification, *Land and soil in the context of a green economy for sustainable development, food security and poverty eradication*, Submission of the UNCCD Secretariat to the Preparatory Process for the Rio+ 20 Conference, 18 November, 2011.

[6] Food and Agriculture Organization, *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture, Managing systems at risk*, Rome. 2011.

[7] Food and Agriculture Organization, *Sustainable Land Management in Practice Guidelines and Best Practices for Sub Saharan Africa*, Rome, 2011.

[8] J. Braun, N. Gerber, A. Mirzabaev, and E. Nkonya, *The Economics of Land degradation, An Issue Paper for Global Soil Week, Berlin November 18 – 22, Draft for discussion*, International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington D.C., 2012.

[9] Eswaran, H., Lal, R. and Reich, P.F., *Land degradation: An overview*, 2001. [Online] Available at: http://www.soils.usda.gov/use/worldsoils/.../land-degradation-overview.html

[10] Adams, W. M., *Green Development: Environment and Sustainability in the Third World, 3rd Edition*, Routledge, London and New York, 2009.

[11] S. J. Scherr, and S. Yadav, *Land Degradation in the Developing World: Implications for Food, Agriculture, and the Environment to 2020*, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C, 1996.

[12] Eni, I., *Effects of Land Degradation on Soil Fertility: A Case Study of Calabar South, Nigeria*, Environmental Land Use Planning, licensee InTech, p. 21, 2012.

[13] J. J. McCarthy, Reflections On: Our Planet and Its Life, Origins, and Futures, *Journal of Science (AAAS)*, *326,* 646, 2009.

[14] Wardell, D. A., *Moving the Boundaries of Forest and Land Use History: The Case of Upper East Region in Northern Ghana*, in Gausset, Q., Whyte, M.A., and Birch-Thomsen, T. (eds), *Beyond Territory and Scarcity: Exploring Conflict over Natural Resource Management*, Nordiska Afrikanstitutet, Copenhagen, pp. 168-189, 2002.

[15] United Nations Environment Programme, Global Environment Outlook 4: *Summary for Decision Makers,* 2007, available online *at*: http://www.unep.org/geo/geo4/media/GEO4%20SDM_launch.pdf (9 August 2011).

[16] K. M. Chomitz, *Environment-Poverty Connections in Tropical Deforestation: Discussion notes prepared for Summer Workshop July 7 1999*, WDR on Poverty and Development 2000/01, Stiglitz Summer Research Workshop on Poverty, Washington, 1999.

[17] Food and Agriculture Organization, Global Forest Resources Assessment 2000- Main Report, *FAO Forestry Paper (140)*, Rome, 2002.

[18] United Nations Environmental Programme (UNEP) Africa Environmental Outlook 2: *Our Environment, Or Wealth,* 2006, available online at http://www.unep.org/DEWA/Africa/docs/en/AEO2_Our_Environ_Our_Wealth.pdf (26 November, 2012).

[19] R.W. Gorte and P. A. Sheikh, (2010) Deforestation and Climate Change, Congressional Research Service, March 24, 2010, (Online) available: http://www.fas.org/sgp/**crs**/misc/R41144.pdf (23 March 2012).

[20] Food and Agriculture Organization, "Criteria and Indicators for Sustainable wood fuels", in FAO Forestry, Paper 160*,* Electronic Publishing Policy and Support Branch, Viale Delle Terme di Caracalla, Rome, pp. 5- 11, 2010.

[21] T. F. G. Insaidoo, M. A. F. Ros-Tonen, L. Hoogenbosch, E. Acheampong , Addressing Forest Degradation and Timber Deficits in Ghana. ETFRN News 53: April, 2012.

[22] J. Mayers and S. Vermeulen, *Power from the Trees: How Good Forest Governance can Help Reduce Poverty?*, International Institute of Environment and Development, London, 2002.
[23] The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB, "Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB", 2010
[Online] available: http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=bYhDohL_TuM%3d&tabid=1278&mid=2357 (6 May 2013)
[24] Talensi-Nabdam District Assembly Draft Strategic Environmental Report for the District Medium Term Development Plan under the Ghana Shared Growth and Development Agenda 2010-2013, pp. 13- 81, 2010.
[25] Bryman, A., *Social Research Methods, 3rd edition*, Oxford University Press Inc, New York, 2008.
[26] Getis, A. Getis, J. and Fellmann, J. D., *Human Geography: Landscape of Human Activities,* McGraw-Hill publication, New York, 2005
[27] S. Mantel, and V.W.P van Engelen *The Impact of Land Degradation on Food Productivity: Case studies of Uruguay, Argentina and Kenya, Main report 97 (01),* International Soil Reference and Information Center, Wageningen, 1997.
[28] Food and Agriculture Organization, Forestry Outlook Study for Africa – African Forests*: A View to 2020*. African Development Bank, European Commission and the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2003, available online at: http://ftp.fao.org/docrep/fao/005/Y4526B/y4526b00.pdf (12 September 2013).
[29] P.F. Reich, S.T. Numbem, R.A. Almaraz, and H. Eswaran, Land Resource Stresses and Desertification in Africa, NRCS, 2001, available online at: http://soils.usda.gov/use/worldsoils/papers/desertification-africa.html (12 May 2012).
[30] Keller, E.A, *Introduction to Environmental Geology*, Pearson Education Inc., New Jersey, 2005.
[31] Ayensu, E.S., *Ashanti Gold: The African Legacy of the World's most Precious Metal,* Marshall Editions Development Ltd, London, 1997.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 132-137
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Modeling the Drain Current of a PHEMT using the Artificial Neural Networks and a Taylor Series Expansion

Taj-eddin Elhamadi, Mohamed Boussouis, and Naima Amar Touhami

Electronic and Instrumentation laboratory,
Faculty of Science, Abdmalak Essaadi University,
Tetouan, Morocco

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

ABSTRACT: Artificial neural networks (ANNs) have recently been introduced in the microwave area as a fast and flexible vehicle to microwave modeling, simulation and optimization. The models are fast and can represent EM/physics behaviors it learnt which otherwise are computationally expensive. In this paper a neural network model is developed for a Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor PHEMT (ED02AH-6x30), a transistor of 6 gate fingers, each with a width of 30 µm .An multi-layer perceptron (MLP) structure is used to model the nonlinear I-V characteristics, using a data measurement and the back propagation algorithm with adaptive learning rate and momentum for the training process. The final results are compared with data measurement and a good agreement is obtained between model and data. The accurate model will be used finally to obtain a small signal model for the drain current using the Taylor series expansion.

KEYWORDS: Neural networks, multi-layer perceptron, back propagation algorithm, PHEMT, Taylor series expansion.

1 INTRODUCTION

Microwave transistors (MESFETs, HEMTs, PHEMT and HBTs) are used in majority of devices in modern microwave communication systems (satellite systems, mobile systems, radio-relay, etc.). Development of accurate and reliable models of microwave transistors is one of the basic aspects in design of circuits containing these transistors.

Different equation-based empirical large-signal models have been proposed for the simulation of field effect transistors (FETs) in nonlinear microwave circuits like amplifiers, filters, mixers and multipliers. The majority of empirical models based on empirical measurements to extract the parameters. For GaAs MESFET Curtice, Statz, Materka models are the most used in simulators [1] [2]; many good models have been developed for HEMT and PHEMT devices [3] [4]. However, the existing models with closed-form equations, while good for many existing devices, may not fit well with new devices.

Neural networks, also called artificial neural networks (ANNs), are information processing systems with their design inspired by the studies of the ability of the human brain to learn from observations and to generalize by abstraction. The fact that neural networks can be trained to learn any arbitrary nonlinear input–output relationships from corresponding data has resulted in their use in a number of areas such as pattern recognition, speech processing, control, biomedical engineering etc. Recently, ANNs have been applied to RF and microwave computer-aided design (CAD) problems as well [6] [7] [8] [9].

Artificial neural networks (ANNs) have been in use to replace empirical equations or compact models for a variety of devices such as MESFFT, HEMT and PHEMT [10] [11] [12] [13] [14]. These models are based on an equivalent circuit and require less time for their development compared to compact models and offers many advantages:

- Neural networks can “learn” form measured device data, allowing model development, even when formulae are unavailable.
- ANN based model is simple to extract, easy to build and fast to evaluate.

Corresponding Author: Taj-eddin Elhamadi

In this paper a neural network model is developed for a Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor PHEMT (ED02AH-6x30), a transistor of 6 gate fingers, each with a width of 30 µm .An multi-layer perceptron (MLP) structure is used to model the nonlinear I-V characteristics, using a data measurement and the back propagation algorithm with adaptive learning rate and momentum for the training process. Once the neural network is trained, the drain current can be writing as a mathematical function. The Taylor series coefficients can be extracted by differentiating the ANN mathematical expression as it is n times derivable. The accurate model will be used finally to obtain a small signal model for the drain current.

2 MODELING TECHNIQUE

2.1 MLP NEURAL NETWORK STRUCTURE

A standard multilayer perceptron (MLP) as shown in fig.1 consists of an input layer (layer 1), an output layer (layer N_L) and as well as several of hidden layers [6] [7] [8].Input vectors are presented to the input layer and fed through the network that then yields the output vector. The lth layer output is:

$$z_i^l = \varphi\left(\sum_{j=0}^{N_{l-1}} w_{ij}^l z_j^{l-1}\right) \qquad (1)$$

Where: $l = 2,3,\dots,L \quad \text{and} \quad i = 1,2,3,\dots,N_l$

Where z_i^l and $z_i^{l-1}$are outputs of lth and (l-1)th layer, w_{ij}^l are the weights between the ith neuron in the lth layer and the jth neuron in the (l-1)th layer. The function φ is an activation function of each neuron, the linear function is used in output layer, and sigmoid in hidden layers, the sigmoid is defined as:

$$\varphi(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \qquad (2)$$

The neural network learns relationship among sets of input output data (training sets).First, input vectors are presented to the input neurons and output vectors are computed. These output vectors are then compared with desired values and errors are computed. The training process proceeds until errors are lower than the prescribed values or until the maximum number of epochs (epoch is the whole training set processing) is reached. Once trained, the network provides fast response for various input vectors (even for those not included in the training set) without additional optimizations. Usually, neural networks with different number of hidden neurons are trained, tested and after their comparison, the network with the best modeling results is chosen as the neural model [6] [7].

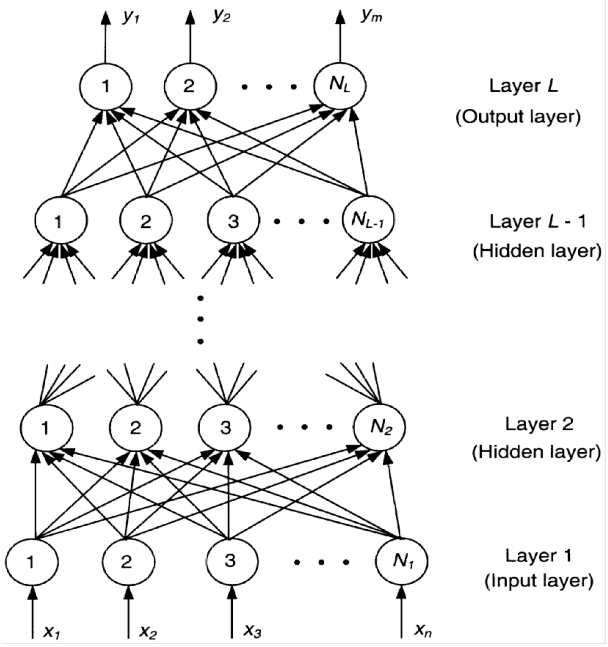


Fig. 1. Multi-layers perceptron (MLP) structure

2.2 THE TAYLOR SERIES EXPANSION OF THE DRAIN CURRENT OF PHEMT

The nonlinear small-signal drain current $\mathrm{I_d}$ depends on both the drain-to-source and gate-to-source bias point $(\mathrm{V_{d0}}, \mathrm{V_{g0}})$ and the drain-to source and gate-to-source dynamic voltages over the bias point$(\mathrm{v_d}, \mathrm{v_g})$. Around a fixed operating point (V_{d0}, V_{g0}) the voltages V_d and V_g can be written as:

$$V_d = V_{d0} + v_d \quad (3.a)$$

$$V_g = V_{g0} + v_g \quad (3.b)$$

The drain current I_d is a function of $(V_{d0}, V_{g0}, v_d, v_g)$:

$$I_d = I_{d0} + i_d = f\left((V_{d0}, V_{g0}, v_d, v_g)\right) \quad (3.c)$$

If the input excitation is small enough, $\mathrm{I_d}$ can be represented in a small interval around the bias point by the following two dimensional truncated Taylor series expansion:

$$I_d(V_d, V_g) = I_{d0} + G_m v_g + G_d v_d + G_{m2} v_g^2 + G_{md} v_g v_d + G_{d2} v_d^2 + G_{m3} v_g^3 + G_{m2d} v_d^2 v_d + G_{md2} v_g\, v_d^2 + G_{d3} v_d^3 \quad (3.d)$$

WhereI_{d0} is the DC current and G_m , G_d … G_{md2} are coefficients related to the n^{th}order derivatives of the I-V characteristic with respect to the instantaneous voltages evaluated at the bias point [15].

$$G_m = \left.\frac{\partial I_d(V_d, V_g)}{\partial V_g}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} ; G_{m2} = \left.\frac{1}{2}\frac{\partial^2 I_d(V_d, V_g)}{\partial^2 V_g}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} ; G_{m3} = \left.\frac{1}{6}\frac{\partial^3 I_d(V_d, V_g)}{\partial^3 V_g}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}}$$

$$G_d = \left.\frac{\partial I_d(V_d, V_g)}{\partial V_d}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} ; G_{d2} = \left.\frac{1}{2}\frac{\partial^2 I_d(V_d, V_g)}{\partial^2 V_d}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} ; G_{d3} = \left.\frac{1}{6}\frac{\partial^3 I_d(V_d, V_g)}{\partial^3 V_d}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}}$$

$$G_{md} = \left.\frac{\partial^2 I_d(V_d, V_g)}{\partial V_g \partial V_d}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} ; G_{m2d} = \left.\frac{1}{2}\frac{\partial^3 I_d(V_d, V_g)}{\partial^2 V_g \partial V_d}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} ; G_{md2} = \left.\frac{1}{2}\frac{\partial^3 I_d(V_d, V_g)}{\partial^2 V_d \partial V_g}\right|_{V_g=V_{g0};V_d=V_{d0}} \quad (3.e)$$

3 THE PROPOSED STRUCTURE AND TRAINING PROCESS

A multilayer (MLP) Neural network perceptron is used to modeling the current drains Id, whose input are Vgs and Vds.The back propagation algorithm with adaptive learning rate and momentum is used for the training process. After training and evaluation of the networks with different number of hidden neurons, a network with tow hidden layers consisting of 5 neurons for each one give the best results, obtaining a good model requires 361 steps (Vds (0V to 5V) and Vgs (-2V to 0.6V)). The relative error for each training sample is given in the fig 2 and the table 1 gives performances of the neural model.

Table 1. Neural model performances

Maximum absolute error	Average absolute error	Average relative error
$\mathbf{0.57\ mA}$	$\mathbf{0.28\ mA}$	$\mathbf{0.6\%}$

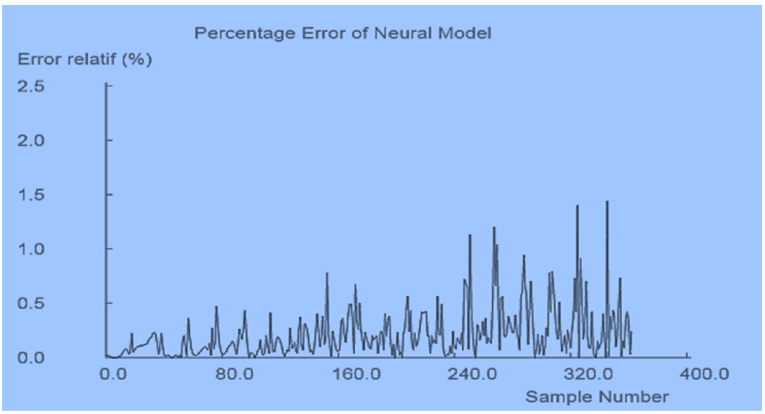


Fig. 2. Relative error for each training sample

4 RESULTS

The model is tested and compared with measurement for deferent valor's of V_{ds} and V_{gs}. Very good agreement can be observed at fig 3.

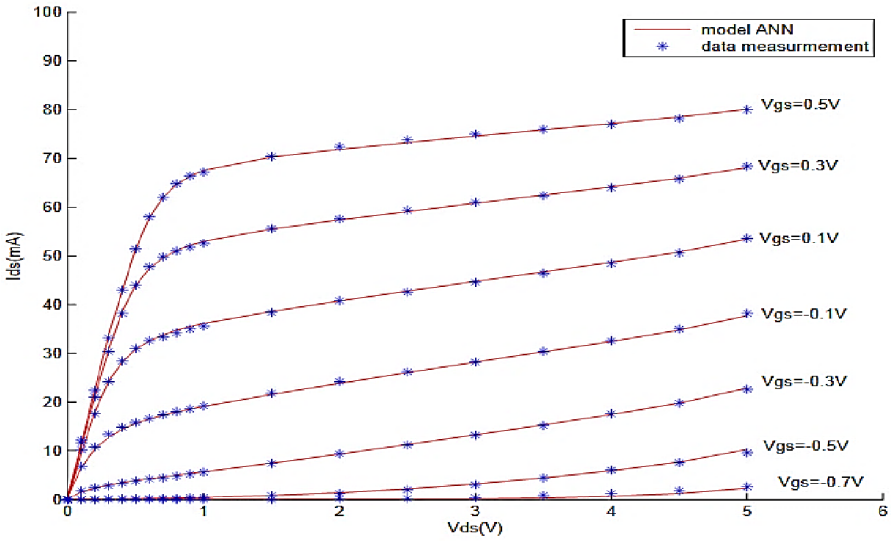


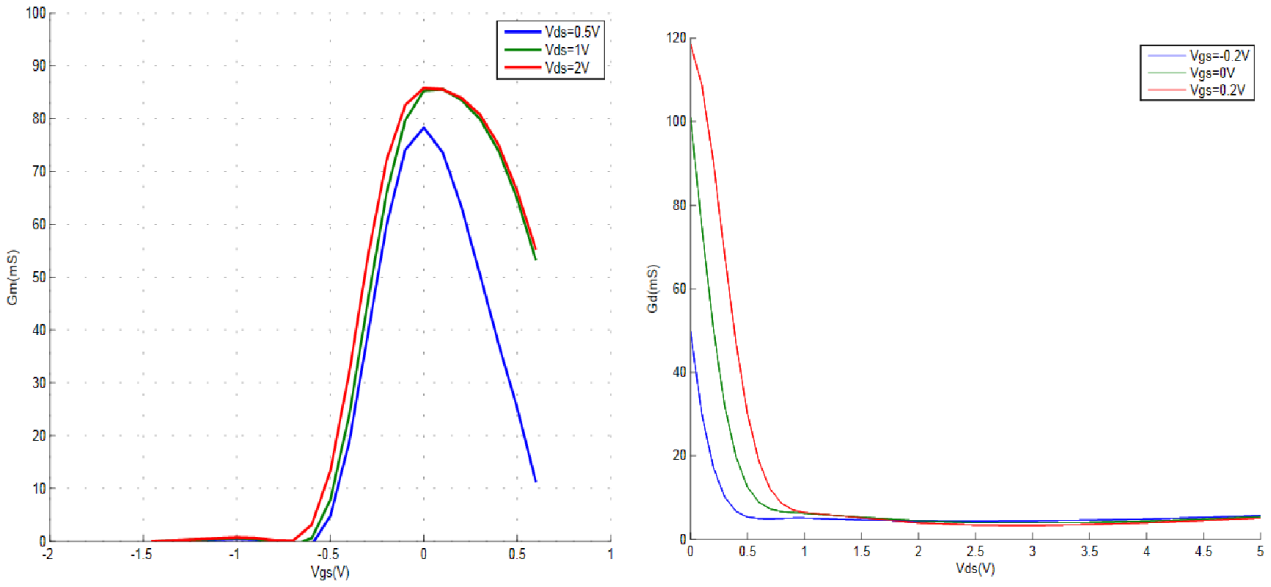
Fig. 3. PHEMT drain-current comparison between ANN model and measurement data.

Once the neural network is trained, the drain current can be writing as a mathematical function. The Taylor series coefficients can be extracted by differentiating the ANN mathematical expression as it is n times derivable. The Figure 4 shows the variation of G_m and G_d as function of V_{ds} and V_{gs}. While the results obtained for G_m and G_d are compared with values obtained by extraction from measured S-parameters, such as shown in Figure 5.

The Taylor series expansion can be deduced for each bias point and we can predict the behaviors of the drain current source in the small-signal situation.

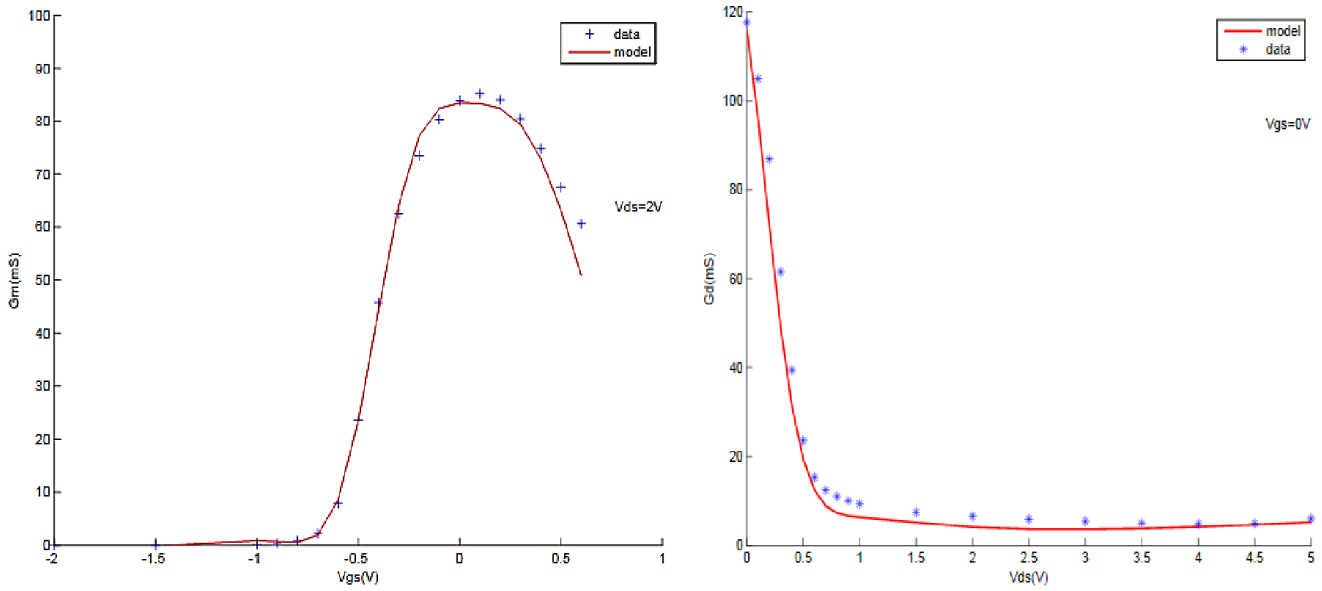
As an example, for $(V_{d0} = 2V, V_{g0} = -0.2V)$ we have:

$I_{d0} = 16.0441mA$; $G_m = 75.3960mS$; $G_d = 4.3436mS$; $G_{m2} = 58.6097mA.V^{-2}$; $G_{m3} = -71.7296\, mA.V^{-3}$; $G_{d2} = -0.1045mA.V^{-2}$; $G_{d3} = 0.0793mA.V^{-3}$; $G_{md} = 4.9209mA.V^{-2}$; $G_{m2d} = -15.355\, mA.V^{-3}$; $G_{d2m} = -1.508mA.V^{-3}$



(a) *(b)*

Fig. 4. (a) the transconductance G_m and (b) the output conductance G_d provided by the proposed ANN model



(a) *(b)*

Fig. 5. (a) the transconductance Gm and (b) the output conductance Gd compared with values obtained by extraction from measured S-parameters

5 CONCLUSION

An MLP structure has proposed for modeling the drain-current of a PHEMT using the back propagation algorithm with adaptive learning rate and momentum for the training process. Good agreement is obtained between model and data measurement. The ANN model mathematical expression is used to obtain the analytical expression of the transconductance, output conductance and all Taylor series coefficients. The behaviors of the drain current source in the small-signal situation are finally modeled by using a Taylor series expansion that can be used in a simulator environment as an accurate and fast model.

REFERENCES

[1] W. R. Curtice, «GaAs MESFET modeling and nonlinear CAD,» IEEE Trans. Microwave theory Tech, vol. 36, pp. 220-230, 1988.

[2] H. Statz, P. Newman, I. W. Smith, R. A. Pucel et H. A. Haus, «GaAs FET device and circuit simulation in SPICE,» IEEE Trans. Electron devices, vol. 34, pp. 160-169, Feb 1987.

[3] S. J. Mahon, D. J. Skellern et F. Green, «A technique for modelling S-parameters for HEMT structures as a function of gate bias,» IEEE Trans .Microwave Theory Tech, vol. 40, pp. 1430-1440, July 1992.

[4] M. C. YAGOUB et H. BAUDRAND, Conception de circuits linéaires et non linéaires micro-ondes, Toulouse: CEPADUES, 2000

[5] B. L. Ooi, Z. Zhong et M. S. Leong, «Analytical Extraction of Extrinsic and Intrinsic FET Parameters,» Microwave Theory and Tech, IEEE trans, vol. 57, pp. 254-261, February 2009.

[6] S. Samarasinghe, Neural Network for Applied Sciences and Engineering, Auerbach Publications, 2007.

[7] Q. J. Zhang et K. C. Gupta, Neural network for RF and microwave design, Boston: ARTECH HOUSE, 2000.

[8] F. Wang, V. K. Devabhaktuni, C. Xi et Q.-J. Zhang, «Neural network structures and training algorithms for RF and microwave applications,» International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 9, p. 216–240, 1999.

[9] H. Kabir, Y. Wang, M. Yu et Q. J. Zhang, «Neural Network Inverse Modeling and Applications to Microwave Filter Design,» Microwave Theory and Tech, IEEE Trans, vol. 56, pp.867-879 April 2008.

[10] Z. Marinkovic, N. Ivkovic, O. Pronic, V. Markovic et A. Caddemi, «Analysis and validation of neural network approach for extraction of small-signal model parameters of microwave transistors,» Microelectronics Reliability, vol. 53, pp. 414-419, 2013.

[11] M. Hayati et B. Akhlaghi, «An extraction technique for small signal intrinsic parameters of HEMTs based on artificial neural networks,» International Journal of Electronics and Communications (AEÜ), vol. 67, pp. 123-129, 2013.

[12] X. Li, J. Gao et G. Boeck, «Microwave nonlinear devices modelling by using an artificial neural network» Semiconductor Sience and Tech, IOP Publishing, vol. 21, pp. 833-840, 2006.

[13] H. Ben Hammouda et M. mhiri, «Neural Based Models of Semiconductor Devices for SPICE Simulator» American Journal of Applied Sciences, pp. 385-391, 2008.

[14] M. H. Weatherspoon, H. A. Martinez, D. Langoni et S. Y. Foo, «Small-Signal Modeling of Microwave MESFETs Using RBF-ANNs,» Microwave Theory and Tech, IEEE Trans, vol. 56, pp.2067-2072 October 2007.

[15] S. M. Sze et K. N. Kowk, Physics of semiconductor devices, third edition, Wiley, 2007.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 138-148
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Determinants of Software-as-a-Service Adoption and Intention to Use for Enterprise Applications

Lisa Y. Chen

Associate Professor, Dept. of Information Management,
I-Shou University, Kaoshiung, Taiwan

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

ABSTRACT: With the increasing popularity of cloud computing, many vendors have entered the software as a service (SaaS) market to provide new services and applications. Although cloud computing services make new demands and seek added value through the Internet, SaaS is still in the early stages of development, and is subject to build a cloud environment so the development is limited. However, the adoption of cloud computing services still remains very low in Taiwan. Research has been carried out to explore issues related to the cloud computing services, but there is still a lack of research in this field and research of cloud computing services remains extremely limited, thus offering insufficient evidence as to how effective adoption and successful diffusion of advanced information systems is explicitly excluded in the context of cloud computing services. Therefore, this study intends to explore the identified factors affecting the adoption of cloud computing SaaS in Taiwan by developing a comprehensive research framework. This study adopted technology acceptance model (TAM) to explore the relationships between constructs and their effect on users' intention to use SaaS. Data was collected using a self-administered survey to test the hypotheses. This study used SPSS to compute descriptive statistics. The proposed model was then estimated using the partial least squares (PLS) regression technique and SmartPLS 3.0 to analyze the measurement and structural models. The results of the analysis supported all hypotheses. Some recommendations and identify limitations of this study were provided for future research.

KEYWORDS: Software-as-a-Service, SaaS, Enterprise Applications, cloud computing, Internet.

1 INTRODUCTION

In The increasing popularity of cloud computing and availability of transform service solution has enabled a convenient, on-demand network for business to drive new technologies and access to new markets. Cloud computing empowers IT through flexible, automated infrastructures, new on-demand service models and new levels of IT efficiency. The emerging adoption of cloud computing has become a way to reduce costs, improve services and simplify management. Cloud computing allows enterprises using computing resources such as hardware and software to deliver a service over the Internet [1]. The cloud computing technology stack and its customization and permeability across the enterprise are the primary factors that are revolutionizing the economics of cloud computing. The agility of the cloud computing stack is also re-ordering the capital expense spending levels of companies, drastically reducing them as these series of technologies make it possible to subscribe to only those applications and features that deliver the greatest value to a given business or process. The inherent advantages of cloud computing and the agility of configuration for the applications lead to greater levels of customer satisfaction and greater user intention to adopt advanced technologies [2].

Cloud computing delivers valuable contributions to an enterprise, particularly SaaS—an attractive model for small and medium enterprises (SMEs) that try to cut costs and at the same time increase the flexibility of their IT environment. According to Gartner Research [3], 77% of respondents expected to increase spending on SaaS, while 17% plan to keep spending the same. More than 80 percent of respondents in Brazil and Asia/Pacific indicated more spending on SaaS applications over the next two years. The US and European countries were not far behind with 73% of US respondents and

71% of European respondents intending to increase spending on SaaS [4]. With adoption of SaaS for enterprise applications on the rise worldwide, including Asia-Pacific, SaaS revenue in the region is expected to jump to $934.1 million USD from $730.9 million USD in 2011. In 2012, Gartner research reported that global SaaS revenue would grow 17.9 percent to reach $14.5 billion USD, up from $12.3 billion USD the year before [5]. In general, cloud computing is a marketing term and is known as cloud technology, cloud applications, or cloud-based services that provide computation, software, data access and storage services, which do not require end-user knowledge of the physical location and configuration of the system that delivers the services [6]. A parallel to this concept can be drawn with the electricity grid; wherein end-users consume power without needing to understand the component devices or infrastructure required to provide the service. More specifically, cloud computing allows businesses to use applications from the provider without installation and access their personal files at any computer with Internet access [7]. This technology allows business for much more efficient computing by centralizing data storage, processing and bandwidth. Thus, the user has no control on the internals, but is just able to use these resources as he receives them.

Despite cloud computing services' increasing significance in the nascent and fast-growing market, there is evidence of significant gaps between expectations and the experiences of enterprises. Although research has been carried out to explore issues related to the cloud computing services, there is still a lack of research in this field, and research of cloud computing services remain extremely limited, thus offering insufficient evidence as to how effective adoption and diffusion of information systems success is explicitly excluded in the context of cloud computing services. Therefore, this study intends to explore the determinants of users' intention in SaaS cloud computing services adoption. Considerable prior research endeavors to examine the effectiveness of Technology Acceptance Model (TAM), evaluation and acceptance. Many researchers endeavor to explore various relationships focused on integrating TAM as well as extensions and tests of their model [8].Therefore, based on the theoretical foundation of TAM [9], this study examines the extent to which enterprise employees' perception of their understanding the cloud computing SaaS services and determines the factors how it affects user intention. To achieve the above objectives, a review of the relevant literature is presented as groundwork in the next section. Section 3 describes the research model and the hypotheses to be tested. Section 4 facilitates discussion on research methodology; section 5 explores the conclusions, the limitations, and solutions of current research work.

2 THEORETICAL BACKGROUND

2.1 SAAS CLOUD COMPUTING SERVICES

The pervasive nature of cloud computing is reordering the economics of software and the balance of power in enterprises. As cloud computing continues to proliferate, cloud computing represents a fundamental change in the way information technology (IT) services and it has been exploding in popularity in today's business world [10]. Software-as-a Service (SaaS) is the most-commonly used delivery model in the cloud computing services and rapidly gaining adoption in enterprises. The economic benefits of using SaaS cloud computing are making its applicability pervasive and widely adopted, as enterprises can subscribe to only those features and applications they find of the most value. SaaS intends to provide a method for cost-effective software application delivery to business and general users. With SaaS, businesses can consume applications that are hosted online, enabling them to lower their costs by paying only for what they use, enjoy seamless and painless upgrades in functionality, and integrate easily with their existing data and systems. The consumer does not manage or control the underlying cloud infrastructure including network, servers, operating systems, storage, or even individual application capabilities, with the possible exception of limited user-specific application configuration settings [11].

The SaaS layer of the cloud computing stack is also where the majority of enterprise software companies deliver their applications including those that are ERP-, CRM- and SCM-based. The cloud technology stack has made this customization and tailoring of enterprise software applications possible. The degree of customization is particularly appealing to large-scale enterprises that have in the past been forced to use monolithic, difficult to customize ERP, CRM and SCM applications. The inherent advantages of cloud computing and the agility of configuration for the applications lead to greater levels of customer satisfaction and greater user intention to adopt advanced technologies [12] [13]. Arinze and Anandarajan [14] indicated that there are statistically significant higher levels of satisfaction and intention to with cloud-based applications relative to their on-premise counterparts precisely due to the greater levels of customization and tailoring to specific internal needs. Benlian and Hess [15] examined the value that was being offered to people who chose to use SaaS, as that would help them to determine the future potential of SaaS as it related to the IT industry. However, the majority of the arguments that lean in that direction have been made by individuals who believe that SaaS is not offering the level of value that was originally expected of it. The main reason they feel that SaaS is lacking in value is because there were many problems with the deployment of it in the beginning. At that point, there was a concern that the application would not work well because it was not ready when it was first made available. Many people who have trouble with a software application in the beginning

will not return to the application later to see if it has improved. SaaS can be considered a part of the nomenclature of cloud computing along with IaaS and PaaS. SaaS provides the user with access to the created applications or services that are operating in the cloud [16].

The use of cloud services is a groundbreaking alternative that enables organizations to pay only for what they use with regard to computing and network resources, rather than having to invest in upgrading data centers, not to mention hiring requisite staff to deal with all the hardware and software. Cloud computing services enable enterprises to focus on other aspects of operations by freeing up key resources previously dedicated to other IT service. It enables convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources to offer users needs from word processing software to email, and deliver to the user through the Internet rather than requiring that a software program be installed on a computer hard drive [17]. Although SaaS does have its drawbacks, but there are many benefits that can be had for the right company at the right time, and with the right application. Because there are a number of risks that have to be calculated, it is not possible to say whether SaaS will be a good fit for all companies or IT applications. Instead, it is only possible to address what has been discovered about SaaS and what current IT professionals think about what it has to offer. There is generally always some fear when it comes to change, and that is true with technology as much as anything else. When companies are fearful, they will hold off on trying SaaS, even if they see that there is ease of use and usefulness available to them [15]. In the present study, the cloud is the new operating system and services are the new applications for enterprises. Based on the TAM, this study seeks to measure SaaS cloud computing services adoption success. The following offers a brief discussion of the importance of the TAM, and how it measures the success or effectiveness of operating systems and services in SaaS cloud computing services.

2.2 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL

Technology acceptance model (TAM), introduced by Davis [13], was created based on the aforementioned theory of reasoned action (TRA) [18] to explain system use and to measure technology acceptance. Perceived usefulness is vital to a business when considering whether to adopt a new technology [19]. If it is not believed that using the new technology will enhance job performance, the person will not find the technology useful enough to adopt it [20]. There are exceptions to this rule, of course, but that is generally the case with most people and most companies. The ease of use of the new technology also matters. A person does not want to go from using something he or she is used to working with to something that is complex, complicated, or difficult to deal with [19]. There would be no real point to doing that unless there was a large benefit, and most people do not or cannot see a benefit if they are going to have to learn a lot of new information and spend a lot of time determining how to work new technology. The new technology should make their lives (and jobs) easier right from the start, or it has a low chance of getting adopted [20]. Through the use of the TAM, however, it provides links to explain how external variables influence beliefs, attitude, behavioral intention to use, and the actual usage. TAM also proposes that actual use of a technology system is affected by external factors through mediated effects on perceived usefulness and perceived ease of use. Figure 1 depicts the original TAM by Davis [13].

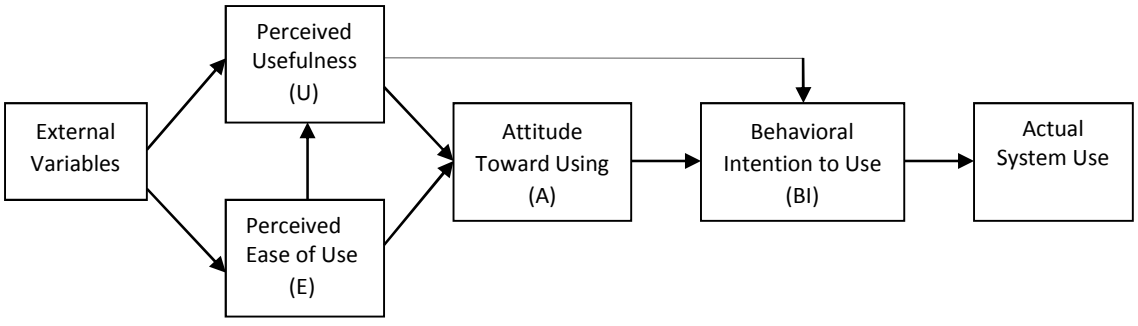


Fig. 1. The original technology acceptance model (TAM) (Davis, 1989)

By using the TAM a company can make a determination about SaaS and whether it will be a good fit or something that would be better left alone [19]. Having information in the cloud is not for everyone. It is difficult to argue that there is ease of use there, because there is no need to store anything on the company's servers. That uses less space, and the data retrieval is very easy.

3 RESEARCH MODEL AND HYPOTHESES

The conceptual framework related to the background and motivation of this study from a review of prior, relevant literature on cloud computing SaaS service is constructed and represented in Figure 2. As shown in Figure 2, this study builds on the prior technology acceptance research by adopting a new technology. Therefore, this affecting the adoption of cloud computing SaaS service by examining the relationships that comprise the TAM. The extended TAM was served as the theoretical framework to explore the identified factors affecting the adoption of cloud computing SaaS service. The research model included three independent dimensions, cost effectiveness, and information security and privacy, convenience. These constructs were hypothesized to predict user intention through moderators of perceived usefulness and perceived ease of use. Perceived usefulness is also influenced by perceived ease of use. Accordingly, perceived usefulness and perceived ease of use are the two factors affect the user intention for adopting SaaS service, and the user intention.

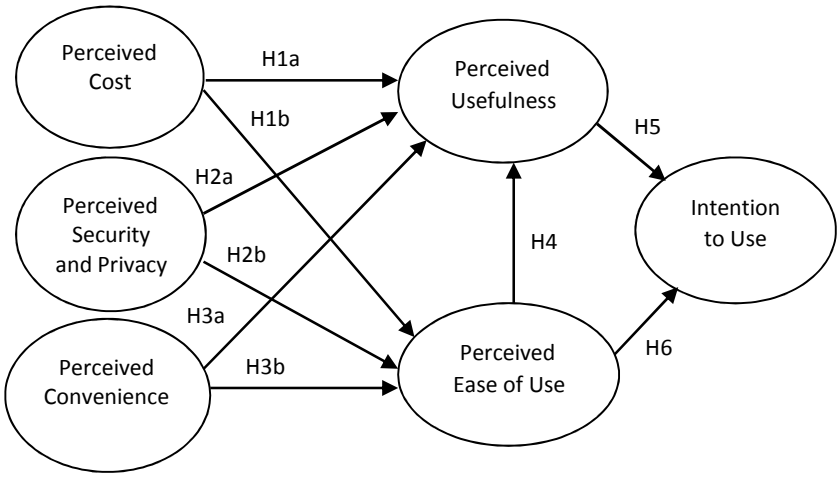


Fig. 2. The research model

3.1 PERCEIVED COST, PERCEIVED USEFULNESS, AND PERCEIVED EASE OF USE

Perceived cost is an important issue in the SaaS cloud computing services in which companies has the capability to pay for service. Fernando et al. [6] proposed that the effective use of a cloud computing service is the gap between customers' expectation and their perception of service. There are many valid reasons to use SaaS. One of them is the cost; since it is much less expensive to use SaaS once it has been deployed and implemented by the company. That is generally true of cloud based applications, but they are not always the right choice for a particular company's needs [15]. Once SaaS is up and running for a company it is generally not too costly, but until that takes place there are many costs involved [20]. However, perceived cost is the concerns associated with the costs of purchasing the necessary equipment for the use of virtual reality. Perceived cost is the perceived quantifiable costs of acquisition and use of technology. Perceived cost is defined as the extent to which a user believes that using mobile banking services will cost money [21]. Pantano and Pietro [22] indicated that users' belief of the cost concerning the new technology usage. If it is high, they will unwilling to the effective usage, thus high cost of value-added service provided by the technology would be negatively affected their intention to adopt the technology. In addition, perceived usefulness is particularly important in predicting intentions to continue using the technology. Thus, the usefulness is a serious question because of the security concerns and the cost of implementation and deployment [20]. However, based on the above discussion, this study seeks to test the following hypotheses:

H1a: Perceived cost negatively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services.

H1b: Perceived cost negatively affects perceived ease of use with SaaS cloud computing services.

3.2 PERCEIVED SECURITY AND PRIVACY, PERCEIVED USEFULNESS, AND PERCEIVED EASE OF USE

The usefulness is a serious question because of the security concerns and the cost of implementation and deployment. The security concerns are very important for many companies, especially those that have sensitive data stored. When they keep it on their servers they are able to carefully control who has access to it. They also know the security measures that are

being taken and the programs that are being run [20]. Security concerns regarding the cloud computing such as virtualization, control, and associated data integrity, shuffling of data, and data integrity concerns at remote places. Thus, prevention security or innovations methods require to be adopted to ensure about system of enhanced and security of information. The security must protect information from an authorized access to other users and to outside parties, while information is in the cloud provider and also information is in the passing in internet among the user and provider [23]. However, many studies indicated that privacy and security concerns were found to be important barriers to use online services. Kalakota and Whinston [24] defined that security is a threat which creates "circumstances, condition, or event with the potential to cause economic hardship to data or network resources in the form of destruction, disclosure, modification of data, denial of service and/or fraud, waste and abuse". Lallmahamood [25] defined that perceived security and privacy is users' perception of security protection against threats and control of their personal data information during the online activity. Thus, the following hypotheses are proposed.

H2a: Perceived security and privacy positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services.

H2b: Perceived security and privacy positively affects perceived ease of use with SaaS cloud computing services.

3.3 PERCEIVED CONVENIENCE, PERCEIVED USEFULNESS, AND PERCEIVED EASE OF USE

Rahimli [23] indicated that the convenience of doing large computation fast on demand can save user and organization cost and times and because of the more fast response time feasible with processors on the cloud computer. Revels et al. [26] argued that users' ability to access web service at their own convenience anytime anywhere clearly highlights the usefulness of the service. If users understand that they can constantly connect to the service whenever required, they are more likely to perceive the service as useful. This, in turn, will result in satisfaction with the service and increase the likelihood of them using the service. Davis [13] perceived ease of use is defined as "the degree to which and individual believes that using a particular system would be free of physical and mental effort." Perceived usefulness is defined as the degree to which an individual believes that using a particular system would enhance his or her job performance. Yoon and Kim [27] defined perceived convenience as a level of convenience toward time, place and execution that users perceive when using the specific technology to complete a task. Chang et al. [28] also defined perceived convenience as a level of convenience toward time, place and execution that users feel when performing a task. As demonstrated in many studies, it is expected that cloud computing services can provide beneficial information to users, enhancing their time and cost savings, while offering the ability to support users more efficiently. Thus, users will adopt SaaS cloud computing services if they believe that SaaS cloud computing services will benefit them in their ability to obtain their desired performance. Thus, the following hypotheses are proposed:

H3a: Perceived convenience positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services.

H3b: Perceived convenience positively affects perceived ease of use with SaaS cloud computing services.

3.4 PERCEIVED CO PERCEIVED USEFULNESS, PERCEIVED EASE OF USE, AND INTENTION TO USE

Lu and Su [29] analyzed users' perceptions and the factors that influence adoption of the technology. Their model predicts that individuals will use a system if they perceive that the useful benefits of the system are greater than the effort required to use it. In keeping with some prior research, usefulness exerts a significantly positive influence on behavioral intention to use. Suki [30] stated that perceived usefulness is a main determinant of usage behavior and intention to use the technology. Users' experience with using the technology to conduct various tasks can invoke a deeper understanding of its characteristics, which can assist the user in forming cognitions about its overall usefulness. Arguably, the user will be more willing to effectively integrate the technology within his or her work environment as well as experiment with the technology in applying it in novel ways in his or her work as the perception regarding usefulness of the technology [31]. However, Rahmath and Hema [32] defined perceived usefulness as the extent to which a user deems a particular system to enhance his or her job performance. Perceived ease of use is the perception of the degree of effort the user needs to use the system or service. The system use is directly determined by behavioral intention to use, which is in turn influenced by user's attitude toward using the system. Chi et al. [33] indicates that intention to use is an instrument in measuring the strength of a user's willingness to use an innovative technology. Thus, the following hypotheses are proposed:

H4: Perceived ease of use positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services.

H5: Perceived usefulness positively affects intention to use SaaS cloud computing services.

H6: Perceived ease of use positively affects intention to use SaaS cloud computing services.

4 METHOD

4.1 MEASURES

The extension study reviews the literature to gather pertinent or established research in building up a well-tested framework and validated scales for the measures of constructs. A detailed methodological framework then developed to provide a sound theoretical basis to guide the process of analysis and synthesis. A self-administered questionnaire is used as a quantitative evaluation method for data collection. Each construct is measured with multiple items that are adapted from previous studies on a five-point Likert scale in the questionnaire, ranging from "strongly disagree" to "strongly agree" (a translation to local language is provided). The operational definitions of each construct are described below in Table 1.

Table 1. The operational definitions for each construct and resources

Construct	Operational definition	Resources
Perceived cost	Perceived cost is defined as a user belief of the cost concerning the SaaS cloud computing usage.	[22] [34]
Perceived security and privacy	Perceived security and privacy is defined as users' perception of protection against security threats and control of their personal data information during use of SaaS cloud computing service.	[25] [24]
Perceived convenience	Perceived convenience is defined as a level of convenience toward time, place and execution that users perceive when performing SaaS cloud computing services.	[26] [27] [28]
Perceived ease of use	The degree to which users believes that a SaaS cloud computing services would be free of effort.	[13] [35]
Perceived usefulness	The degree to which users believe that the perceived value of SaaS cloud computing services can increase their usefulness to meet the specific needs of individuals.	[13] [32]
Intention to use	Intention to use is the degree to which users are inclined to use applications or services offered in SaaS computing services.	[36] [37]

4.2 SAMPLE AND DATA COLLECTION

In this study, surveys will be conducted to obtain information that is needed to support the accomplishment of audit objectives. Pre-tests will be carried out to verify the reliability and validity of a self-administered questionnaire in order to amend the results. Pre-test questionnaires for 50 professional participants including subject matter experts, IT professionals, and business decision makers who are involved in the adoption of cloud computing technology and related services will be administered. The final version of the questionnaire will be employed to examine the perception of employees, decision makers, or business managers at Taiwan's enterprise companies in manufacturing and service sectors to better understand cloud computing adoption and implementation.

4.3 DATA ANALYSES

After the pilot testing of the revised questionnaire, the Statistical Products, Services and Solutions (SPSS) 20.0 will be used to perform descriptive analysis. This study uses the Statistical Products, Services and Solutions (SPSS) to perform descriptive analysis and the partial least squares (PLS) analytical tool to examine the test the hypotheses of this study by using SmartPLS 3.0. Since cloud computing services is still new and in its infancy in Taiwan, sample size may be one of the major limitations in this study; therefore, PLS is proven to be a suitable method to increase the reliability of this study. Numerous researchers indicate that sample size should be at least 200 for adequate analysis [38]. In this study, a total of 207 usable responses were collected. Table 2 illustrates the demographic characteristics of the respondents. It indicated that the sample had 52.7% of males and 47.3% of female; with the majority of respondents had undergraduate degree. Over 41.5% of respondents were between the ages of 35 and 44, and 30.0% of respondents had work experience between 6-10 years.

Table 2. Factor Loadings, Cronbach's Alpha, Composite Reliability and AVE

Demographic Characteristics		Frequency	Percent (%)
Gender	Male	109	52.7%
	Female	98	47.3%
Age	Under 25	26	12.6%
	25~34	47	22.7%
	35~44	86	41.5%
	45~54	32	15.5%
	55~64	16	7.7%
Occupation	General Manager	51	24.6%
	Computer Engineer	74	35.7%
	sales representative	33	16.0%
	market analyst	18	8.7%
	technician	25	12.1%
	Other	6	2.9%
Work Experience	1~5 years	29	14.0%
	6~10 years	62	30.0%
	11~15 years	36	17.4%
	16~20 years	33	15.9%
	21 and Over	47	22.7%
Education	Undergraduate	94	45.4%
	Master degree	81	39.1%
	Doctorate degree	18	8.7%
	Other	14	6.8%
Monthly Income (NT$)	25000~29999	7	3.4%
	30000~39999	16	7.7%
	40000~49999	47	22.7%
	50000~59999	32	15.5%
	60000~69999	34	16.4%
	70000~79999	28	13.5%
	80000~89999	26	12.6%
	90000 and Over	17	8.2%

The measurement model provides a confirmatory assessment of convergent validity and discriminant validity. In this study, convergent validity is assessed by factor loading and composite reliability measures and the individual item ladings is all higher than 0.5, composite reliability is greater than 0.7, and average variance extracted (AVE) exceeds 0.5 as suggested by Hair et al. [39]. For assessing the reliability of measurement, item-scale correlations are used to test the construct validity of the items with loading greater than 0.5 and Cronbach's coefficient alpha are all higher than 0.8 (See table 3).

Table 3. Factor Loadings, Cronbach's Alpha, Composite Reliability and AVE

Constructs	Items	Loadings	Cronbach's alpha	Composite Reliability	AVE
Perceived cost	PC1 PC2 PC3 PC4	0.9042 0.8644 0.8748 0.8511	0.8980	0.9281	0.7635
Perceived security and privacy	PSP1 PSP2 PSP3 PSP4 PSP5	0.7694 0.7862 0.9327 0.7568 0.8597	0.8823	0.9129	0.6784
Perceived convenience	PV1 PV2 PV3 PV4 PV5 PV6	0.9334 0.9037 0.9018 0.9021 0.8665 0.8040	0.9454	0.9563	0.7854
Perceived ease of use	PEU1 PEU2 PEU3 PEU4 PEU5	0.8010 0.8353 0.9084 0.8232 0.9038	0.9077	0.9315	0.7318
Perceived usefulness	PU1 PU2 PU3 PU4 PU5 PU6	0.8033 0.8205 0.7968 0.8275 0.8044 0.8618	0.9019	0.9245	0.6712
Intention to use	IU1 IU2 IU3 IU4	0.8765 0.8711 0.8660 0.8817	0.8968	0.9282	0.7636

In table 4, results indicated that the squared root of the AVE value of each construct is greater than the correlation between that construct and all other constructs. Overall, the measurement model had adequate reliability and convergent validity.

Table 4. Square root of AVE and correlations of all constructs

Factor	PC	PSP	PV	PEU	PU	IU
Perceived cost (PC)	0.87[a]					
Perceived security and privacy (PSP)	0.2816	0.82[a]				
Perceived convenience (PV)	0.2328	0.7006	0.89[a]			
Perceived ease of use (PEU)	-0.1525	0.5717	0.5116	0.86[a]		
Perceived usefulness (PU)	-0.2142	0.4999	0.4586	0.5897	0.82[a]	
Intention to use (IU)	-0.1528	0.4290	0.3454	0.5966	0.7358	0.87[a]

The results of the path coefficients Beta (β), path significances, and R2 values for the model are illustrated in Figure 3 by using the bootstrap re-sampling method to examine the stability of the PLS. The estimated model explained variance of 68% for perceived usefulness, 61% of the variance in perceived ease of use, and 35% for intention to use. The results indicated three identified factors were significantly associated with perceived usefulness and perceived ease of use, which significantly affected users' intention to use SaaS.

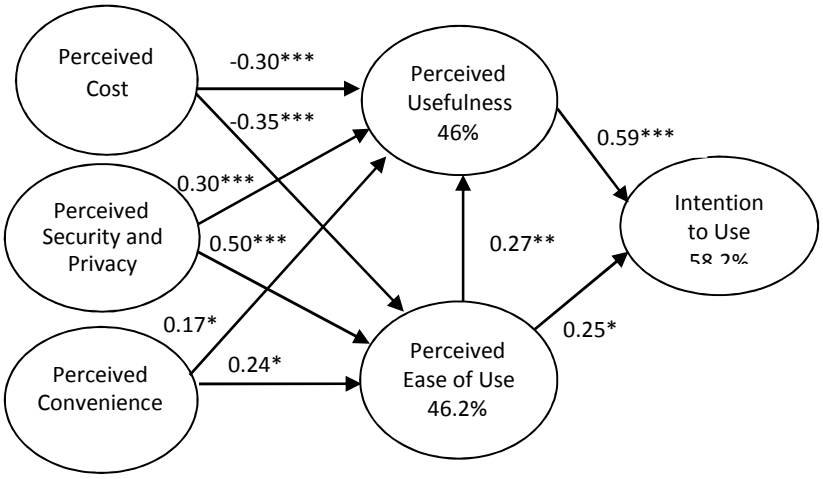


Fig. 3. The result of PLS

Table 5 illustrated the path coefficients for each hypothesized path and the corresponding t-values. For hypothesis 1a and 1b, the result shows that perceived cost negatively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services (Path coefficient of -0.30, p<0.001). Perceived cost negatively affects perceived ease of use with SaaS cloud computing services (Path coefficient of -0.35, p<0.001). For hypothesis 2a and hypothesis 2b, perceived security and privacy positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.30, p<0.001). Perceived security and privacy positively affects perceived ease of use with SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.50, p<0.001). For hypothesis 3a and hypothesis 3b, the results showed that perceived convenience positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.17, p<0.05). Perceived convenience positively affects perceived ease of use with SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.24, p<0.05). Results for hypothesis 4 showed that perceived ease of use positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.27, p<0.01). For H5 and H6, perceived usefulness positively affects intention to use SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.59, p<0.001). Perceived ease of use positively affects intention to use SaaS cloud computing services (Path coefficient of 0.25, p<0.05). As expected, the results of findings showed all hypotheses were fully supported and lend support to the validity of the proposed research model.

Table 5. Results of Hypotheses Testing

	Path Coefficient	**t-value**
Perceived cost →Perceived Usefulness	-0.30	3.9216***
Perceived cost →Perceived Ease of Use	-0.35	5.4419***
Perceived Security and Privacy →Perceived Usefulness	0.35	3.6867***
Perceived Security and Privacy → Perceived Ease of Use	0.50	3.6401***
Perceived Convenience→ Perceived Usefulness	0.17	2.2024*
Perceived Convenience→ Perceived Ease of Use	0.24	2.0458*
Perceived Ease of Use → Perceived Usefulness	0.27	2.5877**
Perceived Usefulness → Intention to Use	0.59	5.8429***
Perceived Ease of Use → Intention to Use	0.25	2.0796*

5 CONCLUSION

This study identified the factors encompassing SaaS cloud computing services that influence the user intention. The results of this study showed that perceived cost negatively affects perceived usefulness and perceived ease of use with SaaS cloud computing services. Perceived security and privacy positively affects perceived usefulness and perceived ease of use with SaaS cloud computing services. Perceived convenience positively affects perceived usefulness and perceived ease of use with SaaS cloud computing services. Perceived ease of use positively affects perceived usefulness of SaaS cloud computing services. Perceived usefulness positively affects intention to use SaaS cloud computing services. In addition, perceived ease of use positively affects intention to use SaaS cloud computing services. The results of this study intend to provide a nascent

understanding of how effectively and efficiently cloud computing services delivers ubiquitous value to firms. The survey of SaaS cloud computing services is to provide a dependable source and practical guidelines for the firm's decision makers to benefit long-term business model development. The relevant results are useful for the reference data sources to identify needs for further research. The study summarized the critical, relevant literature to provide preliminary findings with valuable information and relevant results that are useful reference data sources for readers.

However, the possibility of limitations may be encountered in the research process. The sample data used for this study distributed to the customers of businesses in Taiwan. As is apparent, the use of SaaS cloud computing has just started and is still in its infancy stage; therefore, the small sample size is not a large enough sample size to be generalizable to the population. In addition, random sampling is not guaranteed to produce a sample representative of the sampling frame. Thus, the study sample may not be representative of the sampling frame or target population. In the future, the survey may focus on finding an appropriate sample and including more participants to increase the generalizability of the research while random sampling is a vital part of ensuring the generalizability of the survey results due to the particulars of a population, restrictive eligibility criteria or poor participation. Data collection is an elementary step in survey research that can also be costly and time consuming. To solve these problems, online surveys and questionnaires offer considerable advantages over traditional methods; they are fast and easy and are becoming a popular method of data collection. Since online surveys are less time consuming and more cost effective and can help improve the effectiveness of the research method, the research could leverage existing social networks to obtain necessary free information in order to reduce costs to overcome these limitations.

ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank the editor and anonymous reviewers for their valuable comments and suggestions to improve the quality of the manuscript.

REFERENCES

[1] R. Aoun, C. E. Abosi, E. A. Doumith,R. Nejabati, M. Gagnaire, and D. Simeonidou, "Towards an Optimized Abstracted Topology Design in Cloud Environment," *Future Generation Computer Systems,* vol. 29, no. 1, pp. 46-60, 2013.

[2] R. Bhadauria, and S. Sanyal, "Survey on Security Issues in Cloud Computing and Associated Mitigation Techniques," *International Journal of Computer Applications,* vol. 47, no.18, 47-66, 2012.

[3] Gartner, 2012, *Gartner Says Worldwide Software-as-a-Service Revenue to Reach $14.5 Billion in 2012*, [Online] Available: http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1963815 (September 11, 2014)

[4] S. Phadnis, 2012, *Enterprise software firms adopt SAAS*, [Online] Available: http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2012-11-30/india-business/35484665_1_saas-enterprise-software-adoption (September 10, 2014)

[5] J. Yap, 2012, *APAC to lead SaaS revenue growth in 2012, ZDNet,* [Online] Available: http://www.zdnet.com/apac-to-lead-saas-revenue-growth-in-2012-2062304328/ (September 15, 2014)

[6] N. Fernando, S. W. Loke, and W. Rahayu, "Mobile cloud computing: a survey," *Future Generation Computer Systems,* vol. 29, no. 1, pp. 84-106, 2013.

[7] J. Han, W. Susilo, and Y. Mu, "Identity-based data storage in cloud computing," *Future Generation Computer Systems,* vol. 29, no. 3, pp. 673-681, 2013.

[8] V. Venkatesh, and F. D. Davis, "A Theoretical Extension Of The Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies, *Management Science*, vol. 46, no. 2, pp. 186-204, 2000.

[9] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319-340, 1989.

[10] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang, and A. Ghalsasi, "Cloud computing -the business perspective," *Decision Support Systems*, vol. 51, no. pp. 176-189, 2011.

[11] J. Espadasa, A. Molina, G. Jiménez, M. Molina, R. Ramírez, and D. Concha, "A tenant-based resource allocation model for scaling Software-as-a-Service applications over cloud computing infrastructures," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 1, pp. 273-286, 2013.

[12] H. Awad, "Cloud computing as an operational model for ERP services: Definitions and challenges," *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 8, no. 2, pp. 499-502, 2014.

[13] N. Pilevari, and P. Arbabioon, "Fuzzy Logic Cloud Computing User's Satisfaction Assessment Methodology," *International Academy of Business and Economics,* vol. 11, no. 1, pp. 151-155, 2011.

[14] B. Arinze, and M. Anandarajan, "Factors that Determine the Adoption of Cloud Computing: A global perspective," *International Journal of Enterprise Information Systems*, vol. 6, no. 4, 55-68, 2010.
[15] A. Benlian, and T. Hess, "Opportunities and Risks of Software-As-a-Service: Findings from a survey of IT executives," *Decision Support Systems*, vol. 52, no. 1, 232-246, 2011.
[16] L. Liu, and J. Xu, "Clouds and service-oriented architectures, *Future Generation Computer Systems,* vol. 29, no. 1, pp. 271-272, 2013.
[17] M. Hamdaqa, T. Livogiannis, and L, Tahvildari, "A reference model for developing cloud applications," *In Proceedings of the1st International Conference on Cloud Computing and Services Science,* pp. 98-103, 2011.
[18] I. Ajzen, and M. Fishbein, *Understanding attitudes and predicting social behavior,* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.
[19] V. Venkatesh, "Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model," *Information systems research*, vol.11, no. 4, pp. 342-365, 2000.
[20] M. Workman, "Advancements in Technology: New Opportunities to Investigate Factors Contributing to Differential Technology and Information Use," *International Journal of Management and Decision Making*, vol. 8, no. 2, pp. 318-342, 2007.
[21] L. Alsheikh, and J. Bojei, "Customer's Perceived Value to Use Mobile Banking Services", *International Conference on Management, Behavioral Sciences and Economics Issues, Penang, Malaysia*, 2012.
[22] E. Pantano, and L. D. Pietro, "Understanding Consumer's Acceptance of Technology-Based Innovations in Retailing," *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 7, no. 4, pp. 1-19, 2012.
[23] A. Rahimli, "The Role of the Cloud Provider to Providing Security in Cloud Computing," *International Journal of Research Studies in Computing*, vol. 2, no. 1, pp. 31-43, 2013.
[24] R. Kalakota, and A. B. Whinston, *Electronic Commerce: A manager's guide.* Mass: Addison Wesley, 1997.
[25] M. Lallmahamood, "An Examination of Individual's Perceived Security and Privacy of the Internet in Malaysia and the Influence of This on Their Intention to Use E-Commerce: Using an extension of the technology acceptance model," *Journal of Internet Banking and Commerce*, vol. 12, no. 3, pp. 1-26, 2007.
[26] J. Revels, D. Tojib, and Y. Tsarenko, "Understanding consumer intention to use mobile services," *Australian Marketing Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 74-80, 2010.
[27] C. Yoon, S. Kim, "Convenience and TAM in a ubiquitous computing environment: The case of wireless LAN," *Electronic Commerce Research & Applications*, vol. 6, no. 1, pp. 102-112, 2007.
[28] C. C. Chang, C. F. Yan, and J. S. Tseng, "Perceived Convenience In An Extended Technology Acceptance Model: Mobile technology and English learning for college students, *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 28, no. 5, pp. 809-826, 2012.
[29] H. P. Lu, and P. Y. J. Su, "Factors affecting purchase intention on mobile shopping websites," *Internet Research*, vol. 19, no. 4, pp. 442-458, 2009.
[30] N. M. Suki, "Exploring the Relationship Between Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, Perceived Enjoyment, Attitude and Subscribers' Intention Towards Using 3G Mobile Services," *Journal of Information Technology Management*, vol. XXII, no. 1, pp. 1-7, 2011.
[31] R. Mbarekand and F. Zaddem, "The examination of factors affecting e-learning effectiveness," *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 2, no. 4, pp. 423-435, 2013.
[32] S. Rahmath, D, Hema, "Internet Banking Adoption in an Emerging Economy: Indian consumer's perspective," *International Arab Journal of e-Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 134-151, 2011.
[33] H. K. Chi, H. Y. Yeh, and W. C. Hung, "The moderating effect of subjective norm on cloud computing users' perceived risk and usage intention," *International Journal of Marketing Studies*, vol. 4, no. 6, pp. 95-102, 2012.
[34] P. Luarn, and H. H. Lin, "Towards an Understanding of the Behavioral Intention to Use Mobile Banking," *Computers in Human Behavior*, vol. 21, no. 1, pp. 873-891, 2005.
[35] A. C. Azmi, and N. G. Bee, "The Acceptance of the e-Filing System by Malaysian Taxpayers: A Simplified Model," *Journal of e-Government*, vol.8, no.1, pp. 13-22, 2010.
[36] E. Ko, E. Y. Kim, and E. K. Lee, "Modelling consumer adoption of mobile shopping for fashion products in Korea", *Psychology & Marketing,* vol. 26, no. 7, pp. 669–687, 2009.
[37] J. Aldás-Manzano, C. Ruiz-Mafé, and S. Sanz-Blas, "Exploring individual personality factors as drivers of m-shopping acceptance", Industrial Management + Data Systems, vol. 109, no.6, pp. 739-757, 2009.
[38] H. W. Marsh, K. T. Hau, J. R. Balla, D. Grayson, "Is more ever too much: The number of indicators per factor in confirmatory factor analysis," *Multivariate Behavioral Research*, vol.33, pp. 181-220, 1998.
[39] J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham, and W. C. Black, *Multivariate Data Analysis.* Upper Saddle River, Prentice-Hall: NJ, 1998.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 149-154
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Cutaneous Leishmaniasis Modeling: the case of Msila Province in Algeria

H. Elhadj[1], Y. Kerboua Ziari[2], and S. Selmane[3]

[1]High National School of Statistics and Applied Economics, Algiers, Algeria

[2]Faculty of Physics, University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Algiers, Algeria

[3]Faculty of Mathematics, University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Algiers, Algeria

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

ABSTRACT: Cutaneous leishmaniasis is one of the infectious diseases that affects public health and represents a real threat especially in developing countries. The disease is transmitted by the bite of certain species of sandflies and occurs predominantly in warm, humid and tropical climate.
Finding the source of cutaneous leishmaniasis and identifying factors that promote its spread could help to a good prediction of the epidemic in time. The aim of this study is the construction of a statistical model that reproduces the number of affected cases using climate factors influencing the presence of sandflies.
Given the extensive development of the Generalized Linear Models and their performance in modeling count data as well as their adaptation to the problem of overdispersed data, we present the utility and the basic foundations of Poisson and quasi-Poisson regression models. Thereafter, we build a forecasting model that could predict the number of monthly cases of the cutaneous leishmaniasis from climatic factors during the period 2008-2011 in the province of Msila which is one of the Algerian provinces heavily affected by the epidemic in question. In our case the temperature and trend factor were retained in the model. Poisson regression gave a good result after eliminating the effect of overdispersion.

KEYWORDS: Cutaneous leishmaniasis, Count data, Generalized Linear Models, Poisson regression, Overdispersion.

1 INTRODUCTION

Vector-borne diseases are illnesses caused by pathogens and parasites in human populations transmitted by "vectors" (insects) from an infected person (or an infected animal) to another. More than a billion cases affected by these diseases are detected annually with more than one million recorded worldwide deaths [7].

Cutaneous leishmaniasis ranges over tropical and warm temperate countries, it is reported in 88 countries in 5 sources: Mediterranean, Chinese, Indian, Central and South American, and African. Its prevalence is estimated at 12 million with an incidence of 2 million (1.5 million of cutaneous leishmaniasis with 90% in Algeria, Afghanistan, Saudi Arabia, Brazil, Iran, Peru, Syria and 500,000 visceral leishmaniasis with 90% in Bangladesh, Brazil, India, Nepal, Sudan) [7].

In Algeria, the vector-borne diseases continue to grow, the incidence was multiplied by five between 1989 and 2002, from 5.23 to 27.12 cases per 100 000 inhabitants. These diseases include leishmaniasis that occurs in three clinical forms, human leishmaniasis (cutaneous and visceral leishmaniasis) and canine leishmaniasis [2].

Cutaneous leishmaniasis is transmitted through the bites of infected female phlebotomine sandflies that are most active in humid environment during the warmer months and at night. The adults, who appear only at about May, are active during warmer months then disappear in autumn. In 1992, Phlebotomus papatasi has been identified as the main vector of the disease in Algeria, it causes an exclusive skin damage it is found in the steppe regions, arid and semi-arid, mainly at the northern fringe of the Sahara and admits as reservoir wild rodents. The incubation period of the disease takes from two to six months [2], [6].

Corresponding Author: S. Selmane

Three cutaneous leishmaniasis outbreaks occurred between 2004 and 2006, with respectively 14822, 25511, and 14714 cases. Cited after former sources, Biskra at the east and Ababla at the west, Msila experienced the epidemic in 1982 with 8000 recorded cases. The disease used to be mainly endemic in the sub-Saharan steppe, however, a geographical spread towards the north and west has taken place recently [10].

2 METHODOLOGY

2.1 STUDY AREA

The area concerned by the study is the province of Msila, one of the main sources for cutaneous leishmanisis. It is located at the highlands of central-eastern Algeria and extends over a land area of 18,175 km^2. Its population is estimated at 1,107,821 [9].

Its climate is mostly arid, and partly semi-arid and Saharan. The precipitations are low; its average temperature is about 34°C in summer season which is dry and very hot and 10°C in winter season which is very cold.

2.2 DATA

Epidemiological data concerning the number of cases registered by the cutaneous leishmaniasis 'LC' in the period 2008-2011 were obtained from the National Institute of Public Health [9]. The weather data for the same period involving temperature (T), humidity (H), and rainfall (P) were obtained from the National Meteorological Office [8].

2.3 STATISTICAL METHOD PROBLEM OF OVERDISPERSION OF DATA

The generalized linear model (GLM) was developed as a way to unify the statistical models including linear regression, logistic regression, log-linear regression, Poisson regression. It proposes an iterative method called least squares method iteratively re-weighted to estimate the maximum likelihood of the model parameters.

The GLM relates response variable Y with a set of explanatory variables Xj under the following conditions:

- The distribution of Y is a member of an exponential family, such as Normal, Binomial, Poisson, Gamma, or inverse-Gaussian families of distribution.
- The fitted mean of the model **μ** is connected to a linear function of regressors **η** (linear predictor)

$$\eta_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_k X_{ik}$$

- The link function which transforms the expectation of the response variable to the linear predictor is monotonic and differentiable.

$$g(\mu_i) = \eta_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_k X_{ik}.$$

All of GLM distributional families are separate parameterizations of an underlying single parameter exponential probability distribution that is commonly expressed as

$$f(y|\theta, \phi) = \exp[\frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi)] \qquad (1)$$

Where

- ϑ is the canonical parameter or link function
- $b(\vartheta)$ is the cumulant
- $\alpha(\phi)$ is the scale parameter, set to one in discrete and count models
- $C(y, \phi)$ is the normalization term, guaranteeing that the probability function sums to unity.

We can define the various distributions of the exponential family (normal, Poisson, binomial ... etc) by specifying the functions a, b and c

Some densities, such as the negative binomial distribution and the Weibull distribution, are not members of the exponential family, but they are close to the GLM.

2.3.1 THE POISSON REGRESSION

Poisson regression is the basic count model upon which a variety of other count models are based.

The Poisson distribution may be characterized as:

$$P(Y = Y_i \backslash X_i) = \frac{e^{-\mu_i} {\mu_i}^{Y_i}}{Y_i!}\ , Y = 0,1, \ldots .\ i = 1, \ldots, N \qquad (2)$$

Where μ is the mean parameter. The scale parameter is assumed to be 1 for this distribution.

The relationship between, the fitted mean of the model μ, parameters β, and model covariates or predictors x, is parameterized such that

$$\mu = \exp(x\beta)$$

The exponential form of Poisson distribution may be defined as follows:

$$f(y|\theta, \phi) = \exp(y log\mu - \mu - logy!) \qquad (3)$$

The components of the model concluded from the general form (Equation (1)) are given by:

$$\theta = \log(\mu)\,,\ \ \phi \equiv 1,\ \ a(\phi) = 1,\ \ b(\theta) = \exp(\theta)\,, c(y, \phi) = -\log y!$$

With a mean equal to $b'(\theta) = \mu$ and a variance $b''(\theta) = \mu$.

The parameters β of a GLM can be estimated using maximum likelihood by applying the Newton Raphson method with Fisher scoring; McCullagh and Nelder show that the optimization is equivalent to iteratively reweighted least squares (IRWLS) [5].

The Poisson log-likelihood function may then be derived as

$$L(\mu; y) = \sum_{i=1}^{n} \exp\{y_i \ln(\mu_i) - \mu_i - \ln(y_i!)\} \qquad (4)$$

Since the Poisson has a link defined as ln(μ), the inverse link is $\mu = \exp(x\beta)$, Substituting into equation (4) yields

$$L(\beta, y) = \sum_{i=1}^{n} (\, y_i (x'_i \beta) - \exp(x'_i \beta) - \ln(y_i!))$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \{ y_i (x'_i \beta) - \exp(\, x'_i \beta) - log\ \Gamma(y_i + 1) \quad (5)$$

Its first derivative is:

$$\frac{\partial (L(\beta, y))}{\partial \beta} = \sum_{i}^{n} (y_i - \exp(x'_i \beta)) x_i \ \ldots.(6)$$

Solving for parameter estimates, β, entails setting the above to zero.

The second derivative is used to estimate standard errors of parameters.

2.3.2 PROBLEM OF OVERDISPERSION OF DATA

Equality of the mean and the variance is referred to as the equidispersion property of the Poisson distribution.

Since count data typically has a variance that exceeds the mean this property is frequently violated, this problem could be caused by a positive correlation or excessive variation between observations which affects standard errors of the parameter estimates.

To deal with overdispersion in count response models we can adjust Poisson regression by scaling of standard errors. Another approach uses negative binomial model, which is based on a Poisson distribution with parameter μ considered as a random variable gamma ($\boldsymbol{\gamma}_i$,$\boldsymbol{\delta}$) where $\boldsymbol{\gamma}_i = e^{X_i \beta + \alpha}$) [5].

2.3.3 GOODNESS OF FIT

Goodness-of-fit measures for GLMs are the deviance and Pearson statistics. The formula for the deviance statistic is defined as:

$$D = 2\sum_{i=1}^{n}\{\mathcal{L}(y_i;\ y_i) - \mathcal{L}(\mu_i; y_i)\} \qquad (7)$$

With *L* (*yi*; *yi*) indicating a log-likelihood function for the saturated model which refers to perfectly fitting model using n free parameters to fit n observations with every value of μ given the value *y* in its place. *L* (μi; *yi*) is the log-likelihood function for the model being estimated; in this model the log-likelihood function achieves its maximum achievable value.

The formula for Pearson statistics is:

$$P = \sum_{i=1}^{n}\frac{(y_i-\hat{\mu}_i)^2}{\hat{\omega}_i} \qquad (8)$$

Where $\hat{\mu}_i$ and $\hat{\omega}_i$ are estimates of μ_i and ω_i. In Poisson regression model $\omega_i = \mu_i$, so that

$$P_P = \sum_{i=1}^{n}\frac{(y_i-\hat{\mu}_i)^2}{\hat{\mu}_i} \qquad (9)$$

It is compared with (*n*−*k*), reflecting a degree of freedom correction [2], [5].

3 RESULTS

3.1 DESCRIPTIVE ANALYSIS OF DATA

An elementary examination of figure 1 allows to conclude that the evolution of the temperature (which favors the activity of sandflies) looks like that of the series representing the number of cases affected by cutaneous leishmaniasis but with a certain interval of time, this corresponds to the necessary duration of incubation of cutaneous leishmaniasis. It should be noted that for year 2009 the average temperature of July approached 36°C (while generally it is around 34°C) and that we observe for the same year a very high number of cases exceeding 2000 cases. The humidity evolves in the inverse direction of temperature evolution.

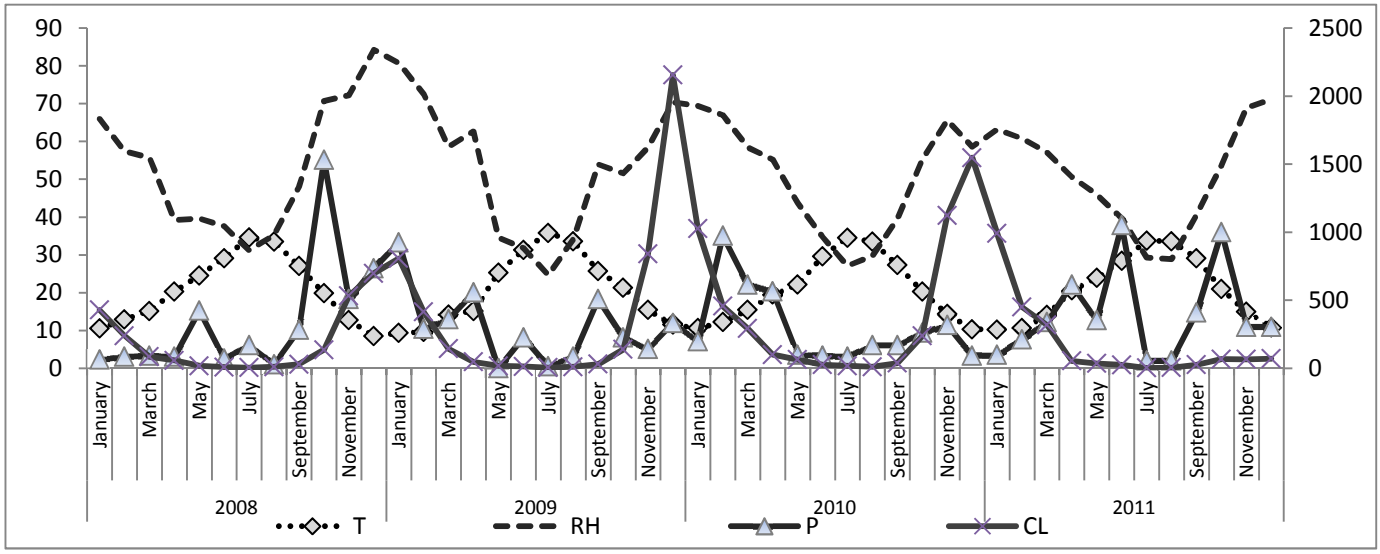


Figure 1. Evolution of the number of cases of cutaneous leishmaniasis and climatic factors (temperature, relative humidity and precipitation) from January 2008 to December 2011.

To examine the time gap between exposure to weather conditions and following occurrence of cutaneous leishmaniasis we have used cross correlation function represented by the correlogram (Figure 2) which computes autocorrelations for data values at varying time lags.

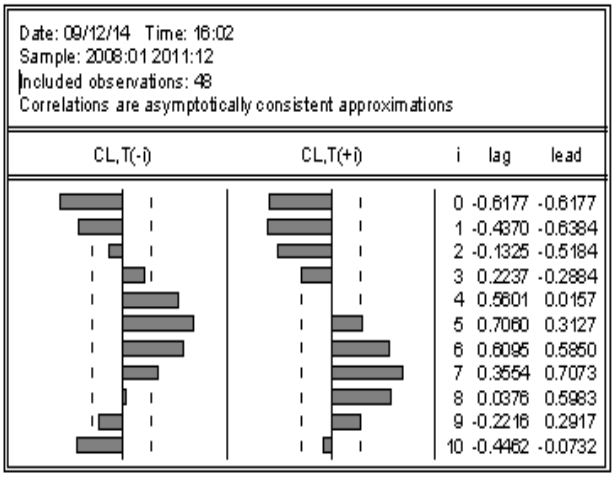


Figure 02. Cross correlogram of cutaneous leishmaniasis and temperature.

Regarding series RH and T, their effect on the LC series have a lag of 5, the cross correlation between CL and $T_{(-5)}$ is equal to 0.7 confirming that the incubation period of the disease is of 5 months while it takes the value of -0.63 between LC and $RH_{(-5)}$ which says that humidity has the opposite role of temperature. When the humidity is minimal, the number of cases increases after the incubation period. The cross correlogram between P and CL does not reveal any relationship.

3.1.1 MODEL CONSTRUCTION

After the introduction of all variables into the model, we proceeded through the elimination of variables P and RH that were no significant. In addition to the temperature (T), the constant and trend (t) variable with a quadratic form were taken account in the model.

The first results assert the presence of overdispersion (Pearson chi-square / degree of freedom ratio was far from 1). An adjustment to the Poisson regression by introducing a dispersion parameter (equal to the inverse of Pearson Chi square / degree of freedom ratio) allowed us to eliminate the effect of the overdispersion.

The final model is then written as:

$$\text{Log CL} = 0.2 + 0.17\ T_{(-5)} - 0.004\ t^2 + 0.16\ t \qquad (10)$$

The parameters of the Deviance and Pearson Chi-Square (Table 1) have a value around 1, thereby affirming the goodness of the fitted model.

Table 1. Information on the goodness of the fit

	Value	df	Value/df
Deviance	39,245	39	1,006
Scaled Deviance	39,245	39	
Pearson Chi-Square	39,000	39	1,000
Scaled Pearson Chi-Square	39,000	39	
Log Likelihood[a]	-22,114		
Akaike's Information Criterion (AIC)	52,228		
Finite Sample Corrected AIC (AICC)	53,281		
Bayesian Information Criterion (BIC)	59,273		
Consistent AIC (CAIC)	63,273		

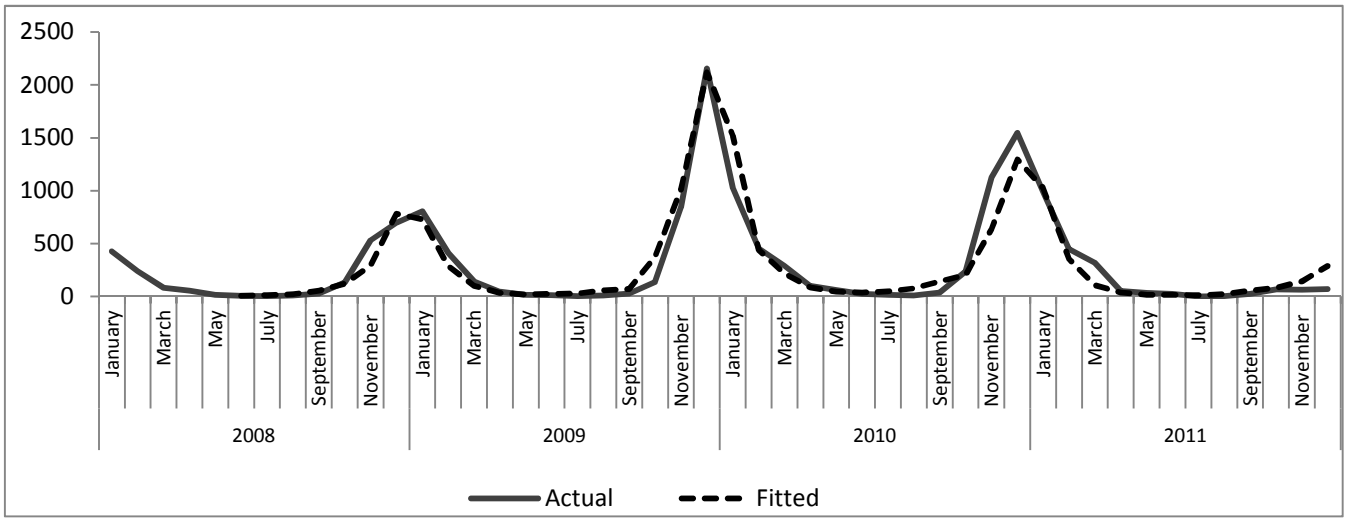


Figure 3. Comparison between the actual values and those estimated by the model from June 2008 to December 2011.

The figure 3 shows the closeness between the actual values of cutaneous leishmaniasis cases and those computed from the adjusted model.

4 CONCLUSION

Cutaneous leishmaniasis remains an epidemic which constitutes a real sanitary problem in some regions of Algeria among which the province of Msila. To look for its fundamental causes, we used a statistical model based on a generalized linear model with a Poisson regression that led us to retain the temperature as the main climatic factor and a trend variable, in quadratic form, to account for non-climatic factors such human behavior, degradation of the environment, and other factors that could influence the number of sandflies bites. To solve the problem of overdispersion present in the model that is responsible for the underestimation of the standard errors of the estimators, we introduced the overdispersion parameter which leads to a quasi Poisson regression. The predicted values are close to the actual values, which confirm the adequacy of the model for the study period.

Equation (10) predicts that an increase in temperature of one degree Celsius will lead to an increase of 18% in the number of cases of cutaneous leishmaniasis. Therefore, the model could be used by public health makers of the province in forecasting provided the availability of appropriate climate information and thus to be prepared to face the epidemic.

REFERENCES

[1] F. Bachi, Aspects épidémiologiques et cliniques des leishmanioses en Algérie. La Lettre de l'Infectiologue - Tome XXI - N1 Janvier-Fevrier 2006.
[2] M. chikhi, M. Chavance, Estimation du modèle linéaire généralisé et application, Sciences & Technologie A – N°36, Décembre 2012, 9-16.
[3] A. Colin Cameron and Pravin K. Trivedi (2013), *Regression Analysis of Count Data*, 2nd edition, Econometric Society Monograph No.53, Cambridge University Press, 1998.
[4] J. M. Hilbe, Negative Binomial Regression, second edition Cambridge University Press, United Kingdom 2011.
[5] P. McCullagh and J. A. Nelder, Generalized Linear Models, London Chapman and Hall, 1989.
[6] S. Selmane, Stability Analysis of a Human-Phlebotomus Papatasi-Rodent Epidemic Model, Interdisciplinary Topics in Applied Mathematics, Modeling and Computational Science. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol. 117
[7] Control of the leishmaniasis (2010) report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniases, Geneva, , 22-26 March. (WHO technical report series ; no. 949).
[8] Office national de météorologie. URL : http://www.onm.meteo.dz
[9] Office national des statistiques. URL : http://www.ons.dz
[10] Relevé épidémiologique mensuel, Institut national de la santé publique (INSP). http://www.ands.dz/insp/rem html.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 155-165
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

GOVERNANCE AND MANAGEMENT SYSTEM ENVIRONNMENTALE IN THE COMPANY: CASE OF OCP JORF LASFAR

O. EL GUEDDAR[1], A. SAHIB EDDINE[2], F. RAHMOUNI[2], and A. AAJJANE[1]

[1]Laboratory of Marine Geosciences and Soil Sciences (LGMSS: Unit Associated to CNRST -URAC 45), Faculty of Science, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco

[2]Laboratory of Odo and Research in Economic Science and Management, National School of Business and Management, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco

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

ABSTRACT: The diversity of constraints and opportunities faced by businesses, especially, economic and financial globalizations, the interdependence of economies, regulatory and technological changes and the internationalization of production systems, opens the door to new environmental challenges which currently does not only represent additional constraints but also new opportunities, even new business. Environmental governance is a hot topic for researchers in science and environmental management. The implementation of this governance in the company ensures effective and sustainable value creation process complies with all internal and external parties involved, and in compliance with legal regulations, internal regulations and ethical principles. Environmental governance is one of the major concerns of the group's leaders. For practice, they have adopted organizational measures recommended by the overall company policy. In this work, we are interested to the environmental practices and the role assigned to the management in order to analyze the environmental governance of OCP Jorf Lasfar. This analysis concerns its environmental policy based on the Environmental Management System according to ISO 14001 standards.

KEYWORDS: Environment, Environmental governance, environmental policy, sustainable development, OCP Jorf Lasfar.

1 INTRODUCTION

In recent years, and because of the multiple and profound malfunctions observed in companies, corporate governance is the subject of renewed interest evident among a multitude of actors, both public and private. Deep institutional reforms were initiated in most Western countries, and more recently in North Africa, to establish new rules of "good governance". This institutional momentum was carrying a conceptual renewal of governance. Organizations today are expected to evolve towards a more open interest of the various stakeholders of the company governance profile. Governance that highlights the ethical dimension and responsibility towards future generations and partners of the organization, a resonant vision of sustainable development.

2 THEORETICAL BACKGROUND OF THE STUDY

Corporate governance is an old concern that has sparked several debates in management in recent years in the business, political and academic. It is defined as a set of institutional arrangements structuring the distribution of power in the company (Charreaux, 1996 and 1997; Turnbull, 1997; Gomez, 1997; Oman and Blume, 2005) in order to create lasting value (Aguilera and Jackson, 2003) in the interests of shareholders (Norburn, 1992) and that of all stakeholders (Monks and Minow, 2001; Demb and Neubauer, 1992), setting objectives while ensuring that they are pursued (cottoned 2010). From this definition, it is clear that corporate governance is the set of formal and informal arrangements to coordinate the relations of power between the different stakeholders, and monitor leaders in order to create and distribute fairly the value.

According to the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), "Corporate governance refers to the relationship between a company's management, its board, its shareholders and other stakeholders. It also provides the structure through which the objectives are defined a business as well as the means to achieve them and to ensure monitoring results. Corporate governance should encourage the board and management to pursue objectives that are in the interests of the Company and its shareholders and should facilitate effective monitoring of results. "Thus, the implementation of governance in the company ensures effective and sustainable value creation process complies with all internal and external parties involved, and in compliance with legal regulations, internal regulations and principles ethical.

2.1 ENVIRONMENTAL GOVERNANCE

Environmental corporate governance takes into account the management of a company impacts, risks, it is used to evaluate its actions and opportunities for action in the environmental field. It involves taking into account some fundamental aspects of industrial development, which are:

- Environmental values : vision, mission, principles;
- The environmental policy strategy, goals, objectives;
- Environmental Outlook: responsibility, leadership, training, communication;
- The environmental process: management systems, initiatives, internal control, monitoring and review, stakeholder dialogue, transparency, information and environmental assessment;
- Environmental action: use of basic indicators of actions, benchmarking, eco-efficiency, reputation, tolerance, bonds, economic development.

In practice, companies are looking to develop their compliance industrial sites compared to the ISO 14001 environmental standard. Some studies, such as White and Klernan (2004) show a correlation between good corporate governance, environmental and financial returns. This correlation is, according to the authors, most important in areas where the environmental impact is higher, which is probably due to greater sensitivity of public opinion to environmental orientation of the company concerned. Aspects affecting the environment, which have a direct relationship with the productive and economic activities are listed and fought as part of environmental governance. These toxic emissions, reduction of biodiversity, emissions and waste, emission risks, historical corporate responsibility and climate change.

2.2 ENVIRONMENTAL GOVERNANCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Despite the fact that sustainable development is a relatively new design, it is at the heart of many policy initiatives and even corporate strategies. Moreover, the last Summit held in June 2012 in Rio de Janeiro and on the next major issues of humanity demonstrates the imperative to "identify ways that could lead to a sustainable future - a future holder of advantage employment, non -polluting energy sources, greater security and a decent standard of living for all" (United Nations, 2012).

In his chapter on the sustainability of the firm, Desrochers (2012) argues that: "the company shall, in addition to incorporating strategies in the operationalization of business, integrating social and environmental aspects in the process decision-making , while ensuring transparency through a code of ethics "(Desroches, 2012). Thus, governance is essential for reflection and proper implementation of sustainable development issues. Governance is a new form of participatory democracy. It requires coordination, cooperation and partnership between all stakeholders in sustainable development. As shown in Figure 1, the governance and management practices, nodal elements of sustainable development, will undoubtedly reach the rehabilitation of the role of the firm, leading to a rebalancing of the three dimensions.

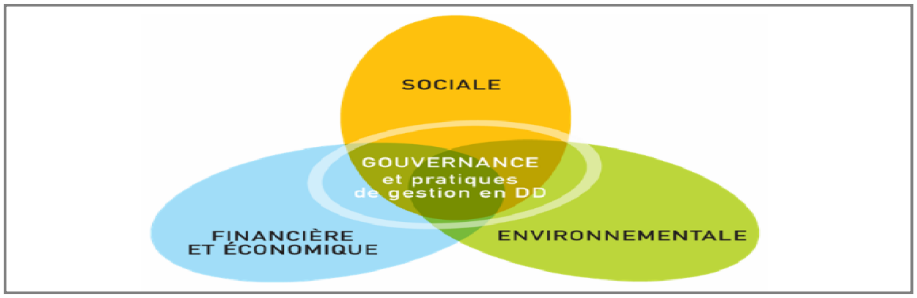


Fig. 1. The concept of sustainable development

Source: Cadieux, J., Craig, F., Valiquette, and L. Prefontaine, J (2012). BNQ 21000. Paper presented at the 7th edition of the Conference on Sustainable Development and Social Responsibility Unisféra, Montreal, April 26.

A sustainable approach reconciles three major objectives: environmental protection, social equity and economic capacity (Jounot, 2004). The intersection of these three spheres leads to a space-time sustainability. Time, on the one hand, it allows the needs of future space and secondly generation, since it supports the principle of equity (Beckma, 2004).

Indeed, Morocco is also part of the same policy of sustainable development by moving towards specific occupations and requiring its companies and citizens to compete long term. The company can become a social actor engaged and can not just be a simple economic agent generator of wealth. It can get involved and commit to better position them selves in relation to sustainable development, which requires it to produce and sell the best economic conditions all keeping a good image of his behavior says ethics ensuring that its products are socially, humanly and environmentally correct.

2.3 OBJECTIVE OF THE STUDY

The theoretical study has shown that environmental governance involves taking into account some fundamental aspects of industrial development, which are:

- **Aspect 1:** Environmental values : vision, mission, principles;
- **Aspect 2:** Environmental policy strategy, goals, objectives;
- **Aspect 3:** Environmental perspectives: accountability, management, training, communication;
- **Aspect 4:** Environmental processes: management systems, initiatives, internal control, monitoring and review, stakeholder dialogue, transparency, information and environmental assessment;
- **Aspect 5:** Environmental action: use of basic indicators of actions, benchmarking, eco-efficiency, reputation, tolerance, bonds, economic development.

The objective of the study is to analyze the environmental governance in the OCP Jorf Lasfar by analyzing its five aspects and analysis of its environmental policy based on the Environmental Management System according to ISO 14001 standards.

3 METHODOLOGICAL APPROACH

For data collection, we made visits to the group and conducted a series of interviews with leaders and relevant departments, based on an interview adapted to the nature of the information sought guide. We also used the annual reports of the Company and its Quality Manual. The guide questions can advance gradually to finally arrive at concrete and specific questions related to the functioning of the group and the degree of involvement in the spirit of sustainable development.

4 PRESENTATION OF THE FIELD OF STUDY

Industrial site of OCP Jorf Lasfar was chosen for the implementation of this industrial complex, taking into account the following benefits:

- Proximity of mining areas to feed its phosphate (Khouribga)
- Existence of a port taking important water
- Availability of seawater and freshwater
- Availability of land for future expansion.

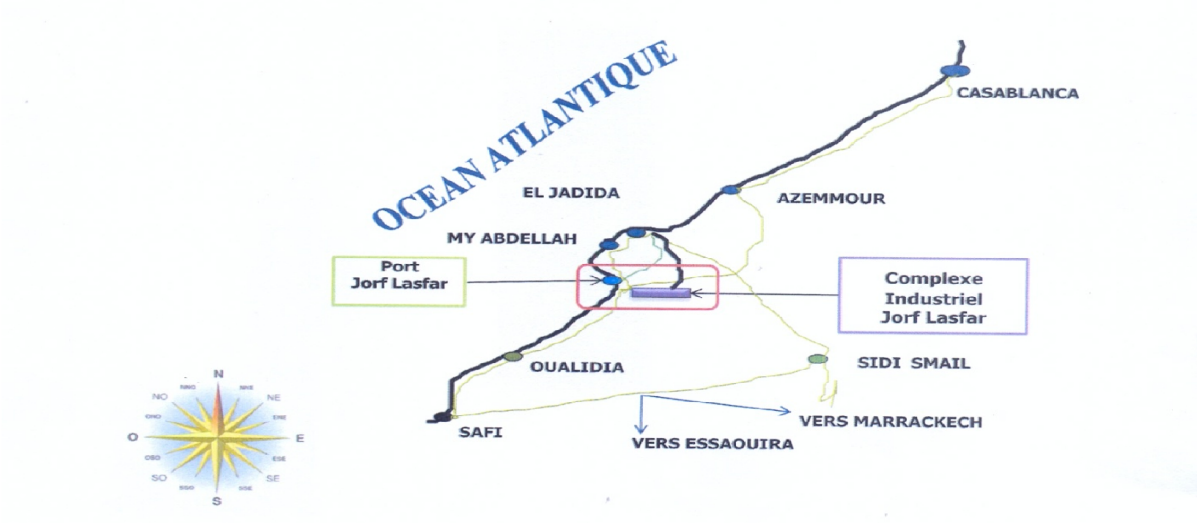


Fig. 2. Location of the Industrial Site PCP Group Jorf Lasfar

This set which is in an enclosure extending over 1800 ha annually produces about 3 million tons of P205 in phosphoric acid form , requires the conversion of approximately 11.3 million tonnes of phosphate extracted from the deposits of Khouribga 3 million tons of sulfur , 0.45 million tonnes of ammonia.

Part of this production is processed locally into DAP, MAP, NPK and TSP , about 5 million tonnes equivalent DAP , and purified phosphoric acid is 0.15 million tons P205 per year. The other part is exported as an acid phosphoric merchant.

Industrial Jorf Lasfar site comprises 5 entities that employ about 4500 OCP agents. Morocco is the oldest Phosphorus Jorf Lasfar which started in 1986. In 1998, after starting the plant EMAPHOS in partnership with PRAYON (Belgium) and CFB (Germany); the Group inaugurated a new era in the diversification of its finished products in the production of purified phosphoric acid. A year later, the commissioning of IMACID (partnership with BIRLA Group and TATA Chemicals LTD - India) has increased the production capacity of the Jorf Lasfar city to 25% as part of the same policy of partnership, commissioning in 2008 of the PAKPHOS plant, a joint venture between the OCP and the Pakistani Fauji Group and the Bunge plant. Phosphorus Morocco in 2009; joint venture between the OCP and Bunge fertilizer Group of Brazil has increased the production capacity of phosphoric acid to 33% in the Jorf Lasfar site.

5 ENVIRONMENTAL GOVERNANCE OCP JORF LASFAR

Analysis Environmental Governance in the OCP Jorf Lasfar showed a similarity of theoretical and practical data.

5.1 ENVIRONMENTAL VALUES

Aware that protecting the environment is a global issue but also a major concern for all businesses, OCP has integrated into its overall strategy and the recital as a factor of economic competitiveness.

The Group is committed to a responsible approach to sustainable development to identify and permanently reduce the impact of its activities on the environment.

The clear commitment of the leaders of the group, who have executive powers is fundamental to the implementation of any change in a company, and therefore also for the implementation of environmental management.

In the ISO 14001 management systems, commitment and vision of the leaders of the group for the treatment of environmental aspects must be formally declared in a document called "environmental policy". The policy must be available to the public and will be audited for certification.

5.2 ENVIRONMENTAL POLICY OCP JORF LASFAR

Environmental policy OCP Jorf Lasfar group, resulting in the development of cleaner processes by investing in the most advanced technologies, has three objectives:

1. Comply with the regulations,
2. Prevent accidental pollution
3. Seek continuous performance improvement.

A Jorf Lasfar OCP makes significant investments in the development of strategies for self-development and respect for nature and the ecosystem. Environmental policy favors upstream, including:

- The research and development of cleaner production processes and equipment performance.
- The optimization and rationalization needs water, energy and raw materials.
- Reducing the volume of waste, liquid waste and air emissions.
- The prevention of emergency and the establishment of means of intervention situations.
- Compliance with international and national standards.
- Continuous improvement of environmental performance.
- The promotion of health conditions and safety in the workplace.
- Improved internal and external communication.

5.3 ENVIRONMENTAL OUTLOOKS

To implement its environmental policy OCP Group relies on significant human first, with the presence of qualified personnel. A program of training and development is provided according to the needs and technological developments. The plan of organization Quality / Safety / Environment (Figure 4) allows the allocation and prioritization of tasks for better governance of resources.

Human capital is indeed the cornerstone of the building, with a social and cultural diversity and expertise enriched from generation to generation through a variety of skill and potential.

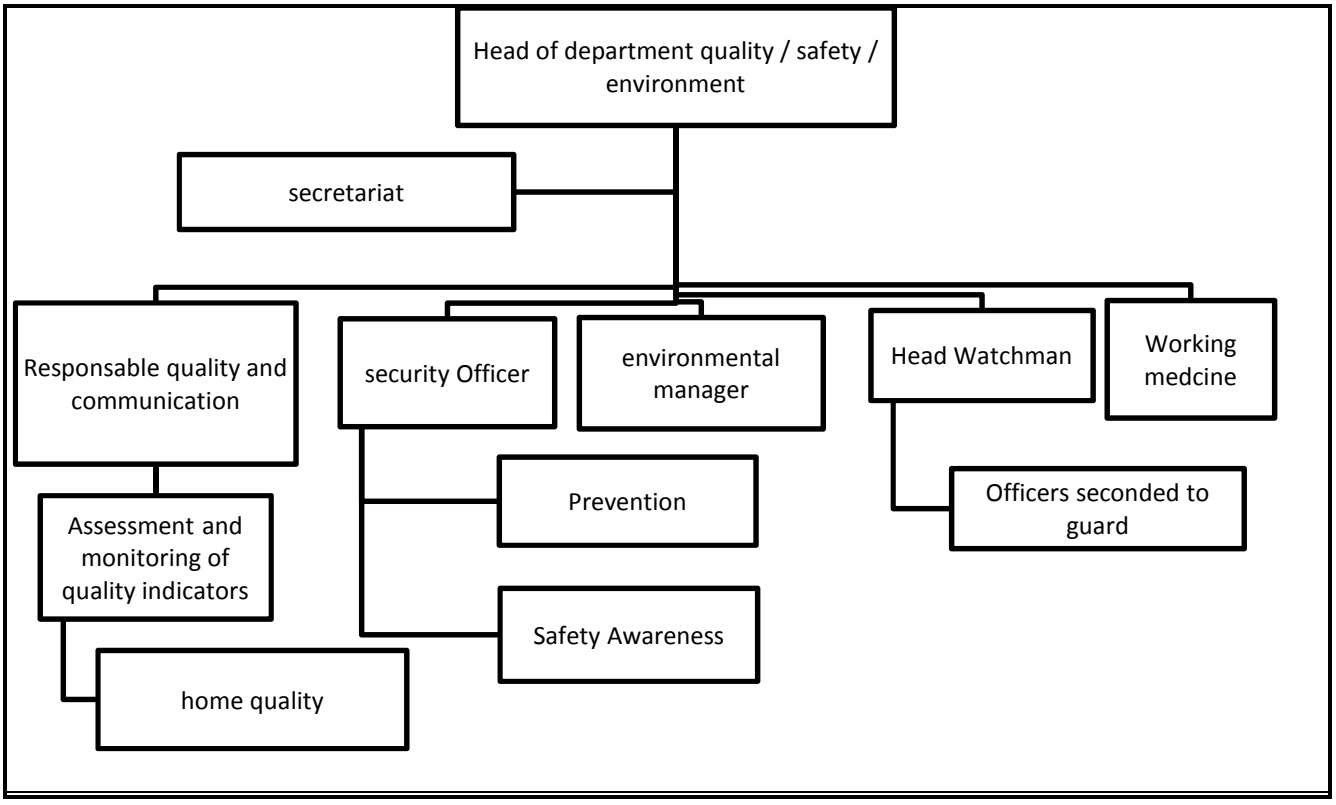


Fig. 3. Organizational Service Quality / Safety / Environment

5.4 ENVIRONMENTAL PROCESSES: MANAGEMENT OF THE ENVIRONMENT

This dynamic protection of the environment is structured and formalized in the context of a system of Environmental Management (EMS) meets the requirements of ISO 14001. The platform OCP Jorf Lasfar is certified according to this standard since 2005 by two organizations: IMANOR (Ministry MCINT) & Bureau Veritas Certification.

The Jorf Lasfar site is considered one of the largest chemical plants in the world have obtained this certification. Successful renewal of this certification in 2008, 2011 and 2014 (3 year cycle). Joint audits each year by two organizations.

Under the said SME actions and measures are carried out:

- The application of formalized procedures for solid waste management.
- The control and systematic monitoring of air emissions, liquid and solid waste and air quality.
- Training and awareness on preserving the environment for staff and subcontractors.
- Improving the landscape by planting a green belt with a commitment to plant thousands of trees per year "Improving the skills of its employees on environmental issues (training program).
- Conducting impact studies and environmental assessments of its activities on the ecosystem. • The inclusion of more important projects to improve environmental performance, particularly for improving the management of gaseous and liquid effluents.
- Desalination of seawater.

5.5 ENVIRONMENTAL ACTION

To identify sources of pollution and pollution and to identify environmental problems in the group, we will study the diagram inflows and outflows So we need to identify inflows and outflow of the group. On the one hand, raw materials, energy, ancillary products and packaging enter. On the other hand, new products and services but also different types of waste (solid, liquid, gas) coming out.

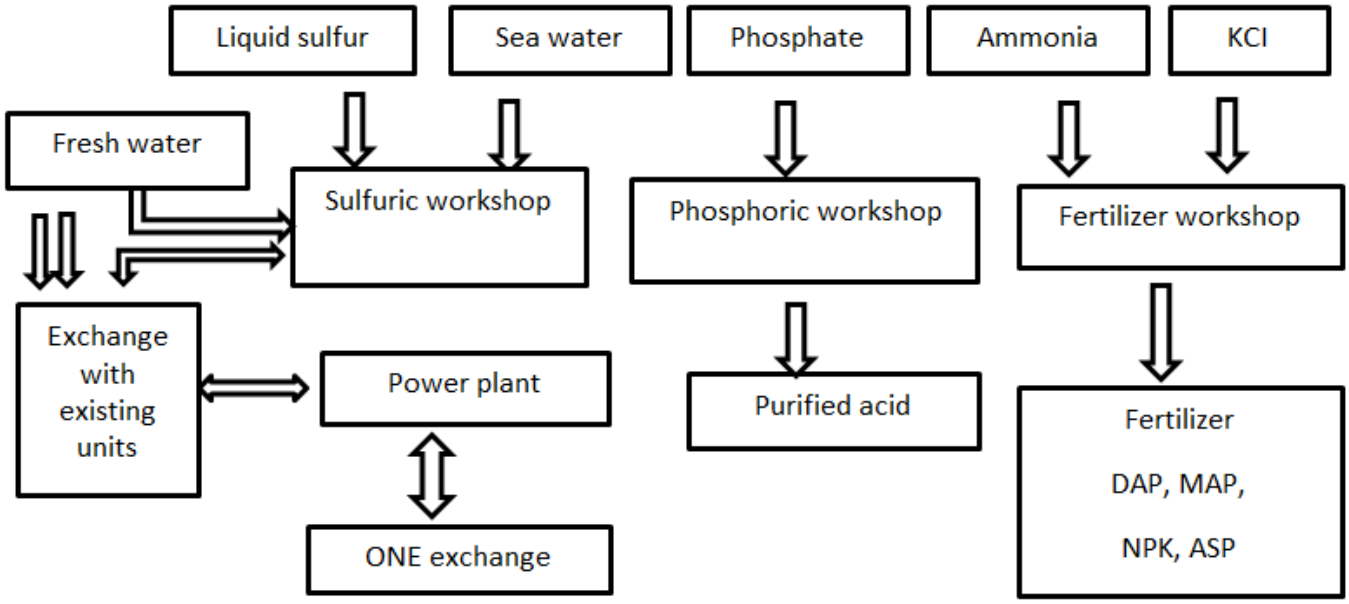


Fig. 4. Diagram of inflows and outflows in the production process OCP

5.5.1 MANAGEMENT OF ATMOSPHERIC RELEASES

- Several million DH are invested annually in the drastic reduction of sulfur dioxide emissions. Investments that have reduced by more than 90 % of waste arising from the operation of the site in ten years without affecting production. Following examples of monitoring dust emissions grinding phosphate Figure 2.

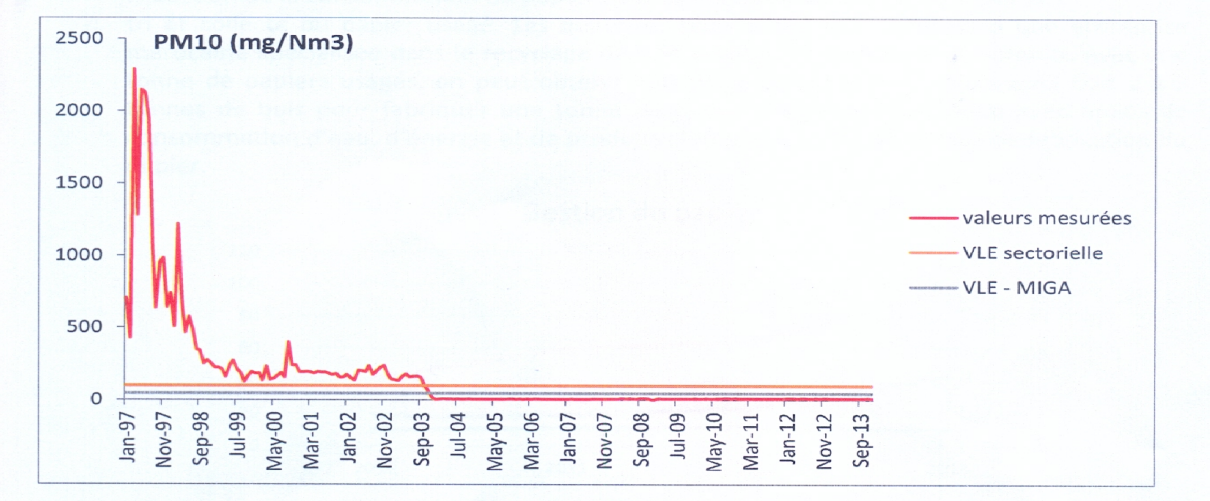


Fig. 5. Evolution of dust emissions phosphate grinding time

- The proposed pipeline will completely eliminate dust emissions (wet phosphate).

5.5.2 WASTE MANAGEMENT:

A procedure for waste management was put in place to define the mode of management of each waste generated. This process is enhanced periodically to include any new provisions in relation to waste. Establishment of a system of sorting, collection and disposal below by non- specialists OCP:

- Waste glass;
- Food waste plastic and PVC;
- Plastic packaging waste;
- spent fluorescent tubes;
- Cartridge filters used sulfuric air;
- Printer toners, looted and aerosols worn;
- Heavy metals (Hg, Pb etZn)
- PPE used;
- Big -Bags unsoiled;
- Used paper and cardboard;
- Medical and pharmaceutical waste medicine work.

• Case of paper and used cardboard:

Before the application of sound management of the paper, waste paper and cardboard used were mixed with household waste. Today, two approaches have been implemented:

- Reducing consumption of new paper (a rate of 5 to 10% per year)

- Sorting and collection of waste paper. The amounts recovered are sold to a Moroccan company specializing in the recycling sector stationery. Note that with a ton of waste paper, we can obtain 900 kg of recycled paper, while it takes 2-3 tons of wood to produce one ton of conventional paper, but with less water consumption of energy and chemicals in the process of papermaking.

• Case of worn Toners:

The laser printer cartridges inevitably end up as waste after use. As part of the environmental protection and the preservation of natural resources, the OCP Group finalized a contract collection and processing 100% environmentally friendly toners and printer cartridges used with a specialized service provider (REVIALIS) that handles:

1. The management of waste cartridges by ecological treatment
2. Traceability cartridges with the submission of a complete mass balance;
3. Supports shipping and transport;
4. A strong commitment to sustainable development certified "No Waste Solution" label used in communication;
5. The benefit of a comprehensive solution Revialis with the "New Life" program.

5.5.3 WATER MANAGEMENT

Water is used in the industrial complex Jorf Lasfar for cooling the sulfuric acid, and the transport of the gypsum from the condensation of steam; it is also used as heat transfer agent and the method for making phosphoric acid. Given the importance of its usefulness and its impact on agriculture in the region, the OCP group made the 80 studies to reduce the need for fresh water. These studies have helped to reduce the need for fresh water only about 3 % of the initial need. To fill the rest of the water requirement (97%) of the complex uses seawater this decision was taken in view of the above, despite its importance:

• From the investment to achieve the feed sea water structures (pier, breakwater, channel) and the use of quality materials and expensive as stainless steel, prestressed concrete pipe.

• The operating costs for information consumption power of the pumping station is 15,000 KW.

With the industrial development program of OCP, and to better manage and upgrade this strategic resource for its mining and chemical sites OCP has introduced an innovative approach to the integrated management of its water needs by implementing an ambitious water strategy articulated around three axes to optimize the use of water resources across the entire value chain of phosphates:

• Abandonment of groundwater extraction,

• Geographical reallocation of surface water,

• Mobilization of non- conventional water resources (construction of wastewater sewage treatment and new units' seawater desalination).

AXIS 1 - Optimizing the use of water resources across the entire value chain:

* Mining Facilities; 20% reduction of water consumption per ton of rock enriched:

- Better water recovery sludge washing. Developed by OCP, the enrichment process wash

- Flotation used in laundries is a continuous system, where the washing sludge waters are recovered more than 80%, before being reinjected into the circuit. Performance achieved by improvements to the process of enrichment, but also systems of separation, settling and spreading.

- Better drainage of moisture from the washed stock phosphate. The drainage system of washed phosphate can recover 50% of the water absorbed by the ore reserve. The method comprises discharging the phosphate stock on a wet surface composed of gravel and a geosynthetic filter, and a geo- membrane for sealing.

* ***Chemical plants***; Reduction of nearly 25% of the specific water consumption units phosphoric acid production; Adoption of latest techniques in water recycling: opting for the use of fresh water in some of the process, it is possible to recycle up to 100 % of the water used for washing the gases from acid units phosphoric and evaporation of water from the process of concentration of this acid.

* ***Transportation of phosphates***; Savings of nearly 3 million m3 of water per year through minéroduc between Khouribga and Jorf Lasfar. Routing by minéroduc of washed phosphate slurries allows for water and energy savings (train transportation indeed requires dry phosphate, then re - moisten his arrival). This mode of transport is particularly hydraulic ecological progression of pulp being favored by natural gravity, while all of the water used for transportation is reused in chemical installations for the recovery of phosphates.

This large project will generate additional savings that more the Group's commitment in favor of the national program for the protection of raw water aquifers and dams as well as energy. In fact, the drying of phosphate (now to be transported in the form of pulp) , consuming a lot of energy will be stopped at Khouribga and will be limited to Jorf Lasfar solely quantities

to be exported in the raw state.ne it will be necessary to re-wet the phosphate before being introduced into the chemical processes.

* ***Station Project seawater desalination Jorf - lst stage***

•Unit capacity of seawater intake: 550 000 m3/d

• pretreating unit seawater

• Unit reverses osmosis desalination

• Postprocessing unit of produced water

• Processing Unit tributaries

•Jobs created: 250 000 man-days (construction phase/local workforce to 80%) - 80 permanent (operational phase).

AXIS 2 - Abandonment samples of groundwater and geographical reallocation of surface water:

Remedy the gradual depletion of ground water requires continuous monitoring of withdrawals. In general, the preservation of groundwater mainly requires replacement levies on the water with the use of surface water.

To compensate the water deficit associated with this conservation measure, while fully complying with industrial water needs of its mining areas (phosphate washing, transportation minéroduc ...) OCP therefore reallocates upstream water withdrawals surface from the watershed of the Oum-er-Rbia. Geographical reallocation which also helps reduces evaporation and seepage losses caused by current water withdrawals downstream from dams and dam Daourat Safi. It also responds to a change in the manufacturing process, since the laundry, now directly integrated into the mine, the ore richer while it prepares to transport.

To maintain sustainable groundwater solution, the water supply dam program is emblematic of the geographical reallocation of natural water resources of OCP.

AXIS 3 - Mobilization of non-conventional water resources: construction of water treatment plants and wastewater new units of seawater desalination: Morocco rejects every year 750 million m3 / year in the wild, though. Across North Africa , the cost of water pollution is even considered by this technological methods allow , in fact , optimal wastewater treatment , but they are however very inefficient . A sewage treatment plant or desalination may have an equivalent energy cost to 40% of total operating costs. This brings us to the energy issue, inseparable from the water treatment.

- ***Industrial Reuse of urban wastewater***: OCP invests in municipal wastewater reuse to perform the processing and enrichment of phosphates. Biogas recovery from process wastewater permits power generation, covering the energy needs of STEP up to 30 %.

- ***Desalination of seawater***: The seawater desalination represents a significant source of supply for the future. Full adoption depends on the cost of production, technologies, and finally, the cost of energy. To meet the water needs of chemical plants Group, new units of seawater desalination will be erected, with the reverse osmosis process. Desalination projects allow OCP to fully fulfill its role as eco-friendly business, strengthening its commitment to the national program for the protection of water aquifers and dams.

Water requirements platforms Jorf Phosphate Hub (JPH) will be fully filled. Is that the desalination of sea water use as much energy - necessary for their operation - energy surplus at the unit level. Eventually, more than 65% of the water needs of the Group will be met from seawater and wastewater reuse desalination.

5.5.4 LIQUID WASTE

Composition of liquid discharges

- Cooling water

- Water impregnated with phosphogypsum

Measures taken since the start of the factory:

• Selecting the proper release point phosphogypsum

• Oceanographic and sedimentological study by specialized laboratories.

• Dilution tests on model and general model different configurations of the discharge point.

• Discharge point directly to the coast to the point that forms a rocky headland about 4 km south of the port. This is characterized by strong currents to the southwest (present in 83 % of the time) providing solubilization, dilution and dispersion of rejection.

• Systematic control of the T ° of cooling water (T ° <30 ° C at the factory, with natural cooling on the evacuation routes).

• Double washing phosphogypsum.

• Systematic monitoring of the composition of phosphogypsum.

• Solubilization and disposal of this waste with maximum sea water (20 g / 1).

• Systematic monitoring of the quality of coastal waters.

• Periodic assessment and environmental impact studies.

• Ongoing research to improve the management mode of phosphogypsum (Study storage and recovery options).

• Solution improvement in progress: Extension emissaries of liquid effluents into the sea about 3250 m to reach the surf zone. These messengers are provided with diffusers at their ends. This improvement is the result of a series of studies by specialists for improving the management of liquid waste at the site. Modeling solution showed very significant improvements. The solution was subjected to national environmental authorities and obtained the environmental acceptability under the impact of EIA studies conducted on this subject.

5.5.5 ENERGY

OCP adopts an energy strategy that seeks energy efficiency. It thus aims to reach 2015 with a positive balance in its chemical sites Jorf Lasfar passing an installed capacity of 202 MW to 487 MW. Indeed, the site of OCP Jorf Lasafar produces its own energy by recovering heat energy from the production process of sulfuric acid. New power plants are installed with new units built sulfuric acid.

Reducing resource consumption or pollutant emissions and waste can lead to reduced environmental impacts. Such an approach can also benefit the company by reducing its energy bills and waste disposal costs and lowering expenses for raw materials and pollution control.

6 DISCUSSION

The OCP has reformed organizational processes, according to three key principles: Transversality, decentralization and accountability. The cross of decision making, decentralization; is to allow the poles to carry the responsibility policies set by headquarters.

The group efforts to integrate and generalize the approach of environmental management system within its structures of production and administration with commitment and encouragement of senior management. The implementation of this system to consolidate concepts and tools:

• Staff commitment to continuous improvement projects.

• Recognition of the concepts developed by national and international certification bodies. The site is certified ISO 14001 v 2004.

Environmental governance and the group is a tool that has allowed the management and organization of these activities in order to create added value for internal and external customers. It introduces a horizontal and vertical management that lowers the barriers between different entities. This governance to provide better:

• Listening to the market and customers (national and international)

• Management structure.

• Involvement of people.

• Branding with customers and citizens.

• Approval of a competitive advantage.

7 CONCLUSION

Today it is very difficult for companies to deny the new responsibilities that were assigned by the civil society. Therefore they must think their governance by incorporating an ethically correct logic and take seriously their role as agents of sustainable development. This process is respectful of ecosystems and natural resources (support life on Earth, trying to save them (ecologically sustainable development).

The system of environmental management according to the guidelines of ISO 14001 has a rational use of raw materials and proper management of atmospheric emissions, liquid and solid part of good environmental governance of the group. These efforts will continue for the continuous improvement of the overall performance by working towards reconciling economic imperatives, respect for the environment and social equity.

REFERENCES

[1] Beekman,V. (2004). Sustainable development and future generations. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 17(1)*, 3-22

[2] Cadieux, J., Craig, F., Valiquette, L. et Préfontaine, J (2012). *BNQ 21000*. Communication présentée à la 7ième édition de la Conférence sur le Développement durable et la responsabilité sociale d'UNISFÉRA, Montréal, 26 avril.

[3] Charreaux, G., (1996), « Pour une véritable théorie de la latitude managériale et du gouvernement des entreprises », Revue Française de Gestion.

[4] Charreaux, G., (1997), « Gouvernement des entreprises et efficacité des entreprises publiques », Revue française de Gestion.

[5] Desrochers, J. (2012). Chapitre 9 : Pérennité de l'organisation. *In* Jean Cadieux et Michel Dion (dir.), *Manuel de gestion du développement durable en entreprise : une approche propgressive : En appui à la norme BNQ 21000.* (p. 226-242). Québec : FIDES. (1er éd. 2012).

[6] Jounot, A. (2004). *Le développement durable*. Saint-Denis La Plaine Cedex : AFNOR.

[7] United Nations (2012). Rio + 20 the future we want. Document téléaccessible at <www.un.org/fr/sustainablefuture > /. Accessed October 4, 2012.

[8] Norburn, D., (1992), « Corporate Governance: the paradox of Independance », in Heller, the complete Guide to Modern Management, Mercury.

[9] Monks, R. and Minow, N., (2001), Corporate Governance, Cambridge, MA, Blackwell, dernière édition 1995.

[10] Oman. C. and Blume, D., (2005), « La gouvernance d'entreprise : un défi pour le développement », Repère, 3, OCDE.

[11] Pigé. B., (2010), Ethique et Gouvernance des Organisations, Economica.

[12] Turnbull, S., (1997), « Corporate Governance: Its scope, concerns and theories », Corporate Governance: An International Review, Blackwell, 5, 4, October.

[13] White A ; and Klenan. M; (2004) Corporate Environment Govrnance. A Study into the Influence of Environmental Governance and the Financial Performance. Environment Agency (United Kingdom Government).

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 166-175
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Contribution à l'étude écotoxicologique du Cadmium et du Plomb dans *Distichodus fasciolatus, Mormyrops anguilloides* et *Schilbe mistus* au Pool Malebo (Fleuve Congo- Kinshasa/RD Congo) à MALUKU

[Contribution to the ecotocological study on Cadmium and in Lead contamination of *Distichodus fasciolatus, Mormyrops anguilloides and Schilbe mistus* (Pisces) from the Pool Malebo at MALUKU upstream Kinshasa city (Congo River, DR Congo)]

I. Camille Nsimanda[1], E. Dieudonné Musibono[2], L. Norbert Basosila[3], and B.M. Bienvenu Wanga[4]

[1]Laboratoire d'écotoxicologie ERGS, Dépt.de l'Environnement, Faculté des Sciences, B.P. 190, UNIKIN, Kinshasa XI, RD Congo

[2]Directeur du Laboratoire d'Ecotoxicologie ERGS, Faculté des Sciences, B.P. 190, UNIKIN, Kinshasa XI, RD Congo

[3]Chimie analytique, Faculté des Sciences, B.P. 190, UNIKIN, Kinshasa XI, RD Congo

[4]Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: This survey carried out from September 2009 to September 2013 at Maluku, upstream Kinshasa city at the entrance of the Malebo Pool (Congo River, Kinshasa, DR Congo) on three common fish species selected according to their food-chain position. We focused on the contamination in Lead and cadmium of *Distichodus fasciolatus (herbivore), Mormyrops anguilloides (carnivore) and Schilbe mistus* (carnivore)(Pisces).
We analysed fish heads and flesh according to their size (juveniles and adults). Results revealed that *Schilbe mistus* was the most contaminated and *Distichodus fasciolatus* the least contaminated. Adults were more contaminated than juveniles, and heads than flesh. Compared to previous study at Kinsuka, we are proud to conclude that the Congo River ecosystem at Maluku is safe and fish can be eaten without any fear as contaminations are lower than WHO standards.
However, the herbivorous species appeared less contaminated than the secondary and the tertiary species (carnivores and omnivores, respectively).

KEYWORDS: Ecotoxicology, Maluku, Malebo Pool, Heavy metals, fish, health risk.

RESUME: Cette étude, menée de Septembre 2009 à Septembre 2013 à Kinshasa spécialement à Maluku en amont du Pool Malebo, a permis de mettre en évidence la présence non significative des métaux lourds en l'occurrence le Cadmium et le Plomb dans trois espèces de poissons étudiées suivant la chaîne alimentaire : *Distichodus fasciolatus* ayant un régime alimentaire primaire (herbivore), *Mormyrops anguilloïdes* du régime alimentaire secondaire, enfin *Schilbe mystus* avec un régime tertiaire (omnivore).
Les teneurs en ces métaux en traces sont dans les directives de recommandation de l'OMS pour la consommation de poissons par l'homme. Cependant, les espèces herbivores se sont montrées moins contaminées que celles du régime secondaire et les espèces tertiaires (omnivores) étant les plus contaminées.
En outre, les têtes sont plus contaminées que la chair. Cependant, ne connaissant pas l'âge de ces espèces, nous avons utilisé la taille pour distinguer les jeunes (immatures) et les adultes (matures), les résultats obtenus indiquent combien les poissons

adultes accumulent plus les métaux lourds par rapport aux jeunes et révèlent des teneurs plus élevées du plomb que du cadmium dans chaque partie du poisson analysée.
Cette différence entre le plomb et le cadmium s'expliquerait par le fait que ce dernier étant plus toxique pousse le poisson à ralentir sa prise en développant les stratégies de protection.
Il est donc dangereux à Kinshasa de consommer un poisson dont on ignore les origines, ce qui éviterait aux kinois toutes les perturbations métaboliques et maladies mortelles comme le cancer de plus en plus fréquentes à Kinshasa et certainement dans toute la République Démocratique du Congo.
Les résultats ainsi obtenus révèlent la non vulnérabilité de la chaîne trophique à l'entrée du Pool Malebo à Maluku ; ce qui encourage la consommation des poissons qui en sortent.

MOTS-CLEFS: Ecotoxicologie, Pool Malebo, Métaux lourds, poisson, risque sanitaire.

1 INTRODUCTION

Les enjeux environnementaux et sanitaires liés aux pollutions toxiques (métaux lourds) dans les milieux aquatiques sont au cœur de nombreux débats de société et la prise de conscience de la nécessité de réduire les niveaux de pollution est de plus en plus importante.

Les métaux lourds sont des micropolluants qui peuvent affecter la salubrité du milieu aquatique, puisqu'ils ne subissent pas de dégradation biologique ou chimique. Ils peuvent de ce fait s'accumuler dans les différents maillons des chaînes trophiques à des concentrations toxiques dans les organismes aquatiques [1] [2] [3] [4]. Ce sont des polluants dont la nocivité est liée à leur rémanence et à leur spéciation. Les métaux lourds sont peu métabolisés (à l'inverse des polluants organiques), ils peuvent donc être transférés dans le réseau trophique et s'accumuler dans la matière vivante [5] [6] [4].

La pollution des eaux en général et des eaux urbaines en particulier est un grand problème de l'environnement. Beaucoup d'études sur la qualité des eaux urbaines sont effectuées à travers le monde plus particulièrement en milieux tropicaux avec attention particulière à la saison pluvieuse [7] [8] [9]. La pollution du métal a été associée avec les activités anthropiques, tel qu'effluents et émissions de mines et fondeurs qui souvent contiennent des concentrations élevées de métaux toxiques y compris Pb, Cd, Hg, et As [10]. Le lessivage du sol et les particules fines dans l'atmosphère urbaine comme les polluants organiques persistants apportent aux eaux réceptrices (rivières, fleuves,… etc.) des charges polluantes importantes qui dégradent la qualité de l'eau et des écosystèmes y associés.

Le Pool Malebo à Kinshasa, Capitale de la République Démocratique du Congo, est un lac de rivière où se déroulent d'intenses activités économiques (industrielles, agricoles, domestiques, etc.) et constitue de ce fait, la source et le réceptacle de quantités importantes de substances d'origine naturelle ou anthropique dont un grand nombre possède des propriétés toxiques.

Le Pool est bien pollué comme l'ont montré des études antérieures par [11] [12] [13] [14] [15] qui indiquent que ces eaux renferment d'importantes concentrations en polluants métalliques, notamment le Plomb, le Cadmium et le Mercure. De ce fait, une étude plus élaborée d'écotoxicologie de certains polluants est indispensable et, plus particulièrement des métaux lourds. Ainsi, au regard du profil décrit par [12] [11], nous avons décidé qu'en plus de la pollution organique, de porter notre attention sur le plomb (Pb) et le Cadmium (Cd), métaux lourds très présents dans l'environnement de Kinshasa.

Le Pool Malebo est l'une des zones de pêche importante de la République Démocratique du Congo, le site de Maluku est l'un des sites le plus connu. Cependant, puisque c'est la voie d'entrée (en amont) du Pool Malebo où il y a très peu d'activités anthropiques susceptibles d'avoir d'impacts sur l'itchyofaune, Il est admis que les poissons qui sortent de ce site et bien consommés par la population kinoise peuvent être appropriés à la consommation. De ce fait, une étude plus élaborée d'écotoxicologie de certains polluants est indispensable et, plus particulièrement des métaux lourds.

Ce travail vise à rechercher les métaux traces (Cadmium et plomb) au site de pêche de Kinsuka en aval du Pool Malebo et d'en déterminer les impacts sur les ressources halieutiques à trois niveaux trophiques (Primaire, secondaire et terminale). Il s'agit spécifiquement de :

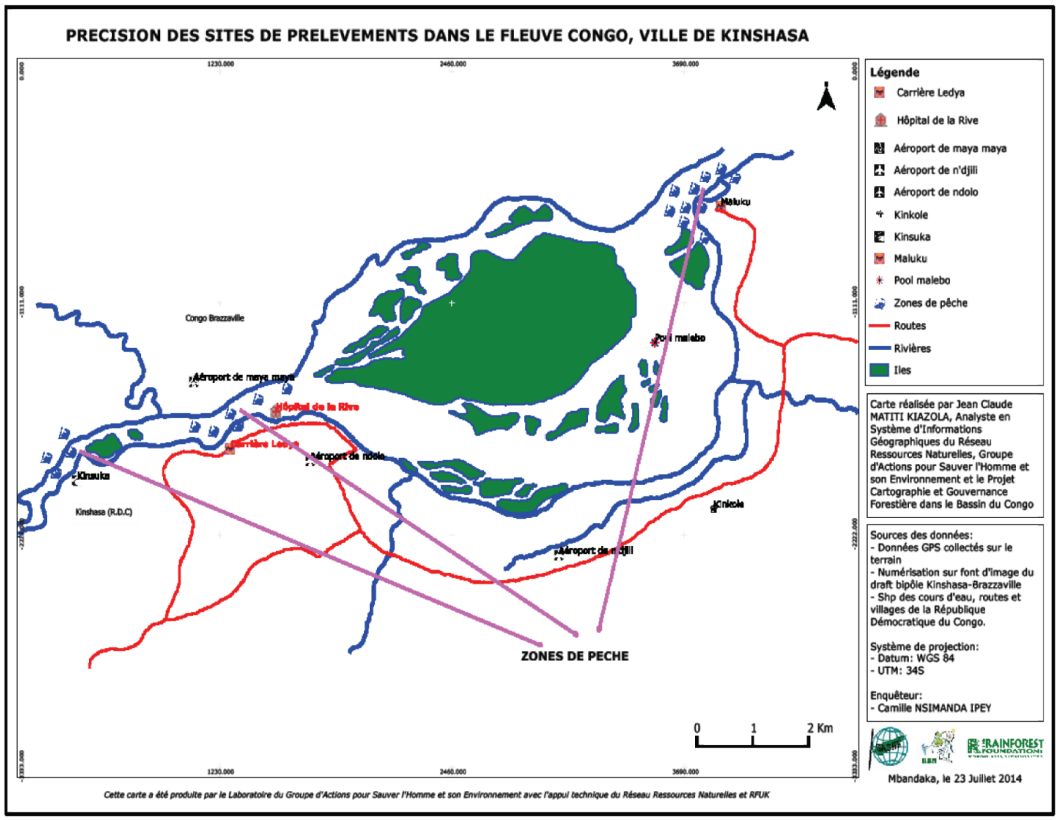
- déterminer le niveau de contamination de ces poissons à l'entrée du Pool à Maluku ;
- Caractériser le niveau d'accumulation en ces métaux par rapport à la position trophique des poissons étudiés ;
- déterminer le niveau trophique le plus vulnérable ;
- déterminer la partie du poisson à valeur socio-économique la plus contaminée.

Cette étude se distingue de la première par leur localisation, l'une étant à la sortie du Pool Malebo (Kinsuka) et l'autre à l'entrée (Maluku). Elles font partie d'une grande recherche sur la gestion intégrée de l'écosystème Pool Malebo.

2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU ET MATÉRIEL

Le milieu de notre étude est le site de pêche de Maluku à l'entrée du Pool Malebo dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo.



Carte n°1 : Carte du Pool Malebo(Kinshasa-RDCongo)

Les poissons de niveaux trophiques différents (primaire, secondaire et terminal) ainsi que l'eau du fleuve Congo à Maluku (qui constituent notre matériel d'étude) ont été analysés afin d'en déterminer les concentrations en Plomb et cadmium. La taille de l'échantillon était de 100 échantillons par espèce (N=100)

Les trois espèces de poissons étudiées suivant la chaîne alimentaire sont *Distichodus fasciolatus* ayant un régime alimentaire primaire (herbivore), *Mormyrops anguilloïdes* du régime alimentaire secondaire, enfin *Schilbe mystus* avec un régime tertiaire (omnivore).

2.2 MÉTHODES

Les poissons pêchés et/ou achetés frais au lieu de pêche sont directement acheminés dans des boîtes frigorifiques au laboratoire d'écotoxicologie et de biotechnologie environnementale ERGS de la Faculté des Sciences pour les analyses. Une partie de nos échantillons a été analysée au laboratoire SPIEZ en Suisse.

Au Laboratoire, ils sont pesés avant d'être séchés à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant. Les têtes sont traitées séparées de la chair. Ensuite, tous ces échantillons ont été incinérés à 550°C au four et les cendres obtenues étaient enfin

gardées dans des sachets en plastique au réfrigérateur en attendant les analyses spectrophotométriques au HACH - DR 2400 suivant les méthodes [16]. Cette méthode colorimétrique est basée sur la loi de Lambert-Beer selon laquelle la densité optique de l'élément à doser est directement proportionnelle à sa concentration (du métal) dans la solution à doser. Ainsi, en ajoutant le réactif prédosé dithiver en gélule à la solution, une coloration se développe et son intensité est directement proportionnelle à la concentration du métal. La lecture se fait à 515 nm pour le plomb et à 525 nm pour le cadmium. Pour chaque analyse, 1g de cendres sèches de l'échantillon est digéré avec de l'acide nitrique fumant (65%) avant de le diluer avec de l'eau distillée désionisée.

Les échantillons d'eau du fleuve Congo ont été acidifiés avec de l'acide nitrique (1ml d'acide nitrique à 65% pour 100 ml d'eau à analyser), puis conservés à 4°C au frigo. Cependant, la température et le pH ont été prélevés *in situ,* c'est-à-dire directement sur les sites lors de l'achat ou de la pêche des poissons.

Les facteurs de bioconcentration (BCf) ont été calculés à partir des données des analyses des échantillons d'eau et ceux des analyses des poissons. Il s'agit du rapport entre la concentration du polluant dans l'animal ou Ca (exemple : poisson) et celle du polluant dans l'eau ou Ce, soit Ca/Ce. Il indique le niveau de bioaccumulation ou de régulation d'un polluant donné.

La comparaison entre les espèces de surface et de profondeur, ainsi que de la bioaccumulation entre les deux métaux ont été réalisées à l'aide du test t de Student.

Les différences au sein des groupes des poissons ainsi qu'entre les sites considérés ont été établies en utilisant la méthode de la *plus petite différence significative* (ppds).

La comparaison des concentrations entre les différentes espèces de poissons du même site et de deux sites, entre les individus adultes et jeunes de la même espèce et entre les parties analysées (tête, corps) a été réalisée grâce au test t de student et ou de l'ANOVA [17].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 RÉSULTATS

Les résultats sont présentés sous la forme d'histogrammes et sont visibles ci-dessous.

3.1.1 CONCENTRATION DE PB (MG/KG) DANS LES JEUNES ET DANS LES ADULTES DE TROIS ESPECES DE POISSONS.

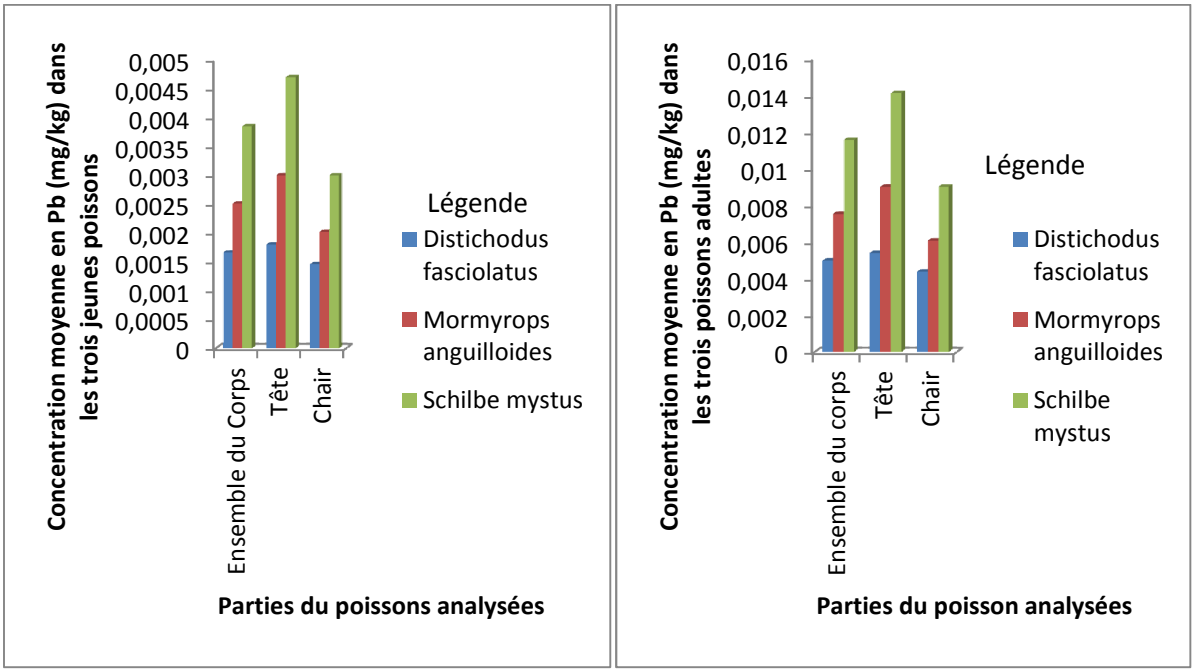


Figure 1. Concentration en Pb dans les trois jeunes poissons (à gauche) et dans les trois poissons adultes (à droite).

a) Teneur du Plomb dans la tête et dans la chair des jeunes et adultes de *Distichodus fasciolatus*.

Les figures ci-dessus montrent que quelque soit de l'espèce du poisson considérée, la partie tête a une teneur en Plomb plus élevée que dans la partie chair.

Pour les jeunes *Distichodus fasciolatus*, la partie tête montre une teneur en Plomb (0,00186 mg/kg) plus élevée que dans la partie chair (0,00146 mg/kg). L'ANOVA 1 montre une différence très significative (p = 0,00031) entre les teneurs moyennes en Plomb dans la tête et dans la chair des adultes de *Distichodus fasciolatus,* à MALUKU.

Pour les adultes de *Distichodus fasciolatus*, la teneur moyenne en Plomb (0,0054 mg/kg) dans la tête est plus élevée que celle trouvée dans la partie chair (0,00438 mg/kg).

L'ANOVA 1 indique une différence très significative ($P = 1,21.10^{-11}$) entre la tête et la chair chez les adultes de *Distichodus fasciolatus* au niveau du site de Maluku.

b) Teneur du Plomb dans la tête et dans la chair des jeunes et adultes de *Mormyrops anguilloïdes.*

La teneur moyenne en Plomb (mg/kg) est très élevée dans la tête (0,003 mg/kg) que dans la chair (0,00202 mg/kg) des jeunes *Mormyrops anguilloides*. Le test de l'ANOVA 1 relève une différence significative entre la tête et la chair ($P= 2,99.10^{-21}$) pour ce métal dans les deux parties de ce poisson.

Pour les adultes de *Mormyrops anguilloides*, la même logique se poursuit comme dans le cas chez les jeunes ; en effet, La teneur en Plomb (mg/kg) est très élevée dans la tête (0,009 mg/kg) que dans la chair (0,00606 mg/kg) des adultes de *Mormyrops anguilloides*. Ainsi, le test de l'ANOVA 1 montre une différence significative entre la tête et la chair ($P= 2,99.10^{-21}$) : une teneur moyenne en Plomb observée dans la tête est supérieure que celle emmagasinée dans la chair.

c) Teneur du Plomb dans la tête et dans la chair des jeunes et adultes de *Schilbe mystus à Maluku*.

Les résultats obtenus montrent que les concentrations moyennes en Plomb fixées dans la tête (0,0047 mg/kg) des espèces jeunes de *Schilbe mystus* à Maluku sont plus élevées comparé à celles accumulées dans leurs chairs (0,003 mg/kg). Le test de l'ANOVA 1 appliquée à ces concentrations révèle une différence très significative ($p = 1,3871.10^{-14}$) entre la concentration moyenne en Plomb dans la tête et celle contenu dans la chair.

Les résultats de teneurs en ce métal en trace trouvés dans les adultes que la concentration moyenne en Plomb fixé au niveau de la tête (0,0141 mg/kg) est plus élevée que celle accumulée dans la chair (0,009 mg/kg) chez les espèces adultes de *Schilbe mystus* à Maluku. Le test de l'ANOVA 1 ainsi appliquée aux données montre une différence très significative ($p = 7,25871.10^{-21}$) entre les deux paries.

3.1.2 CONCENTRATION DE CD (MG/KG) DANS LES JEUNES ET DANS LES ADULTES DE TROIS ESPECES DE POISSONS.

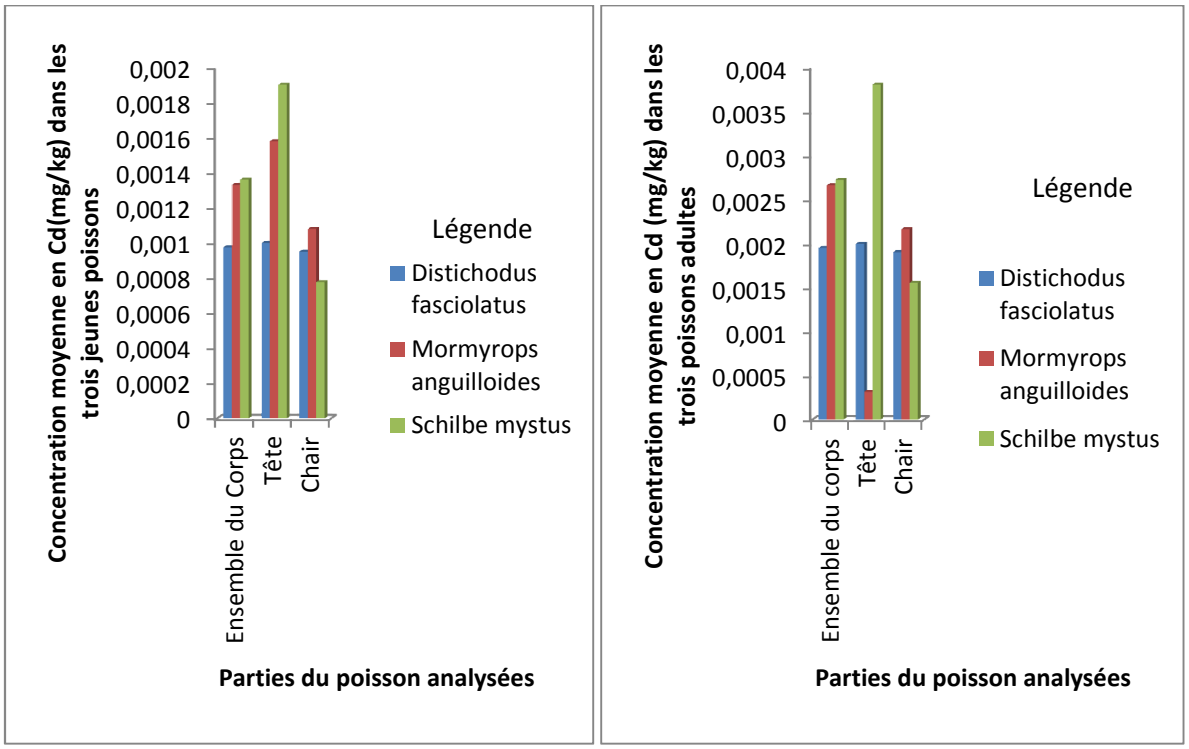


Figure 1. Concentration en Cd dans les trois jeunes poissons (à gauche) et dans les trois poissons adultes (à droite).

a) Teneur moyenne du Cadmium dans la tête et la Chair des Jeunes et adultes de *Distichodus fasciolatus* à Maluku.

Pour les jeunes de *Distichodus fasciolatus*, la teneur en Cadmium se révèle légèrement élevée au niveau de la tête qu'au niveau de la chair chez les jeunes *Distichodus fasciolatus à* Maluku. Cependant, la différence est moins significative entre la teneur en Cd au niveau de la tête (0,00099 mg/kg) et celle au niveau de la chair (0,00095 mg/kg).

L'analyse statistique à l'ANOVA 1, révèle une différence non significative (p = 0,556) entre la tête et la chair.

Pour les adultes de *Distichodus fasciolatus* la teneur en Cadmium est très élevée au niveau de la tête (0,001996 mg/kg) qu'au niveau de la chair (0,0019 mg/kg) des adultes de *Distichodus fasciolatus*.

L'ANOVA 1, met en évidence une différence significative (p = 0,00067) entre la tête et la chair.

b) Teneur moyenne du Cadmium dans la tête et la Chair des Jeunes et adultes de *Mormyrops anguilloïdes* à Maluku.

Les teneurs moyennes en Cadmium incorporées dans la tête (0,001578 mg/kg) est plus élevée par rapport à celle contenue dans la chair (0,00108 mg/kg) chez les jeunes *Mormyrops anguilloïdes* à Maluku. Le test de l'ANOVA 1 appliqué à ces données révèle une différence hautement significative ($p = 3{,}21.10^{-15}$) entre la teneur moyenne en Cadmium fixé au niveau de la tête et la teneur moyenne en Cadmium contenu dans la chair.

Pour les adultes de *Mormyrops anguilloides*, les teneurs moyennes en Cadmium contenues dans la tête (0,003156 mg/kg) sont plus élevées que celle emmagasinée dans la chair (0,00216 mg/kg). Le test de l'ANOVA 1 appliquée à ces données révèle une différence très significative ($p = 3{,}89.10^{-24}$) entre la teneur moyenne en Cadmium au niveau de la tête et celle contenue dans la chair.

c) Teneur moyenne du Cadmium dans la tête et dans la Chair des Jeunes et adultes de *Schilbe mystus* à Maluku.

Pour les Jeunes Schilbe *mystus*, la concentration moyenne en Cadmium fixé dans la tête (0,001944 mg/kg) est plus élevée comparé à celle emmagasinée dans la chair (0,000776 mg/kg). Le test de l'ANOVA 1 appliquée à ces concentrations moyennes de plomb contenu dans les deux parties du poisson, révèle une différence très significative ($p = 6{,}50603.10^{-25}$) entre les deux parties de chaque poisson analysé.

Chez les adultes, la même logique se poursuit, en effet, la concentration moyenne en Cadmium est plus élevée au niveau de la tête (0,0038 mg/kg) que celle accumulée au niveau de la chair (0,001552 mg/kg). L'ANOVA 1 appliquée révèle une différence très significative ($p = 1{,}956.10^{-25}$) de la concentration moyenne du Plomb entre les deux parties du poisson considéré.

FACTEURS DE BIOCONCENTRATION

L'évaluation de l'intensité de la bioaccumulation se calcule par la formule de bioconcentration suivante : BCF = Ca/Ce où Ca = concentration dans l'animal (i.e poisson) et Ce = concentration dans l'eau [18].

Ces facteurs de bioconcentration ont été calculés en fonctions des teneurs en métaux traces métalliques dans les eaux et dans les poissons de Maluku

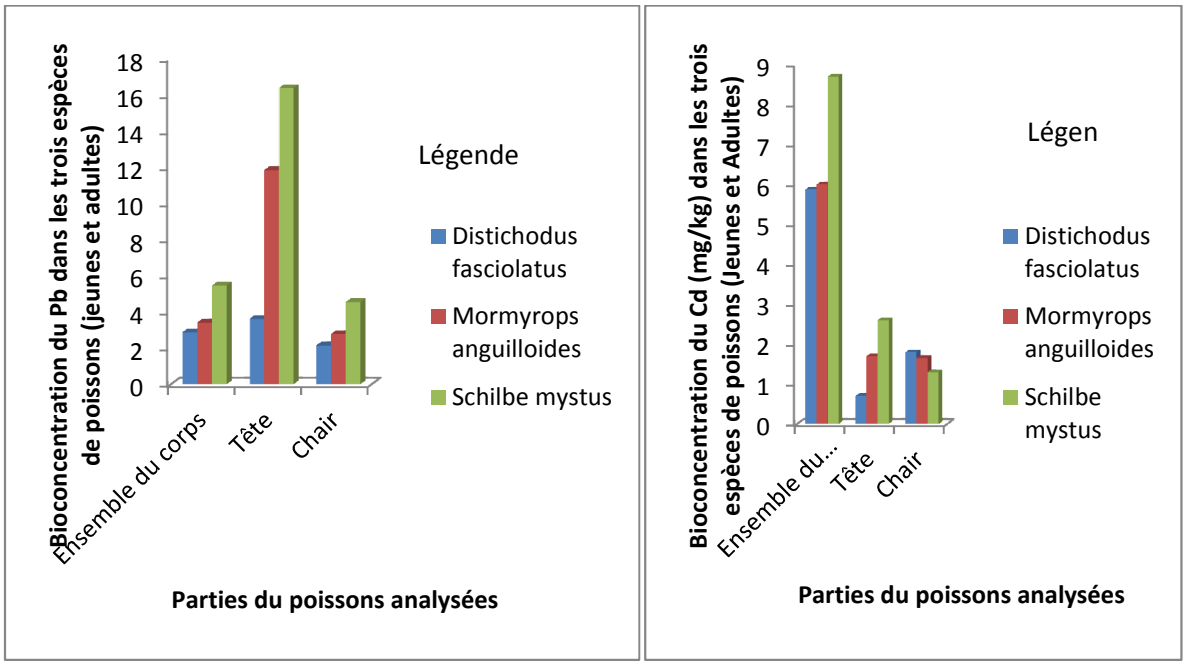


Figure 3 : Facteurs de bioconcentration du Pb (à Gauche) et du Cd (à droite) de trois poissons.

Les différentes valeurs des facteurs de bioconcentration indiquent bien la bioaccumulation de Pb et Cd par les différentes espèces des jeunes et adultes poissons, indépendamment de leurs habitats.

Pour toutes les espèces, la partie tête accumule plus de Pb et le Cd que la partie chair. Les teneurs en Pb dans toutes les espèces sont plus élevées que le taux de Cd.

L'ordre décroissant selon l'espèce qui accumule plus est de : *Schilbe mystus* > *Mormyrops anguilloïdes* > *Distichodus fasciolatus.*

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

La présente étude a consisté à rechercher les métaux lourds dont le Cadmium et le Plomb au Pool Malebo, l'écophysiologie et la vulnérabilité de la chaine alimentaire

Les résultats ont montré que les métaux lourds sont bien présents dans le Pool Malebo à l'instar du Pb et du Cd trouvés dans les espèces de poissons analysées du site de Maluku.

Nos résultats corroborent avec ceux de [12] et [11].

En comparant les teneurs des métaux dans les parties des poissons, il de dégage a une différence significative entre les parties ; la tête étant plus contaminée que la chair.

Le Cadmium et le Plomb dans la région Maluku présentent des valeurs inférieures aux directives des rejets industriels fixées par [19] et les seuils recommandés par [20] et [21] et ne constitue pas de ce fait un haut risque potentiel d'intoxication [22].

Ces résultats peuvent se justifier du fait que :

- Le site de Maluku à l'entrée du Pool Malebo est une zone semi-rurale qui n'a pas assez d'activités industrielles pouvant contaminer cet écosystème.
- Néanmoins, la présence des faibles teneurs de ces métaux lourds (Plomb et Cadmium) trouvés à Maluku peut se justifier par de petits déversements accidentels des carburants par les embarcations de bateaux et pirogues motorisées utilisés pour le transport et la pêche.
- Certaines pratiques de la population peuvent contribuer à la présence de ces métaux dans l'eau et dans la chaîne alimentaire au niveau de Maluku par exemple, les rejets dans le fleuve des piles et des boîtes de conserve sans oublier les décharges sauvages lessivées lors des pluies diluviennes.

Dans l'environnement le plomb est majoritairement présent dans le compartiment atmosphérique et provient des fonderies, des industries de la métallurgie, de la combustion du charbon, de l'incinération des déchets et des gaz d'échappement des véhicules, et L'apport de cadmium aux milieux fluviaux provient en partie du compartiment atmosphérique (fumées et poussières des fonderies, des produits de l'incinération des matériaux recouverts de cadmium) et provient d'autre part des lessivages des terrains agricoles renfermant des engrais). Sa demi-vie biologique peut aller de 10 à 30 ans [23].

Dans la région comme celle de Kinshasa où il pleut beaucoup, le ruissellement des eaux de pluie peut constituer une source de contaminations des rivières et fleuve par les métaux lourds, ce sont donc des sources diffuses que nous avons au niveau de Maluku.

L'accumulation des métaux, se fait préférentiellement chez les poissons par rapport, à la forme disponible des métaux, à la taille des organismes, leur écologie et morphologie, la période d'immersion et d'exposition des poissons [24], [25].

L'écophysiologie des métaux dans le milieu aquatique s'avère très importante pour suivre la contamination de la chaine alimentaire. Les effets de la prédation par les poissons se transmettent en cascade le long de la chaîne trophique et peuvent contrôler l'état de l'ensemble de l'écosystème [26]. Les organismes ayant concentré des polluants peuvent entrer à leur tour dans la chaîne trophique ; si le produit n'est pas dégradé ou éliminé, il va se concentrer de plus en plus à chaque maillon de la chaîne, allant par exemple des algues aux oiseaux ichtyophages. Ce phénomène qui est appelé bioamplification, montre que la pollution d'un milieu par des substances qui ne sont mesurées qu'en quantité très faible dans l'eau peut avoir des conséquences inattendues chez les consommateurs supérieurs [27].

En outre, ces résultats confirment les thèses de [28] et [29], qui soutiennent que l'accumulation d'une substance varie d'une espèce biologique à l'autre, d'une race à l'autre, d'un organe à l'autre, d'un tissu à l'autre, mais aussi selon l'âge, le sexe et l'état physiologique des individus ainsi que du type d'habitat, du niveau trophique et enfin de l'espèce chimique en présence.

Les poissons étudiés ont une faible aptitude d'accumuler le Cadmium par rapport au Plomb. Cette situation est confirmée par Brouwvers et Lauwerys cités par [30] qui soutiennent que le retard ou la faiblesse d'assimilation du Cadmium est dû au fait que ce métal et ses sels sont à la fois irritants et de toxicité systématique. En plus, le Cadmium étant plus toxique que le Plomb, des faibles doses suffisent à créer des problèmes chez l'animal qui déclenche les moyens de protection qui en réduisent la prise active.

Par ailleurs, selon Flick *et al* cité par [30], cette faible ingestion et accumulation du Cadmium serait également liée à l'effet émétique du Cadmium par voie orale.

5 CONCLUSION ET SUGGESTION

- les poissons de Maluku en amont du Pool Malebo ne sont pas du tout contaminés du fait des teneurs en métaux traces trouvées dont les valeurs sont en dessous des seuils fixés pour la consommation de ces organismes aquatiques (Pb: 1.5 mg/kg, le Cd: 1 mg/kg) pour des normes européennes, ou encore de l'OMS (0,5mg/kg pour le Pb et 0,1mg/kg pour le Cd).
- Les concentrations en métaux traces varient assez largement chez les trois espèces des poissons. L'écophysiologie de Plomb et Cadmium suit la logique de la chaîne alimentaire.

- L'ordre croissant d'accumulation et donc de risque de toxicité pour les deux métaux lourds, se présente de la manière suivante: *Distichodus fasciolatus* (consommateur primaire = herbivore) < Mormyrops anguilloïdes (consommateur secondaire = Insectivores) < *Schilbe mystus* (Consommateur terminaux = omnivore).
- les poissons analysés accumulent le plomb et le cadmium.
- la tête accumule plus que la chair ;
- Les adultes accumulent plus que les jeunes
- le facteur de bioconcentration est plus élevé pour le plomb que pour le cadmium, ce qui confirme la toxicité élevée de ce dernier métal ;
- tous ces résultats justifient ainsi le fait que ces deux métaux ne sont pas biogènes.

La consommation de ces poissons à répétition surtout de la partie tête peut devenir un problème pour la santé humaine du fait de la bioaccumulation de ces métaux dans les tissus des organismes.

Il faudra, sans trop tarder, introduire les normes environnementales en R D Congo et éduquer les consommateurs sur la qualité des aliments consommés.

Aussi, recommanderions-nous la non consommation des têtes de poissons d'origine inconnue (au regard de la facilité avec laquelle les têtes accumulent les métaux lourds).

Approfondir cette recherche en tenant compte du statut des poissons cibles :

Etudier les autres métaux lourds et éléments toxiques (un vaste programme d'étude).

Ces études pourraient bien s'étendre dans les zones à haut risque de contamination, par exemple dans les zones d'exploitation minière où la population consomme les produits qui sortent des rivières dont les industries extractives déversent leurs effluents sans prétraitement au préalable.

REFERENCES

[1] Neathery M.W. & Miller W.J. 1975. Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals. A review. *J. Dairy Sci*., 58, 1767-1781.

[2] Bryan G W., 1971.The effect of heavy metals (other than mercury) on marine and estuarine organisms. Proceedings of the Royal Society of London, Series B Biological Sciences 177, 389- 410

[3] Bryan G W., 1984. Pollution due to heavy metals and their compounds. Marine ecology 5: 1290- 1431

[4] Bliefert et Perraud, 2004. Chimie de l'Environnement – Air, Eau, Sols, Déchets. Editions De Boeck Université-Bruxelles. 476p.

[5] Dusquene S.1992- Bioaccumulation métallique et métallothioneines chez trois espèces de poissons du littoral Nord-Pas De Calais. Thèse de Doctorat en Biologie et Santé. Université des Sciences et Techniques de Lille.263 p.

[6] Kucuksezgin F., Kontas A., Altay O., Uluturhan E., Darilmaz E., 2006- Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. Environment International 32: 41-51.

[7] U.S. EPA. (1994). Proceedings Pollution Prevention Conference on Low- and No-VOC Coating Technologies. (EPA/600/R-94/022), ORD-Washington, DC.

[8] Marsalek, J., 1986. «Municipal sources of selected trace organics in Sarnia», Water Pollut. Res. J. Canada, n°21, p. 422–432.

[9] Novotny V. and witte J.W. (1997) "Ascertaining aquatic ecological risks of urban stormwater discharges," *Water Research* 31(10):2573-2585

[10] Yabe John, Shouta M.M. Nakayama,Yoshinori Ikenaka, Kaampwe Muzandu,Kennedy Choongo, Geoffrey Mainda, Matthew Kabeta, Mayumi Ishizuka, and Takashi Umemura, 2012. Metal Distribution in tissues of free-range chickens near
a Lead-Zinc mine in Kabwe, Zambia in Environnmental Toxicology and Chemistry. Volume 32/Issue 1/January 2013. 247p:189-192.

[11] Musibono, 1999 : Variations saisonnières du Chrome hexavalent (Cr IV), Cuivre(Cu), Plomb (Pb) et Zinc (Zn) dissous dans quatre rivières urbaines de Kinshasa (RDC) et analyses d'impacts écologiques, in Actes du 1er colloque sur la problématique des déchets à Kinshasa(Congo), Kinshasa, August 12- 15, in *Landbouw. MedVet. Gent(1) 1999 :*81-86.

[12] Monama 0, Mukinayi J et Sibukaku S., 1985. Chaine trophique du plomb, *Revue zaïroise des Sciences nucléaires, Vol.6,* Kinshasa, Numero spécial 1985, pp.226-237.
[13] Musibono, J.P. Ndelo, M. Mputu, M.Biey, I. Nsimanda, B. Iteku, M. Diansambu, R. Mabela, T. Mulumba. (2005). Comparative toxicity of Cadmium, Copper, Lead, Nickel and Zinc to Mosquito Fish *Gambusia affinis* H. In Acidic Waters. Annales de Pharmacie, vol.3, n°1, Avril2005, pp.201-208.
[14] Musibono D.E, M. Biey, I. Munsembula, B. Iteku, M. Mbimbi, N. Ntankoy, M. Mondo, 2005: Risk of potential post-treatment contamination for drinking water distribution network in developing countries based on seasmal variations of free chlorine and organics concentration in tap waters. The Kinshasa case of study (DRC, Africa); in Annales de la facultés des Sciences. Volume 1. PUK. 164p.
[15] Musibono D.E, Ndelo D.P, Biey M., Iteku B., Mputu M., Mayi F., Koshi N., Nsimanda I., Monsembula I., et Diansambu M., 2006. Toxicité des eaux usées industrielles de Kinshasa, possibilité de recyclage et impact sur la santé des écosystèmes. Revue de santé publique, ESP- Kinshasa, 48-53. 68p.
[16] HACH, 2002. Chemical analysis methods handbook. HACH Company, Loveland, lowa, USA.
[17] Zar, J.H., 1995. Biostatics handbook. Prentice Hall, New York, 498pp.
[18] Musibono D.E, 1998: Toxicological studies of the combined effects of Aluminium, Copper and Manganese on a Freshwater Amphipod in Acidic waters; Ph.D thesis. University of Cape Town, South Africa.147p.
[19] Banque Mondiale, 1998. Pollution prevention and abatement handbook- Toward cleaner production. The World Bank, Washington, DC., 457pp.
[20] OMS, 2005. Guidelines for water quality and environmental health. Geneva. 1084pp.
[21] Commission européenne, 2001. Commission regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs; *official Journal of the European communities* L77
[22] Wanga B.M , Musibono D.E, Mafuana L., Babeki M., Lukombo T., Diana N., Bantonisa K.M., Mushayuma N., and Balume B. 2014. Analyse des accidents du travail et maladies professionnelles à la Régie des Voies Maritimes de Boma, RDCongo.in International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN2028-9324 Vol.9 N°2 Nov. 2014, pp.713-724.
[23] Nriagu et Pacyna, 1988 Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature 333: 134-139.
[24] Benbrahim S., Taha S., Cabon J., Dorange G., 1998. Elimination des cations metalliques divalents :Complexation par l'alginate de Sodium et ultrafiltration. Rev.Sci.Eau 4 : 497-516.
[25] Zeroual Y., 2003. Utilisation de bactéries et d'algues marines pour le traitement des eaux chargées en métaux lourds. Thèse nationale en Sciences biologiques. Univ Hassan II Casablanca Maroc 142p
[26] Lévêque C., Paugy D., (1999). Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme. IRD Editions, Paris.564p
[27] Biney C., Amuzu A.T, Calamari D., Kaba N., Mbome I.L. Naeve H., Ochumba P.B.O., Osibanjo O., Redegonde V., Saad M.A.H., 1992. Review of heavy metals in the African aquatic environment. *FAO Fisheries Reports*, 471 : 7-43.
[28] Ecker, R. ; Randall Warren, B. ; French K., (2002). Physiologie animale, mécanismes et adaptation, Traduction de la 4ème édition Américaine/Deboeck université.
[29] Musibono and Day (2000). Active uptake of Al, Cu and Mn by the freshwater amphipod *Paramelita nigroculus* B. in acidic waters. *Hydrobiologia 437*: 2000, 213 – 21
[30] Robert, R.L., Huet et Lison, D.(2003). Toxicologie industrielle et intoxication professionnelles, éd. Masson, Paris, 4ème édition.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 176-183
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude préliminaire de la contamination au Cadmium et au Plomb de *Distichodus fasciolatus, Mormyrops anguilloides* et *Schilbe mistus* au Pool Malebo (Fleuve Congo- Kinshasa/RD Congo) à Kinsuka

[Preliminary study on the fish contamination with the lead and cadmium from the Malebo Pool (Congo River, Kinshasa, DR Congo): *Distichodus fasciolatus, Mormyrops anguilloides and Schilbe mistus (pisces)*]

I. Camille Nsimanda[1], E. Dieudonné Musibono[2], L. Norbert Basosila[3], and B.M. Bienvenu Wanga[4]

[1]Laboratoire d'écotoxicologie ERGS, Dépt.de l'Environnement, Faculté des Sciences, B.P. 190, UNIKIN, Kinshasa XI, RD Congo

[2]Directeur du Laboratoire d'Ecotoxicologie ERGS, Faculté des Sciences, B.P. 190, UNIKIN, Kinshasa XI, RD Congo

[3]Chimie analytique, Faculté des Sciences, B.P. 190, UNIKIN, Kinshasa XI, RD Congo

[4]Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: This paper reports the results of food-chain contamination by the cadmium and the lead, two common heavy metals in the Malebo Pool (Kinshasa) at Kinsuka outlet downstream the Congo River.
The herbivorous species showed lower contamination than carnivores and omnivores, i.e. *Distichodus fasciolatus* < *Mormyrops anguilloides* < *Schilbe mistus*
From each fish sample, heads were more contaminated than in the other edible parts. This allowed us to forbide the consumption of the heads of fish from unkown origins.

KEYWORDS: Malebo Pool, Heavy metals, fish, health risk.

RESUME: Cette étude, menée de Septembre 2009 à Septembre 2013 à Kinshasa spécialement à Kinsuka à la sortie du Pool Malebo, a permis de mettre en évidence la présence des métaux lourds en l'occurrence le Cadmium et le Plomb dans trois espèces de poissons étudiées suivant la chaîne alimentaire : *Distichodus fasciolatus* ayant un régime alimentaire primaire (herbivore), *Mormyrops anguilloïdes* du régime alimentaire secondaire, enfin *Schilbe mystus* avec un régime tertiaire (omnivore).
Les espèces herbivores se sont montrées moins contaminées que celles du régime secondaire et les espèces tertiaires (omnivores) étant les plus contaminées. En outre, les têtes sont plus contaminées que la chair. Cependant, ne connaissant pas l'âge de ces espèces, nous avons utilisé la taille pour distinguer les jeunes (immatures) et les adultes (matures), les résultats obtenus indiquent combien les poissons adultes accumulent plus les métaux lourds par rapport aux jeunes et révèlent des teneurs plus élevées du plomb que du cadmium dans chaque partie du poisson analysée.
Il est donc dangereux à Kinshasa de consommer un poisson dont on ignore les origines, ce qui éviterait aux kinois toutes les perturbations métaboliques et maladies mortelles comme le cancer de plus en plus fréquentes à Kinshasa et certainement pas dans toute la République Démocratique du Congo.
Les résultats ainsi obtenus révèlent la vulnérabilité de la chaîne trophique du Pool Malebo.

MOTS-CLEFS: Pool Malebo, Métaux lourds, poisson, risque sanitaire.

Corresponding Author: I. Camille Nsimanda

1 INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, la contamination métallique des écosystèmes aquatiques a attiré l'attention de chercheurs d'horizons très différents. Elle constitue en effet l'un des aspects de la pollution la plus menaçante pour ces milieux. Par ses effets néfastes, elle pourrait engendrer des situations critiques voire dangereuses affectant souvent l'équilibre écologique de ces écosystèmes.

Contrairement à de nombreux polluants organiques, les métaux lourds non oligoéléments ne sont pas éliminés par voie biologique, ce qui favorise leur effet cumulatif dans les divers compartiments de l'écosystème (eau, sédiment, faune et flore) [1].

L'accumulation de métaux toxiques dans la chaîne alimentaire humaine est reconnue mondialement comme un risque à la santé publique, La pollution du métal a été associée avec les activités anthropiques, tel qu'effluents et émissions de mines et fondeurs qui souvent contiennent des concentrations élevées de métaux toxiques y compris Pb, Cd, Hg, et As [2].

Le Pool Malebo à Kinshasa, Capitale de la République Démocratique du Congo correspond à un espace d'intenses activités économiques (industrielles, agricoles, domestiques, etc.) et constitue de ce fait, la source et le réceptacle de quantités importantes de substances d'origine naturelle ou anthropique dont un grand nombre possède des propriétés toxiques.

Le Pool est bien pollué comme l'ont montré des études antérieures par [3] [4] [5] [6] [7] qui indiquent que ces eaux renferment d'importantes concentrations en polluants métalliques, notamment le Plomb, le Cadmium et le Mercure. De ce fait, une étude plus élaborée d'écotoxicologie de certains polluants est indispensable et, plus particulièrement des métaux lourds. Ainsi, au regard du profil décrit par [4] [3] , nous avons décidé qu'en plus de la pollution organique, de porter notre attention sur le plomb (Pb) et le Cadmium (Cd), métaux lourds très présents dans l'environnement de Kinshasa. Ces métaux ne sont pas nécessaires à la vie, mais ils perturbent souvent le cours normal des processus métaboliques, même à l'état de traces ; à l'exception de faibles doses tolérables, de tels métaux ont souvent un effet toxique [8].

Le Pool Malebo est l'une des zones de pêche importante de la République Démocratique du Congo, le site de Kinsuka est l'un des sites le plus connu. Cependant, puisque c'est la voie de sortie de tous les déchets rejetés par les activités de la ville de Kinshasa. Il est admis que les poissons qui sortent de ce site et bien consommés par la population kinoise seraient impropres à la consommation. De ce fait, une étude plus élaborée d'écotoxicologie de certains polluants est indispensable et, plus particulièrement des métaux lourds.

Ce travail vise à rechercher les métaux traces métallique (Cadmium et plomb) au site de pêche de Kinsuka en aval du Pool Malebo et d'en déterminer les impacts sur les ressources halieutiques à trois niveaux trophiques (Primaire, secondaire et terminale). Il s'agit spécifiquement de :

- déterminer le niveau de contamination de ces poissons à la sortie (Kinsuka) du Pool ;
- Etablir le niveau trophique d'accumulation de Plomb et Cadmium dans les poissons pêchés ;
- déterminer le niveau trophique le plus vulnérable ;
- déterminer la partie du poisson à valeur socio-économique la plus contaminée.

2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU ET MATÉRIEL

Le milieu de notre étude est le Pool Malebo dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo.

Les poissons de niveaux trophiques différents (primaire, secondaire et terminal) ainsi que les eaux brutes sur lesquels nous avons effectués nos expériences (qui constituent notre matériel d'étude) ont été prélevés au fleuve Congo au niveau de Kinsuka sur le Pool Malebo. La taille de l'échantillon était de 100 échantillons par espèce (N=100)

Les trois espèces de poissons étudiées suivant la chaîne alimentaire sont *Distichodus fasciolatus* ayant un régime alimentaire primaire (herbivore), *Mormyrops anguilloïdes* du régime alimentaire secondaire, enfin *Schilbe mystus* avec un régime tertiaire (omnivore).

2.2 MÉTHODES

Les poissons pêchés et/ou achetés frais au lieu de pêche sont directement acheminés dans des boîtes frigorifiques au laboratoire d'écotoxicologie et de biotechnologie environnementale ERGS de la Faculté des Sciences pour les analyses. Une partie de nos échantillons a été analysée au laboratoire SPIEZ en Suisse.

Au Laboratoire, ils sont pesés avant d'être séchés à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant. Les têtes sont traitées séparées de la chair. Ensuite, tous ces échantillons ont été incinérés à 550°C au four et les cendres obtenues étaient enfin gardées dans des sachets en plastique au réfrigérateur en attendant les analyses spectrophotométriques au HACH - DR 2400 suivant les méthodes [9]. Cette méthode colorimétrique est basée sur la loi de Lambert-Beer selon laquelle la densité optique de l'élément à doser est directement proportionnelle à sa concentration (du métal) dans la solution à doser. Ainsi, en ajoutant le réactif prédosé dithiver en gélule à la solution, une coloration se développe et son intensité est directement proportionnelle à la concentration du métal. La lecture se fait à 515 nm pour le plomb et à 525 nm pour le cadmium. Pour chaque analyse, 1g de cendres sèches de l'échantillon est digéré avec de l'acide nitrique fumant (65%) avant de le diluer avec de l'eau distillée désionisée.

Les échantillons d'eau du fleuve Congo ont été acidifiés avec de l'acide nitrique (1ml d'acide nitrique à 65% pour 100 ml d'eau à analyser), puis conservés à 4°C au frigo. Cependant, la température et le pH ont été prélevés *in situ,* c'est-à-dire directement sur les sites lors de l'achat ou de la pêche des poissons.

Les facteurs de bioconcentration (BCf) ont été calculés à partir des données des analyses des échantillons d'eau et ceux des analyses des poissons. Il s'agit du rapport entre la concentration du polluant dans l'animal ou Ca (exemple : poisson) et celle du polluant dans l'eau ou Ce, soit Ca/Ce. Il indique le niveau de bioaccumulation ou de régulation d'un polluant donné.

La comparaison entre les espèces de surface et de profondeur, ainsi que de la bioaccumulation entre les deux métaux ont été réalisées à l'aide du test t de Student.

Les différences au sein des groupes des poissons ainsi qu'entre les sites considérés ont été établies en utilisant la méthode de la *plus petite différence significative* (ppds).

La comparaison des concentrations entre les différentes espèces de poissons du même site et de deux sites, entre les individus adultes et jeunes de la même espèce et entre les parties analysées (tête, corps) a été réalisée grâce au test t de student et ou de l'ANOVA [10].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 RÉSULTATS

Les teneurs moyennes en Pb et Cd trouvées dans les trois espèces de poissons de Kinsuka sont représentées sous forme des histogrammes. Pour chaque poisson, l'ensemble du corps, la tête et la chair ont été analysées séparément pour comparer les résultats entre les parties du corps des poissons étudiés ; l'analyse statistique à l'ANOVA et Test de Student a été appliquée pour confirmer ou infirmer cette différence.

Les calculs de facteur de bioconcentration ont été effectués pour comparer la quantité de métaux dans les trois espèces étudiées.

3.1.1 CONCENTRATION DE PB (MG/KG) DANS LES JEUNES ET DANS LES ADULTES DE TROIS ESPECES DE POISSONS.

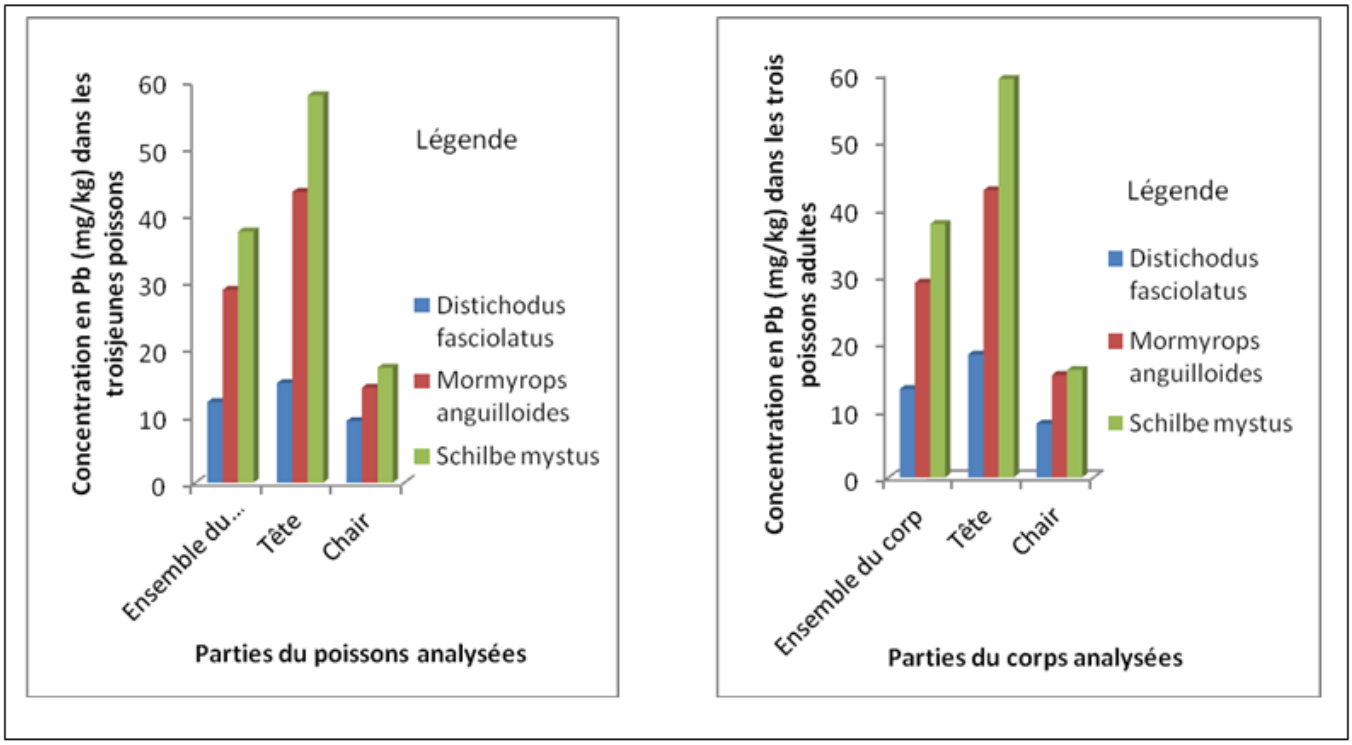


Fig. 1.

a) Teneur du Plomb dans la tête et dans la chair des jeunes et adultes de *Distichodus fasciolatus*.

Les figures ci-dessus montrent que quelque soit de l'espèce du poisson considérée, la partie tête a une teneur en Plomb plus élevée que dans la partie chair.

Pour les jeunes *Distichodus fasciolatus*, La partie tête montre une teneur moyenne en Plomb (14,33 mg/kg) plus élevée que dans la partie chair (9,33 mg/kg). Le test de l'ANOVA 1 montre une différence très significative ($p = 4{,}83421.10^{-20}$) entre les teneurs moyennes en Pb fixé dans la tête et celles accumulées dans la chair de jeunes *Distichodus fasciolatus.*

Pour les adultes de *Distichodus fasciolatus*, les valeurs de concentrations moyennes en Pb dans la tête est de 18,28 mg/kg et celle dans la chair est de 8 mg/kg. L'ANOVA 1 révèle aussi une différence hautement significative ($p = 9{,}3.10^{-34}$) pour le Pb entre les deux parties chez les adultes de *Distichodus fasciolatus* à Kinsuka.

b) Teneur du Plomb dans la tête et dans la chair des jeunes et adultes de *Mormyrops anguilloïdes.*

La lecture de cette figure révèle que la partie tête a une teneur moyenne en Plomb (43,5 mg/kg) plus élevée que la partie chair (14,22 mg/kg) chez jeunes *Mormyrops anguilloïdes* à Kinsuka. L'ANOVA 1 révèle une différence très significative ($p = 7{,}785.\ 10^{-31}$) pour le Plomb entre les deux parties de ces jeunes *Mormyrops anguilloïdes.*

Pour les *Mormyrops anguilloïdes* adultes, Il ressort que la teneur moyenne en Plomb fixés dans la partie tête (42,7 mg/kg) est plus supérieure que celle contenue dans la partie Chair (15,22 mg/kg). L'ANOVA 1 révèle une différence significative ($p= 7{,}412.\ 10^{-27}$) pour le Pb entre les deux parties analysées de ce poisson à Kinsuka.

c) Teneur du Plomb dans la tête et dans la chair des jeunes et adultes de *Schilbe mystus à Kinsuka*.

la partie de la tête contient un taux de Pb (57,98 mg/kg) plus élevé que celui accumulé dans la partie chair (17,2 mg/kg) de ce poisson chez les jeunes *Schilbe mystus à Kinsuka*. Le test de l'ANOVA appliqué aux cooncentrations de ce métal dans les deux parties du poisson révèle une différence significative ($p=6{,}59.10^{-30}$).

Chez les adultes de *Schilbe mystus*, la teneur moyenne en Pb fixé au niveau de la tête (59,28 mg/kg) de ce poisson est de loin supérieure à celles trouvée la chair (15,98 mg/kg). Ainsi, l'ANOVA 1 appliqué à ces concentrations dans les deux parties du poisson révèle une différence significative ($p=3{,}988.10^{-33}$).

3.1.2 CONCENTRATION DE CD (MG/KG) DANS LES JEUNES ET DANS LES ADULTES DE TROIS ESPECES DE POISSONS.

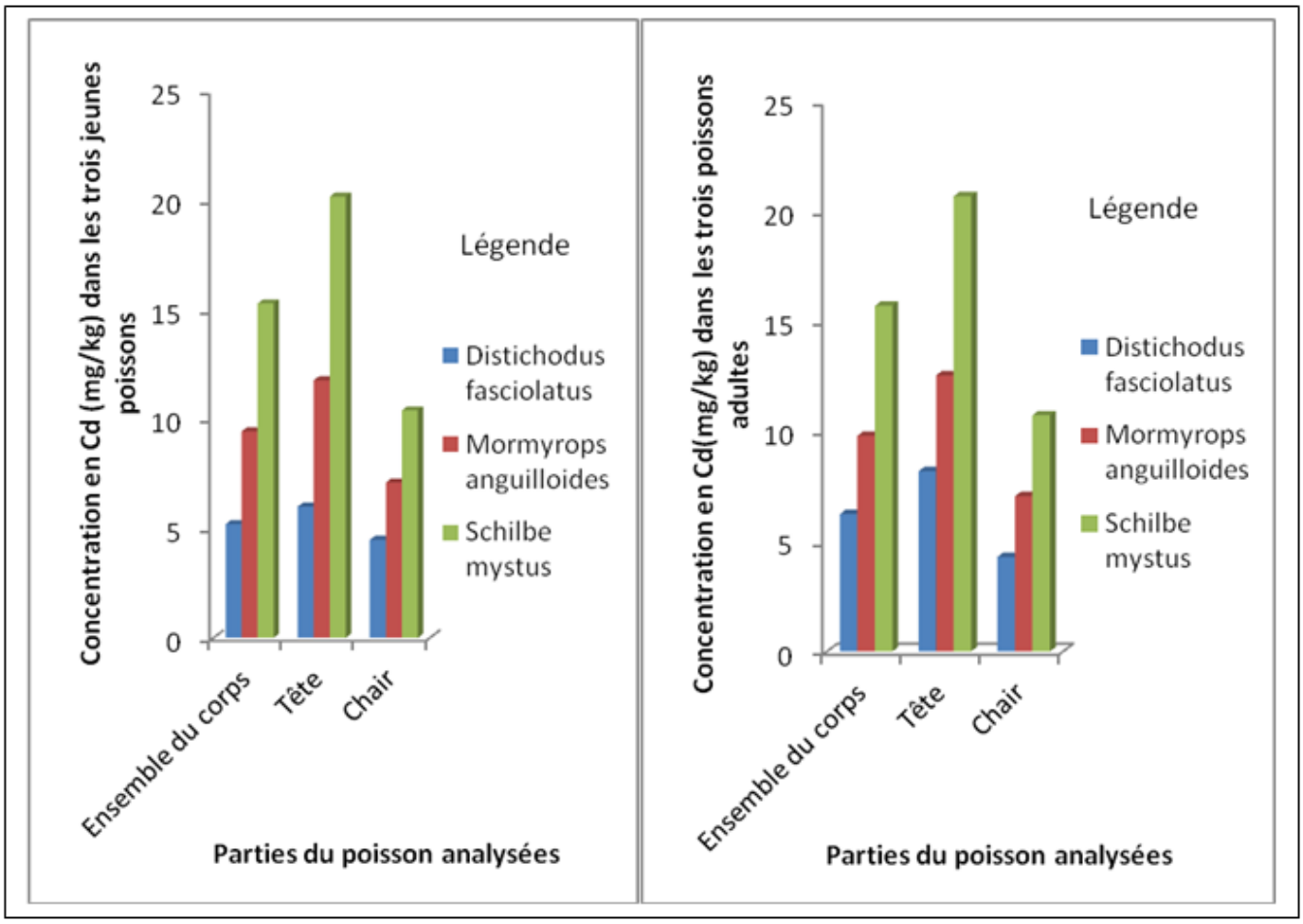


Fig. 2.

a) Teneur moyenne du Cadmium dans la tête et la Chair des Jeunes et adultes de *Distichodus fasciolatus* à Kinsuka.

Les résultats révèlent que la partie tête a une teneur plus élevée en Cadmium (5,96 mg/kg) que dans la partie chair (4,48 mg/kg). La différence est significative ($p=2,307.10^{-11}$) entre les teneurs en Cd fixé dans la tête et celle accumulée dans la chair chez les jeunes *Distichodus fasciolatus*.

La partie tête montre une teneur moyenne en Cd (8,2 mg/kg) plus élevée que la partie chair (4,3 mg/kg) chez les adultes de *Distichodus fasciolatus*. Nous observons une différence significative ($p = 1,65084.10^{-22}$) entre les teneurs en Cd fixé dans la tête et celle accumulée dans la chair chez les adultes *Distichodus fasciolatus,* à Kinsuka ;

b) Teneur moyenne du Cadmium dans la tête et la Chair des Jeunes et adultes de *Mormyrops anguilloïdes* à Kinsuka.

Il ressort que la partie tête a une teneur moyenne en Cd (11,78 mg/kg) plus élevée que la partie chair (7,1 mg/kg) chez les jeunes *Mormyrops anguilloides*. Le test de l'ANOVA appliqué à ces teneurs de Cd contenu dans ces différentes parties du corps de ce poisson révèle une différence significative ($p=1,304.10^{-14}$).

La lecture pour les adultes *Mormyrops anguilloïdes,* à Kinsuka révèle que la partie tête a un taux moyen de Cd (11,78 mg/kg) plus élevé que celui contenu dans la chair (7,1 mg/kg). Le test de l'ANOVA 1 appliqué à ces taux de Cd contenu dans les deux parties de ce poisson révèle une différence significative ($p=1,304.10^{-14}$).

c) Teneur moyenne du Cadmium dans la tête et dans la Chair des Jeunes et adultes de *Schilbe mystus* à Kinsuka.

Des jeunes *Schilbe mystus* montrent une haute teneur en Cd dans la tête (20,18 mg/kg) que celle trouvées dans la partie de la chair (10,4 mg/kg). Le test de l'ANOVA1 appliqué aux concentrations de ce métal révèle une différence très significative ($p = 3,55.10^{-20}$) entre les deux parties de ce poissons.

Pour les adultes *de Schilbe mystus,* la partie tête a la teneur moyenne en Cd (20,18 mg/kg) est plus élevée que celle contenue dans la partie chair (10,4 mg/kg). L'ANOVA 1 appliquée aux concentrations de ce métal dans les deux parties du poisson révèle une différence hautement significative ($p = 3{,}55.10^{-20}$).

FACTEURS DE BIOCONCENTRATION

L'évaluation de l'intensité de la bioaccumulation se calcule par la formule de bioconcentration suivante : BCF = Ca/Ce où Ca = concentration dans l'animal (i.e poisson) et Ce = concentration dans l'eau [11].

Ces facteurs de bioconcentration ont été calculés en fonctions des teneurs en métaux traces métalliques dans les eaux et dans les poissons de Kinsuka

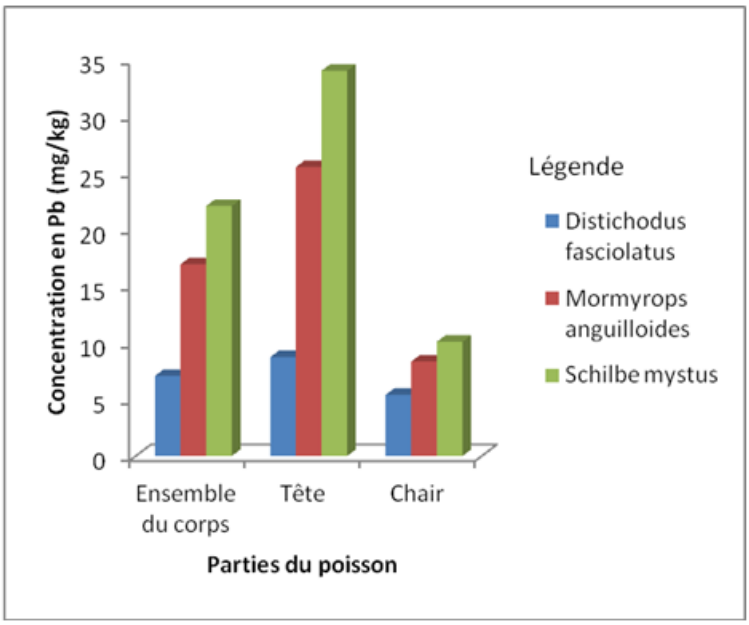


Fig. 3. Facteur de bioconcentration de Pb dans les trois jeunes poissons Kinsuka

Les différentes valeurs des facteurs de bioconcentration indiquent bien la bioaccumulation de Pb et Cd par les différentes espèces des jeunes et adultes poissons, indépendamment de leurs habitats.

Pour toutes les espèces, la partie tête accumule plus de Pb et le Cd que la partie chair. Les teneurs en Pb dans toutes les espèces sont plus élevées que le taux de Cd.

L'ordre décroissant selon l'espèce qui accumule plus est de : *Schilbe mystus > Mormyrops anguilloïdes > Distichodus fasciolatus.*

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les résultats ont montré que les métaux lourds sont bien présents dans le Pool Malebo à l'instar du Pb et du Cd trouvés dans les espèces de poissons analysées au site de Kinsuka.

Ces métaux toxiques sont détectés aussi bien dans le sédiment, et l'eau que dans les tissus de certains animaux et algues. Nos résultats corroborent avec ceux de [4] [3].

En comparant les teneurs des métaux chez les poissons et dans l'eau du site étudié, nous constatons qu'il y a une différence significative entre les teneurs moyennes de Plomb et de Cadmium.

Le Cadmium et le Plomb dans la région Kinsuka présentent des valeurs supérieures aux directives des rejets industriels fixées par [12] et les seuils recommandés par [13] [14] ainsi que [15] et constitue de ce fait un haut risque potentiel d'intoxication [16].

Ces résultats peuvent se justifier du fait que :

- Kinsuka est la voie de sortie de toutes les eaux du Pool Malebo qui drainent non seulement des eaux du fleuve mais aussi les eaux urbaines et industrielles de la ville de Kinshasa.
- La présence des industries (peinture, stations services, cosmétiques, de recyclage de la ferraille, fabriques des batteries et piles), de nombreux garages, et le lessivage urbain sont des sources principales de métaux lourds dans la ville de Kinshasa et qui aboutissent dans le Pool Malebo au niveau de Kinsuka.

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

- le Pool Malebo à la rive de Kinshasa (rive gauche) est bel et bien contaminé au plomb et au cadmium ;
- les poissons de Kinsuka en aval du Pool Malebo sont contaminés où toutes les teneurs trouvées sont au dessus des recommandations pour la consommation qui ont été fixées pour autoriser la consommation de ces organismes aquatiques (Pb: 1.5 mg/kg, le Cd: 1 mg/kg), ou encore de l'OMS (0,5mg/kg pour le Pb et 0,1mg/kg pour le Cd).
- Les concentrations en métaux traces varient assez largement chez les trois espèces des poissons. L'écophysiologie de Plomb et Cadmium suit la logique de la chaîne alimentaire.
- L'ordre croissant de toxicité pour les deux métaux lourds, se présente de la manière suivante: *Distichodus fasciolatus* (consommateur primaire = herbivore) < Mormyrops anguilloïdes (consommateur secondaire = Insectivores) < *Schilbe mystus* (Consommateur terminaux = omnivore).
- les poissons analysés accumulent le plomb et le cadmium.
- la tête accumule plus que la chair ;
- Les adultes accumulent plus que les jeunes
- le facteur de bioconcentration est plus élevé pour le plomb que pour le cadmium, ce qui confirme la toxicité élevée de ce dernier métal ;
- tous ces résultats justifient ainsi le fait que ces deux métaux ne sont pas biogènes.

Nous confirmons que la contamination aux métaux lourds à l'instar du Plomb et Cadmium n'est pas un mythe au Pool Malebo (site de Kinsuka) mais c'est une réalité scientifique qu'on devrait prendre au sérieux si on veut réellement sauver des vies humaines dans la ville de Kinshasa. Car Si cette tendance se poursuit, le cas de Minamata peut se reproduire ici à Kinshasa. C'est peut être déjà le cas, au regard de l'ignorance populaire en matière d'écotoxicologie et sécurité des écosystèmes, surtout que chaque mort ou maladie est attribuée à la sorcellerie. Il y a donc un sérieux problème de gestion et de conservation du Pool Malebo.

Il faudra, sans trop tarder, introduire le système de management environnemental (SME) dans l'entreprise tel que recommandé par l'ISO 14000.

Aussi, recommanderions-nous la non consommation des têtes de poissons d'origine inconnue (au regard de la facilité avec laquelle les têtes accumulent les métaux lourds). Ceci peut également devenir un grave problème de santé publique quand on sait que certaines familles vont jusqu'à consommer les branchies de ces poissons.

Sensibiliser les consommateurs sur les dangers des poissons de surface venant de Kinsuka ;

Sensibiliser les industriels pour le prétraitement de leurs déchets et effluents avant leur décharge dans le Pool Malebo.

Approfondir cette recherche en tenant compte du statut des poissons cibles :

Etudier les autres métaux lourds et éléments toxiques (un vaste programme d'étude).

Ces études pourraient bien s'étendre dans les zones à haut risque de contamination, par exemple dans les zones d'exploitation minière où la population consomme les produits qui sortent des rivières dont les industries extractives déversent leurs effluents sans prétraitement au préalable.

REFERENCES

[1] FEKHAOUI M. , BENNASSER L. & BOUACHRINE M. , 1996 . Utilisation d'un nouvel indice d'évaluation de la contamination métallique des sediments: cas du bas Sebou (Maroc) ; *Bull, Inst. Sci.,* Rabat, N° **20**, p. 143-150

[2] YABE John, SHOUTA M.M. NAKAYAMA,YOSHINORI IKENAKA, KAAMPWE MUZANDU,KENNEDY CHOONGO, GEOFFREY MAINDA, MATTHEW KABETA, MAYUMI ISHIZUKA, and TAKASHI UMEMURA, 2012. Metal Distribution in tissues of free-range chickens near a Lead-Zinc mine in Kabwe, Zambia in Environnmental Toxicology and Chemistry. Volume 32/Issue 1/January 2013. 247p:189-192.

[3] MUSIBONO, 1999 : Variations saisonnières du Chrome hexavalent (Cr IV), Cuivre(Cu), Plomb (Pb) et Zinc (Zn) dissous dans quatre rivières urbaines de Kinshasa (RDC) et analyses d'impacts écologiques, in Actes du 1er colloque sur la problématique des déchets à Kinshasa(Congo), Kinshasa, August 12- 15, in *Landbouw. MedVet. Gent(1) 1999 :*81-86.

[4] MONAMA 0, MUKINAYI J et SIBUKAKU S., 1985. Chaine trophique du plomb, *Revue zaïroise des Sciences nucléaires, Vol.6,* Kinshasa, Numero spécial 1985, pp.226-237.

[5] MUSIBONO, J.P. NDELO, M. MPUTU, M.BIEY, I. NSIMANDA, B. ITEKU, M. DIANSAMBU, R. MABELA, T. MULUMBA. (2005). Comparative toxicity of Cadmium, Copper, Lead, Nickel and Zinc to Mosquito Fish *Gambusia affinis* H. In Acidic Waters. Annales de Pharmacie, vol.**3**, n°1, Avril2005, pp.201-208.

[6] MUSIBONO D.E, M. BIEY, I. MUNSEMBULA, B. ITEKU, M. MBIMBI, N. NTANKOY, M. MONDO, 2005: Risk of potential post-treatment contamination for drinking water distribution network in developing countries based on seasmal variations of free chlorine and organics concentration in tap waters. The Kinshasa case of study (DRC, Africa); in Annales de la facultés des Sciences. Volume 1. PUK. 164p.

[7] MUSIBONO D.E, NDELO D.P, BIEY M., ITEKU B., MPUTU M., MAYI F., KOSHI N., NSIMANDA I., MONSEMBULA I., ET DIANSAMBU M., 2006. Toxicité des eaux usées industrielles de Kinshasa, possibilité de recyclage et impact sur la santé des écosystèmes. Revue de santé publique, ESP- Kinshasa, 48-53. 68p.

[8] BLIEFERT et PERRAUD, 2004. Chimie de l'Environnement – Air, Eau, Sols, Déchets. Editions De Boeck Université-Bruxelles. 476p.

[9] HACH, 2002. Chemical analysis methods handbook. HACH Company, Loveland, lowa, USA.

[10] Zar, J.H., 1995. Biostatics handbook. Prentice Hall, New York, 498pp.

[11] MUSIBONO D.E, 1998: Toxicological studies of the combined effects of Aluminium, Copper and Manganese on a Freshwater Amphipod in Acidic waters; Ph.D thesis. University of Cape Town, South Africa.147p.

[12] Banque Mondiale, 1998. Pollution prevention and abatement handbook- Toward cleaner production. The World Bank, Washington, DC., 457pp.

[13] OMS, 2005. Guidelines for water quality and environmental health. Geneva. 1084pp.

[14] Commission européenne, 2001. Commission regulation (EC) No **466**/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs; *official Journal of the European communities* L77

[15] FAO Stat., 2007, La production halieutique mondiale par capture, poisson et produit de pêche, consommation apparente, http://faostat.fao.org/site/345/default.aspx

[16] Wanga B.M , Musibono D.E, Mafuana L., Babeki M., Lukombo T., Diana N., Bantonisa K.M., Mushayuma N., and Balume B. 2014. Analyse des accidents du travail et maladies professionnelles à la Régie des Voies Maritimes de Boma, RDCongo.in International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN2028-9324 Vol.9 N°2 Nov. 2014, pp.713-724.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 184-191
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Comparaison de la qualité physicochimique du miel de Ziziphus sp (Sider) et d'Acacia sp (Samar) consommés aux Émirats Arabes Unis (UAE)

[Comparison of the physico-chemical quality of honey Ziziphus sp (Sider) and Acacia sp (Samar) consumed in the United Arab Emirates (UAE)]

I. Achouri[1], Y. Aboussaleh[1], R. Sbaibi[1], H. Chemissi[2], and R. Bengueddour[1]

[1]Laboratoire de Nutrition & Santé, Département de Biologie,
Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, BP 133 Kénitra 14 000, Maroc

[2]Laboratoire de Nutrition, Abu Dhabi Food Control Authority (ADFCA),
Mohammed Bin Zayed City, Abu Dhabi P.O. Box 52150, UAE

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

ABSTRACT: *Objective:* This study aims to compare the physicochemical quality of honey Ziziphus sp (Sider) and Acacia sp (Samar).
Material and Methods: physicochemical analyzes were carried out of pH, acidity, electrical conductivity, and humidity of 46 samples of honey of Ziziphus sp and 24 type of Acacia sp consumed in the United Arab Emirates (UAE).
Results: The physicochemical analysis confirmed the similar pH values (Ziziphus sp = 4.18 ± 1.58, 4.68 ± Acacia sp = 1.21), same thing for the conductivity (Ziziphus sp = 1.09 ± 0.3 mS / cm Acacia sp = 1.09 ± 0.16 mS / cm), and humidity (Ziziphus sp = 17.35% (17.35 g / 100 g) ± 1.5, Acacia sp = 15.92% ± 1.14). In addition, honey Ziziphus sp is less acidic with a low tendency to fermenting (8.6 ± 3.5 meq / Kg) than Acacia honey (36.7±18.9 meq / kg).
Conclusions: The physicochemical parameters of honey Ziziphus sp (Sider), and Acacia sp (Samar) are complies with the national standards (UAE.S GSO 147: 2008) in the UAE and international standards (Codex Alimentarius 2001). Honey Ziziphus sp is relatively better than Acacia sp.

KEYWORDS: physicochemical Quality, Honey, Ziziphus sp (Sider), Acacia sp (Samar); UAE.

RESUME: *Objectif :* cette étude vise la comparaison de la qualité physicochimique des miels de Ziziphus sp (Sider) et d'Acacia sp (Samar).
Matériel et Méthodes : des analyses physicochimiques ont été effectuée du pH, l'acidité, la conductivité électrique, et l'humidité de 46 échantillons du miel de Ziziphus sp et 24 type d'Acacia sp consommés aux Émirats Arabes Unis (UAE).
Résultats : L'analyse physicochimique a confirmé des valeurs de pH voisines (Ziziphus sp =4,18± 1.58; Acacia sp =4,68±1.21), même chose pour la conductivité électrique (Ziziphus sp =1,09± 0,3 mS/cm; Acacia sp =1,09±0,16 mS/cm) , et l'Humidité (Ziziphus sp =17,35% (17,35 g / 100 g) ± 1,5; Acacia sp =15,92%±1,14) . Aussi le miel de Ziziphus sp est moins acide avec une faible tendance à se fermenter (8,6± 3,5 meq/Kg) que le miel d'Acacia (36,7±18,9 meq/Kg).
Conclusion : Les paramètres physicochimique du miel de Ziziphus sp (Sider), et d'Acacia sp (Samar) répondent aux normes nationales (UAE.S GSO 147 : 2008) des Émirats Arabes Unis et internationales (Codex alimentarius 2001).et que le miel de Ziziphus sp est relativement de meilleure qualité que celui d'Acacia sp.

MOTS-CLEFS: Qualité physicochimique, Miel, Ziziphus sp (Sider) , Acacia sp (Samar) ; Émirats Arabes Unis.

Corresponding Author: Y. Aboussaleh

1 INTRODUCTION

Le miel est une substance naturelle sucrée produite par les abeilles mellifères à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche[1].

Selon La FAO, la production du miel a augmenté durant les dernières années. La première région de production de miel dans le monde est l'Asie suivie de l'Europe et de l'Amérique du sud et centrale[2].

Selon les statistiques de l'Organisation arabe pour le développement agricole (OADA), les pays du moyen orient sont les plus grands consommateurs de miel, sa production est passée de 20 590 tonnes dans la période de 1998 à 2002 à 22 310 tonnes en 2005.

Le miel possède un très grand nombre de propriétés thérapeutiques : par exemple des propriétés antiseptiques, antianémiques et antitussives [3, 4].

Les études récentes montrent que la qualité des divers miels consommés dans le monde entier dépend de nombreux facteurs biologiques, climatiques, écologiques ainsi que du mode d'extraction[5].

Cette étude vise la comparaison de la qualité physicochimique du miel de Ziziphus sp (Sider) et d'Acacia sp (Samar) consommés aux Émirats Arabes Unis (UAE) selon les normes de qualité des miels nationale [6]. Et les normes du codex alimentarius [1].

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CHOIX DES ÉCHANTILLONS DU MIEL

70 échantillons de miel ont été achetés du marché ou collectées aléatoirement directement des ruches puis transférés aux laboratoires d'Abu Dhabi Food Control Authority (ADFCA) des Émirats arabes unis. Les différents échantillons ont été conservés dans des flacons en verre (de 30 ml) stériles, hermétiquement fermés, étiquetés, datés, et gardés à la température ambiante (25-30 °C). Le tableau 1 résume les caractéristiques des miels étudiés.

Tableau 1 : les caractéristiques du miel de Ziziphus sp (Sider) et d'Acacia sp (Samar).
Table 1: Characteristics of honey Ziziphus sp (Sider) and Acacia sp (Samar).

Type du miel	Nom commercial du miel	Nombre d'échantillons	origine florale (genre végétal)	Couleur	Origine Géographique
Miel du jujubier	Sider	46	Zizyphus spp	brun foncé	Émirats arabes unis
Miel d'acacia	Samar	24	Acacia spp	brun clair	Émirats arabes unis

2.2 MATÉRIEL

Nous avons fixé quelques paramètres qui reflètent la qualité du miel à savoir : pH, acidité totale, conductivité électrique, taux d'humidité. Plusieurs matériels ont été utilisés pour mesurer ces paramètres. Le pH est mesuré par un pH mètre de model 250 A, Orion Research, USA). L'acidité de l'échantillon est déterminée par titration volumétrique, base-acide (titrages alcalimétriques) à l'hydroxyde de sodium avec une concentration de 0,1 mol / L. La conductivité électrique est mesurée par un conductimètre de type WTW LF 315.Le taux d'humidité du miel est mesuré à l'aide de son indice de réfraction par un réfractomètre de marque Abbe MARK II. Outre ces matériels, nous avons utilisé au laboratoire : des réactifs et solvants, thermomètre, bain d'eau.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 PH

Le pH est mesuré en ajoutant 50 ml d'eau distillée à 10 g de miel homogénéisé.

2.3.2 L'ACIDITÉ

Quelques gouttes de l'indicateur coloré de phénolphtaléine, sont ajoutées à l'échantillon à analyser, lors du titrage à l'hydroxyde de sodium, il est incolore dans un milieu acide et devient rose en milieu basique. La lecture du volume versé s'effectue sur la burette dès l'apparition de la couleur rose. L'acidité totale est exprimée en milliéquivalents d'acide pour 100 g de miel et sa valeur est déterminée selon la relation suivante :

La valeur lue sur la burette × 100/ masse de l'échantillon = meq / kg

2.3.3 LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

4g de miel sont pesés et ajoutés à 100 ml d'eau déminéralisée, la solution est bien mélangée jusqu'à son homogénéisation. La valeur de la conductivité électrique de l'échantillon est déterminée directement à partir du conductimètre.

2.3.4 LE TAUX D'HUMIDITÉ

Une goutte de miel est déposée sur la platine du prisme du réfractomètre. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La température du prisme est notée. Le taux d'humidité du miel est mesuré à une température de 20°C, une correction de l'indice de réfraction de 0,00023 par degré Celsius est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C, est soustractive dans le cas contraire [7].

3 RÉSULTATS

3.1 PH

La figure 1 suivante montre que la valeur moyenne du pH des échantillons de miel de Ziziphus sp est de 4,18± 1.58 avec des extrêmes de 1 ,29 et 7,24, pour l'Acacia sp est de 4,68±1.21 avec des extrêmes de 3,80 à 10,18.

On note qu'il n'ya pas de différences significatives entre les valeur de pH des échantillons de miel du Ziziphus sp et d'Acacia sp (H= 1.853, ddl = 1, p =0.173), mais on note une variance plus marquée chez le Ziziphus sp que l'Acacia sp (F= 8, ddl1 = 1, ddl2 = 68 ; p =0. 0,006).

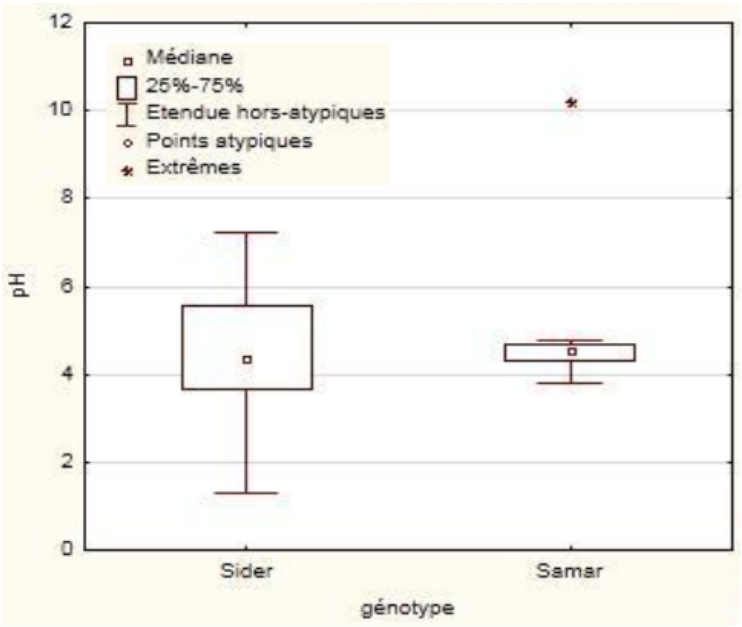


Figure1 : Valeurs du pH des deux types de miel Ziziphus sp et Acacia sp
Figure 1: pH values of both types of honey Ziziphus sp and Acacia sp.

3.2 ACIDITÉ TOTALE

La figure 2 suivante montre que les valeurs de l'acidité totale des échantillons de miel de Ziziphus sp est de 8,6± 3,5 meq/Kg avec des extrêmes de 4,03et 19,40 meq/Kg, pour le type Acacia sp est de 36,7±18,9 meq/Kg avec des extrêmes de 8,0 à 66 meq/Kg.

On note une différence significative entre les valeurs de l'acidité totale des échantillons de miel du du Ziziphus sp et d'Acacia (H= 38.660, ddl = 1, p <0.0001), le miel d'Acacia (36,66 meq /kg) est beaucoup plus acides que celui du Ziziphus sp (8,58 meq /kg).et on remarque aussi une variance plus marquée chez le type Acacia sp que celui de Ziziphus sp (F= 102,213, ddl1 = 1, ddl2 = 68 ; p =0,000).

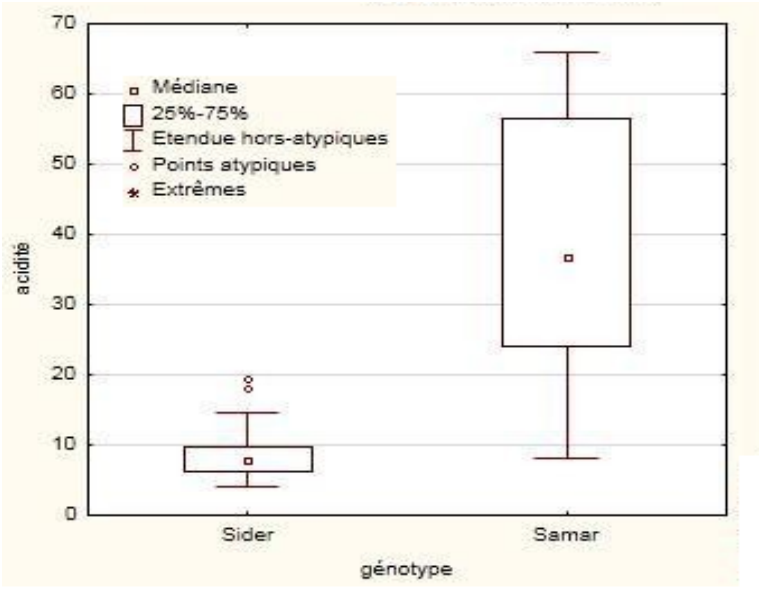


Figure 2 : Taux d'acidité totale des deux types de miel Ziziphus sp et Acacia sp
Figure 2: Rates of total acidity of both types of honey Ziziphus sp and Acacia sp.

3.3 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE (CE)

La figure 3 suivante montre que les valeurs de la conductivité électrique des échantillons de miel du type Ziziphus sp est de 1,09± 0,3 mS/cm avec des extrêmes de 0,23et 1,99 mS/cm, pour le type Acacia sp est de 1,09±0,16 mS/cm avec des extrêmes de 0,56 à 1,24 mS/cm.

On note qu'il n'ya pas de différences significatives entre les valeurs de la conductivité électrique des échantillons de miel du type Ziziphus sp et Acacia sp (H= 2.170, ddl = 1, p =0.141), mais on note une variance plus marquée chez le type Ziziphus sp que celui de Acacia sp (F= 8,3, ddl1 = 1, ddl2 = 68 ; p =0,005).

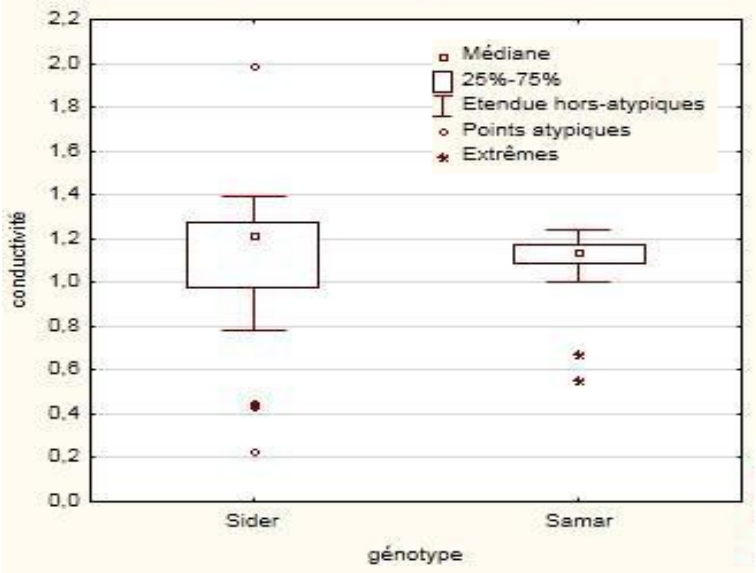


Figure 3 : La conductivité électrique des deux types de miel Ziziphus sp et Acacia sp
Figure 3: The electrical conductivity of both types of honey Ziziphus sp and Acacia sp.

3.4 L'HUMIDITÉ (%)

La figure 4 suivante montre que les valeurs de l'Humidité des échantillons de miel du type Ziziphus sp est de 17,35% (17,35 g / 100 g) ± 1,5 avec des extrêmes de 14,2% et 20,0% , pour le type Acacia sp est de 15,92±1,14 avec des extrêmes de 14,1% à 18,5%.

on note qu'il n'ya pas de différences significatives entre les valeurs de l'Humidité des échantillons de miel du type Ziziphus sp et Acacia sp (F= 16 , ddl = 1, p =0.0001), on note aussi une homogénéité des variances chez le type Ziziphus sp et Acacia sp (F= 8,3, ddl1 = 1, ddl2 = 68 ; p =0,077).

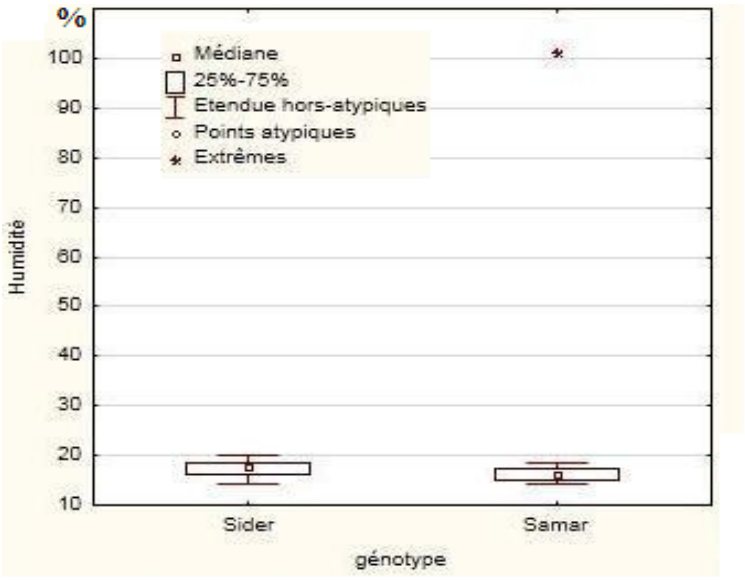


Figure 4 : Taux d'humidité des deux types du miel Ziziphus sp et Acacia sp
Figure 4: The relative humidity of both types of honey Ziziphus sp and Acacia sp.

4 DISCUSSION

4.1 PH ET ACIDITÉ TOTALE

La valeur moyenne du pH des échantillons de miel du type Ziziphus sp est de 4,18± 1.58 , pour le type Acacia sp est de 4,68±1.21. Ces résultats sont similaires à ceux de Bogdanov, Ruoff [5], Ruoff [8], Natarajan and Yesuvadian [9] qui montrent que tous les miels sont acides, avec des valeurs de pH généralement comprises entre 3,5 et 5,5, en raison de la présence d'acides organiques, en particulier gluconique, pyruvique, acide malique et citrique. Ces composés sont en en équilibre avec des lactones, des esters et d'ions inorganiques.

Les miels de fleurs possèdent le plus souvent des valeurs de pH faibles (3,3 à 4,6) à l'exception les miels de fleurs de châtaignier ont une valeur de pH relativement élevée allant de 5 à 6.

Généralement, les miels de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,0) tandis que les miels de miellat ont un pH un peu plus élevé [10].

Un pH extrême, en dehors de ces valeurs, révèle une dégradation biochimique suite à de mauvaises conditions de récolte ou de conservation [10] .

On pourra dire que les miels étudiés sont de type nectar et que nos résultats sont conformes aux normes internationales.

Les valeurs de l'acidité totale des échantillons de miel du type Ziziphus sp est de 8,6± 3,5 meq/Kg, avec des extrêmes de 4,03et 19,40 meq/Kg. pour le type Acacia sp est de 36,7±18,9 meq/Kg, avec des extrêmes de 8,0 à 66 meq/Kg. Le miel Acacia sp (36,66 meq /kg) est beaucoup plus acides que le Ziziphus sp (8 ,58 meq /kg). Cette différence est due aux échantillons 2, 3, 9, 11, 12, 13, 14, du miel Acacia sp qui représentent des taux d'acidité trop élevés supérieurs à 50 meq/kg [1], ceci est expliqué par la fermentation du miel favorisé par un entreposage de longue durée, même résultats ont été observés par [11, 12] .

L'acidité donne des indications intéressantes de l'état du miel. Une acidité forte des échantillons du miel Acacia sp favorise la dégradation des hexoses en hydroxyméthyl furfural (HMF), et par conséquent elle a une grande incidence sur la qualité du produit. [13, 14]. On peut conclure que le miel du Ziziphus sp est de meilleure qualité que celui d'acacia.

4.2 CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE (CE)

La conductivité électrique dépend de étroitement de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel. il existe une relation linéaire entre ces paramètres [15].

Les valeurs de la conductivité électrique des échantillons de miel du type Ziziphus sp est de 1,09± 0,3 mS/cm avec des extrêmes de 0,23et 1,99 mS/cm, pour le type Acacia sp est de 1,09±0,16 mS/cm avec des extrêmes de 0,56 à 1,24 mS/cm. On note une variation entre les échantillons de miel selon l'origine florale. Les résultats ci-dessus sont similaires à ceux enregistrés par Soria, González [16], qui ont déclaré que les valeurs des (CE) étaient de 0.117 à 1.116 10-4 S.

On note qu'il n'ya pas de différences significatives entre les valeurs de la conductivité électrique des échantillons de miel du type Ziziphus sp et Acacia sp ($H= 2.170$, $ddl = 1$, $p =0.141$), mais on note une variance plus marquée chez le type Ziziphus sp que celui de Acacia sp ($F= 8,3$, $ddl1 = 1$, $ddl2 = 68$; $p =0,005$).

Selon Emirates-Authority-For-Standardization-&-Metrology [6], les miels qui présentent une conductivité inférieure à 1,2 mS/cm, ont pour origine le nectar. On pourrait aussi déduire l'importance de la conductivité en se basant sur la couleur, plus elle est foncée plus la conductivité du miel est élevée[17]. Ce qui confirme que nos échantillons sont des miels de fleurs[18].

4.3 L'HUMIDITÉ (%)

Les valeurs de l'Humidité des échantillons de miel du type Ziziphus sp est de 17,35% (17,35 g / 100 g) ± 1,5 avec des extrêmes de 14,2% et 20,0%, pour le type Acacia sp est de 15,92±1,14 avec des extrêmes de 14,1% à 18,5%.

Nous remarquons que la teneur en eau de nos échantillons du miel se situent bien dans l'intervalle préconisé par le Codex-Alimentarius-Comission [1] et Emirates-Authority-For-Standardization-&-Metrology [6] qui ne dépasse pas 21%. Au dessus de ce seuil, le miel risque de fermenter rapidement ou de mal cristalliser. Nous constatons que ces résultats obtenus sont identique à ceux signalé par Conti, Stripeikis [19], d'Estupiñan, Sanjuan [20], Taschan, Walger [21],White and Jonathan [22] avec une moyenne d'humidité de 17 % et des extrêmes de 13 % jusqu'à 23; pareillement, la teneur en eau a été signalé à environ 23 % dans les échantillons de miel prélevés du Kerala en Inde [9], 18 % dans les échantillons de l'Irak, [23] , 14 ~ 17%

dans les miels de Connecticut, USA [24], 17 ~ 20 % dans les miels de l'Espagne[25], et 16,1 % dans les échantillons de l'Autriche[26].

L'humidité du miel conditionne sa conservation, plus ce paramètre est important, plus la probabilité de la fermentation du produit pendant le stockage est élevée [13, 27, 28].

Selon Gonnet and Vache [29], en dessous de 15 % d'eau, la fermentation n'intervient jamais. Seuls les miels dont la teneur en eau est inférieure à 18 % sont bons à conserver. C'est le cas de nos échantillons sauf quelques exceptions. Leur faible teneur en eau est expliquée par l'extraction effectuée durant une période très chaude et sec dans une région à climat saharien (Émirats Arabes Unis), ce qui permet la conservation quel que soit la température du stockage.

5 CONCLUSIONS

Les paramètres physicochimique du miel de Ziziphus sp (Sider), et d'Acacia sp (Samar) répondent aux normes nationales (UAE.S GSO 147 : 2008) de l'Emirates-Authority-For-Standardization-&-Metrology [6] et internationales [1]. Aussi l'analyse physicochimique a confirmé des valeurs de pH voisines, même chose pour la conductivité électrique et l'humidité **,** que le miel de Ziziphus sp est moins acide que le miel d'Acacia sp avec une faible tendance à se fermenter. On peut conclure que le miel de Ziziphus sp est relativement de meilleure qualité que celui d'acacia.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank all staff in Abu Dhabi Food Control Authority laboratory (ADFCA) who participated in the present study.

RÉFÉRENCES

[1] Codex-Alimentarius-Comission, *Revised Codex Standard for honey Codex Stan 12-1981, Rev. 2* in *Standards and Standard Methods*. 2001. p. 12-1981.
[2] Commission-européenne, *Rapport de la commission au conseil et au parlement europeen sur l'application des articles lOS et suivants du règlement (CE) n° 1234/2007 du Conseil relatif aux actions visant à améliorer les conditions de la production et de la commercialisation des produits de l'apiculture*, in *Document de travail des services de la commission*. 2010: Bruxelles. p. 1-28.
[3] Guarch, C., *Le miel. Cuisine, santé et beauté.* 2008: Yens sur Morgez:suisse 72
[4] Chanaud, P., *Les miels. Variétés, bienfaits, recettes*. Edisud ed. 2010, Aix-en-Provence:France.
[5] Bogdanov, S., K. Ruoff, and L. Persano Oddo, *Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review.* Apidologie, 2004. **35**(Suppl 1): p. 4-17.
[6] Emirates-Authority-For-Standardization-&-Metrology, *Standard No: UAE.S GSO 147 : 2008 for honey*. 2008 Standardization Organization for Gulf Cooperation Councilf (GCC) (GSO): UAE p. 5.
[7] Bogdanov, S., P. Martin, and C. Lüllmann, *Harmonised methods of the European Honey Commission.* Apidologie, extra issue, Online:(http://www.apis.admin.ch/host/doc/pdfhoney/IHCmethods_e. pdf)(accessed on 16 August 2004), 1997: p. 1–59.
[8] Ruoff, K., *Authentication of the botanical origin of honey*, in *Institute of Food Sciences And Nutrition*. 2006, Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich) , In collaboration with the Swiss Federal Research Station For Animal Production And Dairy Production: Liebefeld - Bern Switzerland. p. 24.
[9] Natarajan, R. and M. Yesuvadian, *Project report for a honey concentration equipment.* Indian Honey, 1978. **1**: p. 15-21.
[10] Deschamps, V.C., *Production et commercialisation du miel*, in *Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse*. 1998, Université Paul Sabatier de Toulouse: Toulouse:France.
[11] Hadorn, H., K. Zuercher, and F. Doevelaar, *On damage to honey caused by heat and storage.* Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmittel-untersuchung un Hygiene= Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène, 1962. **53**: p. 191.
[12] Imán Morales, C., *Evaluación de las principales características del envase ideal para la miel y la influencia del material de éste sobre sus propiedades durante su conservación*. 1990, Tesis. UADY.
[13] Bogdanov, S., et al., *Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission.* Bee world, 1999. **80**(2): p. 61-69.
[14] Gonnet, M. and G. Vache, *The taste of honey.* Apimondia, Bucarest, 1992.
[15] Piazza, M., M. Accorti, and L. Persano Oddo, *Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys.* Apicoltura, 1991. **7**(5): p. 1-63.

[16] Soria, A., et al., *Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data.* Food Chemistry, 2004. **85**(1): p. 121-130.
[17] Gonnet M, V.G., *Analyse sensorielle descriptive de quelques miels monofloraux de France et d'Europe*. Abeille de France ed. 1998, France:Paris.
[18] Terrab, A., M.J. Díez, and 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 & technology, 2003. **38**(4): p. 379-386.
[19] Conti, M.E., et al., *Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters.* Chemistry Central Journal, 2007. **1**(14): p. 14.
[20] Estupiñan, S., et al., *Cálculo y aplicación de modelos de predicción de actividad de agua en mieles artesanales.* MAN Microbiologie, aliments, nutrition, 1998. **16**(4): p. 259-264.
[21] Taschan, H., et al., *Comparison of the quality characteristics of various commercial honey products.* Ernahrungsumschau, 1994. **41**: p. 121-121.
[22] White, J. and W. Jonathan, *Determination of acidity, nitrogen and ash in honey.* Journal of Association of Official Analytical Chemists, 1962. **45**(3): p. 548-551.
[23] Al-Naji, L. and I. Hujazy, *Microorganisms of ripe honey produced in northern Iraq and their effects on its physical properties.* Zanco (Iraq), 1982.
[24] Hankin, L., *Analysis of honey.* Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin, 1987(847): p. 3-6.
[25] SAS-Institute-Inc, *SAS/STAT user's guide,Ver. 6*. 4th ed. Vol. 2. 1990, Cary (NC): SAS Institute Inc.
[26] Kohlich, A., C. Hoffmann, and R. Mossbeckhofer, *Chemical and physical analysis of honeys of different origins for the drawing up of characteristic values for honey evaluaion.* Bienenvater 1995. **116**: p. 420-426.
[27] Russman, H., *Yeast and glycerol in blossom honey detection of fermentation or stopped fermentation.* Lebensmittelchemie 1998. **52**: p. 116-117.
[28] Sanz, S., et al., *Fermentation problem in Spanish north-coast honey.* Journal of Food Protection®, 1995. **58**(5): p. 515-518.
[29] Gonnet, M. and G. Vache, *Le miel.* Composition, propriétés et conservation. 2nd edition. Opida, INRA Station Expérimetale d'Apiculture. Montfavet, France, 1982.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 192-206
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Comparaison du contrôleur flou Takagi-Sugeno et de la commande "P & O" pour l'extraction de la puissance maximale d'un système photovoltaïque

[Comparison of Takagi-Sugeno fuzzy controller and the command "P & O" for extracting the maximum power from a photovoltaic system]

M. Ajaamoum[1], M. Kourchi[1], B. Bouachrine[1], A. Ihlal[2], and L. Bouhouch[1]

[1]ERTAIER, ESTA,
Université Ibn Zohr, BP 33/S,
80050 Agadir, Maroc

[2]Faculté des Sciences,
Université Ibn Zohr, B.P 8106,
80060 Agadir, Maroc

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

ABSTRACT: The maximum power point tracking (MPPT) plays a very important role in obtaining the maximum power of a solar panel because it ensures optimal operation of a photovoltaic system, regardless the conditions of irradiation and temperature. In this paper, we will introduce, a technique for improving and optimising the performances of a control system consisting of a photovoltaic panel, a buck converter and a load. This control is carried out by implementing two techniques of tracking the maximum power point (MPP). The first one, is based on the fuzzy logic control Takagi-Sugeno type ("TS fuzzy"), whereas the second uses the "Perturb and Observe" algorithm (P & O). Simulations of different parts of the system have been developed under Matlab / Simulink, enabling a comparison between the performances of the two controllers studied: "P&O" and "TS fuzzy". Both algorithms of command MPPT associated to these techniques are tested under the weather conditions of Agadir city located in the South of Morocco. So, the results obtained under various operating conditions, show a significant improvement in the performances of MPPT control of a photovoltaic system using the fuzzy logic controller.

KEYWORDS: Photovoltaic; MPPT controller; Buck converter; "Perturb and Observe"; Fuzzy Logic.

RESUME : Le suiveur du point de puissance maximale (MPPT : Maximum Power Point Tracker) joue un rôle très important pour l'obtention de la puissance maximale d'un panneau solaire, car il permet d'assurer un fonctionnement optimal d'un système photovoltaïque, quelles que soient les conditions de variations d'ensoleillement et de température. Dans ce sens, nous présentons dans ce papier, une technique pour l'amélioration et l'optimisation des performances de contrôle d'un système, composé d'un panneau photovoltaïque, d'un hacheur série et d'une charge. Ce contrôle est effectué en mettant en œuvre deux techniques de poursuite du point de puissance maximale (MPP): l'une à base du contrôle par la logique floue de type Takagi-Sugeno ("Flou TS") et l'autre employant l'algorithme "Perturber et Observer" ("P&O": Perturb and Observ). Des simulations des différentes parties du système sont développées sous Matlab/Simulink, permettant ainsi une comparaison entre les performances des deux contrôleurs étudiés ; "P&O" et "Flou TS". Les deux algorithmes de commande MPPT associées à ces techniques sont testés, sous les conditions météorologiques de la ville d'Agadir située au sud du Maroc. Les résultats ainsi obtenus, sous différentes conditions de fonctionnement, montrent une nette amélioration des performances de contrôle MPPT d'un système photovoltaïque en utilisant le contrôleur à base de la logique floue.

MOTS CLEFS : Photovoltaïque ; Contrôleur MPPT ; Hacheur Buck ; "Perturber et Observer" ; Logique Floue.

Corresponding Author: M. Ajaamoum

1 INTRODUCTION

L'énergie solaire photovoltaïque provenant de la transformation directe d'une partie du rayonnement solaire en énergie électrique, souffre entre autre, du problème de maximisation du transfert de puissance du générateur photovoltaïque (GPV) vers la charge. Cela est dû au caractère non-linéaire des caractéristiques électriques *I-V* (Courant-Tension) des cellules photovoltaïques [1], [2], [3]. Ces caractéristiques dépendent du niveau d'éclairement, de la température de la cellule et de la charge. Afin d'augmenter la puissance de sortie d'un système d'énergie photovoltaïque, il est indispensable de forcer le panneau photovoltaïque à travailler au point de puissance maximale (MPP). Pour extraire à chaque instant le maximum de puissance disponible aux bornes du GPV, la technique utilisée classiquement est d'insérer un étage d'adaptation entre le GPV et la charge. Cet étage d'adaptation est constitué d'un convertisseur statique à commande par modulation de largeur d'impulsion (MLI) [4], [5].

La plupart des articles traitant les algorithmes de contrôle du MPPT sont basés sur la méthode d'incrémentation de la conductance (IncCon) ou sur la commande dite "Perturb and Observe (P&O)" [6], [7], [8]. Les contrôleurs de logique floue de Type Mamdani ont également été étudiés [9], [10]. Ces dernières années, l'analyse et la synthèse de lois de commande des systèmes non-linéaires, décrits par des modèles floues de type Takagi-Sugeno (TS), ont été largement étudiées dans la littérature [11], [12].

Dans ce travail, nous présentons une technique robuste permettant la poursuite du PPM du système à panneau PV, grâce au contrôleur à base de logique floue (CLF) de type Takagi-Sugeno ("Flou TS"). Cette technique de contrôle réduit le temps de calcul, tout en conservant une bonne précision. En plus elle peut être mise en œuvre dans un microcontrôleur à faible coût [6], [13]. Ce contrôleur "Flou TS" ainsi développé, appartenant aux techniques de l'intelligence artificielle, sera par la suite confronté à l'utilisation de l'algorithme de poursuite classique "P&O".

Le présent papier est organisé comme suit : Après une brève introduction, nous présentons dans la section 2, l'environnement du travail et les différents moyens et outils utilisés. Dans la section 3, nous exposons la modélisation électrique du système sous test. La section 4 présente la description et les algorithmes développés pour les deux techniques de poursuite du PPM à savoir les contrôleurs "P&O" et "Flou TS". Puis la section 5 est consacrée à la présentation des modèles sous Matlab/Simulink associés aux différentes composantes de la chaine de conversion PV sous test. Dans la section 6, nous exposons et interprétons les résultats des simulations concernant les comportements du système PV sous l'effet de l'un des deux contrôleurs "P&O" ou "Flou TS" et face aux changements de l'éclairement *G* et la température *T*. Après nous présentons dans la section 7 l'évaluation des performances de chacune des commandes MPPT étudiés. Enfin, nous finissons notre contribution par une conclusion sur nos travaux d'investigations tout en proposons quelques perspectives pour faire évoluer ce travail.

2 MOYENS ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

Nos travaux d'investigations sont effectués au sein du laboratoire d'ERTAIER, situé à l'ESTA. Ce laboratoire dispose de moyens humains et matériels qui ont été d'une grande aide pour aboutir aux résultats de mesures utilisés ainsi que le développement des divers algorithmes conduisant à l'élaboration de ce papier. Pour mener à bien ce travail, nous avons développé et simulé, sous Matlab/Simulink, les modèles correspondants aux éléments du système sous étudie, à savoir : le modèle associé au panneau PV, celui du convertisseur statique (Hacheur de type Buck: Série ou Dévolteur) et ceux des contrôleurs "P&O" et "Flou TS". Cette section est consacrée à la présentation des différents moyens et outils employés au courant de nos recherches.

2.1 BANC DE MESURES

Les simulations et comparaisons présentées ci-dessous, sont effectuées en utilisant les mesures récoltées dans une base de données météorologique de la ville d'Agadir. Cette base de données est stockée dans la mémoire de la station d'acquisition météorologique -photo de la Figure 1- installée dans le laboratoire d'ERTAIER (*Equipe de Recherche en Technologies Avancées et en Ingénierie des Energies Renouvelables*) au sein de l'ESTA (*Ecole Supérieure de Technologie d'Agadir*).

Fig. 1. Photo de la station météorologique

2.2 L'OUTIL MATLAB/SIMULINK

Les simulations numériques des différentes composantes de notre système, à savoir ; le GPV, le hacheur de type Buck, les contrôleurs MPPT, sont effectuées à l'aide de l'environnement Matlab/Simulink. Ce dernier possède une vaste gamme de bibliothèques de fonctions spécialisées, sous forme de boite à outils (Toolbox). Dans notre cas d'étude, nous avons exploité les blocs Simulink 'Matlab Function' pour développer le modèle PV et les deux types de contrôleurs MPPT choisis.

2.3 CHAINE DE CONVERSION PV

Comme l'illustre la chaîne de conversion PV de la Figure 2, l'atteinte du PPM est assurée en contrôlant le convertisseur DC-DC par un système employant un algorithme de commande MPPT. La stratégie de commande MPPT permet ainsi d'optimiser le transfert de puissance du panneau PV vers la charge.

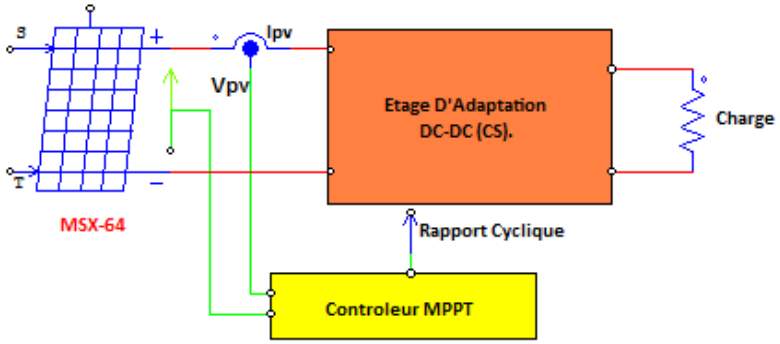


Fig. 2. Chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque

Le panneau PV sous test, figurant dans le schéma de la Figure 2, est de type MSX-64 [14]. Le tableau 1, résume les caractéristiques électriques de ce panneau PV, dans les conditions standards de test (STC : Standard Test Conditions : 1000 W/m^2, 25 °C et AM 1,5).

Tableau 1. Paramètres du panneau PV de type MSX-64

Paramètres	Valeur
Courant au point de puissance maximale (I_{mp})	3.66 A
Tension au point de puissance maximale (V_{mp})	17.5 V
Puissance maximale (P_{max})	64 W
Nombre de cellule (N_s)	36
Tension nominale en circuit ouvert (V_{ocn})	21.3 V
Courant nominale de court-circuit (I_{scn})	4.0144 A

3 MODÉLISATION ÉLECTRIQUE DU SYSTÈME SOUS TEST

3.1 MODÈLE DU PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE

Afin de modéliser notre panneau photovoltaïque, nous commençons par un modèle simple qui est celui d'une cellule PV élémentaire. La configuration que la Figure 3 présente, est le schéma équivalent d'une cellule solaire le plus usuel. Elle comporte une source de courant variable I_{pv}, monté en parallèle avec, d'une part, une diode D, caractérisant la jonction des semi-conducteurs constituant la cellule solaire et d'autre part, une résistance parallèle R_p. A cet assemblage s'ajoute une autre résistance R_s en série avec l'ensemble.

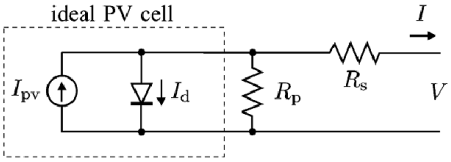


Fig. 3. Schéma électrique équivalent d'une cellule solaire

De ce schéma, découle le modèle d'un GPV, régi par les équations données ci-dessous [1] :

$$\boldsymbol{I = \left(I_{pv,n} + K_i\,\Delta T\right)\frac{G}{G_n} - I_0\left[exp\left(\frac{q(V+R_sI)}{aNskT}\right) - 1\right] - \frac{V+R_sI}{R_p}} \quad (1)$$

$$\boldsymbol{I_0 = \frac{I_{sc,n} + K_i\,\Delta T}{exp\left(\frac{(V_{oc,n} + K_v\,\Delta T)}{aV_t}\right) - 1}} \quad (2)$$

Avec :

a : Facteur d'idéalité de la cellule solaire, sans unité.

$\Delta T = T - T_n$, avec en degré K, T : Température réelle des cellules et T_n : Température nominale des cellules dans les conditions standards de test (STC) : 1000 W/m^2, 25 °C et AM 1,5.

G : Eclairement réel (W/m^2).

G_n : Eclairement nominal dans les conditions standards de test (W/m^2).

I_0 : Courant de saturation inverse de diode (A).

$I_{pv,n}$: Courant généré dans les conditions standards de test (A).

I, V : Courant (A) et tension du GPV (V).

$I_{sc,n}$ et $V_{oc,n}$: Courant de court-circuit (A) et Tension de circuit ouvert (V) dans les conditions standards de test.

$V_t = N_sKT/q$: Tension thermique.

Ns : Nombre de cellule connecté en série (ici 36).

K : Constante de Boltzmann (1.38 10^{-23} J/K).

K_v : Coefficient de température de tension du circuit ouvert (= 80 ± 10 mV/°C).

K_i : Coefficient de température du courant de court-circuit (= 0.065 ± 0.015) %/°C.

q : Charge de l'électron (1.6 10^{-19} C).

R_s, R_p : Respectivement résistances série (= 0.2365 Ω) et parallèle (= 415.405 Ω).

3.2 CONVERTISSEUR STATIQUE DE TYPE BUCK

Au courant de nos investigations, le système proposé sur la Figure 2 renferme un convertisseur de puissance DC-DC, de type hacheur série ou dévolteur (Buck), commandé en utilisant le principe de la modulation en largeur d'impulsions (MLI ou PWM : Pulse Width Modulation. Ce hacheur est modélisé par le schéma électrique équivalent de la Figure 4.

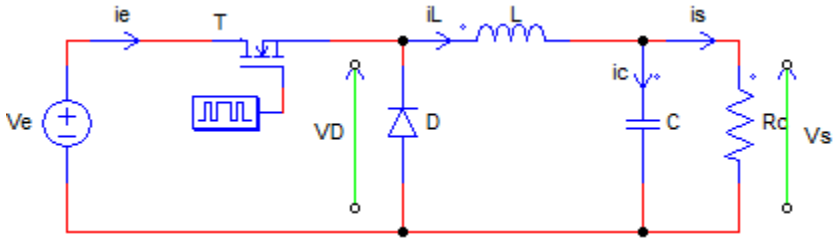


Fig. 4. Circuit électrique équivalent au hacheur dévolteur

Concernant les simulations de ce hacheur étudié, les paramètres que nous avons utilisés sont : La charge est de résistance R_c = 3 Ω, la capacité du condensateur est C = 4.7 µF, l'inductance de la bobine est L = 2 mH, D est la diode de roue libre et T l'interrupteur à amorçage et à blocage commandés de type MOSFET.

Lors du fonctionnement en régime continue de ce hacheur série, les valeurs moyennes des tensions de sortie V_s et d'entrée V_e sont proportionnelles, telle que : $V_s = \alpha V_e$. Le coefficient de proportionnalité α, étant le rapport cyclique de valeurs comprises entre 0 et 1.

Dans le cas présent, nous utilisons le modèle dit moyen du hacheur Buck, c'est-à-dire : $V_D \approx \alpha V_e$. Par conséquent ce hacheur sera décrit par les équations suivantes [15] :

$$\boldsymbol{C\frac{dV_s}{dt} = i_L - \frac{V_s}{R_s}} \qquad \boldsymbol{L\frac{di_L}{dt} = \alpha V_e - V_s} \qquad (3, 4)$$

Pour limiter les ondulations du courant et de la tension au niveau de la charge, la cellule *LC* associée au circuit équivalent de la Figure 4, constitue un filtre de type passe-bas. Pour dimensionner ce filtre, nous déterminons les valeurs minimales de l'inductance *L* et de la capacité *C* en utilisant les contraintes ci-dessous, étudiées par certains auteurs [16] :

- Le courant à travers l'inductance, doit être dans un intervalle raisonnable, pour toutes les conditions de charge, car le convertisseur fonctionne en mode continu.
- L'ondulation maximale de la tension de sortie, ne doit pas dépasser un faible pourcentage, généralement 5 % de la tension de sortie V_s.

Tenant compte de ces contraintes, le filtre passe-bas *LC* doit obéir aux conditions des relations ci-dessous, où f_c correspond à la fréquence de commutation MLI :

$$\boldsymbol{L \geq \frac{V_e}{\Delta I_s f_c}\alpha(1-\alpha)} \qquad \boldsymbol{C \geq \frac{(1-\alpha)}{8Lf_c^2}\left(\frac{V_s}{\Delta V_s}\right)} \qquad (5, 6)$$

Le filtre *LC* doit laisser passer la composante continue ainsi que certaines harmoniques de faibles fréquences. Dans notre cas d'étude, nous avons fixé les valeurs consignées dans le tableau 3 :

Tableau 4. Paramètres relatifs à la conception du filtre passe-bas LC

Paramètre	Valeur
V_e : Tension d'entrée	24 V
V_{smax} : Tension maximale de sortie	23.4 V
I_{smax} : Courant maximum de sortie	5 A
f_c : Fréquence de commutation MLI	15 kHz
ΔV_s et ΔI_s : Ondulation maximale respectivement de la tension et du courant de sortie	5% de V_s et de I_s
α : Rapport cyclique assurant l'ondulation maximale de $V_s(t)$	0.5

Selon les valeurs de ce tableau et d'après les conditions (5) et (6), nous aboutissons aux valeurs optimales, telles que pour l'inductance ($L \geq 1.6$ mH) et pour la capacité ($C \geq 2.7$ µF).

4 TECHNIQUES DE POURSUITE MPPT

La chaîne de puissance assurant l'alimentation d'une charge DC par le GPV, à travers un convertisseur statique (CS) piloté par une commande de type MPPT représentée par la Figure 5 et basée sur l'un des algorithmes "Flou TS" ou "P&O". La commande MPPT ajuste le rapport cyclique du CS de telle sorte que la puissance fournie par le GPV soit maximale à ses bornes.

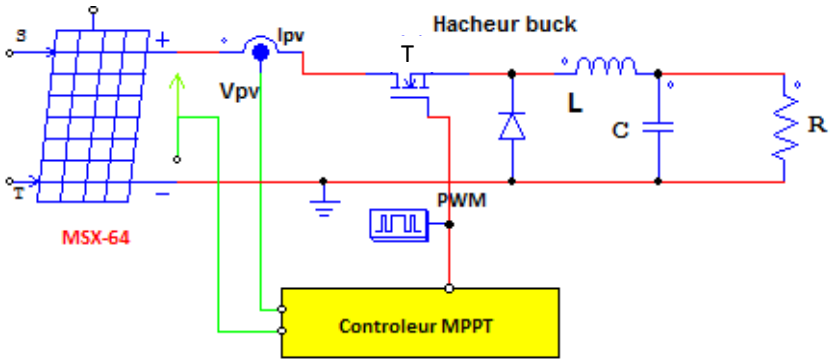


Fig. 5. Chaîne de conversion PV avec le détail du hacheur série contrôlé par une commande MPPT

4.1 COMMANDE P&O "PERTURBER ET OBSERVER"

L'algorithme appelé "P&O" est une commande MPPT dont le fonctionnement est basé sur la perturbation de la tension V_{pv}, en l'augmentant ou en la diminuant d'une faible amplitude autour de sa valeur initiale. Cette perturbation a pour effet d'agir directement sur le rapport cyclique du signal contrôlant le convertisseur DC-DC. La perturbation est suivie par l'observation de son impact sur la puissance de sortie du panneau PV, en vue d'une éventuelle correction de ce rapport cyclique. La Figure 6 présente l'organigramme décrivant l'algorithme assurant cette commande appelée "P&O".

Toutefois, cette technique présente quelques problèmes liés aux oscillations autour du PPM qu'elle engendre en régime établi, car la procédure de recherche du PPM doit être répétée périodiquement, obligeant le système à osciller en permanence autour du PPM. Ces oscillations peuvent être minimisées en réduisant la valeur de la variable de la perturbation. Cependant, une faible valeur d'incrément ralenti la recherche du PPM, il faut donc trouver un compromis entre précision et rapidité. Ce qui rend cette commande assez difficile à optimiser.

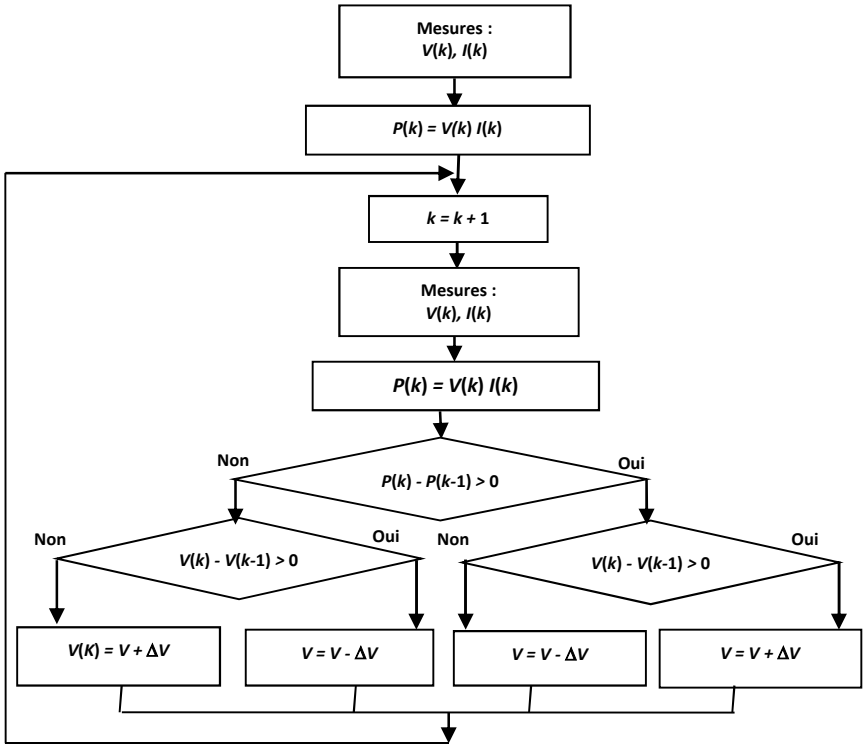


Fig. 6. Organigramme de l'algorithme de commande "P&O"

4.2 COMMANDE FLOUE DE TYPE TAKAGI-SUGENO

Les modèles flous de Takagi-Sugeno [17] sont réputés être une technique efficace, pour représenter un système non-linéaire par des ensembles flous et raisonnement flou. Ce type de modèle est, comme celui de Mamdani, construit à partir d'une base de règles de type "Si … Alors …", dans laquelle si la prémisse est toujours exprimée linguistiquement, le conséquent utilise des variables numériques plutôt que des variables linguistiques. Le conséquent peut s'exprimer par exemple, sous la forme d'une constante, d'un polynôme ou de manière plus générale sous forme d'une fonction ou d'une équation différentielle dépendant des variables associées à l'antécédent. Généralement le modèle de type Takagi-Sugeno est basé sur une collection des règles R_i du type :

$$\boldsymbol{R_i}: \ \underline{\textbf{Si}} \ (\boldsymbol{E} \text{ est } \boldsymbol{A_i}) \ \underline{\textbf{Et}} \ (\boldsymbol{\Delta E} \text{ est } \boldsymbol{B_i}) \qquad \underline{\textbf{Alors}} \quad \boldsymbol{y_i = f_i(E, \Delta E)} \qquad \text{Pour } \boldsymbol{i} = 1, 2, \ldots, \boldsymbol{n} \qquad (7)$$

Où R_i dénote la $i^{ème}$ règle du modèle et n le nombre de règles flous que contient la base de règles. E et ΔE sont les variables d'entrée x, appelées antécédents (ou prémisses) et y est la variable de sortie, nommée conséquent (ou conclusion). A_i et B_i sont les sous-ensembles flou (ou univers de discours) de l'antécédent de la $i^{ème}$ règle. Ces ensembles flous sont définis par des fonctions d'appartenance $\mu_{Ai}(E)$ ou $\mu_{Bi}(\Delta E)$ appartenant l'intervalle [0, 1]. $\mu_{Ai}(E)$ ou $\mu_{Bi}(\Delta E)$ symbolisent respectivement la valeur de la fonction d'appartenance de l'entrée E ou l'entrée ΔE à l'ensemble flou A_i ou B_i. Dans le cas où les conséquents $y_i = f_i(E, \Delta E)$ prennent la forme d'une constante, ce qui correspond à notre cas d'étude ($y_i = \Delta\alpha$), le modèle est appelé singleton ou d'ordre zéro.

Le régulateur "Floue TS" proposé pour l'optimisation du système, est représenté par la Figure 7. Il reçoit comme entrées l'erreur et la variation de l'erreur du système ($E(k)$, $\Delta E(k)$). A la sortie, il y'a génération de la variation du rapport cyclique $\Delta\alpha$ commandant le hacheur DC-DC. Ce contrôleur "Floue TS" peut être décomposé en trois principaux modules :

- celui d'entrée : Fuzzification. Il associe à chacune des entrées réelles un degré d'appartenance compris entre 0 et 1,
- le moteur d'inférence : il est associé à la base de règles de type : "Si ... Alors ...",
- celui d'entrée : Défuzzification. Il permet de transformer les degrés d'appartenance des sous-ensembles flous de commande en grandeur numérique.

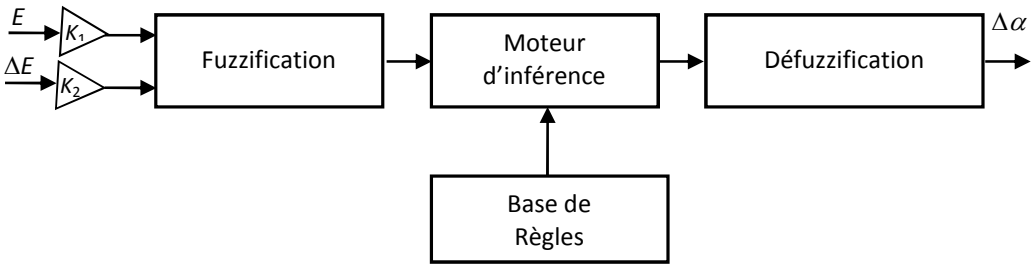


Fig. 7. Figure Structure de base du contrôleur floue

Dans le cas de notre contrôleur flou présenté sur la Figure 7, il est caractérisé par :

- Deux entrées ; l'erreur *E* et sa variation ΔE ainsi qu'une seule sortie $\Delta\alpha$.
- Des facteurs d'échelle K_1 et K_2 (de -1 à 1), pour la normalisation des entrées, associés à l'erreur et à sa variation.
- L'univers de discours découpé en cinq classes, décrites plus en bas, pour les variables d'entrées et de sortie.
- Les fonctions d'appartenances de types triangulaires et trapézoïdales.
- L'implication de Takagi-Sugeno pour l'inférence.
- La méthode moyenne pondérée pour le calcul de la sortie.

Les deux variables d'entrées *E* et ΔE sont définies par les deux expressions suivantes :

$$\boldsymbol{E} = \frac{\boldsymbol{\Delta P_{pv}}}{\boldsymbol{\Delta V_{pv}}} = \frac{\boldsymbol{P_{pv}(t) - P_{pv}(t-1)}}{\boldsymbol{V_{pv}(t) - V_{pv}(t-1)}} \qquad \boldsymbol{\Delta E} = \boldsymbol{E(t) - E(t-1)} \qquad (8, 9)$$

Avec :

$P_{pv}(t)$: La puissance instantanée délivrée par le GPV (en W).

$V_{pv}(t)$: La tension instantanée aux bornes du GPV (en V).

La sortie du contrôleur $\Delta\alpha$ est défini par la loi de commande qui dépend de l'erreur *E* et de sa variation ΔE, telle que $\Delta\alpha = f(E, \Delta E)$. Enfin le rapport cyclique α, commandant le hacheur DC-DC, est exprimé par l'équation suivante :

$$\boldsymbol{\alpha(t) = \alpha(t-1) + \Delta\alpha} \qquad (10)$$

Le grand avantage de la technique de Takagi-Sugeno, c'est qu'elle permet de simplifier le calcul de l'agrégation, afin d'obtenir plus rapidement une solution nette et d'alléger, de façon importante, le mécanisme du calcul global. Dans la modélisation Takagi-Sugeno, la sortie finale selon [19], est égale à la moyenne pondérée de la sortie de chaque règle. Cette moyenne est donnée par l'expression (11) :

$$\boldsymbol{CG_{Sugeno}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{z_i w_i}}{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{w_i}} \qquad (11)$$

Où z_i est le niveau de sortie de chaque règle R_i et w_i les degrés d'appartenance calculés par l'équation :

$$\boldsymbol{w_i = \mu_{Ai}(E).\mu_{Bi}(\Delta E)} \qquad (12)$$

La base des règles est résumée dans le tableau 4. Dans le cas concernant notre système, l'univers de discours est découpé en cinq classes *NB*, *NS*, *ZE*, *PS* et *PB*, pour les variables d'entrées et de sortie. Tels que *NB* pour négatif grand, *NS* pour négatif petit, *ZO* pour environ zéro, *PS* pour positif petit, et *PB* pour positif grand.

Tableau 5. Base des règles floues

ΔE \ E	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	PB	PB	PB	PS	ZE
NS	PB	PB	PS	ZE	NS
ZE	PB	PS	ZE	NS	NB
PS	PS	ZE	NS	NB	NB
PB	ZE	NS	NB	NB	NB

Les fonctions d'appartenance utilisées dans le cas de notre contrôleur flou, sont de types triangulaire et trapézoïdale pour les entrées, alors qu'elles sont de type singleton pour la sortie. Ces fonctions sont représentées sur la Figure 8 :

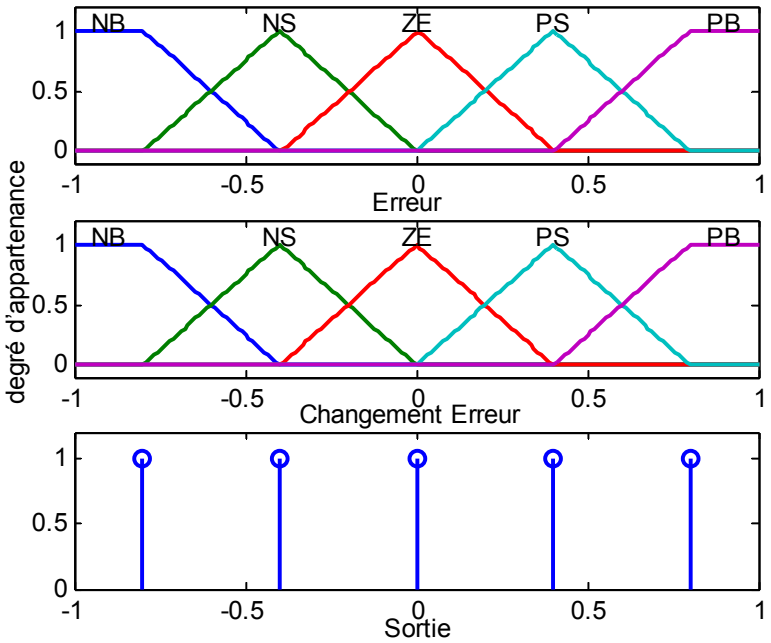


Fig. 8. Fonctions d'appartenances correspondantes aux variables d'entrées et de sortie

5 MODÉLISATION DE LA CHAINE DE CONVERSION SOUS MATLAB/SIMULINK

Dans cette partie, nous présentons les modèles utilisés pour simuler les différentes composantes de la chaine de conversion PV, en travaillant sous l'environnement Matlab/Simulink.

5.1 PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE

Le modèle du panneau photovoltaïque à base d'équations (1) et (2) est résolu par la méthode de Newton-Raphson. L'organigramme assurant cette résolution est donné par la Figure 9.a. Le programme associé est implémentée dans le schéma bloc Simulink présenté dur la Figure 9.b. Ce programme est traduit à l'aide d'une *S-function* de Matlab.

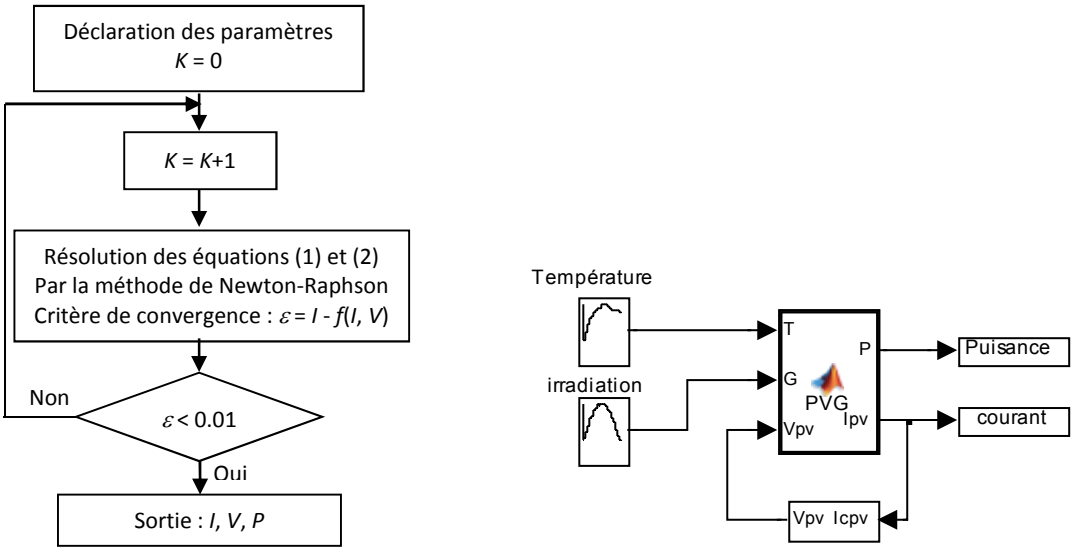


Fig. 9. a. Organigramme de Newton-Raphson *b. Schéma bloc du module PV*

5.2 HACHEUR BUCK

Le schéma bloc réalisé sous Simulink, est présenté sur la Figure 11. Il correspond au modèle dit moyen, du convertisseur Buck intégré à la chaine de conversion PV.

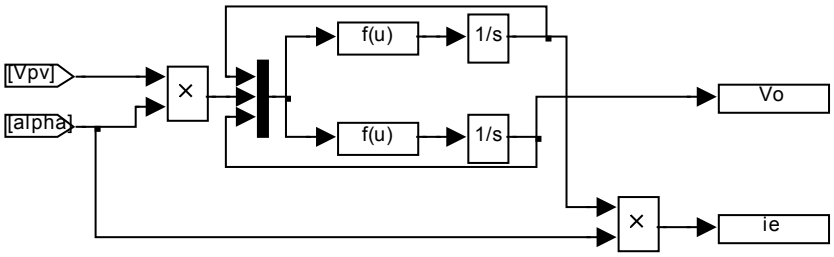


Fig. 10. Schéma bloc du hacheur Buck DC-DC

5.3 CONTRÔLEUR MPPT TYPE "P&O"

Dans une première phase nous implémentons sous Simulink, le schéma complet du système PV avec le modèle de la commande "P&O", comme l'illustre la Figure 11.

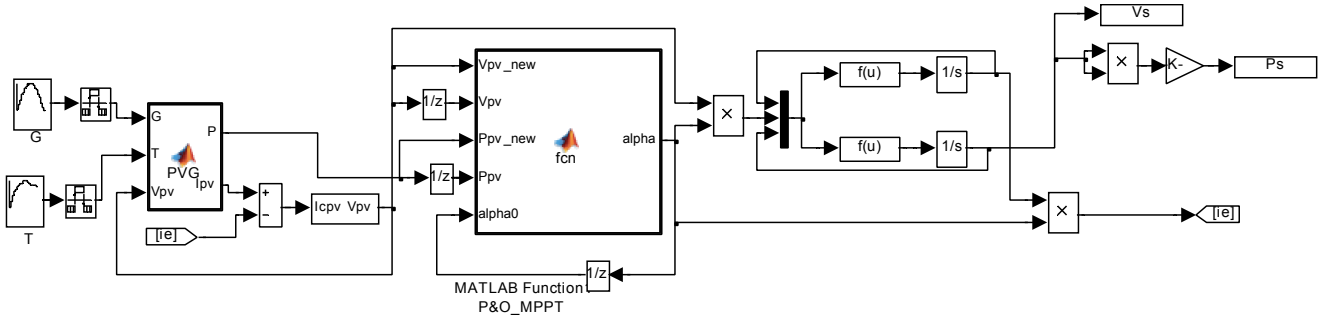


Fig. 11. Schéma complet du système PV avec le modèle de la commande de type "P&O"

5.4 CONTRÔLEUR MPPT TYPE FLOU TAKAGI-SUGENO

Dans la seconde phase, le contrôleur "Flou TS" est aussi implémenté sous Simulink, grâce aux *S-function* de Matlab, comme le montre la Figure 12.

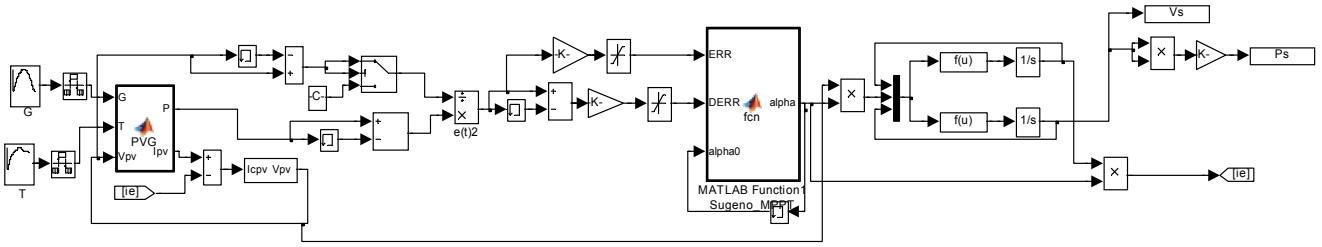


Fig. 12. Schéma complet du système PV avec le modèle de la commande de type "Flou TS"

6 RESULTATS ET COMMENTAIRES

6.1 COMPORTEMENT FACE AUX VARIATIONS DE G ET T DU SYSTÈME SOUS LES CONTRÔLEURS "P&O" ET "FLOU TS"

Dans un premier scénario nous comparons par simulations, la convergence vers le PPM concernant la puissance de sortie du système PV sous test, en utilisant l'un des deux contrôleurs P&O et "Flou TS". D'abord, pour une température *T* fixée à 25 °C, alors que l'éclairement *G* est rapidement variable sous forme d'escalier avec des fronts montants de durées assez courte. Ensuite, une irradiation *G* fixée à 1000 W/m^2 tout en faisant varier rapidement la température *T* sous forme d'escalier avec des fronts descendants de durées assez courte. Respectivement, les Figures 13.a et b montrent les résultats des simulations ainsi obtenues pour ce premier scénario.

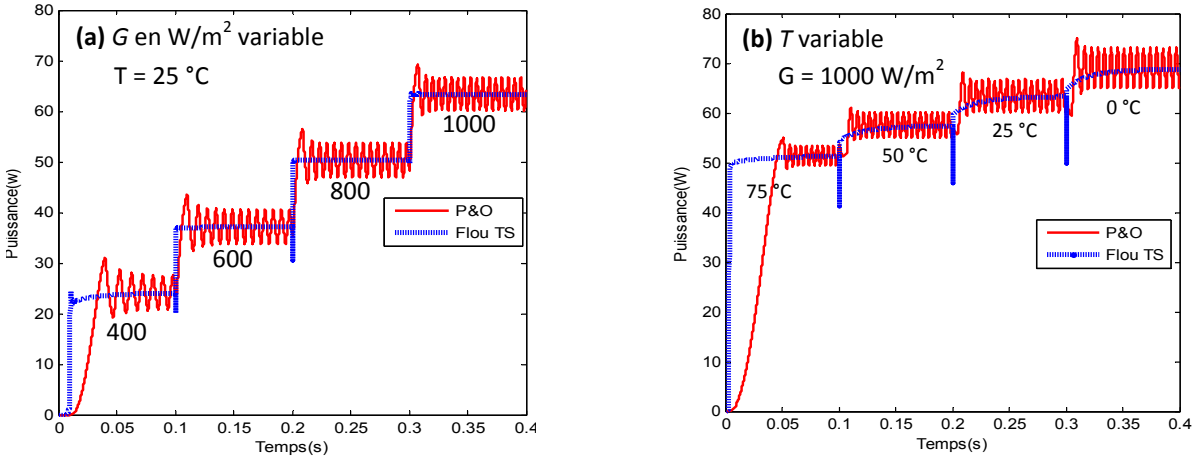


Fig. 13. Comparaison de la convergence vers le PPM de la puissance de sortie en utilisant l'un des contrôleurs "P&O" et "Flou TS" sous différentes conditions : (a) T fixe et G variable (b) G fixe et T variable

Pour ce premier scénario, face aux variations précitées et suite aux résultats de la Figure 13, nous déduisons les remarques et interprétations ci-dessous, concernant le comportement du système PV vis-à-vis des deux contrôleurs MPPT types "P&O" et "Flou TS" :

- Pour ces deux contrôleurs, nous remarquons l'effet de l'augmentation de la puissance produite par le système PV, causée par une augmentation de l'éclairement *G* si la température est fixe, ou encore causé par une diminution de la température *T* si est l'éclairement est fixe.
- Dans les deux cas, le temps de convergence ou temps de réponse du contrôleur "Flou TS" est plus rapide que celui du contrôleur "P&O".
- Le contrôleur "P&O" présente des oscillations autour du PPM, tandis que le contrôleur "Flou TS" reste assez stable.

6.2 COMPORTEMENT AU VOISINAGE DU PPM DU SYSTÈME SOUS LES CONTRÔLEURS "P&O" ET "FLOU TS"

Pour le deuxième scenario, nous évaluons l'efficacité des deux commandes "P&O" et "Flou TS" en comparant leur vitesse de convergence et leur stabilité apportée vis-à-vis du PPM au niveau des caractéristiques *P-V* fournies par le constructeur du panneau PV de type MSX-64.

Toujours, selon la même démarche que précédemment, pour l'évaluation des deux techniques de contrôle "P&O" et "Flou TS", les Figures 14.(a, b) et 15.(a, b), résument les résultats des simulations effectuées concernant les caractéristiques *PV*. Ces dernières sont obtenues dans les conditions respectives, telles que la température *T* est fixée à 25 °C et l'éclairement *G* est variable, ensuite un éclairement *G* fixé à 1000 W/m^2 et une température *T* est variable.

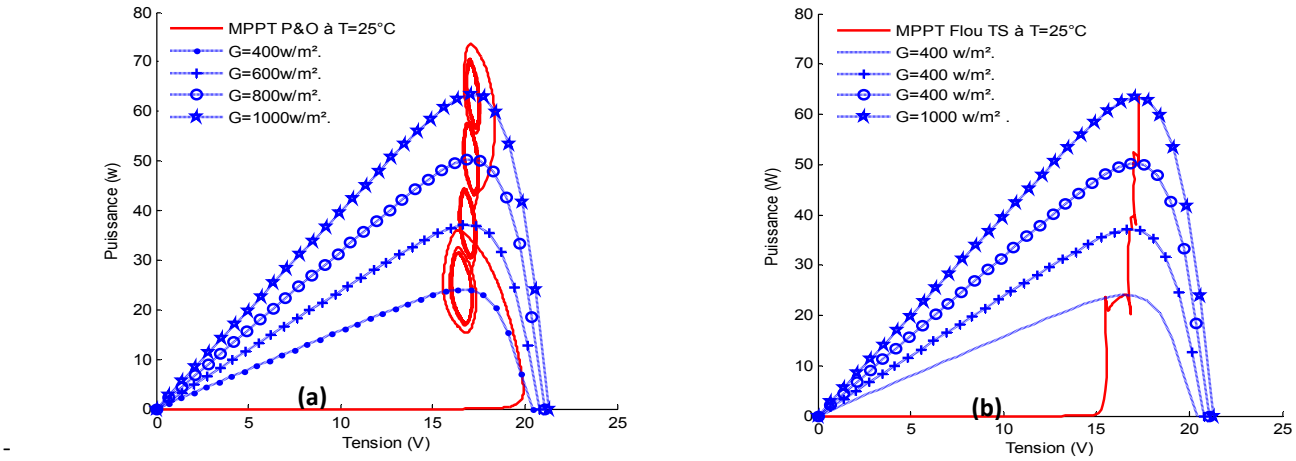


Fig. 14. Comparaison de la convergence vers le PPM des caractéristiques P-V du constructeur [14] pour T = 25°C et G variable en employant un MPPT à base du contrôleur "P&O" (a) ou "Flou TS" (b)

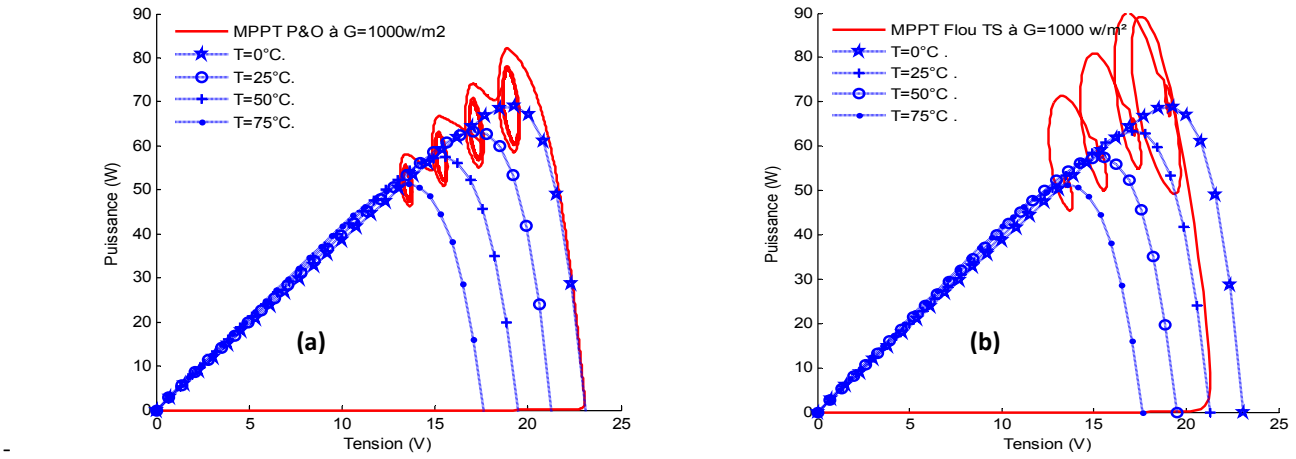


Fig. 15. Comparaison de la convergence vers le PPM des caractéristiques P-V du constructeur [14] pour G = 1000 W/m^2 et T variable en employant un MPPT à base du contrôleur "P&O" (a) ou "Flou TS" (b)

Suite à l'analyse des courbes des Figures 14 et 15, nous pouvons confirmer, encore une fois de plus, la supériorité du contrôleur "Flou TS" en terme de stabilité et aussi en terme de convergence assez rapide vers le PPM des caractéristiques *PV* fournies par le constructeur du module de type MSX-64. En effet, le contrôleur "P&O" remonte vers le point de fonctionnement et ne se stabilise autour du MPP qu'après d'importantes oscillations.

6.3 CONFRONTATION DES ALGORITHMES "P&O" ET "FLOU TS" DANS DES CONDITIONS RÉELLES

Enfin, pour le troisième scénario, les deux algorithmes de commande "P&O" et "Flou TS" sont simulés et testés dans l'environnement Matlab/Simulink, sous un éclairement et une température modulés selon la journée choisie. Les simulations et comparaisons sont effectuées en utilisant les mesures recueillies dans une base de données météorologique de la ville d'Agadir illustré par la photo de la Figure 2. Sur les Figure 16-a et b, nous présentons l'évolution des données relevées toutes les 15 mn de 8h00 à 18h00 de la journée du 25-Mars-2014, concernant la température et l'éclairement.

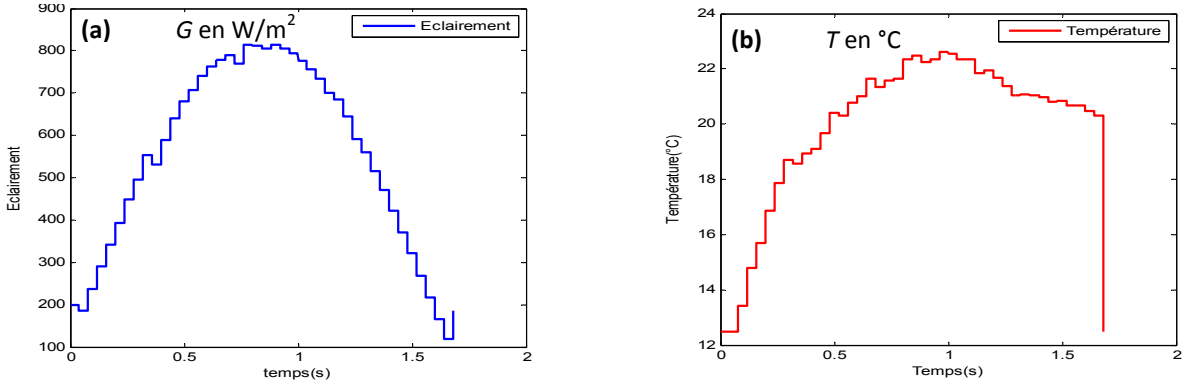


Fig. 16. Variations de l'éclairement G (a) et de la température T (b) au courant de la journée du 25-Mars-2014, selon les données relevées par la station météorologique précitée plus haut

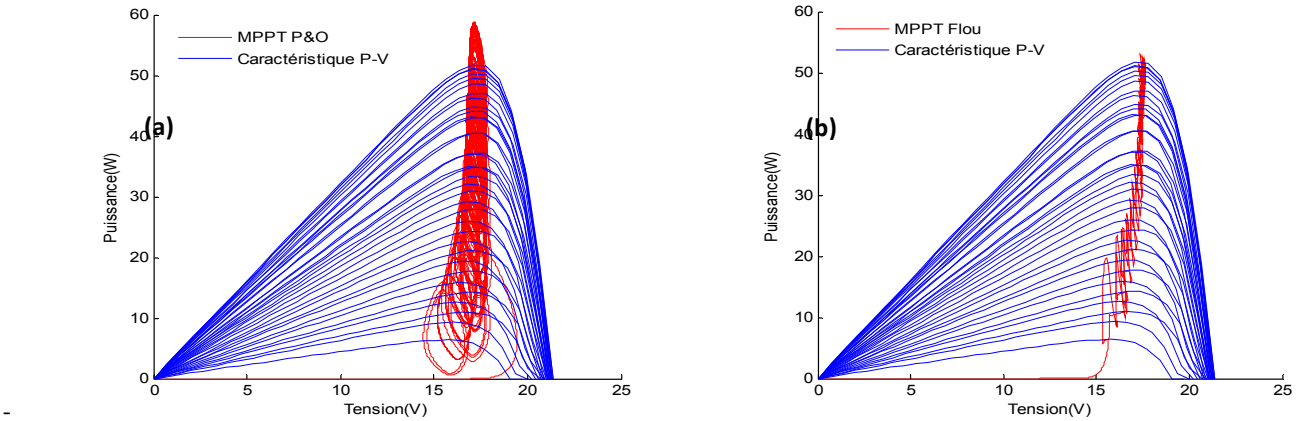


Fig. 17. Caractéristiques P-V, sous les conditions réelles de température et d'éclairement de la ville d'Agadir avec le suivi du MPP grâce au contrôleur "P&O" (a) et "Flou TS" (b)

Dans cette section, nous examinons les effets du contrôle assuré par les deux algorithmes de commande MPPT : "P&O" et "Flou TS", face aux variations de la température et de l'éclairement, mesurés au niveau de la ville d'Agadir. Ces effets sont illustrés par les figures 17-a et b qui mettent en évidence la grande efficacité, en termes de stabilité et du temps de réponse, du contrôleur "Flou TS" par rapport à la commande basée sur l'algorithme "P&O", ce qui valide ainsi les interprétations des paragraphes 6.1 et 6.2.

7 CRITÈRES DE PERFORMANCE DES CONTRÔLEURS MPPT

Afin d'évaluer théoriquement et expérimentalement les performances des deux types des contrôleurs étudiés, nous nous intéressons dans ce paragraphe, à comparer deux critères de performance de ces contrôleurs MPPT, à savoir :

- Le critère du rendement η_{MPPT} d'un contrôleur MPPT défini par [4] :

$$\eta_{MPPT} = \frac{\int_0^t P_m(t)\,dt}{\int_0^t P_{max}(t)\,dt} \qquad (13)$$

Avec :

P_m : Puissance mesurée que le panneau PV produit sous le contrôle MPPT.

P_{max} : Puissance maximale qu'ils pouvaient produire sous la même température et le même ensoleillement sans MPPT.

- Le critère de l'intégrale du carré de l'erreur (*ISE* : *Integral of the Squared Error*) [18] :

En générale, l'objectif d'un système de commande est de minimiser l'écart entre la sortie d'un système et une valeur de consigne désirée. Cet écart peut être dû, soit à un changement de consigne, soit à des perturbations agissant sur le système. A partir de ces constations on définit le critère de l'intégrale du carré de l'erreur par :

$$ISE = \int_0^t [e(t)]^2 \, dt \qquad (14)$$

Où $e(t) = \frac{\Delta P_{pv}}{\Delta V_{pv}}$ est la variation de la puissance par rapport aux variations de la tension de sortie du panneau PV. $e(t)$ représente l'erreur sur la première entrée *E* du contrôleur flou. La valeur de $e(t)$ montre si le point de fonctionnement pour la charge utilisée à l'instant *t*, se situe du côté gauche ou du côté droit du point de puissance maximale au niveau de la caractéristique *P-V*. Le critère *ISE* est évalué dans l'intervalle d'étude [0, *t*].

D'après les définitions ci-dessus, concernant les deux critères η_{MPPT} et *ISE*, nous constatons que plus η_{MPPT} est grande et plus *ISE* est faible, plus la commande MPPT sera efficace et rapide.

Dans le cas de nos investigations, pour les deux contrôleurs MPPT traités dans cet article, le tableau ci-dessous résume les résultats de calcul concernant le rendement η_{MPPT} et le critère *ISE*.

Tableau 6. Critères de performance des contrôleurs MPPT

Paramètres	"Floue TS"	"P&O"
μ_{MPPT}	99.04 %	97.03 %
$ISE.10^6$	0.204	7.261

La comparaison entre ces résultats nous permet de constater que la commande "Flou TS" a un rendement meilleur que celui de la commande "P&O". Ainsi le critère de l'intégrale du carré de l'erreur *ISE* correspondant au contrôleur "Flou TS" est largement inférieur -environ 50 fois- à la commande "P&O". Cela prouve la rapidité du contrôleur "Flou TS".

8 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons étudié et analysé, en modélisant et en simulant sous Matlab/Simulink, le fonctionnement d'un système photovoltaïque, dont la charge est adaptée par l'intermédiaire d'un hacheur de type Buck. La régulation est assurée par deux types de commande MPPT : La commande classique "Perturb and Observ" et une commande découlant de l'intelligence artificielle flou de type Takagi-Sugeno. Les résultats auxquels nous avons aboutis, montrent que l'utilisation de la commande MPPT permet d'améliorer de manière considérable et efficace le rendement des installations photovoltaïques. Les comparaisons effectuées entre les deux types de commandes confirment que l'utilisation du contrôleur "Flou TS" permet d'un côté, de minimiser le critère de l'intégrale du carré de l'erreur *ISE* ce qui réduit le temps de réponse du système de commande. D'un autre côté, il permet d'améliorer le rendement η_{MPPT} du contrôleur MPPT ce qui a pour objectif de diminuer les fluctuations du régime transitoire. Cela augmente l'efficacité du contrôleur MPPT de type "Flou TS" et assure une nette amélioration de la stabilité autour du PPM.

En perspective à ce travail, nous proposons de le parfaire par :

- L'implémentation d'une commande "Floue TS" sur un microcontrôleur pilotant une application sur un site réel. Cela est possible, car la méthode de Takagi-Sugeno est basée sur une démarche simplifiant le calcul de l'agrégation, tout en aboutissant plus rapidement à une solution nette. En effet, cette méthode est bien adaptée aux applications temps réel, pour lesquelles le temps de calcul a une importance capitale.
- La conception d'une commande floue optimisée en employant des algorithmes génétiques assurant l'optimisation des différents gains et paramètres des systèmes flous.

REFERENCES

[1] M.G. Villalva, J.R. Gazoli, E.R. Filho, "Comprehensive Approach to Modeling and Simulation of Photovoltaic Arrays", *Power Electronics, IEEE Transactions on*, Vol. 24, Issue 5, 2009, pp. 1198-1208.

[2] Djamila Rekioua, Ernet Matagne, "*Optimisation of photovoltaic power systems, Modelization, Simulation and Control*", ISBN 978-1-4471-2348-4, Springer, London Dordrecht Heidelberg New York, 2012.

[3] E. Jensi Miriam, S. Ambalavanan, "Online Tracking of Maximum Panel Power Output in Photovoltaic Stand Alone System with Different Insolation", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 3, Issue 3, July 2013, pp. 685-692.

[4] J.M. Enrique , E. Durán, M. Sidrach-de-Cardona, J.M. Andújar , "Theoretical assessment of the maximum power point tracking efficiency of photovoltaic facilities with different converter topologies", *Solar Energy*, Vol. 81, Issue 1, 2007, pp. 31-38.

[5] Ainah Priye Kenneth, "Design of Dc-Dc Converter with Maximum Power Point Tracker Using Pulse Generating (555 Timer) Circuit for Photovoltaic Module", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, http://www.ijser.org/, Vol. 3, Issue 6, June 2012, pp. 869-878.

[6] Ahmed M. Fares, Belal A. Abo Zalam, Salwa G. El Nashar, Haitham Aka, "Comparison Between Different Algorithms for Maximum PPT in Photovoltaic Systems and its Implementation on Microcontroller", *Journal of Energy Technologies and Policy*, www.iiste.org, Vol. 3, No 5, 2013, pp. 62-72.

[7] J. Surya Kumari, Dr. Ch. Sai Babu, A. Kamalakar Babu, "Design and Analysis of P&O and IP&O MPPT Techniques for Photovoltaic System", *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)* http://www.ijmer.com/pages/vol2-issue4.html, Vol. 2, Issue 4, July-Aug 2012, pp. 2174-2180.

[8] Anto Joseph and Godwin Jam, "An Efficient Analog Maximum Power Point Tracking (MPPT) Regulator for the Parallel Hybrid Photo Voltaic – Diesel and Wind Energy Systems", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, http://www.issr-journals.org/ijias/, Vol. 4, Issue 2, October 2013, pp. 456-464.

[9] Mayssa Farhat, Lassâad Sbita, "Advanced Fuzzy MPPT Control Algorithm for Photovoltaic Systems". *Science Academy Transactions on Renewable Energy Systems Engineering and Technology*, Vol. 1, Issue 1, March 2011, pp. 29-36.

[10] M. Ajaamoum, M. Kourchi, R. Alaoui, L. Bouhouch, "Fuzzy Controller to Extract the Maximum Power of a Photovoltaic System", *IEEE, International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, Ouarzazate 7-9 March 2013, pp. 141-146.

[11] Victor-Hugo Grisales Palacio, "*Modélisation et commande floue de type Takagi-Sugeno Appliquées à un bioprocédé de traitement des eaux usées*", Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier - Toulouse III, France, en cotutelle avec l'Université de los Andes, Colombie, 2007.

[12] Hafedh Abid, Fernando Tadeo, Mansour Souissi, "Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Panel based on T-S Fuzzy Systems", *International Journal of Computer Applications*, Vol. 44, No 22, April 2012, pp. 50-58.

[13] A. Louchene, A. Benmakhlouf, A. Chaghi, "Solar tracking system with fuzzy reasoning applied to crisp sets", *Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 10, N° 2, 2007, pp. 231-240.

[14] MSX-64 PDF Spec sheet, MSX-60 and MSX-64 Photovoltaic Modules, http://www.solarelectricsupply.com/solarex-msx-64-w-junction-box-548.

[15] K.W. Seo, Han Ho Choi, "Simple Fuzzy PID Controllers for DC-DC Converters", *Journal of Electrical Engineering and Technology*, Vol. 7, Issue 5, 2012, pp. 724-729.

[16] Hayrettin CAN, "Model of a photovoltaic panel emulator in MATLAB-Simulink", *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, http://mistug.tubitak.gov.tr/bdyim/toc.php?dergi=elk&yilsayi=2013/2, Vol. 21, Issue 2, 2013, pp. 301-308.

[17] T. Takagi, M. Sugeno, "Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control", *IEEE Transactions on Systems*, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-15, No 1, January/February 1985, pp. 116-132.

[18] Ouahib Guenounou, "*Méthodologie de conception de contrôleurs intelligents par l'approche génétique- application à un bioprocédé*", Thèse de Doctorat de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier, France, 2009.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 207-216
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effets d'un arbre exotique envahissant *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire

[Effects of exotic invasive tree *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) on plant diversity and carbon storage of the Banco National Park in Côte d'Ivoire]

TIÉBRÉ Marie-Solange[1-2], VROH Bi Tra Aimé[1-2], KOUAME Djaha[3], N'DA Kognan Dégrâce[1], and ADOU YAO Constant-Yves[1-2]

[1]Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

[2]Centre National de Floristique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

[3]UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: Tropical forests contain large amounts of carbon. Facing the intensive deforestation and degradation of remaining forests, policies developed reforestation programs often including invasive alien species. We analyzed the diversity of plant species in the forest of Anguédédou attached to the Banco National Park and assessed aboveground biomass of trees encountered and their ability to store carbon. We tested the hypothesis that *Hopea odorata* does not affect plant diversity in its area of introduction and does not store more carbon compared to other species and therefore could be eliminated. 100 m2 plots were set up in the area of introduction of the species and the immediate surrounding areas to identify all plant species. The circumference of the stems with dbh ≥ 10 cm was measured. Plant diversity is estimated at 186 plant species. Total aboveground biomass was estimated at 295,9 t/ha. Carbon stock for the entire forest is 147,9 t/ha. The CO2 equivalent is 39,9 t/ha. *Hopea odorata* has significant important aboveground biomass (187,4 t/ha) and the largest storage capacity of carbon (93,7 t/ha). This invasive tree contributes effectively to the aboveground biomass and carbon storage in the Banco National Park (Pearson test, r = - 0,81 ; p < 0,0001). Therefore, we can conclude that any management activity of this invasive species will require a clear analysis of gains and losses of carbon.

KEYWORDS: invasive tree, aboveground biomass, floristic diversity, rainforest, *Hopea odorata*, biological invasion, the Banco National Park, carbon storage.

RESUME: Les forêts tropicales renferment de grandes quantités de carbone. Face à la déforestation intensive et la dégradation des forêts résiduelles, les politiques ont développé des programmes de reboisement incluant souvent des espèces exotiques invasives. Nous avons analysé la diversité des espèces végétales dans la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco et avons évalué la biomasse aérienne des arbres rencontrés et leur capacité de stockage du carbone. Nous avons testé l'hypothèse selon laquelle *Hopea odorata* n'influence pas la diversité floristique dans son aire d'introduction et ne stocke pas plus de carbone comparé aux autres espèces et donc pourrait être éliminée. Des parcelles de 100 m^2 ont été mises en place dans l'espace d'introduction de l'espèce et les zones environnantes immédiates pour recenser toutes les espèces végétales. La circonférence des tiges dont le dbh ≥ 10 cm, a été mesurée. La diversité floristique est estimée à 186 espèces végétales. La biomasse aérienne totale est évaluée à 295,9 t/ha. Le stock de carbone pour l'ensemble de la forêt est de 147,9 t/ha. L'équivalent CO_2 est de 39,9 t/ha. *Hopea odorata* possède une importante biomasse aérienne importante (187,4 t/ha) et la plus grande capacité de stockage du carbone (93,7 t/ha). Cet arbre invasif contribue

efficacement à la biomasse végétale aérienne et au stockage du carbone dans le Parc National du Banco (Test de Pearson, r = - 0,81 ; p < 0,0001). De ce fait, nous pouvons conclure que toute activité de gestion de cette espèce envahissante va nécessiter une analyse claire des gains et des pertes en carbone.

MOTS-CLEFS: Arbre invasif, biomasse aérienne, diversité floristique, forêt tropicale, *Hopea odorata*, invasion biologique, Parc National du Banco, stockage du carbone.

1 INTRODUCTION

Les forêts tropicales constituent une composante clé dans le cycle du carbone global [1], [2]. L'Afrique possède le deuxième plus grand bloc forestier tropical après celui du bassin Amazonien, mais c'est aussi l'un des moins connus en terme d'estimation de biomasse aérienne et de stockage de carbone [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. Les estimations sont surtout disponibles pour les continents américain et asiatique [1], [10].

En Afrique de l'Ouest où le manque de données disponibles sur la biomasse des forêts et le stock de carbone est plus accentué, les forêts denses ont quasi disparues et ont laissé place à des zones profondément dégradées dues à une déforestation intensive au profit de l'agriculture et au déboisement [1]. La priorité pour l'Afrique en général et l'Afrique de l'Ouest en particulier, reste donc, en conformité avec la Convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques, d'éviter la déforestation, et surtout d'élargir le couvert forestier [4]. C'est dans ce cadre que les plantations d'arbres exotiques et indigènes se sont développées comme une partie intégrante et indispensable à de nombreuses économies nationales et dans de vastes programmes environnementaux [11]. Ces plantations offrent diverses prestations de services écosystémiques comme la fourniture de bois d'œuvre, le stockage du carbone et la facilitation de la régénération des espèces indigènes d'arbres [12]. Ils contribuent également à la stabilisation des sols et à la fourniture de bois de chauffe pour les communautés rurales.

Malheureusement, certains espèces introduits ont pris solidement pied en tant qu'envahissantes dans de nombreux écosystèmes naturels [13], [14], [15], [16]. En Afrique du Sud par exemple, le nombre d'espèces d'arbres et arbustes classées comme invasives est estimé à 443. Parmi eux, 203 sont utilisés en foresterie et 292 comme plants d'agrément [11].

En Côte d'Ivoire, les taxons exotiques communément utilisés dans les programmes de reboisement sont entre autres, *Acacia mangium* Willd (Mimosaceae), *Okoumea klaineana* Pierre (Burseraceae), *Tectona grandis* L.f. (Verbenaceae) et *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) et *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae). Ces espèces sont utilisées à cause de leur fût droit qui en fait du bon bois d'œuvre pour certains, leur croissance rapide et leur grande capacité d'occupation du sol pour d'autres. Parmi ces espèces forestières, *Hopea odorata* a démontré une grande capacité à être envahissante [17], [18], [16]. Cette espèce originaire d'Asie du Sud-est, a été introduite en Côte d'Ivoire dans les années 70 dans la forêt classée de l'Anguédédou. Sous l'effet de l'urbanisation galopante de la ville d'Abidjan et pour d'autres raisons diverses, une bonne partie de cette forêt classée a disparue. Seul 130 ha restent aujourd'hui rattachés au Parc National du Banco. Bien qu'étant une espèce menacée dans son habitat naturel [19], les études complémentaires ont démontré que *Hopea odorata* régénère abondamment dans le sous-bois et constitue un danger pour la survie des espèces natives [17], [18], [16].

Les récentes études ont démontré que les plantes exotiques invasives peuvent altérer les processus écosystémiques comme la photosynthèse, la respiration et la séquestration du carbone [20], [21]. Il est reconnu de façon générale que ces plantes ont une croissance rapide et sont plus productives que les espèces indigènes [22]. Les plantes envahissantes possèdent souvent une biomasse aérienne plus importante et stockent plus de carbone que les espèces natives [23]. Avec l'augmentation croissante du nombre, de la répartition et de l'abondance de ces invasives, il devient urgent de comprendre comment les invasions biologiques peuvent influencer la séquestration du carbone à moyen et long terme [21].

L'objectif de cette étude est d'estimer la diversité des espèces végétales dans l'aire d'introduction de *Hopea odorata* et d'évaluer la biomasse aérienne des arbres rencontrés et leur capacité de stockage du carbone. Il s'est agi aussi d'évaluer l'influence de l'espèce sur les indices floristiques et les paramètres structuraux dans la zone d'introduction et les environs immédiats. Nous testons l'hypothèse selon laquelle *Hopea odorata* ne stocke pas plus de carbone que les autres arbres présents dans le Parc et donc peut être éliminé de la liste des taxons de reboisement. Nous nous sommes intéressés à la biomasse aérienne des arbres car ils contiennent la majorité de biomasse [2]. Nous nous posons les questions suivantes : (1) Quelle quantité de biomasse aérienne est générée par les arbres du Parc National du Banco et quelle est leur capacité de stockage du carbone ? (2) Est-ce que *Hopea odorata* présente une plus grande capacité de stockage du carbone que les autres espèces exotiques et natives ? (3) Est-ce que *Hopea odorata* peut être retiré de la liste des taxons de reboisement ?

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'étude s'est déroulée dans la forêt de l'Anguédédou (130 ha) dénommée zone de plantation et dans la périphérie immédiate et contigüe du Parc national du Banco (50 ha) dénommée zone d'influence dans notre étude. Le Parc National du Banco est situé dans le district d'Abidjan entre 5°21' et 5° 25' de latitude nord et entre 4° 1' et 4° 5' de longitude ouest. Le climat est de type équatorial caractérisé par l'alternance de quatre saisons [24]. Les précipitations moyennes annuelles, enregistrées par l'exploitation météorologique de la SODEXAM pour la période de 2000 à 2009, sont de 1733 mm. La température moyenne est de 27, 4 °C avec une amplitude de 4,3°C.

La forêt de l'Anguédédou est constituée de cultures vivrières et pérennes, de défrichements et de rares îlots de forêts ouvertes [25]. Elle a été plantée avec diverses espèces de plantes exotiques telles que *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae), *Acacia mangium* Willd (Mimosaceae), *Okoumea klaineana* Pierre (Burseraceae), *Tectona grandis* L.f. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). L'on y retrouve des espèces locales telles que *Terminalia ivorensis* A. Chev (Combretaceae), *Terminalia superba* Engl. & Diels (Combretaceae) et *Entandrophragma angolense* C.DC. (Meliaceae).

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

La méthode de relevé de surface a été utilisée pour la collecte des données. Pour l'inventaire de la flore, nous avons utilisé des placettes de 100 m^2 (10 m x 10 m). Dix-huit (18) relevés ont été mis en place dans la forêt de l'Anguédédou et dans la zone d'influence. Dans chaque relevé, ont été prises en compte toutes les espèces végétales présentes. Pour chaque relevé, les informations suivantes sont notées : date et numéro de récolte, le nombre d'individus adultes, l'indice d'abondance-dominance. Outre, ces informations, la mesure des hauteurs des arbres ayant une circonférence supérieure ou égale à 3,2 cm soit 10 cm de diamètre a été effectuée. La nomenclature des espèces est conforme aux différentes flores d'Afrique et de la Côte d'Ivoire [26], [27], [28], [29]. Les espèces non identifiées sur le terrain ont été récoltées et identifiées par comparaison à l'Herbier National du Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Félix Houphouët-Boigny

2.3 ANALYSE DE DONNÉES FLORISTIQUES

Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse qualitative afin d'évaluer la richesse, la composition et la diversité au niveau de la flore. Les paramètres usuels de la diversité végétale ont été calculés dans le but d'apprécier l'hétérogénéité des espaces. Il s'est agi du coefficient de similitude de [30] et l'indice de diversité H de [31] et la fréquence relative [32].

2.4 ESTIMATION DE LA BIOMASSE AERIENNE ET DU TAUX DE CARBONE SEQUESTRE

Les quantités de biomasse aérienne des différents individus ayant une circonférence supérieure ou égale à 3,2 cm soit 10 cm de diamètre, ont été déterminées dans les différentes parcelles. Pour cela, nous avons utilisé l'équation allométrique développée par [10] pour les forêts tropicales humides. Cette équation a prouvé son efficacité pour estimer la biomasse aérienne des arbres au Ghana [5], en République Démocratique du Congo [6], au Cameroun [2], au Bénin [8] et en Côte d'Ivoire [3], [7], [9]. Il s'est agi du modèle d'équation allométrique incluant la densité spécifique et le diamètre (dbh) mesuré. La formule mathématique se définie comme suit :

$$Ba = \rho \exp[-1.499 + 2.148\ln(dbh) + 0.207\ln(dbh)^2 - 0.0281\ln(dbh)^3].$$

Dans cette formule, Ba est la biomasse aérienne exprimée en Kg / tige et dbh, le diamètre mesuré en cm ; ρ est la densité spécifique d'une espèce exprimée en g/cm^3.

Nous avons utilisé le diamètre des tiges pour le calcul de la biomasse car la hauteur des arbres est rarement disponible dans les inventaires forestiers. Pour les espèces dont il n'existe pas une littérature disponible sur la densité, la valeur par défaut (ρ défaut = 0,58 g/cm3) pour les forêts tropicales d'Afrique, a été utilisée comme le recommandent [33].

Le taux de carbone séquestré est estimé à 50% de la biomasse (Recommandations de [34]. Enfin, la masse de dioxyde de carbone (CO_2) est obtenue en multipliant celle du carbone par 0,27.

2.5 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Pour la comparaison des moyennes des paramètres structuraux entre la forêt de l'Anguédédou et la zone d'influence, nous avons utilisé le test paramétrique *t* de Student. Les deux zones ont été considérées comme des échantillons indépendants. Ce test est valable uniquement pour les populations à distribution normale et à variances égales. Le test de signification est réalisé à $p = 0,05$. Pour vérifier l'existence d'éventuelles relations entre certains paramètres structuraux de *Hopea odorata* et ceux des autres espèces, nous avons utilisé la corrélation *r* de Pearson. Le test de signification est réalisé à $p = 0,05$. Le coefficient de corrélation *r* indique le sens (négatif ou positif) et le degré de la relation (nulle, négligeable, faible, modérée, forte, très forte) entre les deux variables; alors que r^2 désigne le pourcentage des valeurs de la variable dépendante exprimée par la variable quantitative. Ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT 2013 pour Windows.

3 RÉSULTATS

3.1 RICHESSE, COMPOSITION ET DIVERSITÉ FLORISTIQUES

L'inventaire a permis de recenser 186 espèces végétales. Les dicotylédones avec 43 familles représentent 90,86% des espèces. Les autres espèces sont des monocotylédones représentées au sein de 10 familles. Les Euphorbiaceae et les Apocynaceae sont les familles les mieux représentées avec des proportions qui varient de 7 à 9 % des espèces.

L'espèce la plus fréquente dans la forêt de l'Anguédédou est *Microdesmis keayana* avec 92,3% des occurrences. Elle est suivie par 4 autres espèces ayant chacune une fréquence de 76,9%. Ce sont *Baphia nitida*, *Craterispermum caudatum*, *Dichapetalum dictyospermum* et *Hopea odorata*. Dans la zone d'influence, 6 espèces ont une fréquence de 100 %. Il s'agit de *Microdesmis keayana*, *Craterispermum caudatum*, *Cola heterophylla*, *Baphia nitida*, *Albertisia cordifolia* et *Agelaea pentagyna*. Dans cette zone, *Hopea odorata* a une fréquence de 60%. Pour la forêt de l'Anguédédou, le nombre d'espèces par parcelles de 100 m^2, varie de 13 à 38 espèces avec une moyenne de 27 $\pm$ 8,16. Dans la zone d'influence, le nombre d'espèces varie de 27 à 40 espèces avec une moyenne de 34 $\pm$ 4,90 espèces par 100 m^2. La différence entre ces moyennes n'est pas significative (Test *t* de Student, $t = 2,120$, $p = 0,105$).

Les coefficients de similitude de Sørensen calculés pour les parcelles de la forêt de l'Anguédédou varient de 6,45 à 52,05%. Il y a une faible homogénéité floristique entre ces relevés. En ce qui concerne les parcelles de la zone d'influence, les coefficients de similitude de Sørensen calculés varient de 32,87 à 46% avec une moyenne de 38%. Le coefficient de similitude de Sørensen calculé entre la forêt de l'Anguédédou et la zone d'influence est de 48,8%. Les indices de Shannon calculés pour les deux zones sont assez faibles. Ces indices varient de 1,03 à 2,72 pour la forêt de l'Anguédédou et de 1,99 à 3,06 en ce qui concerne la zone d'influence.

La flore de la forêt de l'Anguédédou et sa zone d'influence est représentée majoritairement de microphanérophytes (51 et 34%), 24 à 25% de mésophanérophytes, 11 à 21% de nanophanérophytes et 9 à 13% de mégaphanérophytes, respectivement. Les espèces des régions forestières africaines (A GC) avec 97 % sont les plus nombreuses sur l'ensemble du site d'étude. Elles sont suivies des espèces endémiques aux blocs forestiers à l'Ouest du Togo (A GCW) avec 11,83% et des espèces qui se rencontrent naturellement dans la zone de transition savane - forêt (AGC-SZ) avec 2%.

3.2 PARAMETRES STRUCTURAUX, BIOMASSE LIGNEUSE AERIENNE ET ESTIMATION DU TAUX DE CARBONE

La densité moyenne de toutes les espèces est de 33515,3 ± 8131,3 individus/ha pour la forêt de l'Anguédédou et de 44420,0 ± 23342,8 individus/ha pour la zone d'influence. La différence entre ces deux densités n'est pas significative (Test *t* de Student, $t = 2,12$; $p = 0,305$). Il n'y a pas de différence significative entre les densités moyennes des espèces qui ont un DBH ≥ 10 cm (Test *t* de Student, $t = 2,12$; $p = 0,085$). Dans la forêt de l'Anguédédou par contre, il existe une corrélation significative au seuil $\alpha = 0,05$ entre la densité des individus (DBH ≥ 10 cm) de *Hopea odorata* et la densité des autres espèces (DBH ≥ 10 cm) (Test de Peason, $r = - 0,6$; $p = 0,029$).

Dans la forêt de l'Anguédédou, *Hopea odorata* a la plus forte densité avec 12 292,31 individus/ha. Elle est suivie par *Microdesmis keayana* et *Chrysophyllum albidum* avec respectivement 2130,77 individus/ha et 1992,31 individus/ha. Dans la zone d'influence, *Hopea odorata* présente une densité de 6480 individus/ha. La différence n'est pas significative entre les densités moyennes *d'Hopea odorata* des deux zones d'études (Test *t* de Student, $t = 2,12$; $p = 0,466$).

La biomasse aérienne totale pour l'ensemble des deux zones, est estimée à 295,9 t/ha ; ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 147,9 t/ha. L'équivalent CO_2 est de 39,9 t/ha. Cette biomasse aérienne par arbre varie de 0,2 t/ha pour

l'espèce *Ficus exasperata* à 187,4 t/ha pour *Hopea odorata*. Ce qui correspond à un stock individuel de carbone qui varie de 0,1 à 93,7 t/ha (Tableau 1). Les espèces natives comme *Terminalia ivorensis* et *Piptadenistrum africanum* ont des biomasses inférieures à celles de *Hopea odorata* (43,9 et 38,2 t/ha, respectivement). Une autre espèce exotique, *Acacia mangium* séquestre une très faible quantité de carbone (3,7 t/ha). Il existe une corrélation négative significative entre la biomasse aérienne de *Hopea odorata* et celle des autres espèces végétales présentent dans les parcelles (Test de Pearson, r = - 0,81 ; p < 0,0001).

4 DISCUSSION

Les forêts tropicales renferment de grandes quantités de carbone [35], [4]. La majorité de ce carbone organique est stockée dans le bois. Face à la déforestation intensive et la dégradation des forêts résiduelles, les politiques ont mené des programmes de reboisement incluant souvent malheureusement, des espèces exotiques envahissantes [36], [37], [38], [39], [15]. Bien que la distribution et les traits d'histoire de vie de ces espèces aient été abondamment documentés dans la littérature, très peu d'études se sont intéressées aux conséquences des invasions biologiques pour certaines fonctions écologiques comme la production de biomasse et la séquestration du carbone dans les écosystèmes forestiers.

Dans cette étude, la diversité floristique, la biomasse aérienne végétale et la capacité de stockage du carbone de la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco ont été évaluées. De par sa nature de forêt mixte, semi-naturelle plantée, la forêt de l'Anguédédou constitue un excellent modèle pour comprendre les effets de l'introduction des espèces exotiques envahissantes et les répercussions pour la diversité biologique et le stockage du carbone à long terme. Nous démontrons ainsi que *Hopea odorata*, une espèce exotique envahissante en Côte d'Ivoire, possède une importante biomasse aérienne et la plus grande capacité de stockage de carbone comparée à toutes les autres espèces présentes dans la forêt de l'Anguédédou. Cette étude constitue une première du genre à évaluer la biomasse aérienne et la capacité de stockage du carbone d'une espèce exotique envahissante comparée aux espèces indigènes.

Notre étude a permis de recenser 186 espèces végétales. Dans une étude récente réalisée dans le Parc National du Banco, la référence [40] a répertorié 258 espèces végétales. La référence [41] a inventorié 750 espèces végétales dans l'arboretum du Parc National du Banco. La référence [42] a quant à elle mentionné 24 espèces de Phanérogames dans le Parc National du Banco. La faible diversité floristique observée dans notre étude pourrait s'expliquer par le fait que la forêt de l'Anguédédou est une forêt plantée d'espèces indigènes et exotiques présentant une diversité floristique assez faible. Nos résultats sont toutefois en accord avec ces différents auteurs qui ont souligné que les familles les mieux représentées sont celles des Euphorbiaceae et des Apocynaceae [40]. Cette étude a aussi montré que *Hopea odorata* est présent en forte densité comparé aux autres espèces plantées et natives. Dans une étude sur la stratégie et le potentiel d'invasion d'*Hopea odorata*, la référence [16] ont montré que cette espèce présente un grand potentiel d'occupation du sol avec une aire basale moyenne de 28, 139 m^2/ha. Cette valeur montre la pression de la concurrence qu'elle exerce dans le peuplement. Ce taxon se régénère énormément dans le sous-bois comparé aux autres plantes. A côté des individus adultes, on trouve des individus de tailles diverses [16].

La biomasse aérienne végétale estimée lors de cette étude est de 295,9 t/ha. Le stock de carbone pour l'ensemble des deux zones étudiées est estimé à 147,9 t/ha. L'équivalent CO_2 est de 39,9 t/ha. Nos résultats sont semblables aux évaluations de la référence [43]. En effet, ces deux auteurs ont évalué le stock de carbone dans les forêts tropicales à environ 140 t/ha. La différence peut s'expliquer par le fait qu'au sein des forêts tropicales la capacité de stockage du carbone peut varier entre les différents types de forêts et leur structure. De plus, certains auteurs ont critiqué la variabilité des données concernant la superficie des forêts et les méthodes d'évaluation du carbone. Les principaux inventaires effectués aboutissent à des résultats souvent divergents tant au niveau national qu'international. Des données d'inventaires forestiers menées à l'échelle nationale permettront de disposer de données précises sur la distribution spatiale du carbone [4]. La mise à disposition de cartes de distribution de la biomasse et du carbone permettra de connaître les flux de carbone et de prédire l'impact des choix de développement économique sur ces flux [1].

Notre étude a mis en évidence que *Hopea odorata* possède la biomasse aérienne la plus importante et, de ce fait, la plus grande capacité de stockage du carbone. Ce taxon contribue efficacement à la séquestration du carbone dans le Parc National du Banco. Il est suivi par *Terminalia ivorensis* et *Piptadenistrum africanum*, des espèces indigènes. Malheureusement, des études récentes ont démontré que les espèces invasives peuvent avoir des effets indirects sur la production de la biomasse et donc le fonctionnement des forêts [21]. Leur pouvoir d'invasion altère la dominance des espèces indicatrices changeant ainsi la structure des communautés, la biomasse et donc le stock de carbone [44]. Avec l'avènement des changements globaux, les effets de *Hopea odorata* sur la structure des communautés végétales pourraient s'accélérer avec le temps et en fonction des perturbations du milieu. Des études complémentaires incluant d'autres

écosystèmes forestiers envahis et non envahis permettront de mieux comprendre les conséquences de l'invasion de *Hopea odorata* sur la séquestration du carbone.

De ce fait, nous pouvons conclure que toute activité de gestion de cette espèce envahissante va nécessiter une analyse claire des gains et des pertes en carbone. Cette gestion peut ne pas nécessairement résulter en un gain de carbone sur le court terme. En effet, il a été démontré que si une espèce invasive cause un gain de carbone, ces gains peuvent être perdus lors de la gestion de l'espèce [21]. Seuls des études comparatives basées sur le long terme permettront de démontrer l'efficacité de la gestion de cette espèce envahissante pour la séquestration du carbone.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Il ressort de cette étude que la diversité floristique dans la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco est estimée à 186 espèces végétales. La biomasse aérienne végétale estimée lors de cette étude est de 295,9 t/ha. Le stock de carbone pour l'ensemble de la forêt est estimé à 147,9 t/ha. L'équivalent CO_2 est de 39,9 t/ha. L'espèce exotique invasive *Hopea odorata* possède une biomasse aérienne importante (187,4 t/ha) et la plus grande capacité de stockage du carbone (93,7 t/ha). Cette espèce envahissante contribue donc efficacement à la séquestration du carbone dans le Parc National du Banco comparé aux autres espèces en présence. Des études supplémentaires menées sur le long terme et prenant en compte des écosystèmes forestiers envahis et non envahis permettront de mieux comprendre les conséquences de l'invasion de *Hopea odorata* et surtout de démontrer l'efficacité de la gestion de cette espèce envahissante pour la séquestration du carbone dans les forêts tropicales.

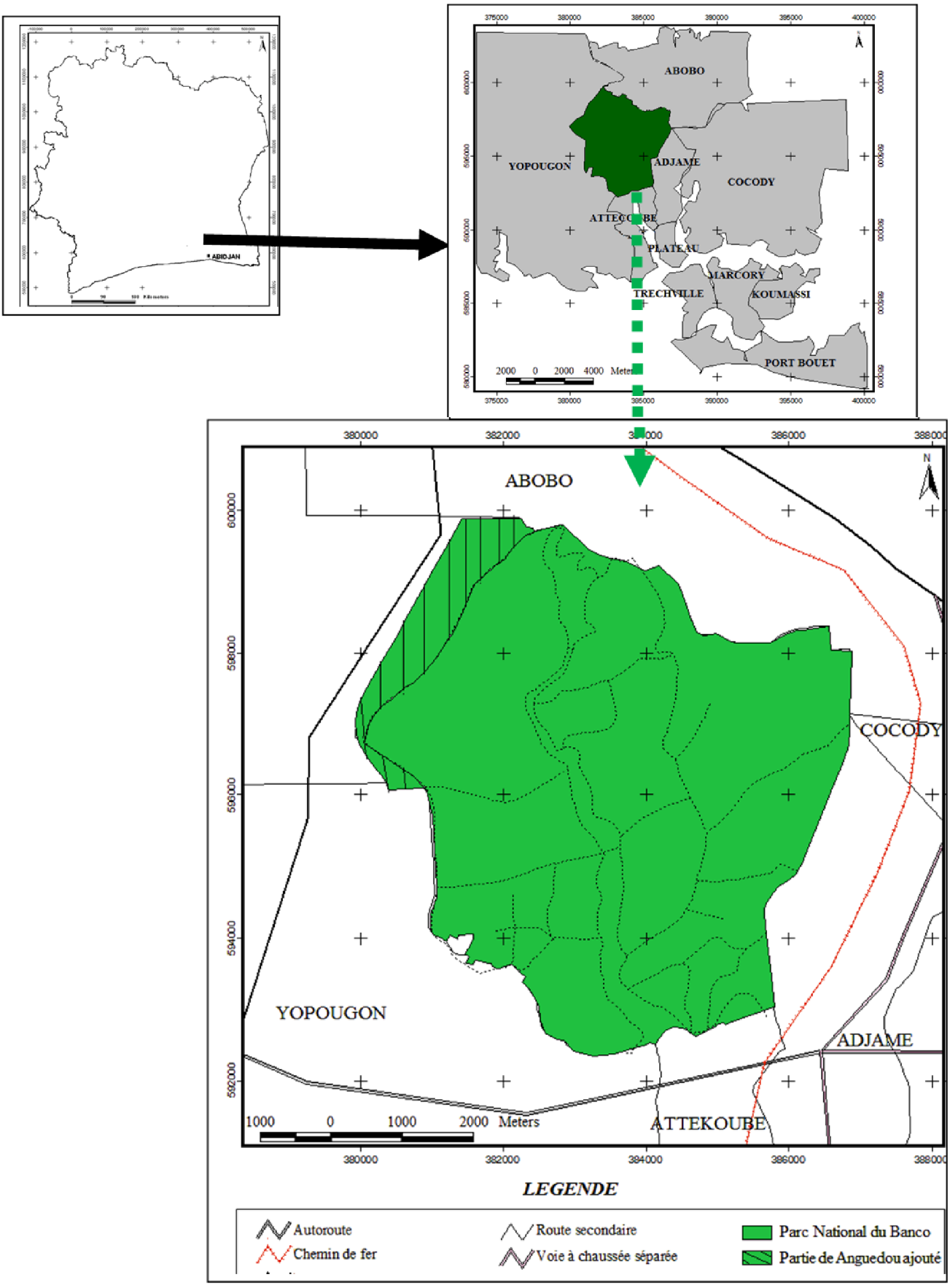


Fig. 1. Localisation de la forêt de l'Anguédédou et du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire

Tableau 1: Biomasse aérienne végétale, carbone séquestré et masse de CO_2 équivalent calculés en tonne par hectare dans la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco en Côte d'Ivoire.

Espèces végétales	Biomasse aérienne (t/ha)	Stock de carbone (t/ha)	CO2 équivalent (t/ha)
Acacia mangium	7,5	3,7	1,0
Allanblackia floribunda	0,5	0,2	0,1
Cleistopholis patens	2,0	1,0	0,3
Craterispermum caudatum	0,3	0,1	0,0
Dalbergia oblongifolia	0,4	0,2	0,1
Elaeis guineensis	1,1	0,5	0,1
Ficus exasperata	0,2	0,1	0,0
Funtumia elastica	1,4	0,7	0,2
Heisteria parvifolia	0,7	0,4	0,1
Hopea odorata	187,4	93,7	25,3
Manotes longiflora	1,2	0,6	0,2
Myrianthus arboreus	1,1	0,5	0,1
Piptadenistrum africanum	38,2	19,1	5,2
Pterygota macrocarpa	1,8	0,9	0,2
Strephonema pseudocola	0,4	0,2	0,1
Terminalia ivorensis	43,9	21,9	5,9
Turraeanthus africanus	6,3	3,1	0,8
Uapaca heudelotii	1,6	0,8	0,2
Total	**295,9**	**147,9**	**39,9**

REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur Assi Yapo Jean pour l'appui technique qui a permis l'identification des espèces végétales et le Centre National de Floristique de Côte d'Ivoire pour avoir servir de cadre à la détermination des spécimens d'herbier.

REFERENCES

[1] Cramer W., Bondeau A., Schaphoff S., Lucht W., Smith B. et Sitch S., 2004. Tropical Forests and the global carbon cycle: impacts of atmospheric carbon dioxide, climate change and rate of deforestation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 359, 331–343*.

[2] Fayolle A., Doucet J-L., Gillet J-F., Bourland N., et Lejeune P., 2013. Tree allometry in Central Africa: Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and Management Volume 305, Pages 29–37.*

[3] Oumar B., Mathieu A., Brahima C. et Dossahoua T., 2005. Carbon Storage in Biomass and Soils of Four Australian Acacia Stands of Anguededou Station (South-East of Côte d'Ivoire). *Editorial Advisory Board, 19(1), 25-37.*

[4] Laporte N., Baccini A., Goetz S., Mekui P. et Bausch A., 2010. Une première estimation de la biomasse ligneuse aérienne d'Afrique sur la base d'images satellites et d'inventaires forestiers. Proceeding of the conference on carbon stock and fluxes, *Comifac, Brazzaville, p. 58-65.*

[5] Henry M., Besnard A., Asante W.A., Eshun J., Adu-Bredu S., Valentini R., Bernoux M. et Saint-André L., 2010. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. *Forest Ecology and Management. Volume 260, Issue 8, Pages 1375–1388.*

[6] Ebuy J., Lokombe J. P., Ponette Q., Sonwa D. et Picard N., 2011. Allometric equation for predicting aboveground biomass of three tree species. *Journal of Tropical Forest Science Vol. 23, No. 2, pp. 125-132.*

[7] Bakayoko O., Assa A. M., Coulibaly B. et N'guessan K. E., 2012. Stockage de Carbone dans des Peuplements de Cedrela Odorata et de Gmelina Arborea en Côte D'ivoire. *European Journal of Scientific Research, 75(4), 490-501.*

[8] Aholoukpè H., Dubos B., Flori A., Deleporte P., Amadji G., Chotte J.L. et Blavet D., 2013. Estimating aboveground biomass of oil palm: Allometric equations for estimating frond biomass, *Forest Ecology and Management 292: 122-129.*

[9] Vroh B. T. A., Tiébré M.-S., Ouattara D. et N'Guessan K. E., 2014. La réserve forestière Dékpa d'Agbaou, un exemple de conservation de la diversité végétale sur les sites miniers de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 6 No. 2, pp. 162 – 171.*

[10] Chave J, Andalo C., Brown S., Cairns M. A., Chambers J. Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.-P., Nelson B. W., Ogawa H., Puig H., Riera B., Yamakura T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia 145: 87–99.*

[11] Haysom K.A. et Murphy S.T., 2003. *The status of invasiveness of forest tree species outsides their natural habit: a global review and discussion paper.* Forest Health and Biosecurity Working Paper FBS/3E; Forestry Departement. FAO: Rome.

[12] Thijs K. W., Raf A., Pieter V. M., Winfred M., Hubert G. et Bart M., 2014. Contrasting cloud forest restoration potential between plantations of different exotic tree species. *Restoration Ecology. Volume 22, Issue 4, pages 472–479.*

[13] Richardson D.M., 1998. Arbres exotiques envahissants: le prix de la sylviculture. Planète conservation. *UICN (4/97-1/98): 14-1.*

[14] Richardson D. M. et Rejmánek M., 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity and Distributions, 17, 788–809.*

[15] Donaldson J. E., Hui C., Richardson D. M., Robertson M. P., Bruce L., Webber B. L. et Wilson J. R. U., 2014. Invasion trajectory of alien trees: the role of introduction pathway and planting history. *Global Change Biology Volume 20, Issue 5, pages 1527–1537.*

[16] Tiebre M. S., Kouamé D., Vroh B. T. A., N'da D. K. et Adou Yao C. Y., 2014. Stratégies et potentiel d'invasion des massifs forestiers par Hopea odorata Roxb. (Dipterocarpaceae) : cas du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(2): 666-679.*

[17] Béligné V., 1994. *Etude de l'état du milieu naturel du Parc National du Banco: recommandations pour sa sauvegarde et son aménagement*. WWF: Abidjan.

[18] Kouakou N.J., 2009. *Espèces invasives du jardin botanique de l'Université de Cocody- Abidjan: Cas de Psydrax subcordata et Hopea odorata.* DEA. Université de Cocody: Abidjan, p. 50.

[19] Phon D., 2000. *Dictionnaire des plantes utilisées au Cambodge* : Cambodge.

[20] Wardle D. A., Bellingham P. J., Fukami T. et Mulder C. P.H., 2007. Promotion of ecosystem carbon sequestration by invasive predators. *Biol. Lett. vol. 3 no. 5 479-482.*

[21] Peltzer D. A., Allen R. B., Lovett G. M., Whitehead D. et Wardle D. A., 2010. Effects of biological invasions on forest carbon sequestration. *Global Change Biology Volume 16, Issue 2, pages 732–746.*

[22] Tiebre M.S., Adou Yao. C.Y., Kassi N.J. et N'guessan K. E., 2013. Synthèse bibliographique sur le rôle de la biologie des populations dans l'étude des invasions végétales. *Journal of Animal & Plant Sciences, Vol.18, Issue 1: 2682-2710.*

[23] Bradley B. A., Blumenthal D. M., Wilcove D. S. et Ziska L. H., 2010. Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecology & Evolution, Volume 25, Issue 5, Pages 310–318.*

[24] Eldin M., 1971. Le climat in le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Mémoire O.R.S.T.O.M* ***50****:75-108.*

[25] DCGTx., 1993. *Couverture cartographique au 200000^e du sud forestier.* Centre de Cartographie et de télédétection: Abidjan.

[26] Hutchinson J. et Daziel J.M., 1954-1972. *Flora of West Africa, ed.2, revue par Kea RWJ, Hepper FN.* Crown Agents for oversea government and administrations: London.

[27] Aké-Assi L., 1984. *Flore de la Côte d'Ivoire. Etude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques.* Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Abidjan : Abidjan, p.1206.

[28] Aké-Assi L., 2001. *Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologie. Volume 1 : Mémoire de Botanique systématique*. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève. Boisseria **57**, p.396.

[29] Aké-Assi L., 2002. *Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologie. Volume 2 : Mémoire de Botanique systématique*. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève. Boisseria **58**, p.441.

[30] Sørensen T., 1948. A method of establishing group of equal amplitude in plan sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.* ***5****: 1-34.*

[31] Shannon C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* ***27****: 379-423.*

[32] Daget P. et Poissonnet J., 1969. *Analyse phycologique des prairies: applications agronomiques*. Docum. C.N.R.S-C.E.P.E.: Montpellier.

[33] Reyes G., Brown S., Chapman J. et Lugo A. F., 1992. *Wood densities of tropical tree species.* Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station 15p.

[34] IPCC, 2003. *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental panel on climate change.* National Greenhouse Gas Inventories Programme and Institute for Global Environ-mental Strategies, Kanagawa, Japan 295p.

[35] Bouvarel 1991. In Collectif – *La forêt, patrimoine de l'avenir, Actes du Xe congrès forestier mondial.* Revue Forestière française, Nancy.

[36] De Wit M. P., Crookes D. J. et Wilgen B. W., 2001. Conflicts of interest in environmental management: estimating the costs and benefits of a tree invasion *Biological Invasions 3: 167–178.*

[37] Adou K., 2003. *Essences forestières de Côte d'Ivoire: quelques caractéristiques des semenciers et des semences.* Sodefor DEP., 26 p.

[38] Dickie I. A., Bennett B. M., Burrows L. E., Nuñez M. A., Peltzer D. A., Porté A., Richardson D. M., Rejmánek M., Rundel P. W. et Wilgen B. W., 2014. Conflicting values: ecosystem services and invasive tree management. *Biological Invasions. Volume 16, Issue 3, pp 705-719.*

[39] Richardson D. M., Hui C., Nuñez M. A., et Pauchard A., 2014. Tree invasions: patterns, processes, challenges and opportunities. *Biological Invasions. Volume 16, Issue 3, pp 473-481.*

[40] N'Guessan K. E., 2013*. Etude d'impact environnemental et social du projet de construction de la clôture du Parc National du Banco, Abidjan*. Rapport d'études floristiques, Centre National de Floristique. 47 p.

[41] Allou K.(1999). *Identification et systématique de quelques espèces ligneuses exotiques de l'arboretum du Banco, Abidjan Côte d'Ivoire*. Ministère de l'Agriculture et des Eaux et Forêts. Mémoire de fin d'études. Diplôme d'Agronomie Approfondies, 47p.

[42] De Koning J., 1983. *La forêt du Banco*. Thèse Doctorat, Université Agronomique de Wageningen, 912 p.

[43] Boulier J. et Simon L., 2010. Les forêts au secours de la planète : quel potentiel de stockage du carbone? *L'espace géographique 39 (4): 17p.*

[44] Ellison A. M., Bank M. S., Clinton B. D., Colburn E. A., Elliott K., Ford C. R., Foster D. R., Kloeppel B. D. et Knoepp J. D., 2005. "Loss of foundation species: Consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems". *Frontiers in Ecology and the Environment 3 (9): 479-486.*

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 217-225
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Richesse spécifique et abondance des oiseaux des dix Lacs Urbains de la ville de Yamoussoukro, dans le centre de la Côte d'Ivoire

[Species richness and abundance of birds of ten urban lakes in the city of Yamoussoukro, central Côte d'Ivoire]

KONAN Ekoun Michaël, YAOKOKORE-BEIBRO Kouassi Hilaire, and ODOUKPE Kadio Saint Guillaume

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

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

ABSTRACT: The 10 approval lakes of the city of Yamoussoukro have been a regular bird monitoring from December 2011 to December 2013. During this period, the method of listening points allowed inventory of 101 species divided into 13 orders and 36 families with Spot Index of Abundance of 5988 individuals. This bird is characterized in terms of abundance, by one dominant species, 13 regular species, 36 rare species and 51 accidental species; at the habitat, 53 species of open areas, 40 wetland species, six generalist species forest and two mixed species habitat; at the bio geographical origin by 60 resident species, 15 species and 26 species of Palearctic mixed origins. Considering the achievements of previous studies, we have reassessed the overall species richness of lakes at 111 species and 50 species of water birds. These lakes, although in urban areas, are proving of great interest for the conservation of birds, particularly water fowl including some ecological parameters are now better known.

KEYWORDS: Biodiversity, Urban Ecology, lacustrine environments, Avifauna, Yamoussoukro.

RÉSUMÉ: Les 10 lacs d'agrément de la ville de Yamoussoukro ont fait l'objet d'un suivi ornithologique régulier de décembre 2011 à décembre 2013. Durant cette période, la méthode des points d'écoute a permis l'inventaire de 101 espèces d'oiseaux reparties en 13 ordres et 36 familles ayant un Indice Ponctuel d'Abondance de 5988 individus. Cette avifaune est caractérisée, au niveau de l'abondance, par une espèce dominante, 13 espèces régulières, 36 espèces rares et 51 espèces accidentelles ; au niveau de l'habitat, par 53 espèces de milieux ouverts, 40 espèces des milieux humides, six espèces généralistes de forêt et deux espèces à habitat mixte ; au niveau de l'origine biogéographique par 60 espèces résidentes, 15 espèces du paléarctique et 26 espèces à origines mixte. En considérant les acquis des études antérieures, nous avons réévalué la richesse spécifique globale des lacs à 111 espèces et celle des oiseaux d'eau à 50 espèces. Ces lacs, bien qu'en milieu urbain, se révèlent d'un grand intérêt pour la conservation des oiseaux, plus particulièrement des oiseaux d'eau dont quelques paramètres écologiques sont à présent mieux connus.

MOTS-CLEFS: Biodiversité, Ecologie urbaine, milieux lacustres, Avifaune, Yamoussoukro.

1 INTRODUCTION

La ville de Yamoussoukro (6° et 6°42' N et 5° et 5°30' O), située au centre de la Côte d'Ivoire, à 250 km de la capitale économique Abidjan, est la seule grande agglomération du pays dotée d'un système de lacs artificiels et naturels dont 10 ont

été aménagés pour son embellissement et pour recueillir les eaux de ruissellement [1]. C'est donc un milieu d'intérêt pour l'évaluation du potentiel de conservation des milieux urbanisés, pour l'avifaune des zones humides.

Malheureusement, très peu d'études ornithologiques y ont été menées. Les seules données disponibles sont ceux de [2] et [3]. Ces travaux antérieurs donnent une idée de la richesse spécifique des oiseaux des lacs d'agrément, mais leur brièveté ne permet pas de cerner le réel intérêt de ces milieux pour la conservation des oiseaux en général.

La présente étude se propose, donc, de préciser le potentiel ornithologique des lacs urbains et le rôle clé qu'ils jouent dans le maintien d'une avifaune qui se révèle riche et diversifiée, de fournir des informations sur l'écologie des espèces d'oiseaux qui leur sont inféodées en vue de l'élaboration d'une politique de gestion durable de ce système lacustre.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude s'est déroulée sur 24 mois, de décembre 2011 à décembre 2013, hormis le mois d'avril 2013. Les 10 lacs urbains ont été subdivisés en trois sites, suivant leur distribution dans l'espace et leur étendue. Ce regroupement a permis d'obtenir des surfaces d'échantillonnage relativement grandes et quasi identiques. Ainsi, les lacs 8, 9 et 10 forment le site 1 ; les lacs 1, 2, 3 et 4 forment le site 2 et le site 3 est formé par les lacs 5, 6 et 7 (Figure 1).

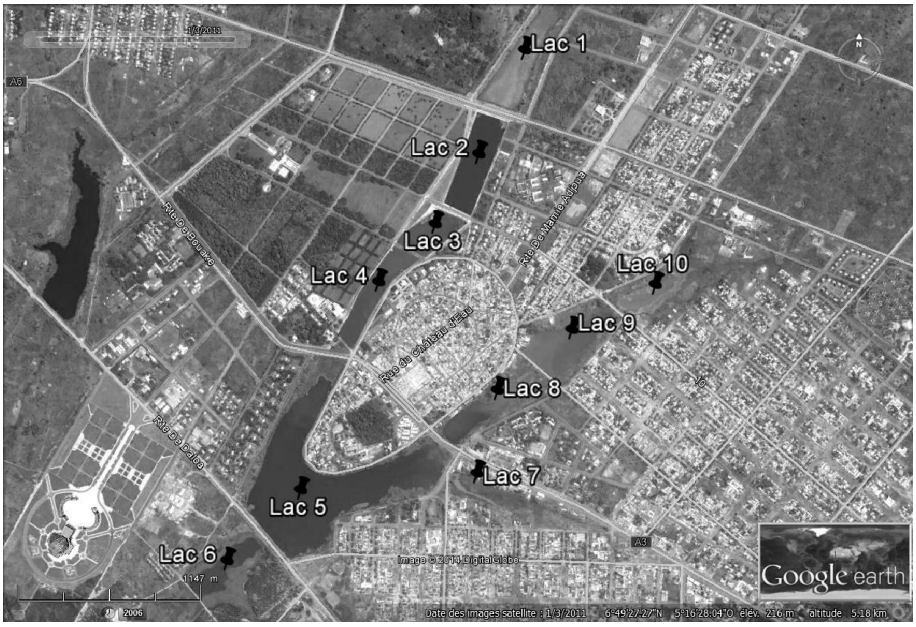


Figure 1 : Situation géographique et disposition des lacs étudiés

La méthode utilisée pour l'échantillonnage est celle des points d'écoute telle que définie par Blondel et ses collaborateurs [4]. Les dénombrements ont été effectués à partir de points d'observation fixe, choisis de manière à permettre la couverture la plus exhaustive de chaque lac [5] et de ses environs. En fonction de leurs superficies, un à trois points d'écoute fixe durant toute la durée de l'étude et distant de 300 mètres minimum ont été installés par lac.

Les observations ont été effectuées de 6 heures à 10 heures à l'aide d'une paire de jumelles (BRESSER CONDOR, 7 × 50). Un appareil photographique (Panasonic LUMIX DMC-FZ38 12 mp 18x) a servi pour les prises de vue des oiseaux du milieu. L'identification des oiseaux s'est faite à l'aide des guides d'identifications de [6], [7] et de la discographie des cris et chants des oiseaux d'Afrique de [8].

Tous les oiseaux observés sur les plans d'eau, dans la végétation aquatique ou dans les environs des lacs (jusqu'à 50 mètres à partir de la berge) ont été inventoriés. Les résultats obtenus expriment la richesse spécifique du milieu et donnent pour chacune des espèces leurs abondances et leurs fréquences relatives respectives. L'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité ont été calculés.

Pour chacune des espèces, nous avons déterminé l'habitat préférentiel selon [9], l'indice d'abondance selon [10], le statut biogéographique selon [6]. La distribution des espèces aquatiques selon les sites et les saisons a été illustrée par une analyse

factorielle des correspondances. L'ordonnancement utilisé pour la liste systématique des espèces est conforme à celui utilisé par [11].

3 RÉSULTATS

Le suivi de l'avifaune des dix lacs a permis d'inventorier 101 espèces d'oiseaux appartenant à 13 ordres et 36 familles pour une abondance relative de 5988 individus. Les Non-Passeriformes renferment 62 espèces appartenant à 12 ordres et 22 familles (Tableau 1). Ceux-ci représentent 33,67 % de l'effectif total avec 2016 individus. Les Passeriformes regroupent 39 espèces de 14 familles et 3972 individus qui représentent 66,33 % des effectifs. L'indice de diversité (H') du peuplement vaut 2,54 pour une équitabilité (E) égale à 0,55.

Tableau 1 : Liste phylogénétique des espèces d'oiseaux observées sur l'ensemble des sites et leur abondance respectives de décembre 2011 à décembre 2013

***ARG :** Abondance relative générale ; **Fr** : Fréquence relative ; **ES** : Effectifs du site ; **IA** : Indice d'abondance ; **SB** : Statut biogéographique ; **D** : Dominant ; **Re** : Régulier ; **Ra** : Rare ; **Ac** : Accidentel ; **R** : Résident ; **M** : Migrateur intra-africain ; **P** : Migrateur du paléarctique*

Ordres / Familles / Espèces	SB	HP	ARG	Fr (%)	IA	ES 1	ES 2	ES 3
Pelecaniformes								
Phalacrocoracidae								
Phalacrocorax africanus (Gmelin, 1789)	R	E	58	0,969	Ra	5	27	26
Ciconiiformes								
Ardeidae								
Ixobrychusminutus (Linné, 1766)	R/P	E	22	0,367	Ra	6	6	10
Tigriornisleucolophus (Jardine, 1846)	R	E	2	0,033	Ac	0	2	0
Nycticoraxnycticorax (Linné, 1758)	R/P	E	25	0,418	Ra	1	22	2
Ardeolaralloides (Scopoli, 1769)	R/P	E	124	2,071	Re	44	5	75
Bubulcus ibis (Linné, 1758)	R/M	E	282	4,709	Re	8	219	55
Butoridesstriata (Linné, 1758)	R	E	38	0,635	Ra	6	13	19
Egrettagularis (Bosc, 1792)	R/M	E	37	0,618	Ra	11	12	14
Egrettagarzetta (Linné, 1766)	R/M/P	E	47	0,785	Ra	10	13	24
Egrettaintermedia (Wagler, 1829)	R/M	E	6	0,100	Ac	1	4	1
Ardea purpurea Linné, 1766	R/P	E	10	0,167	Ac	3	1	6
Ardea cinerea Linné, 1758	R/P	E	9	0,150	Ac	0	8	1
Anseriformes								
Anatidae								
Dendrocygnaviduata (Linné, 1766)	R/M	E	229	3,824	Re	2	225	2
Nettapusauritus (Boddaert, 1783)	R	E	1	0,017	Ac	0	1	0
Falconiformes								
Pandionidae								
Pandion haliaetus (Linné, 1758)	P	E	1	0,017	Ac	0	1	0
Accipitridae								
Elanuscaeruleus (Desfontaines, 1789)	R	f	1	0,017	Ac	1	0	0
Milvusmigrans (Boddaert, 1783)	M/P/R	f	136	2,271	Re	17	76	43
Accipiterbadius (Gmelin, 1788)	R/M	f	5	0,084	Ac	2	1	2
Kaupifalcomonogrammicus (Temminck, 1824)	R	f	1	0,017	Ac	0	1	0
Falconidae								
Falco ardosiaceus Vieillot, 1823	R	f	1	0,017	Ac	0	0	1
Falco cuvierii A. Smith, 1830	R	f	1	0,017	Ac	1	0	0
Gruiformes								
Rallidae								
Crexegregia (W. Peters, 1854)	M/R	f	1	0,017	Ac	0	0	1
Amaurornisflavirostra (Swainson, 1837)	R	E	26	0,434	Ra	6	10	10
Porphyrioalleni Thomson, 1842	M/R	E	108	1,804	Re	41	22	45
Gallinulachloropus (Linné, 1758)	R	E	97	1,620	Re	81	5	11
Charadriiformes								
Jacanidae								

Actophilornis africanus (Gmelin, 1789)	R	E	46	0,768	Ra	12	14	20
Rostratulidae								
Rostratulabenghalensis (Linné, 1758)	R/M	E	3	0,050	Ac	1	0	2
Recurvirostridae								
Himantopushimantopus (Linné, 1758)	R/P	E	20	0,334	Ra	5	0	15
Burhinidae								
Burhinussenegalensis (Swainson, 1837)	R/M	E	34	0,568	Ra	0	32	2
Charadriidae								
Charadriushiaticula Linné, 1758	P	E	2	0,033	Ac	2	0	0
Charadriusmarginatus Vieillot, 1818	R	E	1	0,017	Ac	1	0	0
Vanellussenegallus (Linné, 1766)	R/M	E	7	0,117	Ac	0	6	1
Vanellusalbiceps Gould, 1834	R	E	33	0,551	Ra	0	33	0
Vanellusspinosus (Linné, 1758)	R	E	27	0,451	Ra	3	8	16
Scolopacidae								
Calidris minuta (Leisler, 1812)	P	E	1	0,017	Ac	1	0	0
Tringastagnatilis (Bechstein, 1803)	P	E	2	0,033	Ac	2	0	0
Tringanebularia (Gunnerus, 1767)	P	E	7	0,117	Ac	3	3	1
Tringaochropus Linné, 1758	P	E	5	0,084	Ac	3	0	2
Tringaglareola Linné, 1758	P	E	7	0,117	Ac	2	2	3
Actitishypoleucos (Linné, 1758)	P	E	42	0,701	Ra	14	16	12
Columbiformes								
Columbidae								
Treroncalvus (Temminck, 1808)	R	FA	1	0,017	Ac	0	1	0
Turturafer (Linné, 1766)	R	f	2	0,033	Ac	0	2	0
Streptopeliasemitorquata (Ruppell, 1837)	R	f	56	0,935	Ra	28	13	15
Streptopeliasenegalensis (Linné, 1766)	R	f	44	0,735	Ra	12	20	12
Musophagiformes								
Musophagidae								
Criniferpiscator (Boddaert, 1783)	R	f	3	0,050	Ac	0	2	1
Cuculiformes								
Cuculidae								
Clamatorglandarius (Linné, 1758)	M/R	f	1	0,017	Ac	0	0	1
Chrysococcyxcaprius (Boddaert, 1783)	M/R	f	4	0,067	Ac	2	2	
Centropussenegalensis (Linné, 1766)	R	f	19	0,317	Ra	11	4	4
Apodiformes								
Apodidae								
Cypsiurusparvus (Lichtenstein, 1823)	R	f	96	1,603	Re	41	9	46
Apus apus (Linné, 1758)	P	f	97	1,620	Re	27	0	70
Apus affinis (J. E. Gray, 1830)	R	f	95	1,587	Re	5	74	16
Coraciiformes								
Alcedinidae								
Halcyon leucocephala (Statius Muller, 1776)	M/R	f	1	0,017	Ac	0	0	1
Halcyon senegalensis (Linné, 1766)	R	f	22	0,367	Ra	6	4	12
Alcedocristata Pallas, 1764	R	E	19	0,317	Ra	6	3	10
Megaceryle maxima (Pallas, 1769)	R	E	1	0,017	Ac	0	1	0
Cerylerudis (Linné, 1758)	R	E	1	0,017	Ac	0	0	1
Meropidae								
Meropsapiaster Linné, 1758	P	f	18	0,301	Ra	2	16	0
Coraciidae								
Eurystomusglaucurus (Statius Muller, 1776)	R/M	f	6	0,100	Ac	0	5	1
Bucerotidae								
Tockusfasciatus (Shaw, 1811)	R	F	18	0,301	Ra	0	15	3
Tockusnasutus (Linné, 1766)	R	f	3	0,050	Ac	0	3	0
Piciformes								
Capitonidae								

Pogoniulusbilineatus (Sundevall, 1850)	R	F	1	0,017	Ac	0	1	0
Lybiusdubius (Gmelin, 1788)	R	f	3	0,050	Ac	0	3	0
Passeriformes								
Hirundinidae								
Ripariariparia (Linné, 1758)	P	f	19	0,317	Ra	0	19	0
*Hirundosemirufa*Sundevall, 1850	R/M	f	3	0,050	Ac	0	3	0
*Hirundoabyssinica*Guerin-Meneville, 1843	R/M	f	25	0,418	Ra	0	23	2
Hirundosmithii Leach, 1818	R	E	37	0,618	Ra	4	16	17
*Hirundoaethiopica*Blanford, 1869	R/M	f	227	3,791	Re	11	191	25
Hirundorustica Linné, 1758	P	f	61	1,019	Re	3	43	15
Motacillidae								
Motacillaflava Linné, 1758	P	f	31	0,518	Ra	0	19	12
Macronyxcroceus (Vieillot, 1816)	R	f	6	0,100	Ac	4	0	2
Pycnonotidae								
Andropadus virens Cassin, 1858	R	f	1	0,017	Ac	0	1	0
Chlorocichla simplex (Hartlaub, 1855)	R	f	2	0,033	Ac	0	2	0
Pycnonotusbarbatus (Desfontaines, 1789)	R	f	19	0,317	Ra	8	4	7
Turdidae								
Cossyphaniveicapilla (Lafresnaye, 1838)	R	F/f	1	0,017	Ac	0	1	0
Saxicolarubetra (Linné, 1758)	P	f	1	0,017	Ac	0	0	1
Turdus pelios Bonaparte, 1850	R	f	16	0,267	Ra	9	4	3
Sylviidae								
Acrocephalusschoenobaenus (Linné, 1758)	P	E	16	0,267	Ra	0	9	7
Acrocephalusrufescens (Sharpe & Bouvier, 1876)	R	E	22	0,367	Ra	8	7	7
Cisticolaerythrops (Hartlaub, 1857)	R	f	21	0,351	Ra	13	4	4
Cisticolagalactotes (Temminck, 1821)	R	E	17	0,284	Ra	7	2	8
Camaropterabrachyura (Vieillot, 1820)	R	f	2	0,033	Ac	2	0	0
Monarchidae								
Terpsiphonerufiventer (Swainson, 1837)	R	F	1	0,017	Ac	0	1	0
Nectarinidae								
Cinnyrischloropygius Jardine, 1842	R	F/f	2	0,033	Ac	0	2	0
Cinnyriscoccinigastrus (Latham, 1790)	R	f	4	0,067	Ac	0	2	2
Cinnyriscupreus (Shaw, 1812)	R	f	10	0,167	Ac	3	1	6
Prionopidae								
Prionopsplumatus (Shaw, 1809)	R	f	24	0,401	Ra	0	17	7
Dicruridae								
Dicrurusadsimilis (Bechstein, 1794)	R	f	4	0,067	Ac	0	2	2
Corvidae								
Corvusalbus Müller, 1776	R	f	23	0,384	Ra	1	11	11
Sturnidae								
Lamprotornissplendidus (Vieillot, 1822)	R/M	F	12	0,200	Ra	2	6	4
Lamprotorniscaudatus (Müller, 1776)	R	f	2	0,033	Ac	0	0	2
Passeridae								
Passer griseus (Vieillot, 1817)	R	f	25	0,418	Ra	0	4	21
Ploceidae								
Ploceusnigerrimus Vieillot, 1819	R	f	3	0,050	Ac	0	3	0
Ploceuscucullatus (Müller, 1776)	R	f	2997	50,050	D	1196	18	1783
Pachyphantessuperciliosus (Shelley, 1873)	R	f	7	0,117	Ac	0	7	0
Euplecteshordeaceus (Linné, 1758)	R	f	18	0,301	Ra	17	1	0
Amblyospizaalbifrons (Vigors, 1831)	R	f	150	2,505	Re	59	67	24
Estrildidae								
Nigritabicolor (Hartlaub, 1844)	R	F	1	0,017	Ac	0	1	0
Lagonostictasenegala (Linné, 1766)	R	f	2	0,033	Ac	0	0	2
Estrildamelpoda (Vieillot, 1817)	R	f	16	0,267	Ra	11	5	0
Spermestescucullatus (Swainson, 1837)	R	f	140	2,338	Re	47	36	57
Spermestesfringilloides (Lafresnaye, 1835)	R	f	4	0,067	Ac	4	0	0

3.1 RICHESSE SPECIFIQUE ET ABONDANCE RELATIVE DES FAMILLES ET ORDRES

L'ordre des Passeriformes est le plus important de ce peuplement. Parmi les Non-Passeriformes, les plus importants, sur la base de leur richesse spécifiques, sont les Charadriiformes qui regroupent 15 espèces et 237 individus et les Ciconiiformes qui comptent 11 espèces et 602 individus. Sur le plan de la richesse spécifique, la famille la plus importante est celle des Ardéidés avec 11 espèces suivie des Scolopacidés et Hirundinidés qui comptent six espèces chacune. En considérant l'aspect quantitatif, le peuplement est dominé par la famille des Plocéidés qui regroupent 3175 individus et représentent plus de la moitié de l'effectif total, soit 53,02 % et les Ardéidés qui comptent 602 individus (10,05 %).

3.2 INDICE D'ABONDANCE GLOBAL

La détermination de l'indice d'abondance donne *Ploceuscucullatus* comme seule espèce dominante avec 2997 individus comptant pour 50,05 % de la fréquence relative (Fr). On dénombre également, 13 espèces régulières (Re) regroupant 1842 individus (Fr = 30,76 %) et majoritairement représentées par *Bubulcus ibis* (282 individus ; Fr = 4,71 %), *Dendrocygnaviduata* (229 individus ; Fr = 3,82 %), *Hirundoaethiopica* (227 individus ; Fr = 3,79 %). Le peuplement est également composé de 36 espèces rares (Ra) regroupant 992 individus (Fr = 16,57 %) avec comme espèces prépondérantes *Phalacrocorax africanus* (58 individus ; Fr = 0,97 %), *Egrettagarzetta* (47 individus, Fr = 0,78 %), *Actophilornis africanus* (46 individus, Fr = 0,77 %), *Actitishypoleucos* (42 individus, Fr = 0,70 %), *Streptopeliasemitorquata* (56 individus, Fr = 0,93 %) et *Streptopeliasenegalensis* (44 individus, Fr = 0,73 %), ainsi que de 51 espèces accidentelles (Ac) regroupent 157 individus (Fr = 2,62 %) dont *Ardea purpurea*, *A. cinerea*,*Cinnyriscupreus*, *Vanellussenegallus*, *Tringanebularia*, *T. glareola* et *Pachyphantessuperciliosus*.

3.3 BIOGEOGRAPHIE ET HABITATS PREFERENTIEL DES OISEAUX

Le peuplement comprend également 40 espèces des milieux humides (1472 individus ; Fr = 24,58 %), 53 espèces des milieux ouverts (4479 individus ; Fr = 74,80 %), six espèces généralistes de forêt (34 individus ; Fr = 0,57 %) et deux espèces à la fois généralistes de forêt et des milieux ouverts. Il renferme, en outre, 60 espèces résidentes (4294 individus ; Fr = 71,71 %), 15 espèces originaires du paléarctiques (310 individus ; Fr = 5,18 %), 13 espèces résidentes avec des populations migratrices intra-africaines (876 individus ; Fr = 14,63 %), six espèces résidentes ayant des populations originaires du paléarctique (210 individus ; Fr = 3,51 %), cinq espèces migratrices intra-africaines avec des populations résidentes (115 individus ; Fr = 1,92 %), une espèce résidente avec des populations migratrices intra-africaines et du paléarctique (47 individus ; Fr = 0,74 %) et une espèce migratrice intra-africaine avec des population du paléarctique et résidentes (136 individus ; Fr = 2,27 %).

3.4 VARIATION SAISONNIERE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE ET DE L'ABONDANCE DES OISEAUX DU MILIEU

Au cours des 24 mois de suivi, la richesse spécifique du milieu était maximale au mois de novembre 2013 (51 espèces) et minimale en juillet 2012 (27 espèces) avec une moyenne mensuelle de 40 espèces. L'effectif des oiseaux était maximal au mois de juin 2013 (3245 individus) et minimal en juin 2012 (490 individus) avec une moyenne mensuelle de 1134 individus d'oiseaux. La variation saisonnière dans la distribution des oiseaux est beaucoup plus visible lorsque nous considérons le peuplement d'oiseaux d'eau. La moyenne mensuelle de la richesse spécifique des oiseaux d'eau est de 21 espèces et celle de l'effectif se chiffre à 432 individus. Leur richesse spécifique était maximale en février 2012 (29 espèces) et minimale en juillet 2012 (15 espèces), mai 2013 (15 espèces) et juillet 2013 (15 espèces). Au niveau des effectifs, le maximum d'individus d'oiseaux d'eau est enregistré en novembre 2013 avec 719 individus et le minimum au mois de septembre 2012 avec un total de 297 individus. La moyenne mensuelle de l'effectif se chiffre à 432 individus.

3.5 DISTRIBUTION SAISONNIERE ET SPATIALE DES OISEAUX D'EAU

Pour une meilleure appréciation de l'action du temps sur les oiseaux d'eau, leur répartition en fonction des saisons a été illustrée par une analyse factorielle des correspondances matérialisée par la figure 2. De l'analyse du graphique selon l'axe 1 qui a la plus grande inertie (50,84 % d'inertie) et l'axe 2 (33,88 % d'inertie), il se dessine quatre groupes d'espèces associé chacun à une saison donnée. A la grande saison sèche (GSS) sont rattachées les espèces *Actitishypoleucos* (Acthy), *Tringanebularia* (Trine), *Nycticoraxnycticorax* (Nycny), *Acrocephalusschoenobaenus* (Acrsc), *Himantopushimantopus* (Himhi). La grande saison des pluies (GSP) est préférée par *Phalacrocoraxafricana* (Phaaf), *Egrettagarzetta* (Egrga), *E. intermedia* (Egrin), *E. gularis* (Egrgu), *Ardeolaralloides* (Ardra), *Hirundosmithii* (Hirsm), *Tringaochropus* (Trioc) et *Vanellusspinosus* (Vansp). A la petite saison sèche sont associées *Cisticolagalactotes* (Cisga), *Butoridesstriatus* (Butst), *Acrocephalusrufescens*

(Acrru), *Porphyrioalleni* (Poral), *Burhinussenegallus* (Burse) et *Actophilornis africanus* (Actaf). Pratiquement, aucune espèce n'est corrélée à la petite saison des pluies (PSP).

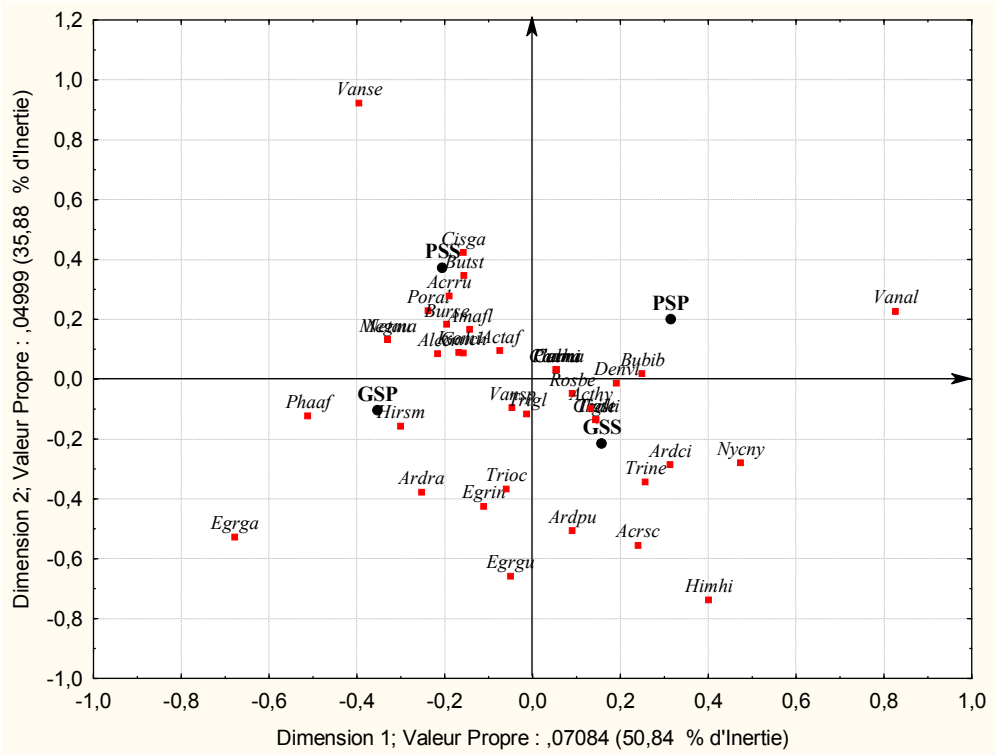


Figure 2 : Distribution des espèces d'oiseaux d'eau des lacs urbains de Yamoussoukro en fonction des saisons.

La distribution des oiseaux d'eau n'est pas uniforme et homogène sur l'ensemble des trois subdivisions de ce système lacustre. A l'aide d'une AFC, nous avons montré comment les diverses espèces présentes se distribuent au niveau des différents sites. A l'analyse du graphique (Figure 3) résultant de l'AFC, l'axe 1 qui a la plus forte inertie de 79,50 % permet de définir deux ensembles. Le premier est représenté par le site 2 qui est corrélé positivement à l'axe auquel sont associées *Bubulcus ibis* (Bubib), *Vanellussenegallus* (Vanse), *V. albiceps* (Vanal), *Ardea cinerea* (Ardci), *Egrettaintermedia*, *Nycticoraxnycticorax*, *Burhinussenegalensis* et *Dendrocygnaviduata* (Denvi). Le deuxième ensemble comprend les sites 1 et 3 qui sont corrélés négativement à l'axe. Au site 1 sont associées *Gallinulachloropus (*Galch), *Tringaochropus*, *Acrocephalusrufescens*, *Actitishypoleucos*, *Tringanebularia*, *Charadriushiaticula* (Chahi) et *Tringastagnatilis* (Trist). Au site 3 on associe les espèces telles que *Himantopushimantopus*, *Ardeolaralloides*, *Vanellusspinosus*, *Ardea purpurea*(Ardpu), *Alcedocristata* (Alccr), *Cisticolagalactotes*, *Porphyrioalleni*, *Butoridesstriatus*, *Egrettagarzetta*, *E. gularis*, *Ixobrychusminutus* (ixomi), *Actophilornis africanus*, *Tringaglareola* (Trigl), *Amaurornisflavirostris* (Amafl), *Phalacrocorax africanus*, *Hirundosmithii* et *Acrocephalusschoenobaenus*.

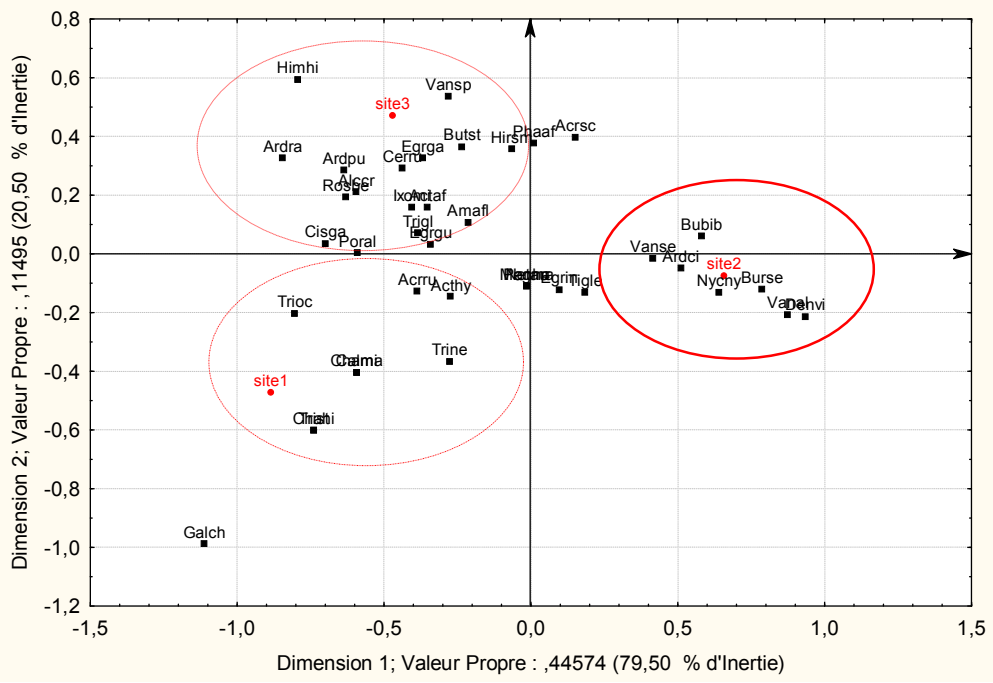


Figure 3 : Distribution des espèces d'oiseaux aquatiques en fonction des trois sites d'échantillonnage.

4 DISCUSSION

Cet article dresse, pour la première fois, la liste de toutes les espèces d'oiseaux visitant les lacs et leurs environs. Cette avifaune qui est composée essentiellement d'oiseaux de milieux ouverts et d'oiseaux d'eau présente une distribution qui varie dans le temps. Cette variation est beaucoup plus prononcée chez les migrateurs du paléarctique dont les premiers arrivent en août et repartent en avril pour les plus tardifs et atteignent des effectifs les plus élevés de décembre à février. C'est sans doute pour cette raison que les campagnes Wetlands ont lieu aux mois de janvier et de juillet [2]. Chez ces espèces, majoritairement limicoles, le maximum des populations est fortement corrélé à la grande saison sèche qui correspond à une baisse du niveau des eaux et à l'apparition de plages vasières. *Milvusmigrans* qui présente des populations résidentes est quasi absent des lacs de juin à août et sa population est maximale en décembre. *Porphyrioalleni* qui est une espèce intra-africaine avec des populations résidentes est présente de façon permanente avec une population peu fluctuante et atteignant son maximum de mars à juin. Trois espèces strictement résidentes effectueraient des migrations internes. Ce sont *Phalacrocorax africanus* absent de septembre à novembre, *Vanellusalbiceps* de mars à juillet et *Amblyospizaalbifrons* absent de décembre à avril.

Les différences dans la distribution spatiale des oiseaux d'eau sont déterminées par le taux de couverture des lacs par les macrophytes, la présence de perchoirs ou de substrats rochers, la profondeur de l'eau et aussi les niveaux de perturbations d'origine anthropique. L'influence de ces paramètres sur le choix des sites par les espèces aquatiques nicheuses a été mise en exergue par [12]. Le site 2 est profitable aux grands hérons par la présence de boisement fait de grands arbres puisque la plupart des Ardéidés nichent en colonie dans les arbres près de leur territoire de pêche[13], aux canards grâce à des eaux peu couvertes et relativement plus calmes, aux vanneaux et aux œdicnèmes qui profitent des substrats rochers ou des aménagements bétonnées. Les sites 1 et 3 sont propices aux Rallidés et aux Limicoles grâce à leur taux de couverture qui atteint parfois plus de 75 % du plan d'eau par moment et grâce à l'émergence, au cours des grandes saisons sèches, de bandes vasières autour des plans d'eau.

L'intérêt ornithologique des lacs d'agréments est indéniable. Une première étude [3] faisait mention de 33 espèces d'oiseaux d'eau. En outre, 10 de ces espèces n'ont pu être observées au cours de nos investigations. Leur absence dénoterait de leur caractère occasionnel ou d'une modification profonde du milieu liée certainement aux différentes campagnes de nettoyage des lacs. Une onzième espèce *Halcyon senegalensis* a été identifiée par [3] comme une espèce aquatique. En réalité, bien que couramment présente sur les plans d'eau, cette espèce n'est pas aquatique. Nous avons au cours de nos relevés inventoriées 18 espèces aquatiques nouvellement observées pour le milieu. Ainsi, la richesse spécifique des oiseaux d'eau du milieu est désormais de 50 espèces et celle de toute l'avifaune inféodée à ces lacs s'établit à 111 espèces d'oiseaux.

L'importance des lacs urbains pour les oiseaux d'eau se justifie par le fait qu'ils abritent beaucoup plus d'espèces aquatiques que la forêt classée de N'ganda N'ganda (zone humide d'importance internationale) qui en compte 30 [14] et la zone humide d'importance internationale de Grand-Bassam qui en abrite 41 [15]. Ce succès serait lié à l'abondance des ressources alimentaires et à l'absence de prédateurs majeurs dans les milieux urbains, deux facteurs qui justifient l'intérêt des Oiseaux pour la ville [16].

5 CONCLUSION

L'importance des lacs urbains pour les oiseaux en général et les oiseaux d'eau en particulier est à présent mieux perçue et fort impressionnante, eu égard aux différentes valeurs de richesse spécifique enregistrées. Cependant, cette importance n'est guère mise en avant dans la politique de gestion de ces plans d'eau. De sorte que le plus grand danger qui menace cette avifaune est l'arrachage systématique des macrophytes et la pollution due essentiellement aux rejets domestiques. Il importe donc de motiver chez les autorités en charge de la gestion des lacs un intérêt à la conservation des oiseaux d'eau.

RÉFÉRENCES

[1] Kollia, C., Influence réciproque de la qualité des eaux naturelles et de la présence des végétaux aquatiques. Mémoire de fin de cycle en Génie alimentaire. INP-HB. Yamoussoukro, p 54,1998.

[2] Dodman, T. etDiagana, C. H.*, African Waterbird Census / Les Dénombrements d'Oiseaux d'Eau en Afrique 1999, 2000 & 2001*, Impression Saint-Paul: Dakar,2003.

[3] Assé, A. F.,Importance des lacs urbains de Yamoussoukro dans la conservation des oiseaux d'eau en Côte d'Ivoire,*Ostrich,*vol. 78, no.2,pp. 523-525,2007.

[4] Blondel, J., Ferry, C. etFrochot, B., La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) pour des relevés d'avifaune par ''station d'écoute'',*Alan du,*vol. 38, pp. 55-71.1970

[5] Harch-Rass, A., El Kharrim, K. etBelghyti, D., Etude ornithologique et évaluation de l'importance du site RAMSAR Sidi Boughaba entre 2005 et 2010 (Maroc). *ScienceLib Editions Mersenne*, vol. 4: pp. 1-22,2012.

[6] Borrow, N. etDemey, R.,*Guide des oiseaux de l'Afrique de l'Ouest*. Delachaux et niestlé, Paris, 2008.

[7] Sinclair, I. et Ryan, P.,*Birds of Africasouth of the Sahara*. Struik Nature, Cap Town, 2010.

[8] Chappuis, C., Oiseaux d'Afrique. 15 CDs. Société d'étude Ornithologique de France, Paris, 2000.

[9] Yaokokoré-Béibro, H. K., Avifaune des forêts classées de l'Est de la Côte d'Ivoire : données sur l'écologie des espèces et effet de la déforestation sur les peuplements. Cas des forêts classées de la Béki et de la Bossématié (Abengourou). Thèse uniquede doctorat, Université de Cocody, Abidjan, p 245,2001.

[10] Thiollay, J. M., Structure comparée du peuplement avien dans trois sites de forêt primaire en Guyane,*La terre et la vie*, vol. 41, pp. 59-105,1986.

[11] Borrow, N. etDemey, R.,*Birds of western Africa*,Christopher Helm, London,2001.

[12] Bournaud, M., Ledant, J. P., Broyer, J. etRichoux, M., Influence des paramètres physionomiques du milieu étang sur la distribution des oiseaux en période de nidification,*Le Brière*, vol. 2, no. 1, pp. 25-47,1980.

[13] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec,Paramètres d'exposition chez les oiseaux – Grand Héron. Fiche descriptive. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec,2005.

[14] Kouadio, K. P., Yaokokoré-Béibro, K. H., Odoupké, K. S. G., Konan, E. M., N'Guessan, A. M. et Kouassi, K. P., Diversité avifaunique de la forêt classée de N'ganda N'ganda (Sud-Est de la Côte d'Ivoire), *Afrique Science,*vol. 10, no. 1,pp. 181-193,2014.

[15] Yaokokoré-Béibro, H. K., N'Guessan, M. A., Odoupké, S. G. K., Zouzou, E. J., N'Douba, V. et Kouassi, K. P., Premières données sur les oiseaux de la zone humide d'importance internationale de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire), *International Journal of Biological and Chimical Sciences,* vol.4no.6,pp. 2169-2180,2010.

[16] Dorst, J., *Les oiseaux dans leurs milieux*, Rencontre Lausanne, Italie,1971.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 226-236
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Design and Analysis of a 2-DOF Compliant Mechanism for Nano Scale Positioning

Shyh-Chour Huang and Thanh-Phong Dao

Department of Mechanical Engineering, National Kaohsiung University of Applied Sciences, Kaohsiung, R.O.C, Taiwan

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

ABSTRACT: The paper investigates the design process and the analysis of a two degree of freedom compliant mechanism for nano scale positioning applications. In this research, the flexure based mechanism possesses a decoupled characteristic in x- and y motions and compact structure in size. Moreover, the mechanism's workspace will be amplified via using a lever amplification mechanism. In order to achieve an optimal size, a multiple objective optimization based on response surface method and kigring regression model are carried out. Besides, the effect of design variables on each of the output response of the proposed mechanism will analyzed as well. The proposed 2-DOF compliant mechanism size of 186 $mm \times 186\ mm$ possessed the workspace of 130 $\mu m \times 130\ \mu m$ in the x-and y axes. The confirmation experiment using a simulation in ANSYS revealed that the error between the predicted result and the actual value was about 1.6%. It means that there is a good agreement between two results. It is also clear that the proposed mechanism has much lower error than that of previous studies in the literature review. Ultimately, the proposed mechanism is expected to further applications in practice positioning and manipulator systems.

KEYWORDS: 2-DOF Compliant mechanism, Positioning, Manipulator, Multiple objective optimization.

1 BACKGROUND

Compliant mechanisms have been commonly used in high precision actuators, manipulators, robotics, and chemical environment to atomic microscopy, scanning devices, and turning and grinding machining. The reasons are that they possess monolithic topology, no friction, no lubricant, no need for maintenance, reduce assemble elements, and reduce time consuming for manufacturing. Hence, in the micro-and nano positioning technology, two axis monolithic mechanisms play an essential vital role.

2 INTRODUCTION

Nowadays, positioning systems and manipulators play more and more important roles in micro-and nano scale technology applications such as atomic microscopy, scanning device, bio-cell manipulator, turning machining, grinding, micro component assembly, optical fibers alignment, and medical device, etc. In order to fulfill such applications and desired requirements, the positioning stages and manipulators are preferred to be designed regarding to ultra high precision, resolution, high bandwidth.

Compliant mechanisms are the most potential candidate for designing such positioning stages due to monolithic structure, no need lubricant, no assembly, reduced time consuming. However, the design and analysis of a compliant mechanism have been challenging for engineers, scientists, researchers, and academic scholars. Howell [1] published a book to present some methods for design and analysis of compliant mechanisms. Huang et al. [2] designed and fabricated a microgripper with a topology optimal compliant mechanism. Recently, flexure based mechanisms were designed by Dao and Huang [3, 4].

In the past few decades, works related to single axis positioning and manipulator for scale nano technology was presented [5]. In addition, there have been a lot of great interests about two axis positioning systems [6-10]. Recently, a large

number of researchers have been paid their attention into design and analysis methodology of flexure based mechanisms such as flexibility matrix method [11], analysis approach [12, 13], and lumped model [14].

Previous studies focused on the establishment mathematic model of compliant mechanisms for positioning systems with good results. Even though the previous studies designed many suitable positioning stages; however, there has been large errors between models and simulation confirmation. In order to eliminate the error to adopted minum value, a computational analysis is developed in this study. Besides, a compact structure in size is a good prototype for nano scale positioning.

The current paper focuses on the design process and analysis a two degree of freedom (DOF) compliant mechanism for nano scale positioning. The proposed mechanism was developed including leaf springs and right circular hinges. Furthermore, the suggested mechanism can eliminate cross axis coupling between the x-and y axes. In this paper, the multiple objective optimization problem (MOO) was carried out to obtain an optimal size. Unlike previous studies, the MOO problem was based on the response surface approach and kigring regression. Finally, the effects of design variables on the output performances were also performed.

3 SIGNIFICANT AND CONTRIBUTION

The advantages of 2-DOF compliant mechanism for positioning systems and manipulators are ultra precision performance characteristics due to monolithic, high accurate, no joint, no friction, no clearance on backlash, no lubricant, and no maintenance. The proposed methodology is significant important to solve multiple objective optimization problem regarding to many input variables and output ones. It is expected to use in micro-and nano positioning technology and high precision manipulators.

4 MECHANICAL DESIGN

Aluminum 7075-T73 was chosen for the 2-DOF compliant mechanism due to their high yield strength-to-Young's modulus ratio. Young's modulus E = 72 GPa, yield strength σ_y = 435 MPa, Poisson rate υ = 0.33, and density ρ = 2810 kg/m3. General, displacement-amplification mechanisms can be divided into two cases. One is a lever-type flexure hinge mechanism, as shown in Figs. 1a and 1b. In lever-type devices, the amplification ratio depends on the ratio o distances between pivots, and high transverse link stiffness is required. It needs relatively small number of flexure pivots, but the link size and high deformation are proportional to the amplification ratio, and hence high efficiency is hard to achieve.

The other is a bridge-type flexure hinge mechanism, as shown in Fig. 1c. The bridge-type flexure hinge mechanism needs high rigidity of link in longitudinal direction. It is relatively easy to design in compact and symmetric structure, but more flexure hinges are required than in lever-type mechanisms. Hence, this type was chosen for the mechanism.

In this study, a lever-type flexure hinge mechanism in Fig. 1a was preferred to be potential amplifier to enhance the workspace. Although the lever-type mechanism in Fig. 1b can obtain a larger workspace than that in Fig. 1a; however, the mechanism motion accuracy (resolution) of this type in Fig. 1b is lower than that in Fig. 1a.

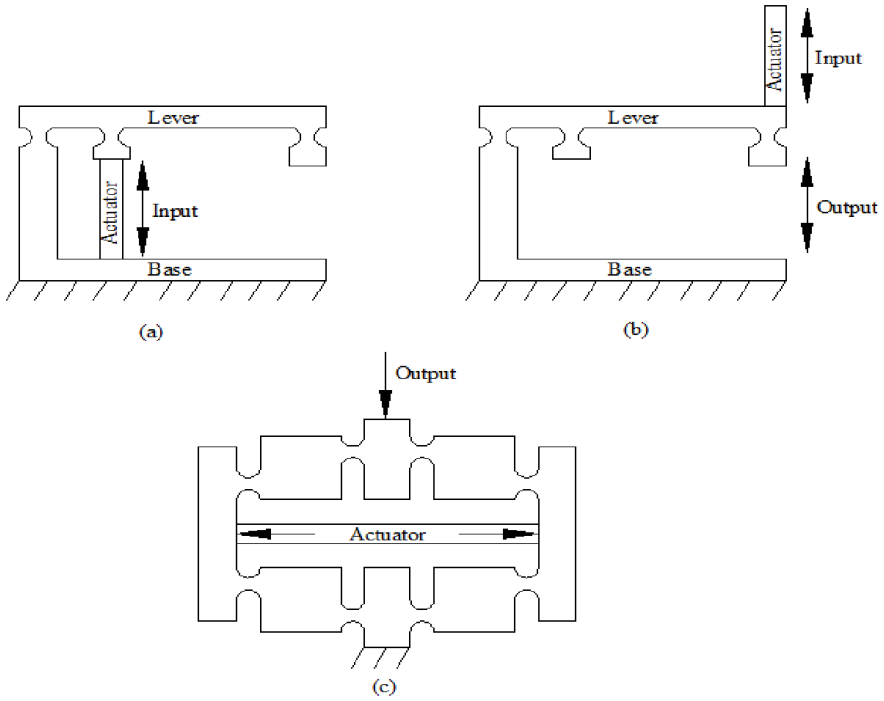


Fig. 1. Displacement-amplifier mechanisms: (a) and (b) lever type and (c) bridge type

The proposed x-and y axis compliant mechanism for positioning that can decouple two translational motions with a compact size was designed as in Fig. 2. The mechanism can amplifies the displacement via using the aforementioned lever amplifier. In addition, the mechanism can eliminate the cross axis coupling between the x-and y axes.

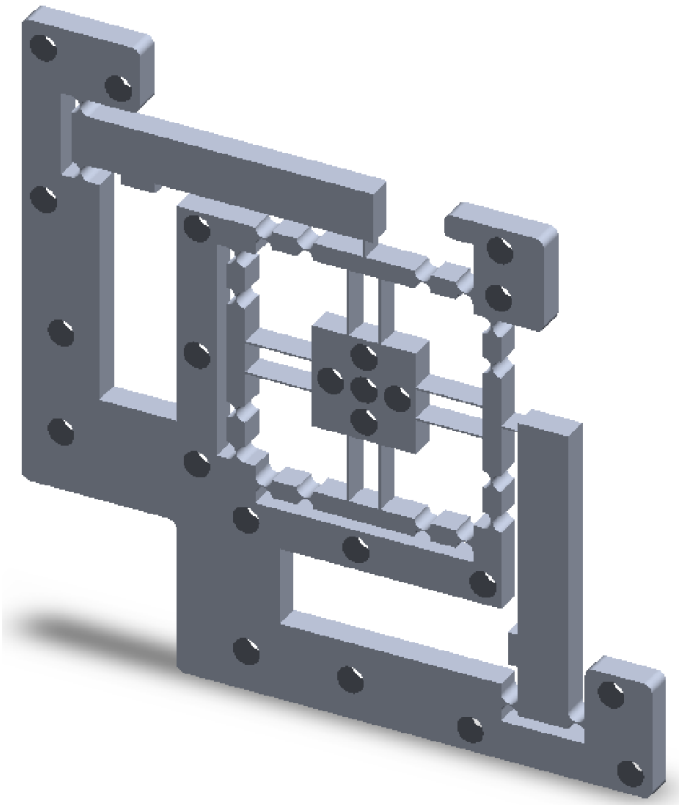


Fig. 2. 3-D Model of 2-DOF compliant mechanism for positioning in x-and y axes

5 METHODOLOGY

Prior to manufacture a prototype, multiple objective optimization (MOO) process should be performed by using various methods such as genetic algorithm, fuzzy logic reasoning, artificial neural networks, and hybrid procedures [15-17]. However, to speed a fast manufacturing process as well as reduce time consuming, in this research the response surface method and kigring regression model were used in ANSYS software. This is a symmetric compliant mechanism, hence during the analysis process, the research concentrated on an exerting force *F* in the y-axis.

According to the amount of design variables, the number of experiments is identified by utilizing the central composite design (CCD) method. Subsequently, computational analyses are performed to obtain the characteristics of the above design points, such as the workspace. As these characteristics are dependent on the design variables, they are named as the output parameters. A response surface is a statistical regression model characterizing the relationships between the output parameter and the design variables. Based on the computational results, a response surface can be created for each output parameter. A 2-D dimension diagram for the positioning mechanism is shown in Fig. 3.

In this paper, in the design of experiments, seven-factor five-level CCD with rotatable design was used. The number of experiments required by the CCD is described by the following equation:

$$N = 2^{(k-f)} + 2k + n_c \tag{1}$$

where N is the total number of experiments, k is the number of design variables, f is the factorial number, and n_c is the number of replicates at the center point of the design space.

In this paper, k = 4 and in this case, the factorial number is f = 1. For the computational analysis, only one replicate is required at the center point, i.e., n_c = 1.

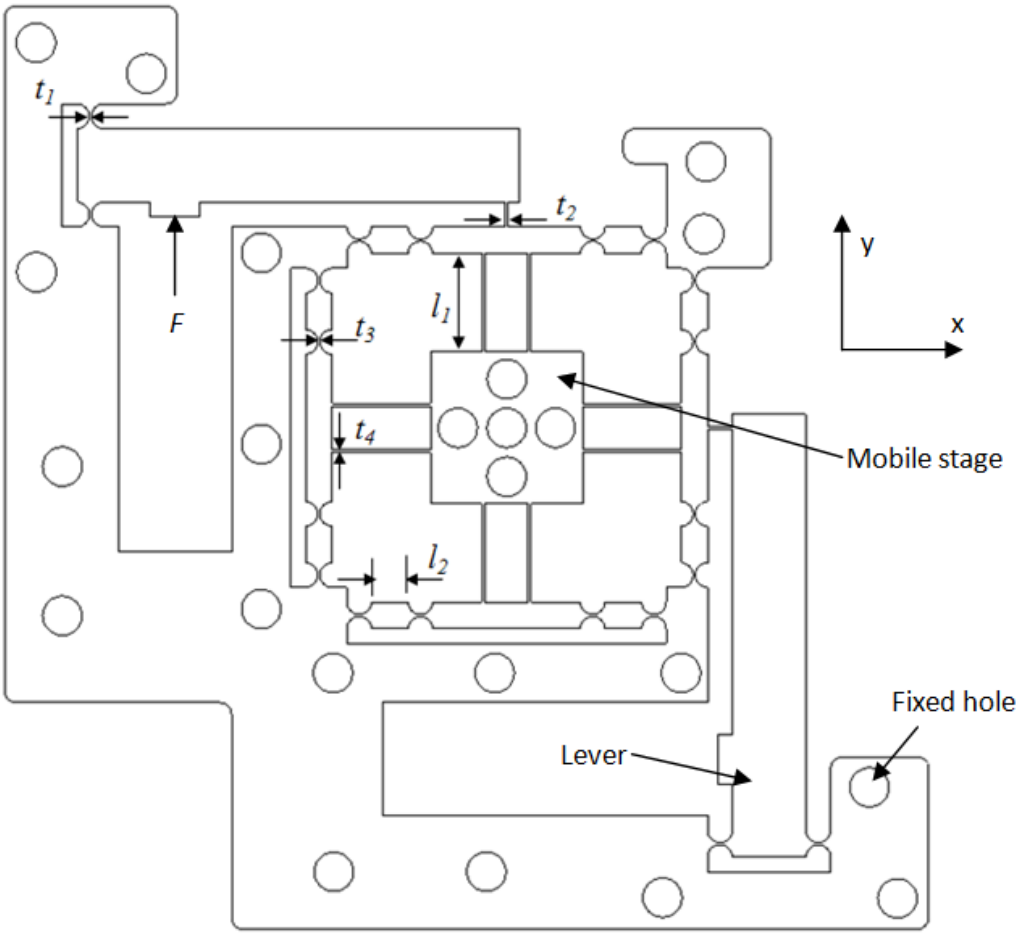


Fig. 3. 2-D dimension view of the 2-DOF compliant mechanism for positioning (unit:mm)

In this section, the goal driven optimization toolbox in ANSYS is performed to optimize and control design parameters. Multiple objective optimizations briefly describes as follows:

- Maximize displacement of the platform up to more than 100μm
- Maximize first natural frequency up to more than 590 HZ
- Minimize equivalent stress
- Safety factor is constrained to be more than 1.8

Subject to constrains as follows:

- Thickness of circular hinge $0.3mm \le t_1 \le 0.8\,\mathrm{mm}$
- Thickness of leaf spring $0.3mm \le t_2 \le 0.8\,\mathrm{mm}$
- Thickness of circular hinge $0.3mm \le t_3 \le 0.8\,\mathrm{mm}$
- Thickness of leaf spring $0.3mm \le t_4 \le 0.8\,\mathrm{mm}$
- Radius of circular hinge 2.5*mm*
- Width of decoupled element 7.44*mm*
- Width of kinematic chain 20*mm*
- Thickness of lever 15*mm*
- Effective stress $\sigma \le \sigma_y / \eta$

where σ_y denotes the yield strength of the adopted material, and $\eta \in (1, \infty)$ is specified safety factor. In this paper, η is selected as 1.8.

The coded levels for the design variables are given in Table 1. The 25 design points were computed via using Eq. (1) for the design of experiments, as listed in Table 2.

Table 1. Coded levels of the design variables

Design variable	**Symbol**	**Coded levels**				
		-c	-b	a	b	c
t_1 (*mm*)	x_1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
t_2 (*mm*)	x_2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
t_3 (*mm*)	x_3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
t_4 (*mm*)	x_4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

Table 2. Design of experiments

No.	x_1	x_2	x_3	x_4
1	0.5	0.5	0.5	0.5
2	0.5	0.5	0.5	0.3
3	0.5	0.5	0.5	0.7
4	0.3	0.5	0.5	0.5
5	0.7	0.5	0.5	0.5
6	0.5	0.3	0.5	0.5
7	0.5	0.7	0.5	0.5
8	0.5	0.5	0.3	0.5
9	0.5	0.5	0.7	0.5
10	0.4	0.4	0.4	0.4
11	0.4	0.4	0.4	0.6
12	0.6	0.4	0.4	0.4
13	0.6	0.4	0.4	0.6
14	0.4	0.6	0.4	0.4
15	0.4	0.6	0.4	0.6
16	0.6	0.6	0.4	0.4
17	0.6	0.6	0.4	0.6
18	0.4	0.4	0.6	0.4
19	0.4	0.4	0.6	0.6
20	0.6	0.4	0.6	0.4
21	0.6	0.4	0.6	0.6
22	0.4	0.6	0.6	0.4
23	0.4	0.6	0.6	0.6
24	0.6	0.6	0.6	0.4
25	0.6	0.6	0.6	0.6

6 RESULTS AND DISCUSSION

Based on the computational results in Table 3, a response surface was created for each output response. Table 4 shows the goodness of fit of the response surfaces. Fig. 4 indicates the comparison between the output parameters predicted from the response surfaces and those observed at the design points. Excellent agreements demonstrate the effectiveness of the response surfaces. Figs. 5 and 6 provide the effect plots, showing the influence of the design variables on the output parameters at the center point of the design space. Referring Fig. 5a, the maximum displacement is very sensitive to t_3, while the influence of t_4 is two much low, and the other design variables is moderate. In Fig. 5b, it is seen that the maximum equivalent stress is t_1 and t_3, while the influence of t_4 is two much low, and the other design variable is moderate. With regard to Fig. 6a, it is clear that the safety factor is very sensitive to t_1 and t_3, while the influence of t_4 is two much low, and the other design variable is moderate. Regarding to Fig. 6b, it indicates that the first natural frequency is very sensitive to t_1 and t_3, while the influence of t_4 is two much low, and the other design variable is moderate.

Table 3. Design layout plan and computational results

No.	(x_1, x_2, x_3, x_4)	y_1 (μm)	y_2 (MPa)	y_3 (η)	y_4 (Hz)
1	(a, a, a, a, a)	172.73	229.44	1.90	596.44
2	(a, a, a, -c)	175.45	231.79	1.88	592.42
3	(a, a, a, c)	167.66	226.35	1.92	604.12
4	(-c, a, a, a)	119.12	244.89	1.78	730.53
5	(c, a, a, a)	95.68	149.41	2.91	707.41
6	(a, -c, a, a)	174.98	230.17	1.89	596.24
7	(a, c, a, a)	169.98	228.67	1.90	596.24
8	(a, a, -c, a)	223.40	266.14	1.63	527.78
9	(a, a, c, a)	77.31	126.73	3.43	763.49
10	(-b, -b, -b, -b)	107.67	151.60	2.87	739.69
11	(-b, -b, -b, b)	120.69	151.48	2.87	715.92
12	(b, -b, -b, -b)	97.94	128.90	3.37	755.23
13	(b, -b, -b, b)	121.32	154.36	2.82	709.07
14	(-b, b, -b, -b)	121.17	160.88	2.70	702.01
15	(-b, b, -b, b)	108.42	148.60	2.93	733.25
16	(b, b, -b, -b)	103.17	151.62	2.87	714.80
17	(b, b, -b, b)	112.06	146.37	2.97	740.26
18	(-b, -b, b, -b)	168.09	228.06	1.91	555.33
19	(-b, -b, b, b)	164.60	221.02	1.97	560.86
20	(b, -b, b, -b)	147.74	208.28	2.09	555.24
21	(b, -b, b, b)	144.72	201.54	2.16	560.89
22	(-b, b, b, -b)	165.54	221.96	1.96	554.77
23	(-b, b, b, b)	162.21	215.59	2.02	560.34
24	(b, b, b, -b)	87.54	134.21	3.24	736.28
25	(b, b, b, b)	149.41	201.59	2.16	556.65

When the response surfaces have been built, the lower and upper bounds of the response surfaces are listed in Table 5. It was observed that in the current design space, all the design objectives as above section are achievable. Consequently, the computational optimization would be performed based on established response surfaces.

Table 4. The goodness of fit of the response surfaces

	Workspace	Equivalent Stress	Safety factor	First natural frequency
Coefficient of Determination (Best Value = 1)	1	1	1	1
Maximum Relative Residual (Best Value = 0%)	0	0	0	0
Root Mean Square Error (Best Value = 0)	$4*10^{-9}$	$5*10^{-6}$	$3*10^{-8}$	$7*10^{-6}$
Relative Root Mean Square Error (Best Value = 0%)	0	0	0	0
Relative Maximum Absolute Error (Best Value = 0%)	0	0	0	0
Relative Average Absolute Error (Best Value = 0%)	0	0	0	0

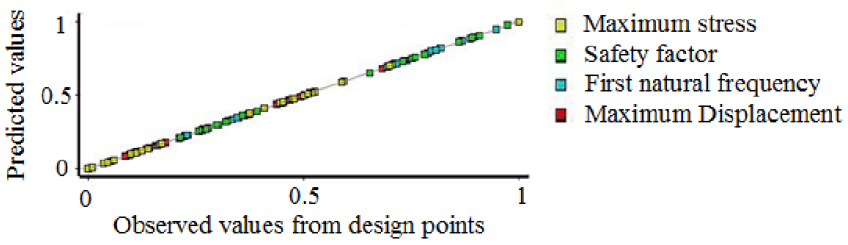


Fig. 4. Goodness of fit of the response surfaces and the design points

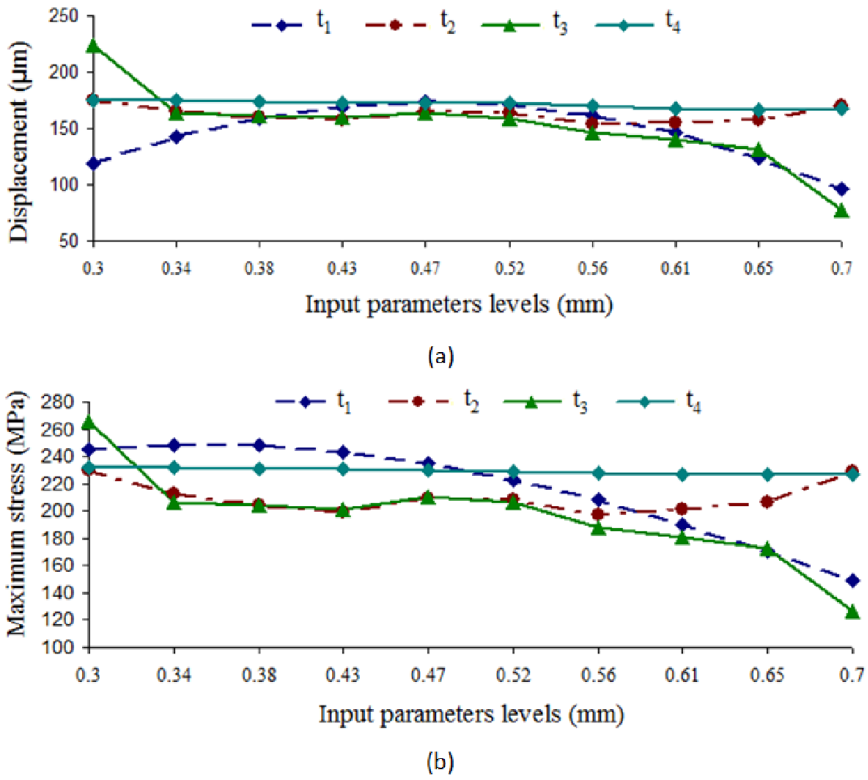


Fig. 5. Effect diagram: (a) maximum displacement, (b) maximum equivalent stress

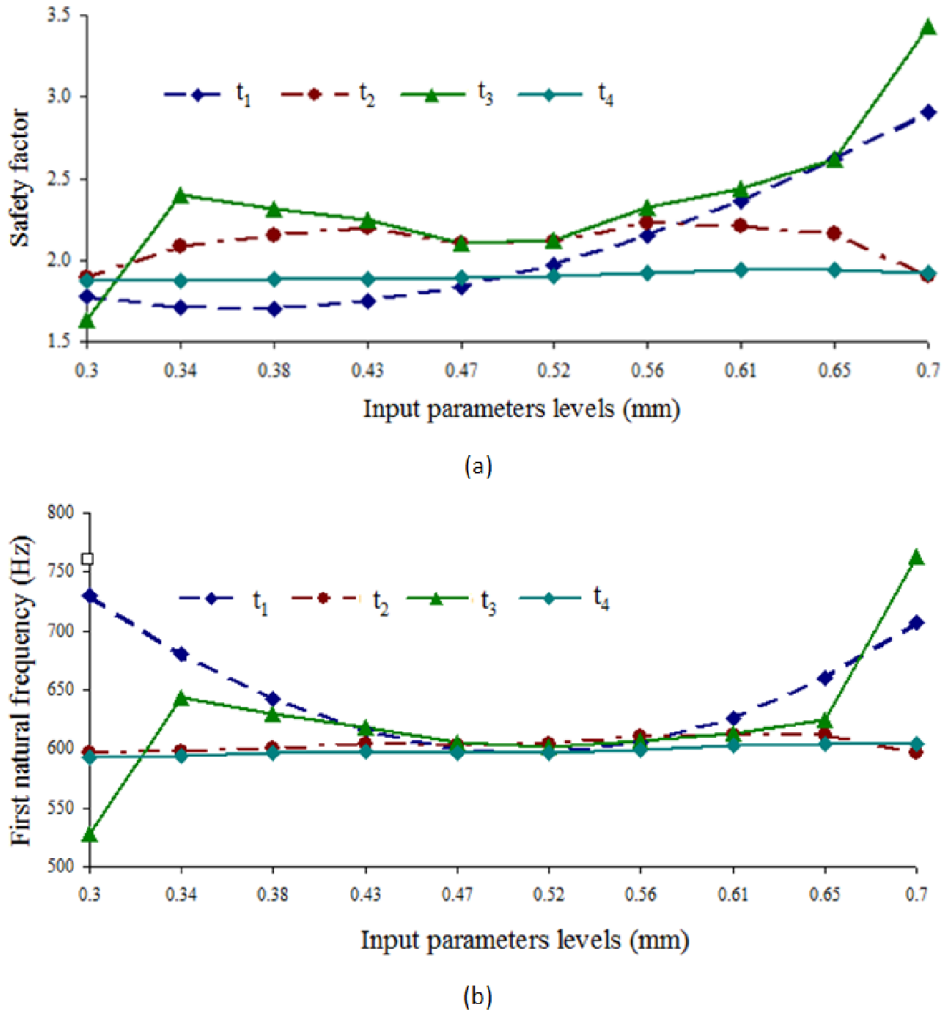


Fig. 6. Effect plot of: (a) safety factor, (b) first natural frequency

Table 5. Bounds of the response surfaces

Characteristics	Minimum	Maximum	Unit
Maximum displacement	44.91	192.67	µm
Maximum stress	17.657	269.78	MPa
First natural frequency	528.75	1029.20	Hz
Safety factor	1.43	5.01	

However, this workspace is not pursued in this study, the monolithic stage is expected to provide a workspace range in excess of $100\mu\text{m}\times100\mu\text{m}$ .Based on Table 5, the design objectives can be refined to be:

(1) The maximum displacement should be around 130 µm
(2) The maximum equivalent stress should be around 230 MPa
(3) The first natural frequency should be around 650 Hz
(4) The safety factor should be around 1.8.

Referring to subsequent iterations, it is noted that even though the change the weight and priority of various objectives, the results are not changed. On the other word, whole the further results are similar the ones of the first three iterations. Hence, this work only carries on the first three iterations. Three best candidates are recorded in Table 6. Ultimately, the candidate 2 is selected as the optimal design because it completely satisfies the four design objectives. Another reason is that

the higher first natural frequency can increase the speed of the 2-DOF compliant mechanism, as seen in the candidate 2 (663.26 Hz).

Table 6. Comparisons among candidates

Coded levels	Candidate 1	Candidate 2	Candidate 3
x_1 (mm)	0.30	0.32	0.30
x_2 (mm)	0.53	0.62	0.60
x_3 (mm)	0.42	0.38	0.54
x_4 (mm)	0.31	0.37	0.35
y_1 (µm)	139.63	131.60	131.67
y_2 (MPa)	227.69	227.34	223.18
y_3 (Hz)	656.02	663.26	659.18
y_4	1.81	1.95	1.89

7 CONFIRMATION EXPERIMENT

A confirmation simulation in ANSYS software can replace a real experiment that was conducted in order to evaluate the predicted travel range in the y-axis. As shown in Fig. 7, the travel of the 2-DOF compliant mechanism was 133.82 μm while the predicted travel of the candidate 2 in Table 6 was 131.60 μm. The deviation error between the predicted value and actual value is 1.6%.

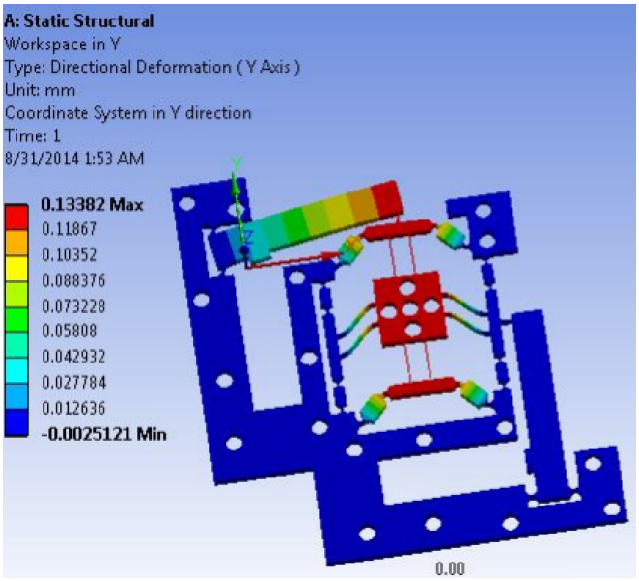


Fig. 7. The travel of the 2-DOF compliant mechanism in the y-axis

8 CONCLUSION

This research presented the design and analysis of two axis translational compliant mechanism for nano scale positioning. In this paper, the proposed mechanism was designed via the use of the concept of compliant mechanism. And then multiple objective optimization problem of the mechanism was performed by using the response surface method and kigring regression model in ANSYS software. A finite element analysis was conducted to explore the effects of process parameters on the displacement, stress, first natural frequency, and safety factor. The results showed that the mechanism can amplifies the workspace by its self. The proposed 2-DOF compliant mechanism size of 186 $mm \times 186$ mm possessed the workspace of 130 $\mu m \times 130$ μm in the x-and y axes. The confirmation experiment using simulation in ANSYS revealed that the error between the predicted result and actual value was 1.6%. It means that there is a good agreement between two results. It is also clear that the proposed mechanism has much lower error than that of previous studies in the literature review.

Future work will conclude investigation into the suitable controller design to control nonlinear characteristics. A prototype will be manufactured and evaluated by experimental tests. The proposed mechanism is expected to be good potential candidate for atomic microscopy and mirco-and nano scale technologies.

REFERENCES

[1] L.L. Howell, *Compliant mechanisms*, New York, Wiley, 2001.

[2] S.C. Huang, C.C. Chiu, and W.L. Chen, "Design and fabrication of a microgripper with a topology optimal compliant mechanism," Int. J. Computational Materials Science and Surface Engineering, vol. 2, No. ¾, pp. 282–301, 2009.

[3] T.P. Dao and S.C. Huang, "Development and Optimization of a Compliant Clamp for Grasping Robotics," International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 7, No. 1, pp. 231–238, 2014.

[4] T.P. Dao and S.C. Huang, "Design and Dynamic Analysis of a Parallel Compliant Vibration Mechanism for High Precision Production Line," International Journal of Innovation and Scientific Research, vol. 8, No. 2, pp. 118–123, 2014.

[5] S.-C. Chen and M. L. Culpepper, "Design of a six-axis micro-scale nanopositioner—μhexflex," Precis. Eng., vol. 30, pp. 314–324, 2006.

[6] Y.M. Li and Q.S Xu, "Design and Analysis of a Totally Decoupled Flexure-Based XY Parallel Micromanipulator," IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS, vol. 25, No. 3, pp. 645–657, 2009.

[7] Y.M. Li and Q.S Xu, "A Novel Piezoactuated XY Stage With Parallel, Decoupled, and Stacked Flexure Structure for Micro-/Nanopositioning," IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, vol. 58, No. 8, 3601–3615, 2011.

[8] Y.M. Li, J.M Huang, and H. Tang, "A Compliant Parallel XY Micromotion Stage With Complete Kinematic Decoupling," IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING, Vol. 9, No. 3, pp. 538–553, 2012.

[9] Y.M. Li and Q.S Xu, "A Novel Design and Analysis of a 2-DOF Compliant Parallel Micromanipulator for Nanomanipulation," IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING, Vol. 3, No. 3, pp. 247–254, 2006.

[10] Q.S. Xu, "Design and Development of a Compact Flexure-Based XY Precision Positioning System with Centimeter Range," IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, Vol. 61, No. 2, 2014.

[11] Y.M. Li, S.L. Xiao, L.Q. Xi, and Z.G. Wu, "Design, Modeling, Control and Experiment for a 2-DOF Compliant Micro-Motion Stage," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, vol. 15, No. 4, pp. 735-744.

[12] S. Polit and J. Dong, "Development of a High-Bandwidth XY, Nanopositioning Stage for High-Rate, Micro-/Nanomanufacturing," IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS," Vol. 16, No. 4, pp. 724–733, 2011.

[13] H. Tang and Y.M. Li, "Optimal Design, Modeling and Analysis of a 2-DOF Nanopositioning Stage with Dual-Mode: Towards High-Rate AFM Scanning," in Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems Vilamoura, Algarve, Portugal, pp. 658–663, October 7-12, 2012.

[14] Y.M. Li and Q.S Xu, "Optimum Design and Development of an XY Flexure Micromanipulator for Micro Scale Positioning," 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation Pasadena, CA, USA, pp. 3112–3117, May 19-23, 2008.

[15] T.P. Dao and S.C. Huang, "Design and Analysis of a Clothes Holding Flexible Mechanism" Journal of Engineering Technology and Education, vol. 11, No. 1, pp. 70–78, 2014.

[16] T.P. Dao and S.C. Huang, "An Optimal Study of a Gripper Compliant Mechanism Based on Fuzzy-Taguchi Method," Applied Mechanics and Materials, vol. 418, pp 141–144, 2013.

[17] T.P. Dao and S.C. Huang, "Study on Optimization for Four Bar-Partially Compliant Mechanism," Journal of Engineering Technology and Education, vol. 10, No. 4, pp. 433–449.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 237-243
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Impact du Tribunal de Grande Instance d'Uvira (T.G.I) siège secondaire de Kavumu dans le règlement de conflits fonciers et le développement socio-économique de la Chefferie de Kabare

[Impact of Uvira Courthouse of Big Process (C.B.P) secondary seat of Kavumu in the fundamental conflict regulation and the socioeconomic development of Kabare area]

Bisusa Willy Chishibanji[1], Musimwa Théos Badose[1], and Alphonse Bisusa Muhimuzi[2]

[1]Secteur Scientifique,
Institut Supérieur de Techniques de Développement de Mulungu (ISTD – Mulungu),
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

[2]Département de Biologie, Section d'Entomologie, Laboratoire d'Entomologie Vétérinaire,
Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) de Lwiro, D.S/Bukavu,
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

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

ABSTRACT: The peace cannot reign there where is not justice. In the development countries, the implantation of justice palace in an entity is a guarantee for the protection of people and their possessions, but it is not the case in the under-development countries. The objective of this survey is to look to know the impact of the Big Process Courthouse after the bringing together of people who need to be establish in their justice. The impact of that courthouse in the fundamental conflict resolution is negative, it following the corruption of justice agents and their collaborators and the increase of the fundamental conflicts.

KEYWORDS: Impact, Courthouse, Regulation, Conflicts, Fundamental, Development, Socioeconomic.

RESUME: La paix ne peut régner là où il n'y a pas de justice. Dans les pays développés, l'implantation d'un palais de justice dans une entité est une garantie pour la protection des personnes et de leurs biens, mais cela n'est pas le cas dans les pays sous-développés. L'objectif de cette étude est de chercher à connaître l'impact du Tribunal de Grande Instance après le rapprochement des justiciables à la justice. L'impact de ce Tribunal dans la résolution des conflits Fonciers est négatif, cela suite à la corruption des agents de justice et leurs collaborateurs et à l'augmentation des conflits fonciers.

MOTS-CLEFS: Impact, Tribunal, règlement, conflits, fonciers, développement, Socioéconomique.

1 INTRODUCTION

Le développement est un changement qualitatif et quantitatif des structures d'une société. (EISA, 2005,2008) Malgré le plan de développement, le pays s'enfonce dans les difficultés. Le vrai développement humain, nous ne pouvons l'atteindre du seul effort de l'état mais ce sont tous les citoyens qui doivent travailler afin de rendre la société plus humaine et la justice nous vient en aide pour assurer l'ordre social. Dans les pays développés, l'implantation d'un palais de justice dans une entité est une garantie pour la protection des personnes et de leurs biens, mais cela n'est pas le cas dans les pays sous-développés,

où l'on observe une inflation de violations flagrantes des droits humains. Nul ne songera à sous estimer le rôle que remplit le régime général des biens dans une économie nationale. Il conditionne aussi bien les investissements que les tractations commerciales, la gestion du patrimoine public ou privé que les opérations de crédit, les contrats particuliers ou collectifs que les modes de répartition du revenu national. Le patrimoine joue un rôle très important dans le commerce des affaires. On ne traite qu'avec une personne possédant un patrimoine pour répondre de ses engagements. (FAO, 2004) D'où le principe : « Tous les biens du débruteur présents et à venir, sont le gage commun de ses créanciers »

Dans le pays à vocation aussi agricole qu'industrielle avec d'importants gisements miniers, le régime foncier devient déterminant ou inévitable et dont les documents provenant du service compétent est indispensable. Après nombreuses études et enquêtes faites ou menées ces dernières années, elles prouvent que cette conception est en contradiction formelle avec la réalité coutumière dans toutes les sociétés Congolaises où il existe une cellule ou entité foncière détentrice des terres et exerçant sur celle-ci de droits analogues par nature au droit de propriété du code civil bien qu'issu de principes différents. D'où il ya conflit et conflit grave entre la coutume et régime foncier.

Dans la coutume du bushi, la terre, la femme et la vache constituaient la principale source de richesse alors que quiconque avait la terre pouvait immédiatement avoir ou trouver une vache et cette vache faciliterait d'épouser une femme et donc la principale source de richesse précitée avait comme seule origine la terre. (3)

Quand on remonte dans l'histoire, on constate que les principaux conflits s'articulaient autour de cette principale richesse précitée et quiconque était lésé, devrait chercher les voies et moyens pour y être remis dans ses droits. La population des territoires de Kabare, Idjwi, Kalehe et Walungu à tant souffert du manque d'un palais de justice où les personnes dont les droits étaient violées pouvaient s'exprimer afin que la justice leur soit rendue de manière à départager les parties en conflit.

Seul le TGI / Uvira existait depuis 1971 mais restait inaccessible aux justiciables résidents ces territoires précités suite à la longue distance de plus ou moins 176 km qui les en séparait. Le long trajet qu'il fallait parcourir a d'une part encouragé les bourgeois et d'autre part découragé les moins nantis. Les frais de transport se levaient à au moins 22,8$ (Vingt deux point huit dollars américains) ou son équivalent en francs Congolais et les frais de séjour à au moins 60$ (soixante dollars américain) ou son équivalent en monnaie nationale. Ce qui donnait le minimum de 82,8$ la dépense du justiciable par course et puis il fallait faire allusion au nombre de fois qu'il fallait faire Uvira avant le jugement. Tout ceci montrait combien de fois cette population a souffert avant d'atteindre le TGI. Certaines personnes pour atteindre le palais de justice, arrivaient en état de fatigue, d'autres mourraient en cours de route et d'autres enfin étaient victimes de jugements par défaut. Beaucoup de gens étaient vus déposséder de leurs biens sans déposer devant le Tribunal avec leurs défendeurs.

La multitude de dossiers à traiter surtout des dossiers fonciers et d'autres pénaux mais qui ont le plus comme origine dans les fonds, la distance à parcourir et la sollicitation accentuée des justiciables ont motivé la création des tribunaux secondaires en 1993, D'où l'implantation de celui de Kavumu dans le but de rapprocher les justiciables de la justice. Ce palais de justice fut implanté non seulement suite à la croissance de la criminalité observée dans les chefs de la population de ces territoires dont la majorité des dossiers restent des problèmes fonciers mais aussi à l'injustice qui caractérisée par la marginalisation, la sous humanité asservissante et l'égoïsme dans la justice.

La présente étude a pour objectif principal de chercher à relever l'impact du TGI / Uvira siège secondaire de Kavumu sur le développement socio-économique des habitants de la chefferie de Kabare.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Nos enquêtes sur terrain ont été réalisées pendant 6 mois de Juin à décembre 2013) dont la population ciblée par ces enquêtes est celle de la chefferie de Kabare constituée de 3.842 personnes dont la majorité ayant des dossiers fonciers. De cette population, nous avons tiré un échantillon aléatoire de 100 personnes éparpillées dans 8 groupements sur les 14 de la chefferie de Kabare.

Les 100 personnes représentent 2,6% de la population cible de 3.842 personnes.

$$\text{D'où } \frac{100 \times 100}{3.842} = 2,6\%$$

Nous avons recueilli ces informations nécessaires à l'aide d'un guide d'interview. Ce sont les personnes adultes qui ont été considérées avec l'âge de 20 à 65 ans dont la majorité sont de sexe masculin ; et cela par ce qu'il est très rare ici chez nous qu'une femme est en justice pour un problème foncier. Ces dernières sont en majorité des agricultrices avec un niveau

d'instruction moins élevé. De façon pratique, nous avons fait recours à la méthode fonctionnelle laquelle repose sur trois postulats (Robert King Merton) dont :

-La fonction :

La mission d'origine du TGI / Uvira siège secondaire de Kavumu est de rapprocher les justiciables de la justice en vue d'un règlement des conflits en général et des conflits fonciers en particulier ;

-La dysfonction :

Le TGI /Uvira siège secondaire de Kavumu au lieu d'arriver à un règlement des conflits, le constat a été contraire à ce à quoi on s'attendait d'installation du dit palais de justice a réduit le trajet et cet argent destiné au transport et au séjour au lieu d'être investi dans l'économie ménagère a été orienté dans la corruption et ce là entraîné :

- le retard et la partialité dans la prononcée des jugements ;
- la non-exécution des certains jugements rendus ;
- la recrudescence des conflits et les cas de justice populaire.

-Le substitut fonctionnel :

Vu que ce qui devrait être fait n'est pas ce qui fait nous proposerions :

Le payement d'un salaire décent aux agents de la justice et leurs collaborateurs (rôle de l'Etat) ; S'écarter de l'impartialité et appliquer rigoureusement la loi. Prononcer les jugements à temps et de façon honnête afin d'éviter ou mettre fin aux cas de justice populaire ; sensibiliser la population sur la manière d'introduire une action en justice et les différents niveaux de recours. Sanctionner tous les contrevenants.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau n°1 : Configuration des résultats de l'enquête

Assertion	A		B		C		D		E		Total	
Question	Score	%	Score	%	Score	%	Score	%	Score	%	Score	%
01	96	96	04	04	-	-	-	-	-	-	100	100
02	48	48	52	52	-	-	-	-	-	-	100	100
03	07	07	86	86	05	05	02	02	-	-	100	100
04	84	84	16	16	-	-	-	-	-	-	100	100
05	21	21	12	12	04	04	48	48	15	15	100	100
06	19	19	08	08	16	16	33	33	24	24	100	100
07	57	57	04	04	39	39	-	-	-	-	100	100
08	23	23	77	77	-	-	-	-	-	-	100	100
09	32	32	01	01	38	38	29	29	-	-	100	100
10	26	26	10	10	27	27	06	06	31	31	100	100

- Les barres aux questions n°1, 2, 4 et 8 indiquent que les enquêtés du type oui ou non.
- Les barres situées à la question n°7 indiquent que celles-ci n'avait pas d'assertion D et E. Aussi, les barres situées aux n°3 et 9 indiquent que celles-ci n'avaient pas d'assertion.
- Chaque question contient des assertions ayant à leur tour une colonne pour le score et l'autre pour le pourcentage.
- Le score indique le nombre ou l'effet d'enquêtés qui ont répondu à chaque question.
- Le pourcentage est obtenu en multipliant le score de chaque assertion par 100 divisé par l'effectif des enquêtés qui est 100.

Tableau n°2 : Avez-vous déjà entendu parler du TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu ?

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Oui	96	96
B	Non	04	04
	Total	100	100

- 96% de nos enquêtés soit 96 personnes sur 100 ont une connaissance du TGI /Uvira siège secondaire de Kavumu .
- Par contre 4% soit 4 personnes sur 100 ont dit qu'ils n'ont jamais entendu parler du TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu.

Partant de ces résultats, disons que ceux qui connaissent le TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu, y sont plus fréquents pour raison des problèmes fonciers tandis que ceux qui disent ne pas connaître le TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu, sont ceux qui prêtent de confusion entre le TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu et le Parquet.

Tableau n°3 : Impact du TGI /Uvira siège secondaire de Kavumu dans la résolution des conflits fonciers dans la chefferie de Kabare.

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Impact positif à l'endroit de la population	48	48
B	N'a pas d'impact positif à l'endroit de la population	52	52
	Total	100	100

Les résultats de l'enquête relèvent que :

- 48% de nos enquêtés disent que le TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu présente un impact positif à l'endroit de la population de la chefferie de Kabare par contre 52% de nos enquêtés disent que le TGI/Uvira siège n'a pas d'impact positif.

Ces résultat se justifient par le fait que les jugements sont rendus de façon favorable aux nantis d'une part, et souvent rendus avec grand retard et en défaveur de moins nantis d'autre part. Aussi, les jugements rendus à temps opportun ne sont souvent exécutés.

Tableau n°4 : Investissement du gain obtenu dans la diminution des frais de transport

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Dans l'économie ménagère	7	7
B	Dans la corruption des Agents de Justice	86	86
C	Dans la scolarisation des enfants	5	5
D	Dans la débouche	2	2
	Total	100	100

Par rapport à cette question, les résultats dégagent ce qui suit :

De tout ce qui précède, on note que le gain obtenu par rapport à la réduction du trajet est beaucoup investi dans la corruption des agents de justice et leurs auxiliaires. Cette tendance à recourir à la pratique de corruption crée d'une part le disfonctionnement de l'appareil judiciaire et conduit d'autre part la population concernée dans un état de pauvreté prononcée. Il y a lieu de conclure que le TGI/UVIRA SS-KAVUMU ne contribue pas au développement socio- économique de la chefferie de Kabare.

Tableau n° 5 : L'Extension du TGI/Uvira SS- Kavumu, a- t- elle augmenté ou diminué les conflits fonciers ?

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Ont augmenté	84	84
B	Ont diminué	16	16
	Total	100	100

Partant de ces résultats, disons que les conflits fonciers ont augmenté par le fait qu'avec la réduction du trajet et la justice étant déjà de proximité, tout le monde a tendance à s'y référer. Ceux qui disent que les conflits ont diminué, sont ceux- là qui sont déçus de la manière dont leurs dossiers ont été traités et qui préfèrent chercher la solution ailleurs qu'au Tribunal de Grande Instance d'Uvira SS de Kavumu.

Tableau n° 6 : Le pourquoi de la justice populaire dans la chefferie de Kabare ?

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Faiblesse de l'organe de la loi	21	21
B	Ignorance de la population	12	12
C	justice populaire	04	04
D	Impunité et corruption	48	48
E	Jugements rendus avec retard	15	15
	Total	100	100

Eu égard à ce qui précède, il se dégage que si la justice populaire est courante dans la chefferie de Kabare, c'est à cause de l'impunité et la corruption d'une part et de la faiblesse de l'organe de justice d'autre part.

Cela veut dire que là où on observe l'existence d'un organe de justice qui n'est pas à la hauteur de sa tache, chacun fait ce qu'il veut pour se rendre justice.

Tableau n°7 : Le lieu où l'on s'oriente en cas des conflits fonciers

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Au TGI	19	19
B	Au Parquet	08	08
C	A la CJP	16	16
D	Chez les chefs coutumiers	33	33
E	Chez les tiers	24	24
	Total	100	100

En ce qui concerne ces résultats ci-haut, il ressort que les justiciables n'ont plus confiance dans le TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu en ce qui concerne la résolution des conflits fonciers. Les gens jugent utile de recourir à d'autres organes tels que les chefs coutumiers, les tiers, la commission Justice paix. Pour eux, ces organes réconcilient les gens dans un bref délai et avec peu de moyens financiers.

Tableau n°8 : Chez quelle autorité avez-vous acquis la portion de terre dont vous jouissez ?

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Chez le Mwami	57	57
B	Chez le conservateur des titres fonciers	04	04
C	Chez autres autorités	39	39
	Total	100	100

Ces résultats prouvent en suffisance le pourquoi de la recrudescence des conflits fonciers dans la chefferie de Kabare. Il ressort de même de ceux-ci que nombreux ont acquis leur terre du Mwami et d'autres autorités non compétentes en

matière foncière. Pour eux, l'article 53 de la loi foncière stipulant que : « le sol est une propriété exclusive, inaliénable et imprescriptible de l'Etat » ne leur dit rien.

Tableau n°9 : Avez- vous le titre de votre terrain ou parcelle ?

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Ont le titre de leur terrain	23	23
B	N'ont pas le titre de leurs terrains	77	77
	Total	100	100

Les résultats ci-haut dégagés démontrent que la population de la chefferie de Kabare est loin de la réalité moderne en matière foncière. Cela est surtout dit par le manque de sensibilisation sur la loi foncière moderne d'une part, et d'autre part par la pauvreté ne permettant pas à la population de la chefferie de Kabare de prendre en charge (supporter) les coûts ou les frais pour accéder au titre ou au contrat.

Tableau n°10 : Que faire pour lutter contre la dysfonction du TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu ?

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Que l'Etat paye un salaire décent aux agents de Justice et les auxiliaires.	32	32
B	Equiper le TGI/Uvira SS Kavumu.	01	01
C	Sanctionner les déviants.	38	38
D	Réformer les agents de Justice.	29	29
	Total	100	100

Eu égard à ce qui précède, il relève que pour lutter contre le dysfonctionnement du TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu, il faudra mettre fin à l'impunité, motiver les agents de la justice et réformer celle-ci.

Tableau n°11 : Stratégies de lutte contre les conflits fonciers dans la chefferie de Kabare.

Assertion	Réponse	Score	Pourcentage
A	Sensibiliser la population contre la loi foncière	26	26
B	Implanter les bornes	10	10
C	Avoir un titre	27	27
D	Payer les redevances au Mwami	06	06
E	Avoir un acte de vente	31	31
	Total	100	100

En tout disons que pour mettre fin aux conflits fonciers dans la chefferie de Kabare, ces trois stratégies doivent être prises en considération :

- Sensibiliser la population sur la loi foncière moderne ;
- Avoir un titre de son terrain (celui-ci est la considération moderne en ce qui concerne le foncier).
- Avoir un acte de vente de sa parcelle. Ce dernier constitue selon la considération traditionnelle, la preuve qu'on est bien propriétaire de la terre.

Toutefois, pour plus de garantie et de stabilité, l'acte de vente serait complété par le titre le quel est reconnu comme preuve valable de la propriété foncière.

4 CONCLUSION ET RECOMMENDATIONS

Les résultats obtenus au cours de cette étude nous ont prouvé (montré) qu'il y a dysfonctionnement au TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu.

D'où l'impact négatif de celui-ci dans le règlement de conflits fonciers dans cette entité. Selon Rudolf REZSOHAZY : « Toute société se crée et se transforme ou se bloque à partir des problèmes qui s'y développent ». Cette théorie nous a permis de comprendre que la chefferie de Kabare se trouve dans un état de développement précaire suite aux problèmes fonciers qui y prédominent.

Partant de ce problème, nous formulons les recommandations suivantes :

- Sensibiliser la population sur la loi foncière moderne ou d'acquérir la terre en passant par le service des titres fonciers ainsi que sur la résolution pacifique des conflits ;
- Diminuer le coût de la procédure d'acquisition de la terre et où l'adapter aux réalités de chaque milieu (conditions de vie de la population) ;
- Mettre sur pied une politique de réforme agraire et de planning familial ;
- Au TGI/Uvira siège secondaire de Kavumu de revenir à sa mission initiale qui est celle de rendre le jugement équitable et de protéger les personnes et leurs biens ;
- Reformer le système judiciaire, l'équiper, donner au personnel de justice et leurs collaborateurs un salaire décent ;
- Etablir une justice équitable en sanctionnant tous les déviants de la loi.

La prise en considération de ces recommandations permettra de réduire tant soit peu les conflits fonciers devenus une monnaie courante dans la chefferie de Kabare et conduire sa population à un développement socio-économique acceptable.

REFERENCES

[1] Banque mondiale, La Réforme Foncière et Politique Se 1975.
[2] EISA, Programme de Gestion du Médiateur de Conflits, Version 2, Johannes bourg, 2005, 2008.
[3] CERUKI, Le Problématique du Développement au Kivu, troisième colloque, Bukavu, 1979.
[4] FAO, Rapport, Conférence Mondiale sur la réforme agraire et le développement rural, 2004.
[5] FAO, Réforme Agraire, Colonisation et Coopératives Agricoles, Rome, 1989.
[6] FAO, Réforme Agraire, Rome 2004.
[7] G.KALAMBAY LUPUNGU, Régime Général des biens, vol. 1, puc Kivu, 1989.
[8] G.KALAMBAY LUPUNGU, Droit Civil ; Régime foncier et Immobilier, vol VI.
[9] HUGUES Dupriez, Bushi, l'asphyxie d'un peuple, 1987.
[10] IADL : Rapport de la Session de formation sur la question foncière au Bushi, Bukavu, 2000.
[11] Journal Officiel République du Zaïre, Loi portant régime général des biens, régime foncier et Immobilier et régime des sûretés, Kinshasa, 1980.
[12] Louvain Développement, Pauvreté Rural et Insécurité Alimentaire au Sud-Kivu, Belgique 2008.
[13] Lapika DIMOFU, Problème Foncier et Politiques Agricoles en Afrique Centrale, Kinshasa, 1988.
[14] YAA NTIAMOA BAIDU, la faune sauvage et sécurité alimentaire en Afrique, Rome, 1998.
[15] Loi BAKAJIKA, Portant révision de la Constitution, art.1 Al2 /1971.
[16] Paul MASSON, 3 siècles chez les Bashi, deuxième Ed. Kabare.
[17] World Vision, Programme National de Santé, de la Reproduction 2010.
[18] 18. MUGANGU MATABARO Séverin, la gestion foncière au Zaïre, Reforme juridique et pratique foncière locale cas du Bushi, Louvain éd. Harmattan, 1997.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 244-249
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

BENIFICIAL EFFECTS OF PROBIOTIC ON GROWTH PERFORMANCE AND HEMATO-BIOCHEMICAL PARAMETERS IN BROILERS DURING HEAT STRESS

S. Hasan[1], M. M. Hossain[2], J. Alam[3], and M. E. R. Bhuiyan[1]

[1]Department of Physiology. Faculty of Veterinary Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensing-2202, Bangladesh

[2]Department of Anatomy, Histology and Physiology, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka, Bangladesh

[3]Department of Anatomy and Histology, Faculty of Veterinary Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensing-2202, Bangladesh

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

ABSTRACT: The experiment was carried out to investigate the effects of probiotic on growth performance, hematological (TEC, Hb, PCV, ESR) and biochemical (Cholesterol, Uric acid) parameters in broilers during high environmental temperature. A total of 30, at 7 days old (Cobb-500) broilers were randomly divided into 5 groups (n=6). Heat stress broilers were held at 35 ± 2°C temperature and 70±5% relative humidity respectively where as normal temperature was 25 ± 2°C and relative humidity was 60 ± 5%. Normal control group (NE-T) fed the normal diet with normal environmental temperature. Heat stress groups consisted of HS-A as heat stress control group fed the normal diet; HS-B as probiotic group fed the normal diet with 0.2g probiotic (Protexin® Boost). The results revealed that supplementation of probiotic produced a significantly (p<0.01) increased of the live body weight as compared to normal and heat stress control group. The highest weight gain was recorded in HS-B as probiotic group (1660.00b ± 6.124 gm) and the lowest weight gain was recorded in HS-A as heat stress group (1303.00e ± 4.899 gm). The hematological parameters (TEC, Hb, PCV, ESR) also significantly (p<0.01) differ compared to the both control. The biochemical parameters in uric acid was a significant (p<0.05) difference among groups and there was no significant (p>0.05) difference among the groups in serum cholesterol after treating with probiotic. Therefore, it is concluded that probiotic is essential for the maintenance of broilers performance under heat stress condition.

KEYWORDS: Probiotics, Growth performance, Blood parameters, Heat stress, Broilers.

1 INTRODUCTION

The poultry industry during the past two decades has been one of the most dynamic and ever expanding sectors in the world. It helps to fill the gap between requirement and availability of high quality protein for human consumption. The demand for a higher and safer protein source, free of infectious agents, is getting increased. However, during intensive growth, poultry industry has always been confronted with challenges in the form of various diseases. Among these conditions, the major economic losses are due to infectious diseases which could be caused by viruses, bacteria, fungi, protozoa, and the cost of preventive medication. This led to increased use of antibiotics in the poultry industry for therapeutic, prophylactic and growth promotion purposes. The presence of antibiotic residues in poultry meat and eggs may have deleterious effects on human consumers. The residues of antibiotics can cause resistance of human flora and pathogenic microbes to those groups of antibiotics. Moreover, cross-resistance to antibiotics used in the therapy of humans and other animals could also result [1], [2], [3]. In the modern intensive poultry production, newly hatched chicks have little chance of contact with their mothers and consequently normal microflora is slow in colonizing the intestine (Fuller, 1989). It is during this early period, when a stable gut microflora has not yet been established that the chick is most vulnerable to colonization by pathogens. Eden's mentioned that with increasing concerns about antibiotic resistance, and the ban on sub-therapeutic antibiotic usage in Europe and the potential for a ban in the United States, there is increasing interest in finding

Corresponding Author: S. Hasan

alternatives to antibiotics for poultry production. The so called probiotics can be listed among these products. Bangladesh is an agro-based country where 80 percent of the population depends on agriculture. Poultry plays a vital role in the income generating framework of the rural people of Bangladesh. It is therefore the fact that its contribution towards promoting resources for improving the life style and livelihood of landless and marginal farmers is noted worthy. In large-scale rearing facilities where poultry are exposed to stressful conditions there problems related to diseases and deterioration of environmental conditions often occurs and results in serious economic losses. Heat stress (**HS**) is one of the most serious climate problems of tropical and subtropical regions of world negatively affects the production performance of poultry [4]. Probiotics are live bacteria which are intended to colonize the large intestine and confer physiological health benefits to the host [5]. There are various beneficial effects of probiotics in terms of health and product. These areas - a) Production of lactic acid and hydrogen peroxide which are detrimental to many pathogens b) Lowered O-R potential in the gut inhibiting the aerobic pathogens c) Competitive antagonisms d) Prevention of the accumulation of toxic amines and ammonia e) Beneficial organisms entering a system prior to the establishment of a non-beneficial flora f) Production of essential digestive enzymes g) Production of B-vitamin h) Appetite stimulation and non-specific immunomodulators stimulant [6]. Probiotic supplementation in broilers reared during high environmental temperature significantly improved appetite for feed intake which could eventually increase body weight growth and feed efficiency [7]. The subjecting broilers to high environmental temperature significantly suppressed growth performance whereas, feeding probiotic can improve body weight gain and lower feed conversion ratio [8]. The effects of a dietary treatment with a probiotic product on stress broiler chickens. The body weight, average daily weight gain, carcass yield percentage and feed conversion rate were significantly increased compared with the control [9]. The probiotic supplementation caused statistically significant increase in the erythrocyte count, hemoglobin concentration and haematocrit values of broilers during high environmental temperature [10].

2 METHODS

2.1 STATEMENT OF THE EXPERIMENT

The experiment on effects of probiotic on growth performance and hemato-biochemical parameters in broilers during high environmental temperature condition was carried out in poultry farm, BAU and laboratory of the Department of Physiology, Faculty of Veterinary Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, during summer season. The research work was carried out during the period from 28th July, 2013 to 31th August, 2013 for 35 days to study the hemato-biochemical effects and growth performance in broilers.

2.2 EXPERIMENTAL DESIGN

A total of 30, at day old broiler chicks were collected from Renata Hatchery. Broiler chicks were randomly selected for the experiment and were divided into following groups:

- **Normal control group (NE-T)** - Normal feeding & watering with normal environmental temperature (T= 25 ± 2°C, RH=60 ± 5%) daily up to 5 weeks under normal condition.
- **Heat stress control group (HS-A)** - Normal feeding & watering daily up to 5 weeks during high environmental temperature (T= 35 ± 2°C, RH= 70 ± 5%).
- **Heat stress probiotic group (HS-B)** - Normal feeding & 0.2g Protexin® Boost in per liter of drinking water as probiotic daily up to 5 weeks during high environmental temperature (T= 35 ± 2°C, RH= 70 ± 5%).

2.3 EXPERIMENTAL BIRDS

A total of 30, at day old Cob-500 strains were collected from Renata Hatchery. At day 7, broiler chicks were randomly divided into 3 treatment groups. Each group contains 6 birds. Birds were housed in 3ft x 2ft floor pens on fresh rice husk litter with a 24-h lighting plan. The height of litter was 3 cm. Before being used in the experiment, birds were adapted for 7 days in order to acclimatize in the environment. The collected birds have neither developmental disorders, detectable genital diseases nor other diseases that may cause any problem in the experiment or affect the result of the experiment.

2.4 BLOOD COLLECTION

After 5 weeks, blood sample was collected from wing vein to test of effects of probiotic on RBC, Hb, PCV, and ESR from 3 birds in each group (9 birds) by JMI syringe. Three (3) ml blood collected from each bird at a time within a series of sterile test

tube containing anticoagulant 4% sodium citrate at a ratio of 1: 10. The hematological studies were performed within two hours of blood collection.

2.5 STATISTICAL ANALYSIS

During the study period we were regularly collect the data of daily feed intake and body weight weekly. After study period we were analyzed hemato-biochemical and physiological data. All the collected data were analyzed with the help of computer package MSTAT. The mean differences among the treatments were determined as per Duncan's Multiple Range Test.

3 RESULT

3.1 EFFECTS OF PROBIOTIC ON GROWTH PERFORMANCE

Table 1. Effects of probiotic on body weight (Mean ± SE) gain in broilers during heat stress

Groups	Pretreated body weight (gm)	Post treated body weight (gm)			
	Day 7	Day 14	Day 21	Day 28	Day 35
NE-T (Normal control)	424.00a ± 2.92	659.00c ± 4.30	1050.00c ± 3.54	1407.00c ± 3.742	1623.00c ± 7.176
HS-A (Heat stress control)	427.00a ± 2.55	540.00e ± 7.07	830.00e ± 6.52	1121.00e ± 5.788	1303.00e ± 4.899
HS-B (Probiotic)	420.00a ± 3.54^{NS}	725.00b ± 5.00**	1081.00b ± 5.34**	1489.00b ± 3.317**	1660.00b ± 6.124**

*** indicates p<0.01 and NS indicates non significant*

3.2 EFFECTS OF PROBIOTIC ON BLOOD PARAMETERS

Table 2. Effects of probiotic on hematological parameters in broilers during heat stress

Groups	TEC (Millions/mm^3)	Hb (gm/dl)	PCV (%)	ESR (mm in 1st hour)
NE-T (Normal control)	2.22bc ± 0.073	7.40c ± 0.071	23.80c ± 0.860	3.86b ± 0.186
HS-A (Heat stress control)	2.12c ± 0.097	7.18c ± 0.066	21.00d ± 0.707	4.62a ± 0.058
HS-B (Probiotic)	2.62b ± 0.058**	8.42a ± 0.066**	26.70ab ± 0.539**	3.40c ± 0.141**

*** indicates p<0.01*

3.3 EFFECTS OF PROBIOTIC ON BIOCHEMICAL PARAMETERS

Table 3. Effects of probiotic on biochemical parameters in broilers during heat stress

Treatment groups	Uric acid (mg/dl)	Cholesterol (mg/dl)
NE-T (Normal control)	5.88b ± 0.177	138.20a ± 2.417
HS-A (Heat stress control)	6.10b ± 0.333	132.80a ± 2.437
HS-B (Probiotic group)	6.46a b± 0.163*	137.00a ± 3.924^{NS}

** indicates p<0.05 and NS indicates non significant*

4 DISCUSSION

4.1 EFFECTS OF PROBIOTIC ON GROWTH PERFORMANCE

The present findings showed that when supplementation of probiotic in broilers during high environmental temperature the body weight increased significantly (p<0.01) among the treated groups and suppress the stressful condition. It was stated that appropriate administration of the probiotic mixture increased body weight gain in broilers when they are exposed to high environmental temperature or stressful condition [11]. Normally, heat stress suppresses body weight gain in broilers due to less feed intake, less metabolic activity and intestinal microbial dysbiosis. Heat stress is one of the most serious climate problems of tropical and subtropical regions of world, negatively affects the production performance of poultry and livestock as heat stress is characterized by endocrine disorders, reduced metabolic rate, lipid peroxidation, decreased feed consumption, decreased body weight gain, higher feed conversion ratio **(**FCR**),** immunosuppression and intestinal microbial dysbiosis [12], [13], [14]. Probiotic (Protexin® Boost) also plays an important role to increased body weight gain during high environmental temperature because probiotic may colonized in upper part of intestinal mucosa to prevent adhering the harmful bacteria results increased intestinal villus width. Thus, probiotic may helps to stimulate more feed intake, more nutrient absorption, more metabolic activity results body weight gradually (p<0.01) increased. It may be defined as the probiotics are live bacteria which are intended to colonize the large intestine and confer physiological health benefits to the host. Probiotic bacteria may colonize the upper part of the intestine to avoid the adhering of pathogens to the intestinal tract and may help in digestion which is agreed to the present study. So the present study states that probiotic influences the higher growth performance in broilers under heat stress condition than other experimental and control groups. All the treatment groups of broilers showed numerically (p<0.01) higher body weight gain as compared to control group.

4.2 EFFECTS OF PROBIOTIC ON BLOOD PARAMETERS

The present findings showed that when supplementation of probiotic in broilers during high environmental temperature the hematological parameters (TEC, Hb, PCV, ESR) significantly (p<0.01) differ compared to both control groups. The significantly increases (p<0.01) hematological parameters (TEC, Hb, PCV, ESR) of broilers under heat stress condition in experimental and control groups may due to the initiative effects of probiotic on hemopoitic organs. There are some probiotics which are essential for normal growth of the hemopoitic organs and erythropoiesis. The given probiotics (Protexin® Boost) may stimulate the hemopoitic organs and causes erythropoiesis results increase the hematological parameters during high environmental temperature. The hematological parameters of present finding resembles to that of Dukes [15] who reported that the number of erythrocytes and other components of blood varied due to the influence of age, sex, environment, exercise, nutritional status and climate. The hematological indices are affected by multiple environmental stresses and conditions. These effects differed according to age, period of exposure, single or concurrent stresses, the intensity and the environmental management programs. The present findings suggested that supplementation of probiotic in broilers ration of treatment groups caused significantly (p<0.01) increase in most hematological parameters as compared to that of control group of broilers under heat stress condition.

4.3 EFFECTS OF PROBIOTIC ON BIOCHEMICAL PARAMETERS

The present findings showed that when supplementation of probiotic in broilers during high environmental temperature, the biochemical parameters in uric acid was a significantly (p<0.05) increases in treated groups than control groups and there was no significant (p>0.05) difference among groups in serum cholesterol after treating with probiotic. Increased uric acid in the treated group resembles Swain and Johri who detected the uric acid level increased significantly (p<0.01) with probiotics supplementation. Moreover, it has been also reported that supplementation of probiotics increased uric acid and creatinine level which are support to the present study [16]. The significantly increases (p<0.05) uric acid level in broilers under heat stress condition than other experimental and control groups may due to the initiative effects of probiotic on organs of urinary system. There are some probiotics which are essential for normal growth of the urinary organs and stimulate that enzyme which are responsible for uric acid formation [17]. The given probiotics may (Protexin® Boost) stimulate the renal enzyme which is responsible for uric acid formation results increase the uric acid level in broilers during high environmental temperature. On the other hand, the present findings showed that when supplementation of probiotic in broilers during high environmental temperature, the biochemical parameters in cholesterol concentration was a significantly (p<0.05) decreases in treated groups than control groups. It is stated the synthesis of bile acids from cholesterol in the liver is the most important way of cholesterol excretion and when probiotic supplementation in broilers during high environmental temperature the cholesterol level gradually decreased which is support to the present study [18]. The given

probiotics (Protexin® Boost) may stimulate the disintegrating bile salts and de-conjugate production of enzymes by their activity as well as reduction of the pH in the intestinal tract can be effective in reducing the cholesterol concentration during high environmental temperature. The use of probiotics can disintegrating bile salts and de-conjugate production of enzymes by the activity of lactic acid bacteria, as well as reduction of the pH in the intestinal tract can be effective in reducing the cholesterol concentration [19]. Solvability of non-conjugate bile acids is lowered at a low pH and consequently, they are absorbed less from the intestine and are excreted more in the faces and these are applicable when probiotic supplementation in broilers during high environmental temperature and/or others which are support to the present study. It is concluded that supplementation of 0.2 gm probiotic/litre drinking water of treatment groups caused significantly (p<0.01) increase in live body weight and hematological parameters. The biochemical parameters in uric acid was a significant (p<0.05) difference among groups and there was no significant (p>0.05) difference among groups in serum cholesterol after treating with probiotic under heat stress condition.

5 CONCLUSION

The research work was carried out to investigate the effect of probiotic on growth performance, hematological (TEC, Hb, PCV, ESR) and biochemical (Cholesterol, Uric acid) parameters in broilers during high environmental temperature. A total of 30, at 7 days old (Cobb-500) broilers were randomly divided into 5 treatment groups (n=6). Heat stress broilers were held at 35 ± 2°C temperature and 70 ± 5% RH respectively where as normal temperatures was 25 ± 2°C and RH was 60 ± 5%. Normal control group NE-T fed the normal diet with normal environmental temperature. Heat stress groups considered as HS-A was control group fed the normal diet, HS-B, was treated with probiotic respectively. Supplementation of a probiotic produced a significantly (p<0.01) increased of the live body weight as compared to control group and highest weight gain was recorded in HS-B as probiotics group. The hematological parameters (TEC, Hb, PCV, ESR) also significantly (p<0.01) differ compared to control. The biochemical parameters in uric acid was a significant (p<0.05) difference among groups and there was no significant (p>0.05) difference among groups in serum cholesterol after treating with probiotic. From the findings it could be suggested that probiotic is essential for the maintenance of broilers performance under heat stress condition. To establish probiotics as a growth promoter, further study needed to see any adverse effect in relation to histopathology and biochemistry before making any conclusion regarding the beneficial effect in broilers.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported in part by a grand in aid from the ministry of science and technology, the people's republic of Bangladesh. The author would like to thanks Professor Dr. Nazim Ahmad and Prof. Dr. Kamrul Islam, laboratory of veterinary physiology and Tipo sultan laboratory technician for his technical support for the work.

REFERENCES

[1] Van den Bogaard and E.E. Stobberingh, Epidemiology of resistance to antibiotics. Links between animals and humans. International Journal of Antimicrobial Agents, 14, pp. 327–335, 2000.

[2] Edens and F.W. Edens, An alternative for antibiotic use in poultry probiotics, Brazilian Journal of Poultry Science, 5, pp. 75–97, 2003.

[3] E.R.L. Pelicano, P.A. Souza, H.B.A. Souza, F.R. Leonel, N.M.B.L. Zeola and M.M. Boiago, Productive traits of broiler chickens fed diets containing different growth promoters, Brazilian Journal of Poultry Science, 6, pp. 177–18, 2004.

[4] M.U. Sohail , A. Ijaz ,M.S. Yousaf, K.Z. Ashraf ,H. Aneb, M. Aleem, H. Rehman, Dietary Supplementation of mannan-oligosaccharide and Lactobacillus-based probiotic: Dynamics of cortisol, thyroid hormones, cholesterol, C-reactive protein, and humoral immunity. Poultry Science, 89:1934–1938, 2010.

[5] R.Fuller, Probiotics in man and animals. Journal Applied Bacteriology, 66:365–378, 1989.

[6] Chauhan, H.R .Christensen, H. Frokiaer, J.J. Pestka, There are various beneficial Effects of probiotics in terms of health and product. Journal of Immunology, 168:171–178, 2002.

[7] Haldar, T .K. Ghosh, Toshiwati, M. R. Bedford, Effects of yeast (Saccharomyces cerevisiae) and yeast protein concentrate on production performance of broiler Chickens exposed to heat stress and challenged with Salmonella enteritidis. Animal Feed Science Technology, 168:61–71, 2011.

[8] V.K.S ilva, R. A. Gravena, R.H. Marques, F. Hada, V.M. Hand Moraes,Yeast extract and prebiotic in pre-initial phase diet for broiler chickens raised under different Temperatures. Brazilian Journal of Animal science. 39:165–174, 2010.

[9] W. Awad, K.Ghareeb, J. Böhm, Intestinal structure and function of broiler Chickens on diets supplemented with a probiotic containing Enterococcus faecium nd Oligosaccharide, International Journal of Molecular Science, 9:2205–2216, 2009.
[10] N. Cetin, A. Khaksefid, T. Ghoorchi 1995, Effect of probiotic on some hematological and immunocompetence in broiler chicks, Journal Poultry Science, 43:296–300,1995.
[11] W.A. Vicente, E.R.L. Pelicano, A. Oba, E.A. Norkus, L.M. Kodawara, Effect of Different probiotics on broiler carcass and meat quality, British Journal of Poultry Science, 5:207-214, 2007.
[12] J.D. May, J.W. Deaton, F.N. Reece, S.L. Branton, Effect of acclimation and heat Stress on thyroid hormone concentration, Poultry Science, 65:1211–1213, 1986.
[13] P.T.N. Lan, L.T. Binh, Y. Benno, Impact of two probiotic Lactobacillus strains Feeding on fecal lactobacilli and weight gains in chicken, Journal of General Applied Microbiology,49:29–36,2 2003.
[14] P.J. Sansonetti, War and peace at mucosal surface, Natural Review of Immunology. 4:953–964, 2004.
[15] H.H. Dukes, The physiology of domestic animals ,7th edition, Baillers Tindal andn Co. London, 96-98, 1955.
[16] M.L. Huff, H.S. Nakaue, L.W. Mirosh , Effect of probiotic on performance and Biochemical parameters in pullets, Poultry Science, 43, 296-300, 1992.
17] Kumar and Rawat, Effects of direct fed microbials on nutrient retention and parameyers of Single White Leghorn pullets, Poultry science 62 (suppl2): 71, 1976.
[18] T.A. Wilson, R.J. Nicolosi, E.J. Rogers, R. Sacchiero, D.J. Goldberg, Studies of Cholesterol and bile acid metabolism and early atherogenesis in hamsters fed GT16 239, a novel bile acid sequestrant (BAS), Atherosclerosis. 40: 315-324, 1998.
[19] F. A. M. Klaver and R.Van Der Meer, The assumed assimilation of cholesterol by lactobacilli and Bifidobacterium bifidum is due to their bile salt-deconjugating activity, Applied Environmental Microbiology, 59: 1120-1124, 1993.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 250-259
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Cartographie de la vulnérabilité à la contamination des eaux du barrage 9 Avril 1947 (Maroc, Septentrional)

[Mapping vulnerability to contamination of waters in the 9 April 1947 dam (Morocco, North)]

Ismail Hilal[1], Amina Azouagh[1], Jamal Stitou El Messari[1], Mohamed Reda Aoulad Mansour[1-2], and Mohamed Draoui[1]

[1]Department of Geology,
University Abdelmalek Essaadi, faculty of sciences,
Tétouan, Morocco

[2]Department of water quality,
Hydrological basin agency of Loukkos,
Tétouan, Morocco

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

ABSTRACT: April 9, 1947 dam in Morocco is known for its waters intense rate of pollution and its considerable anthropogenic activity. Unfortunately, no former studies were made to investigate its real pollution degree. In this work, we present a method for mapping the vulnerability assessment and the risk of pollution of surface water stored in this dam. For this, we introduced a vulnerability index called IV considering three different parameters which are slope, drainage density and the lithology. The index IV serves to characterize the transfer of a pollutant from the upstream to the downstream of a watershed. This index is the product of these three parameters. The superposition of these parameters through GIS software gave us a map of contamination vulnerability in the watershed. This map shows three vulnerability states: areas of high (72% of basin area), medium (25%) and low vulnerability (3%). Using this map, we can establish a zonation of areas that should be protected to reduce the high rate of contamination in this the dam.

KEYWORDS: Protection zones, pollution, April 9, 1947 Dam, GIS, hydrology.

RESUME: Dans ce travail nous présentons une méthode d'évaluation et de cartographie de la vulnérabilité et du risque de pollution des eaux du barrage 9 Avril 1947 (Maroc). Ces eaux sont connues par un taux intense de la pollution et une activité anthropique considérable. Pour ce faire, nous avons introduit un indice de vulnérabilité dénommé Iv qui prend en considération la pente, la densité du drainage et la lithologie. Cet indice représente le produit de ces trois paramètres. La superposition des cartes thématiques des paramètres par le biais d'un logiciel SIG nous a donné la carte de la vulnérabilité à la contamination sur l'ensemble du bassin versant ; il s'agit des zones à forte(72% de la superficie du bassin), moyenne(25%) et faible vulnérabilité(3%).

MOTS-CLEFS: Zones de protection, pollution, Barrage 9 Avril 1947, SIG, hydrologie.

Corresponding Author: Ismail Hilal

1 INTRODUCTION

La présente étude concerne le barrage Hachef (Barrage nommé 9 Avril 1947), mis en service en 1995. Il est situé dans le Rif occidental marocain à environ 30 km au Sud de la ville de Tanger et à 15 km à l'Est de la ville d'Asilah (Fig. 1). La retenue du barrage d'une capacité utile de 270 millions de m^3 reçoit un apport solide de 609 000 tonnes/an à cause de l'érosion des versants favorisée par le déboisement [1]. Elle contrôle un bassin versant d'une superficie de 216 Km^2. Le climat de la région étudiée est de type méditerranéen, avec deux saisons bien distinctes, une saison estivale, chaude et sèche entre le mois de mai et le mois d'octobre et une deuxième pluvieuse et fraîche qui s'étale du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril. Des foyers de pollution ont été identifiés dans les régions limitrophes du barrage.

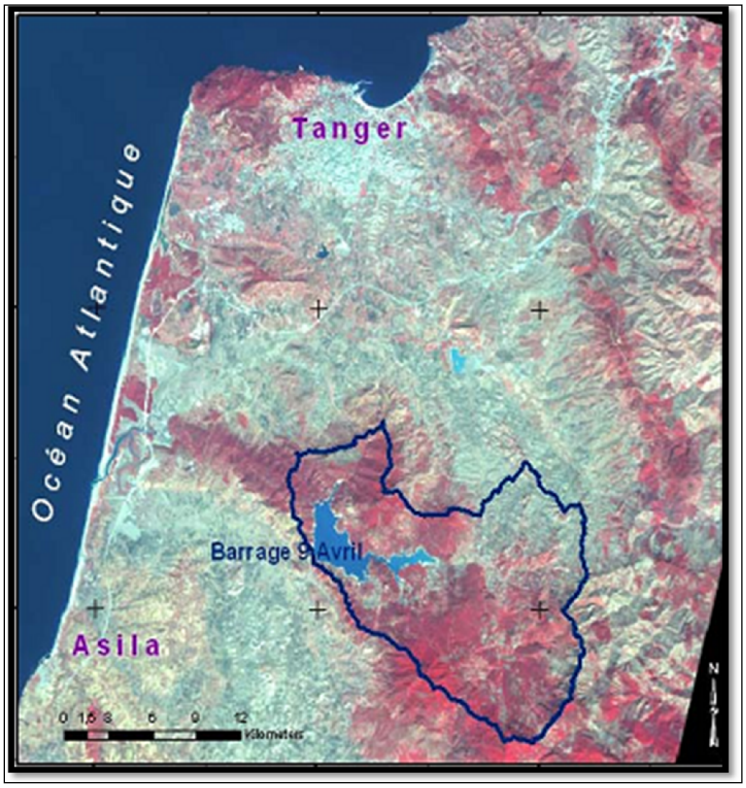


Figure 1.- Situation géographique de la zone d'étude

2 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin versant du dit barrage est caractérisé par un périmètre de 61 Km, une longueur de l'ordre de 21,39Km, une largeur de l'ordre de 10,06 Km et une forme allongée (KG= 1.2). Il est drainé principalement par l'oued Haricha et secondairement par Oued Bahhara et Oued El Oulja.

La climatologie de la zone d'étude est de type méditerranéen, avec deux saisons bien distinctes, une saison estivale, chaude et sèche entre le mois de Mai et le mois d'Octobre et une deuxième saison pluvieuse et fraîche qui s'étale du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril [2].

De point de vu géologique le bassin versant occupe plusieurs formations il y a :

- **L'unité de Tanger** : cette formation essentiellement argileuse à matériel crétacé supérieur et Tertiaire, forme la partie centrale Est du bassin versant [1] [3] ;
- **La nappe des grès numidienne** : elle occupe généralement les sommets du bassin versant par des flysch gréseux alternant avec des pélites d'âge Oligocène Miocène inférieur. Elle constitue les crêtes qui se dressent dans la partie ouest et sud du bassin [3];
- **Les colluvions** : Ils sont sous forme de cône d'éboulis formés par des cailloux de grès ou de Colluvions formées par des dépôts de pentes relativement fins et dont les éléments ayant subit un faible transport, ils s'étendent sur 15% de la

surface du bassin versant. Ils sont rencontrés sur les berges du lac du barrage ou au pied de Jbel Dar chaoui au Nord, à l'ouest sur Jbel Mensar, et sur Jbel Bou Rgâbech et Jbel Imam à l'Est [3],

- Vers le Sud Ouest **la nappe crétacé-Eocène de Tlat'Lakrah**. Il s'agit d'une alternance des grés numidiens et des pélites roses de Bni Ider. Cette nappe longe la limite sud depuis Koudiat Saf Jniah (SE du bassin) jusqu'aux collines de Tnine Bni Harchane à l'Est.

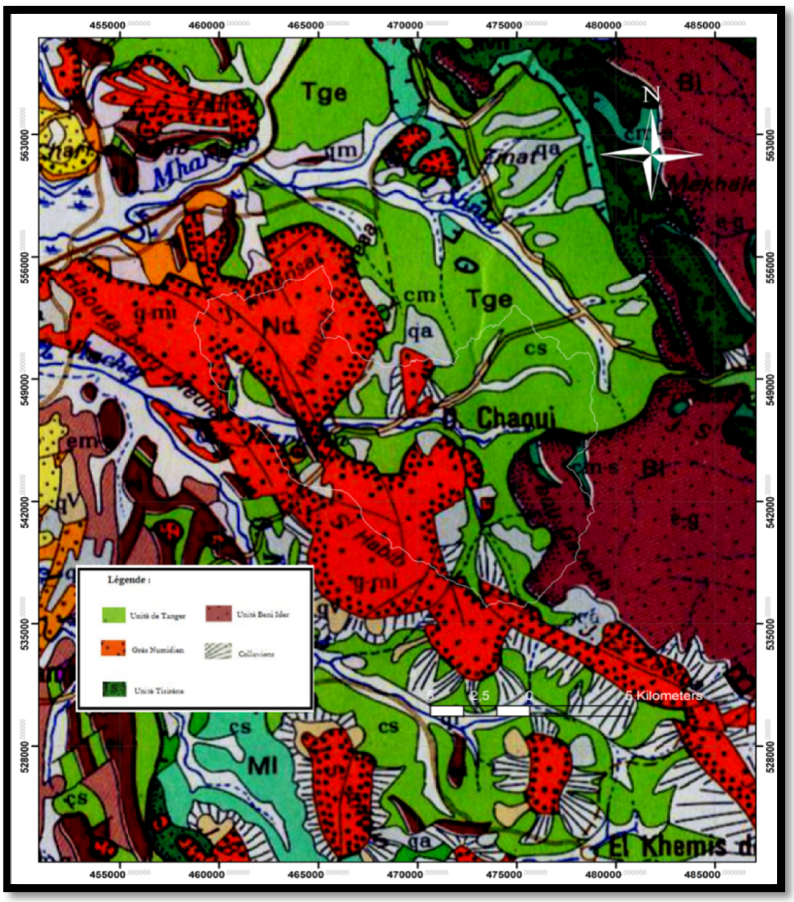


Figure 2.- Carte géologique du bassin versant 9 Avril 1947

3 MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

La méthodologie proposée s'appuie sur l'utilisation des fonctionnalités et des possibilités de l'analyse multicritères, offertes par les systèmes d'information géographiques. L'approche utilisée consiste à analyser la vulnérabilité à la pollution sur l'ensemble du bassin versant alimentant le barrage.

La méthode pour évaluer la vulnérabilité à la contamination des eaux de surface, pose l'hypothèse que l'un des principaux facteurs de vulnérabilité, est la proximité du réseau hydrographique aux zones d'existence des produits polluants. Ce facteur est lié aux transferts par dérive des embruns de pulvérisation et par circulation latérale sur et dans les sols, il sera aggravé en fonction du mode dominant de circulation de l'eau dans les sols et par l'importance des pentes (fig. 3). A partir de cette analyse, les paramètres retenus pour expliquer la vulnérabilité des ressources en eaux superficielles, via des transferts horizontaux, sont : le type de fonctionnement hydrique des sols, la densité du réseau hydrographique et l'importance du niveau de la pente. Chacun de ces paramètres est quantifié par une typologie, selon son rang naturel qui exprime son importance dans la caractérisation du degré de vulnérabilité à la contamination (fig. 3) [4] [5] [6]. Le produit de ces paramètres nous a donné un indice de vulnérabilité Iv qui diffère sur l'ensemble du bassin versant.

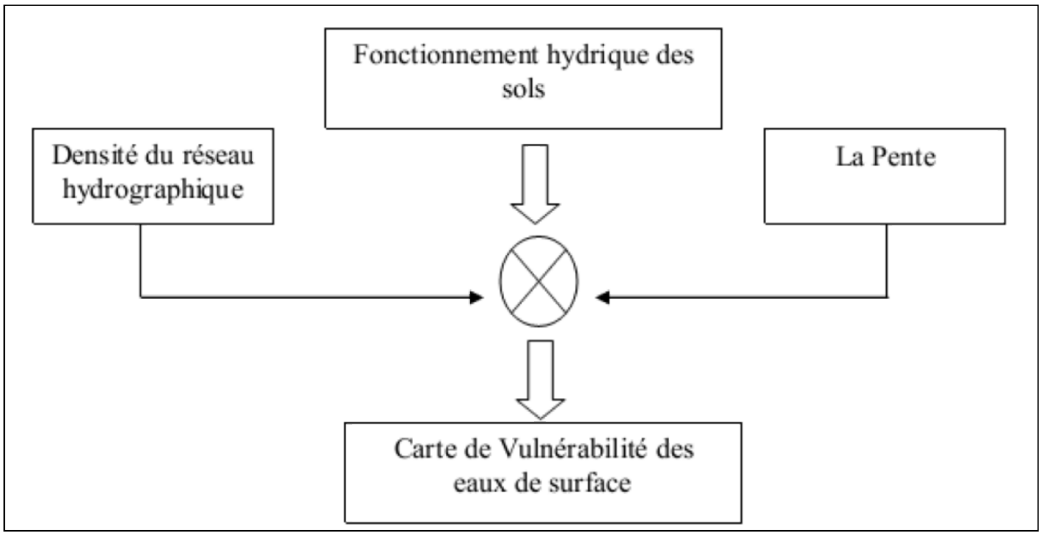


Figure 3.- Démarche fonctionnelle pour caractériser la vulnérabilité des eaux de surface [4].

4 ELABORATION DES CARTES THÉMATIQUES

Portant des cartes topographiques, géologiques et hydrogéologiques de la zone d'étude, nous avons abordé la cartographie de la vulnérabilité à la contamination des eaux de surface. On commence par l'élaboration des cartes typologiques qui présentent la répartition spatiale des typologies accordées aux différents paramètres.

4.1 CARTE TYPOLOGIQUE DU FONCTIONNEMENT HYDRIQUE DES SOLS

Le sol conditionne la répartition entre les eaux d'infiltration, qui migrent préférentiellement vers les eaux souterraines, et les eaux de ruissellement qui s'écoulent vers les cours d'eau superficiels.

La caractérisation lithologique des sols vise essentiellement à mettre en évidence les classes des sols vis-à-vis de leur aptitude au ruissellement. La production d'eau de ruissellement superficiel dépend de la perméabilité de la roche, par porosité ou par fracturation, et de la résistance à l'érosion de la roche même ou de la couverture de sol présente au dessus (laquelle peut dépendre de la pente, des pratiques culturales et de l'intensité de la pluie).

Notre secteur d'étude se divise en quatre unités géologiques (Fig. 4) :

- Les nappes des flyschs du Numidien qui sont caractérisées par la présence des Grès Grossiers, très altérés en alternance avec des pélites ;
- L'unité de Tanger qui est formée essentiellement par des argiles à matériel crétacé supérieur ;
- Les péllites roses de Beni Ider ;
- Les colluvions.

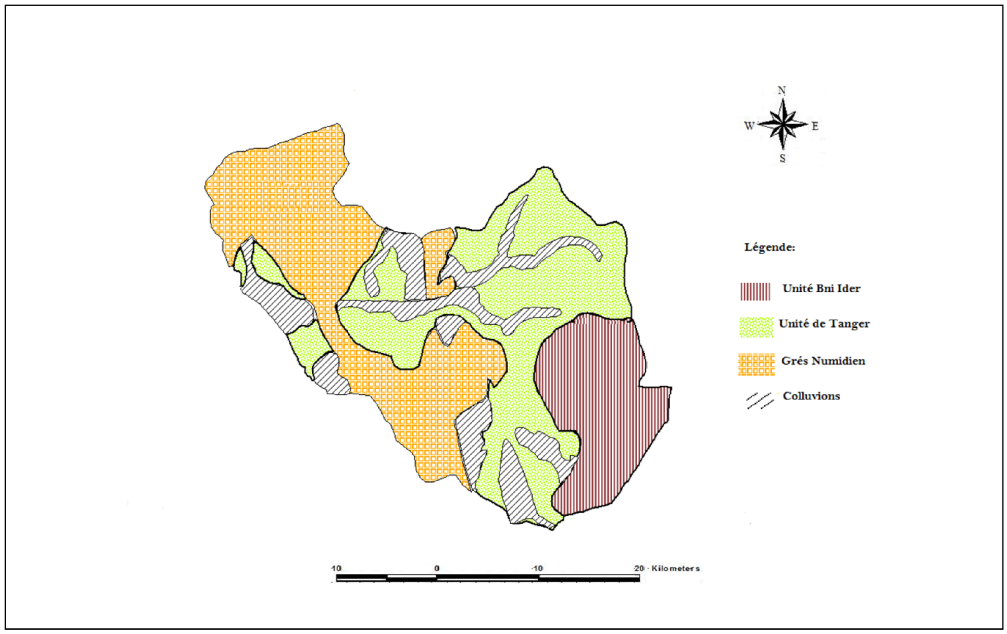


Figure 4.- Carte typologique du fonctionnement hydrique du sol du bassin versant

La typologie est attribuée à une lithologie donnée sur la base de sa perméabilité, tel que : plus la perméabilité est faible plus la typologie du fonctionnement hydrique est élevé. A l'échelle du bassin versant, les typologies obtenues et leur répartition spatiale sont représentées sur le tableau 1.

La représentation sur carte de ces typologies est comme suit :

- La partie Ouest de la zone d'étude est représentée par les grés du Numidien de typologie (1) imprégnée par colluvions de typologie (1).
- La partie centrale se caractérise par la dominance des argiles de l'unité de Tanger de typologie (3) avec un mélange de faciès qui ont des typologies (1).
- La partie Sud -Est est caractérisée par la présence des Pellites avec une typologie (2).

Table 1.- Typologie des formations lithologiques du bassin versant

Lithologie	Typologie	Classe
Grés Numidien	1	Forte
Unité de Tanger	3	faible
Pellite de Bni Ider	2	Moyen
Colluvions	1	Forte

4.2 CARTE TYPOLOGIQUE DE LA DENSITE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE :

Ce paramètre permet d'appréhender la plus ou moins grande proximité des ressources en eaux de surface aux émissions des produits polluants. Le calcul de ce facteur est fait à la base des limites des unités pédologiques. Ce choix repose sur l'hypothèse que la circulation de l'eau est liée aux caractéristiques des sols et des sous–sols. La densité du réseau hydrographique s'obtient en divisant la somme des longueurs de cours d'eau sur un territoire donné par la surface de ce territoire.

Trois classes de densité sont attribuées à ce paramètre à partir du calcul de la densité (Fig. 5):

- Densité faible comprise entre 0 et 0,5 Km/Km^2;
- Densité moyenne comprise entre 0,5 et 2 Km/Km^2;
- Densité forte supérieure à 2 Km/Km^2

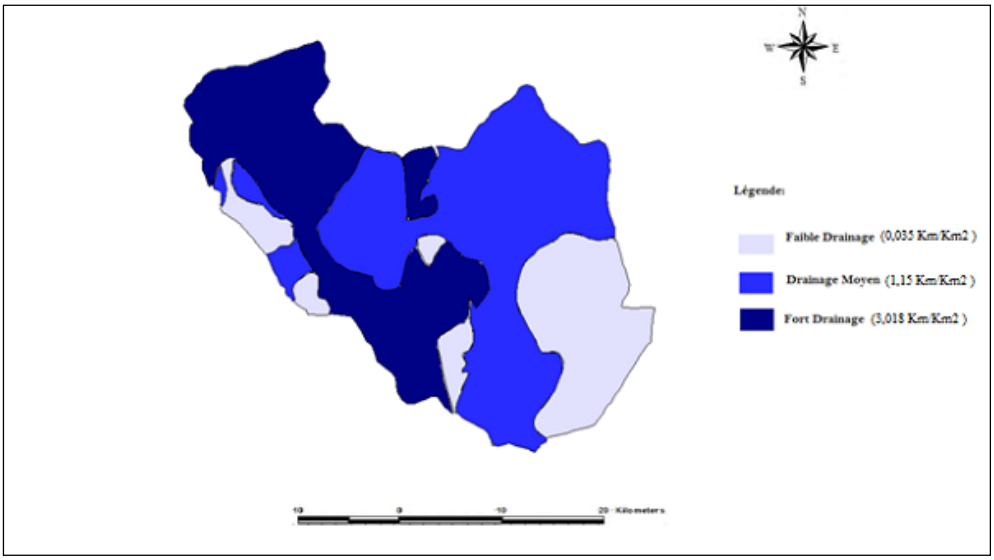


Figure 5.- Carte typologique de la densité du réseau hydrographique

4.3 CARTE TYPOLOGIQUE DES PENTES

La gravité des phénomènes d'érosion augmente avec l'intensité de la pente. On peut différencier des classes de pente croissante en fonction de la gravité des phénomènes d'érosion observés.

La pente des terrains naturels est considérée comme un facteur susceptible de retarder ou d'accentuer la migration des polluants. La pente peut intervenir de différentes manières sur la quantité d'eau disponible pour le ruissellement. Elle augmente les vitesses d'écoulement. Elle joue également un rôle indirect puisque les sols s'organisent sur les versants selon la morphologie et la nature du substratum. Sur les affluents de barrage, ces phénomènes pourraient expliquer les différences de lame d'eau écoulée : le sous-bassin le moins pentu présente les débits spécifiques les plus faibles, le sous-bassin le plus accidenté donne les lames d'eau écoulées les plus fortes (Fig.6)

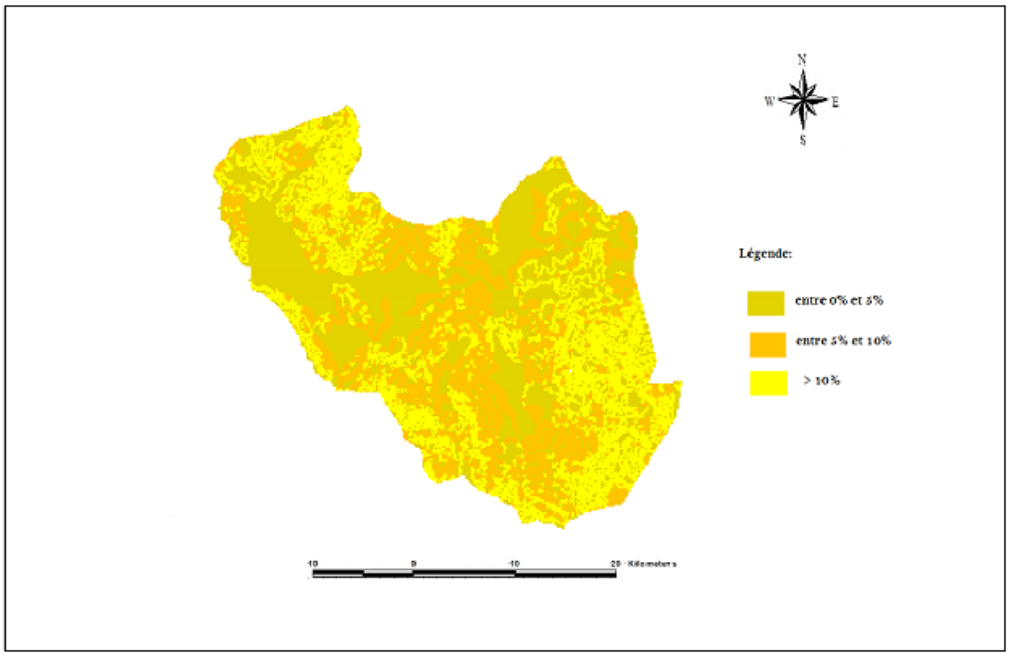


Figure 6.- Carte typologique des pentes du bassin versant 9 Avril 1947

D'après la carte des pentes on remarque que les pentes les plus fort sont situées au niveau des crêtes du basant versant, alors que les pentes comprises entre 0% et 10% sont situées au centre du bassin.

Autrement dit les pentes qui oscillent entre 0% et 5% sont nulles ou très faibles donc il n'y aura pas un ruissellement de surface strict par contre dans le cas des pentes qui sont supérieur à 10%,on peut dire le ruissellement de surface est possible quelle que soit l'intensité de la pluie. Le tableau 2 montre le classement des pentes avec leurs notations :

Table 2.- Typologie des pentes du bassin versant 9 Avril 1947

Paramètre	Classes	Typologie
La Pente	<5%	1
	Entre 5% et 10	2
	>10%	3

5 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

5.1 CARTE DE VULNÉRABILITÉ

Après l'attribution des notations associées à chaque classe de paramètres et après leur superposition par l'intermédiaire d'un logiciel SIG, on a pu établir la carte de la Figure 6 qui représente les 3 classes de la vulnérabilité en appliquant la formule :

Iv = Notations du paramètre 1 × Notations du paramètre 2 × Notations du

Et c'est à la base de cet indice de vulnérabilité **Iv** qu'on a pu avoir la carte de la vulnérabilité sur l'ensemble du bassin versant (Fig.7).

Elle comprend trois classes de : forte, moyenne et faible :

- La forte vulnérabilité s'associe aux grés du Numidien qui occupent les sommets du bassin, elle s'étend sur 72% de la superficie du bassin versant et elle est due à la forte densité de son réseau hydrographique et sa haute pente qui favorise le ruissellement de surface. Elle s'associe également aux pellites de Bni Ider qui ont une densité hydrographique moyenne et un niveau de pente très fort ;
- La vulnérabilité moyenne qui représente 25% de la superficie du bassin versant caractérise les colluvions déposés sur les argiles et qui ont une densité de réseau hydrographique moyenne et une pente moyenne. Elle s'attribue aussi aux colluvions déposées sur les grés et qui ont une densité de drainage faible et une pente moyenne ;
- La faible vulnérabilité avec 3% de la superficie correspond aux petites parties de pellites Bni Ider et des grés Numidien altérés qui ont une densité de drainage et une pente faible.

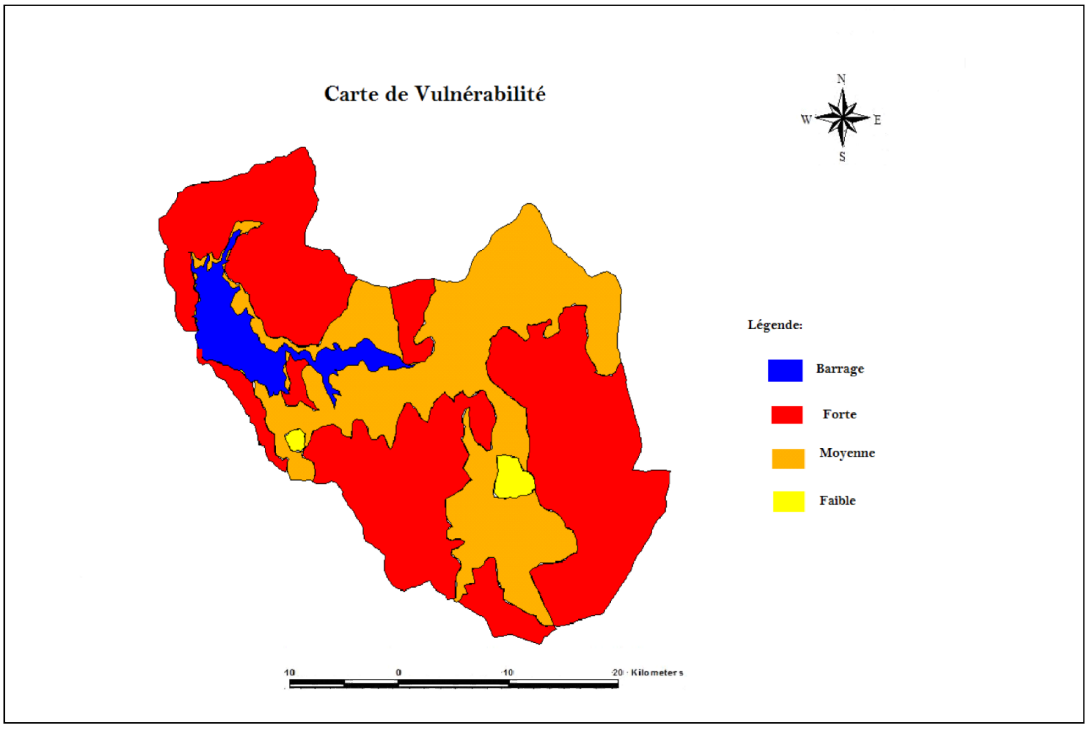


Figure 7.- Carte de vulnérabilité des eaux de surface du bassin versant 9 Avril 1947

5.2 CARTE DES PÉRIMÈTRES DE PROTECTION

L'effet de la pollution diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ressource à protéger, la lutte contre cette pollution nécessite un découpage du bassin versant en plusieurs zones. Il s'agit de la zone de protection immédiate (zone I) et la zone de protection éloignée (zone II) [7].

Les périmètres de protection d'un barrage visent à protéger les abords immédiats de la retenue et son voisinage, ainsi qu'interdire ou réglementer les activités qui pourraient nuire à la qualité des eaux.

Dans **la zone I**, il faut assurer la protection contre la pollution de l'eau de la retenue et éviter que des déversements ou des infiltrations de substances polluantes se produisent à l'intérieur ou à proximité immédiate de la retenue. La délimitation de cette zone nous permet d'intervenir convenablement en cas d'accident, d'empêcher toute intervention humaine. Cette zone comprend la partie de la retenue du barrage, limitée à une bande des hautes eaux, c'est-à-dire c'est la limite maximale suite à un remplissage maximale de la retenue (Fig.8).

Dans **la zone II**, limitée par la ligne de partage des eaux du bassin versant du barrage. Il faut donner la priorité à la protection contre des pollutions résultant des diverses activités et aménagements humains, dont la proximité pourrait mettre en danger les eaux de barrage. Pour délimiter cette zone on doit tenir en compte les paramètres suivants : la durée et la vitesse de transfert de l'eau entre les points d'émission de pollution éventuelle et la retenue; le pouvoir de fixation et de dégradation du sol et du sous-sol vis-à-vis des polluants (Fig.8).

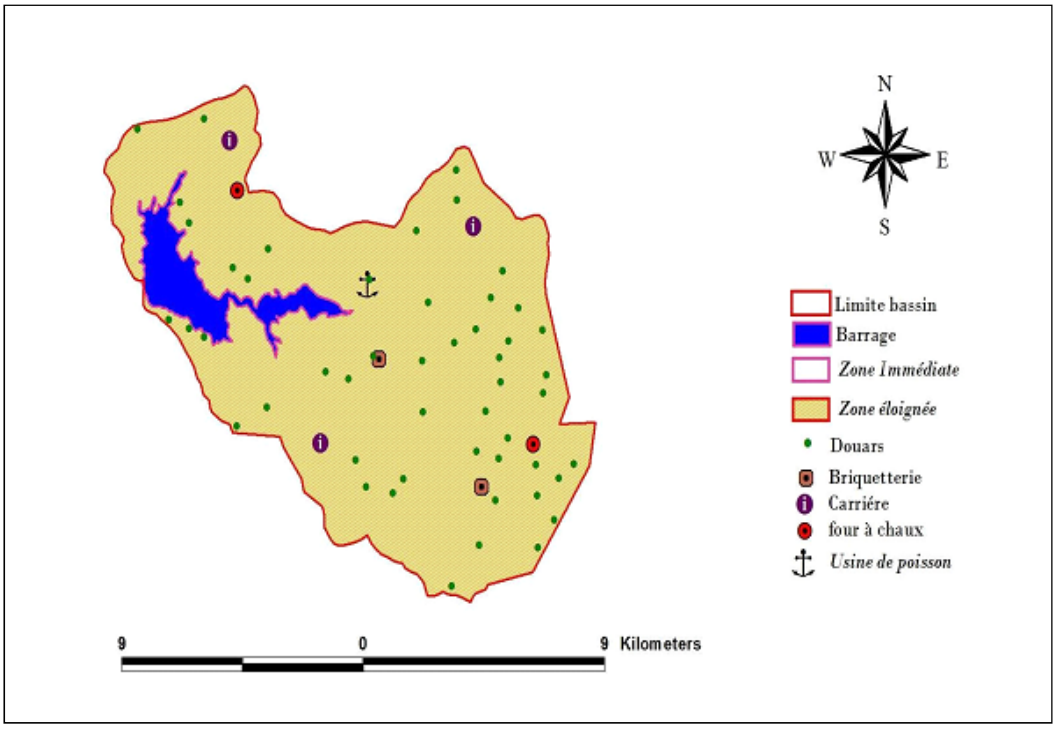


Figure 8.- Carte des périmètres de protection du bassin versant 9 Avril 1947

6 CONCLUSION

Au terme de ce travail, une solution informatisée pour la délimitation des périmètres de protection a été conçue et réalisée. Ainsi, un modèle d'analyse spatiale par les SIG basé sur l'évaluation de la vulnérabilité à la contamination de la ressource a été élaboré. Toutes les données disponibles, aussi bien celles issues à partir des cartes topographiques et géologiques que celles du terrain, ont été modélisées et intégrées au sein d'une base de données gérée par un SIG. Dans ce travail, les différents aspects de la problématique concernant la sauvegarde de la ressource en eau ont été cernés et les besoins des gestionnaires ont été recensés. L'utilisation de cette méthode a permis de délimiter deux zones de protection autour de la retenue du barrage (zones de protection immédiate et éloignée).

Cette étude apparaît donc encourageante pour le développement futur de l'utilisation de la télédétection spatiale et des SIG pour l'étude et la gestion des ressources en eau destinée à l'alimentation en eau potable. Elle vise l'objectif fondamental d'amélioration des connaissances nationales sur les ressources en eau et de leur protection, et fournit une base pour toute étude expérimentale ultérieure en matière de protection des ressources en eau de surface.

Le suivi et le contrôle de la qualité de l'eau doit être complété par l'établissement des mesures d'atténuation, qui vont assurer la préservation à long terme de la qualité des eaux.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à ABHL de nous avoir facilité certains donnés. Ce travail entre dans le cadre du projet RS/2011/16 financé par le CNRST de Maroc.

RÉFÉRENCES

[1] MOUKHCHANE, M., BOUHLASSA, S., AHMED CHALOUAN, A. ET AHMED BOUKIL, A. (2005): Détermination des zones vulnérables a l'érosion par la méthode magnétique. Application au bassin versant d'El Hachef (région de Tanger, Maroc). Revista de la Sociedad Geologica de España, 18 (3-4): 225-233.

[2] J. Stitou El Messari , S García-lópez , A Emran, "hydrogeological, hydrochemical and isotopic survey of the groundwater of the haouz karstic massif (northern Rif, Morocco)", geogaceta 50: 95-98, 2011.

[3] A. Michard. F Negro., O. Saddiqi., M.l. Bouybaouene., Chalouan A., Montigny R., Goff´e B., " Pressure-temperature-time constraints on the maghrebide mountain building: evidence from the Rif-Betic transect (Morocco, Spain), Algerian correlations, and geodynamic implications", c. r. géoscience. 338, 92–114, 2006.

[4] GRAPPE, (2006) : Cartographie du potentiel de contamination des eaux par les produits phytosanitaires pour la région lorraine, vol 62, p.17.

[5] Geosurvey, Geoma, "étude d'impact sur l'environnement d'un projet d'exploitation d'alluvions fluviatiles, construction du barrage oued Martil", ABHL, juin 2010.

[6] Layla Herhar, Mohamed Draoui and Jamal Stitou El Messari "Application of the ESU method for mapping vulnerability to contamination of water Martil's river (Morocco,North) ", International Journal of innovation and applied studies, vol.8 N°3, pp. 1400-1409, September 2014.

[7] GAROUANI, A., MERZOUK, A. (2006). Délimitation des zones de protection autour de la retenue du barrage hachef (maroc) par télédétection et sig, *journal of water science*, vol. 19, n° 1, p. 1 -10.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 260-267
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Biologie et Ecologie de la Rousserolle, genre *Acrocephalus*: *Acrocephalidae*, *Passeriformes* du Lac Kivu, Bassin de Bukavu, RDC

[Biology and Ecology of the warblers *Acrocephalus*: *Acrocephalidae, Passeriformes* of the Lake Kivu, Bukavu bassine, DRC]

Claude MAGADJU AMANI[1], Bertin MURHABALE CISIRIKA[2], Pascal AKONKWA KAHASHA[2], and Charles KAHINDO MUZUSANGABO[2]

[1]Laboratoire d'ornithologie, Centre de recherche en Sciences Naturelle de Lwiro, D/S Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

[2]Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Officielle de Bukavu, RD Congo

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

ABSTRACT: The study on the biology and ecology of the ''warbler Acrocephalus: Acrocephalidae, Passeriformes was conducted from March to September 2010 in the Basin of Bukavu on Lake Kivu. 33 specimens of birds were caught with mist nets trapped in aquatic macrophytes.
The observations with the naked eye and using a pair of binoculars have identified the reproductive behavior of the studied species.
Stomach contents were analyzed to highlight the eating habits of the species. It was established that the species of the genus studied have a mainly insectivorous diet. They can complete their prey secondarily by Gamelidae crustaceans, mollusc, gastropods and insect eggs. The reproductive period extends from March to July with a peak in June. The nests are shaped like a hanging basket on aquatic macrophytes. The number of eggs is usually two in each nest.
The morphometric data revealed that sexual dimorphism is not pronounced in these species.

KEYWORDS: Lake Kivu, Genus *Acrocephalus*, Alimentary diet, Reproduction.

RESUME: L'étude sur la Biologie et l'écologie de la rousserolle « genre Acrocephalus : Acrocephalidae, Passeriformes » a été menée de mars en septembre 2010 dans le Bassin de Bukavu au lac Kivu. 29 individus du genre Acrocephalus ont été capturés grâce aux filets japonais piégés dans les macrophytes aquatiques.
Les observations à l'œil nu et à l'aide d'une paire des jumelles ont permis de relever les comportements reproducteurs des espèces étudiées.
L'espèce Acrocephalus rufescens (Rousserole des cannes) est la plus abondante dans le milieu (79,3%).
Les contenus stomacaux ont été analysés pour ressortir les habitudes alimentaires des espèces.
Il a été établi que les espèces du genre étudié ont un régime alimentaire essentiellement insectivore. Ils peuvent accessoirement compléter leurs proies par les crustacés Gamelidae, les mollusques Gastéropodes et des œufs d'autres insectes.
La période de la reproduction va du mois de mars en juillet avec un pic en juin. Les nids ont la forme d'une corbeille suspendue aux macrophytes aquatiques. Les nombres d'œufs pondus est habituellement deux dans chaque nid.
Les données morpho métriques ont révélé que le dimorphisme sexuel n'est pas prononcé chez ces espèces.

MOTS-CLEFS: Lac Kivu, Genre Acrocephalus, Régime alimentaire, Reproduction.

Corresponding Author: Claude MAGADJU AMANI

1 INTRODUCTION

Le lac Kivu constitue un écosystème aquatique d'une importance capitale pour la RDC et le Rwanda. Sa biodiversité piscicole, planctonique, avifaunique ainsi que les quantités importantes de gaz méthane que renferment ses eaux relèvent son importance. Il se distingue des autres lacs africains par son origine volcanique, sa situation géographique en altitude, sa morphologie à plusieurs îlots et baies, ainsi que la composition physico -chimique de ses eaux [1].

Une bonne connaissance de sa biodiversité et de son interférence écologique s'avère donc nécessaire afin de proposer des mesures adéquates pour sa gestion durable. Cet écosystème intéresse depuis longtemps le monde scientifique au regard de ses particularités limnologiques, son origine volcanique et sa diversité biologique.

Cependant, son avifaune reste toujours peu d'étudié. Quoiqu'on dispose de quelques informations sur l'avifaune du rift albertin en général, une attention particulière sur les oiseaux du lac Kivu reste indispensable.

La région du rift albertin dans laquelle est situé le lac Kivu est la plus riche en espèces pour les vertébrés en Afrique et contient beaucoup d'espèces endémiques, vulnérables et menacées d'extinction. Cette région s'étend de la pointe septentrionale du lac Albert à la pointe méridionale du lac Tanganyika. C'est une région identifiée de grande importance pour la conservation de la Biodiversité. Plus de 50% d'oiseaux, 39% des mammifères, 19% d'amphibiens et 14% des reptiles du continent Africain se trouvent dans cette région.

En ce qui concerne les oiseaux, le rift albertin contient 1061 espèces soit 50% des espèces d'oiseaux du continent africain dont 41 sont endémiques et 25espèces menacées d'extinction. C'est une région écologique et particulièrement une région endémique d'oiseaux qui malheureusement est affectée par des menaces anthropiques qui restent intenses en RDC [2]. Le genre *Acrocephalus* (Famille *Acrocephalidae* ,ordre des *Passeriformes*) renferme actuellement 37espèces d'oiseaux identifiées [3]. C'est un genre dont les espèces sont généralement de petite taille et vulnérables par leur marginalité économique. Ils sont renommées migratrices et habitant le bord de l'eau (littoral du lac, rivières, marais, etc.) [4], [5].

Au sud Kivu, les zones humides connaissent actuellement une grande pression anthropique (drainage des marais et des bas fond, destruction des macrophytes du littoral des lacs et rivières, etc.) constituant ainsi une menace à ce taxa inféodé à ce genre de biotope. C'est pourquoi par cette étude sur la biologie et l'écologie des espèces du genre *Acrocephalus* dans une perspective de sa conservation efficace nous visons plus globalement de contribuer à la connaissance écologique et systématique de la biodiversité côtière du lac Kivu.

Plus spécifiquement les objectifs de cette étude est de :

- Inventorier les espèces d'oiseaux du genre *Acrocephalus* peuplant les macrophytes du littoral du lac kivu ;
- Etudier l'écologie alimentaire de quelques espèces d'*Acrocephalus* du littoral du lac Kivu afin de ressortir le rôle joué par ces espèces dans le fonctionnement de l'écosystème du lac Kivu ;
- Identifier leurs zones de nidification, analyser leurs matériels de construction des nids et relever leur comportement reproducteur.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

Notre milieu d'échantillonnage s'est limité à la partie extrême sud du lac Kivu notamment le bassin de Bukavu. Ce bassin présente une superficie de 96,5km. Il est bordé au Nord par l'Isthme de Birava et au nord-est les îles Nkombo et Ibindja. La profondeur maximale au centre est de 105m avec une moyenne de 75m. Il comprend six baies dénommées de l'ouest vers l'est dont notamment la baie de Bukavu, celle de Ndendere, celle de Nyofu, celle de Nyalukemba, celle de Nguba et celle de Ruzizi qui font la limite sud du lac avec la ville de Bukavu construite au bord sur une dizaine de kilomètre. Le littoral est caractérisé par une végétation aquatique des plantes submergées et émergées dont les *Potamogetons*, les *Najas*, des *scirpus* ,des *cyperus* des *Paspalidium*, des *Nenuphars*, des *Ceratophylum*, *Lemna, Spirodella, Thypha, Phragmites*[1].

Pour notre échantillonnage, quatre sites ont été choisis dans ce bassin selon qu'il avait prédominance des machrophytes aquatique notamment les Phragmites. Il s'agit du site de Buhunda (S1), le site de Murhundu (S2), le site du bassin du collège Alfajiri (S3) et le site de Mubunda (S4).

2.2 MÉTHODE

Notre matériel biologique est constitué de 33 spécimens d'oiseaux capturés, 33 estomacs prélevés pour l'étude du régime alimentaire et 22 nids examinés pour le comportement reproducteur. Les observations s'effectuaient à l'œil nue ou à l'aide des paires des jumelles à chaque instant de la journée soit avant ou après que les filets étaient fixés. Ceci nous a permis de faire l'identification des espèces dans leur habitat. Une pirogue monoxyle nous a aussi servi de déplacement le long du littoral afin d'avoir des informations sur la faune aviaire du site et sur le comportement reproducteur. Les oiseaux ont- été capturés à l'aide de deux filets japonais qui étaient fixés dans chaque site de 8h à 16h. Chaque filet mesure 12m de longueur,2, 6m à 3m de largeur et 36mm de mailles .Les filets étaient visités tous les 30minutes pour récupérer les spécimens capturés.

L'identification était effectuée grâce à la comparaison des caractères morphologiques saillants : la silhouette de l'oiseau, la coloration du plumage, la forme, taille et couleur du bec, des pattes, des yeux (iris) avec les planches en couleur contenu dans les guides de terrain à notre possession [5], [6].

A chaque capture, l'oiseau était immédiatement identifié puis disséqué si nécessaire pour le prélèvement des contenus stomacaux et la détermination du sexe ainsi que le diamètre des gonades. Quelques mensurations suivantes ont été effectuées : longueur bec, longueur patte, longueur envergure, couleur pattes, couleur bec, couleur iris, ect. Les estomacs ont été prélevés et conservés dans une solution d'éthanol à 70% pour l'étude du régime alimentaire. Les analysés des contenus stomacaux ont été effectués au laboratoire de biologie de l'Université Officielle de Bukavu.

Pour déterminer les préférences alimentaires des espèces étudiées, la méthode qualitative consistant à calculer l'indice d'occurrence (Io) a été utilisée. Pour méthode quantitative l'indice d'abondance(Iab) a été calculé et l'indice alimentaire (Ia) [7], [8]

Les calculs de l'indice d'occurrence consistent à compter les nombres d'estomacs (Na) où une catégorie (a) d'aliment est représentée. On exprime ce nombre en pourcentage du nombre total (Nt) d'estomacs non vides analysés.

Il se définit par :

Io : (Na/Nt)*100(%)

Avec :- Io indice d 'occurrence en pourcentage.
- Na nombre d'estomacs où une catégorie d'aliment est représentée.
- Nt nombre total d'estomacs non vides examinés.

L'indice d'abondance consiste à compter les nombres d'individus (Nx) d'une catégorie d'aliment(x) pour tout échantillon considéré. Ce nombre est exprimé en pourcentage du nombre total d'individus (Nt) trouvés pour l'échantillon. Il est donc défini par :

Iab : (Nx/Nt)*100(%)

Avec : Iab : Indice d'abondance
Nx : Nombres d'individus d'une catégorie d'aliment(x) pour tout échantillon considéré.
Nt : Nombre total d'individus trouvés pour l'échantillon.

L'indice alimentaire détermine la nature réelle du régime alimentaire. Il constitue la combinaison de deux premiers dont l'indice d'occurrence et celui d'abondance et permet de faire la catégorisation du régime alimentaire. Il se calcul par :

Ia : (Iab / Io)*100.

Avec : Ia : indice alimentaire
Iab : indice d'abondance
Io : indice d'occurrence

Les proies peuvent être classées en 4 catégories [8]:

*si Ia est inférieur à 10, proies d'importance secondaire ;
*si Ia est situé entre 10 et 25, proies importantes ;
*si Ia est situé entre 50 et100, proies dominantes

3 RESULTATS

3.1 INVENTAIRE SYSTEMATIQUE DES ESPECES DU GENRE *ACROCEPHALUS* AU LAC KIVU (BASSIN DE BUKAVU)

Trois espèces du genre *Acrocephalus* ont été inventorié au littoral du lac Kivu (Bassin de Bukavu), a partir du mois de mars jusqu'en Juin. Il s'agit notamment de :*Acrocephalus rufescens*, *Acrocephalus gracilirostris* et *Acrocephalus schoenobaenus*. L'espèce *Acrocephalus rufescens* (Fig.1) serait la plus abondante du site (79% de l'ensemble de capture). Elle est suivie de l'espèce *Acrocephalus gracilirostris* puis *Acrocephalus schoenobaenus* en dernière position.

Fig. 1. Image Acrocephalus rufescens du littoral du Lac Kivu (Photo by MAGADJU A.C)

3.2 ECOLOGIE ALIMENTAIRE

Tableau 1 : Etude du régime alimentaire des espèces du genre Acrocephalus dans le bassin de Bukavu.

	site1			site2			site3			site4		
Type des proies	Io(%)	Iab(%)	IA(%)	Io(%)	Iab(%)	IA(%)	Io(%)	Iab(%)	IA(%)	Io(%)	Iab(%)	IA(%)
Coléoptères	100	46,29	46,29	100	40,83	40,83	100	29,22	29,22	100	48,88	48,88
Diptères	66,66	13,62	9,08	90	21,19	19,07	100	19,48	19,48	100	18,58	18,58
Orthoptère	77,77	8,46	6,57	40	5,83	2,33	33,33	1,29	0,42	87,71	4,84	4,14
Odonates	55,55	5,82	3,33	80	3,8	3,03	100	23,37	23,37	87,71	5,45	4,67
Arachnides	55,55	1,45	0,8	40	1,42	0,56	66,66	1,29	0,85	0	0	0
Trichoptère	22,22	0,92	0,2	30	2,02	0,06	33,33	0,64	0,21	0	0	0
Isoptère	11,11	0,39	0,4	40	2,97	1,18	0	0	0	0	0	0
Gastéropode	55,55	1,32	0,73	10	0,11	0,01	0	0	0	0	0	0
Gammellidae	66,66	1,45	0,96	20	0,35	0,07	66,66	1,29	0,85	0	0	0
Œuf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,28	0,4	0,05
coquille d'œuf	22,22	0,52	0,11	40	1,54	0,61	0	0	0	28,57	0,6	0,17
Insectes non identifiés	100	19,7	19,7	100	19,88	19,88	100	23,37	23,37	100	21,21	21,21

S1 : Site de Buhunda, S2 : site de Murhundu, S3 : site du bassin du collège Alfajiri et S4 :site de Mubunda.

Nous retenons de ce tableau que 12 catégories des proies sont consommées par les espèces du genre *Acrocephalus* au littoral du lac Kivu, bassin de Bukavu ; dont 11 proies dans deux sites (Buhunda et Murhundu), 8 dans le site du bassin du collège Alfajiri et 7 dans le site de Mubunda.

Sur le plan qualitatif les coléoptères et d'autres insectes non identifiés constituent la catégorie des proies les plus fréquemment consommées par ces espèces pour l'ensemble des sites investigués (Io=100%).

La fréquence dans la consommation des autres catégories des proies varie selon les différents sites d'échantillonnage. C'est ainsi qu'à Buhunda(S1) les orthoptères sont le plus consommés(Io=77,77%), suivi des diptères(Io=66,66%) et des gammelidés(Io=66,66%).

Par contre à Murhundu(S2), ce sont les diptères (Io=90%)et les odonates (Io=80%) qui sont fréquemment consommé. Dans le site du bassin du collège alfajiri(S3), l'indice d'occurrence indique que ces sont les diptères et les odonates qui dominé (Io=100%) et à Mubunnda(S4), ce sont les diptères (Io=100%) et orthoptères(Io=87,71).

Sur le plan quantitatif l'indice d'abondance révèle que les coléoptères, les insectes non identifiés et les diptères sont les proies plus consommés dans deux sites(Buhunda et Murhundu). Les odonates ont été plus consommés dans le site du bassin du collège alfajiri et les diptères à Mubunda.

La combinaison des aspects qualitatifs et quantitatifs nous fait constater que les coléoptères constituent l'unique proie essentielle chez ces espèces dans tous les sites (IA se situe entre 25et 50%) et qu'aucune proie largement dominante (IA supérieur à 50%) n'a été identifiée. Des petites différences sont observées cependant dans les préférences alimentaires chez ces espèces selon les différents sites. Dans le site de Buhunda, les débris d'insectes constituent les proies les plus importantes (IA=.19,7%). Les autres proies constituent une catégorie secondaire.

Les diptères constituent la catégorie des proies importantes à Buhunda (IA=19,07%).

Dans le site du Bassin du collège alfajiri par contre, ce sont les odonates et les débris d'insectes qui sont les proies les plus importantes (IA=23,37%).

Dans le site de Mubunda, les débris d'insectes et les diptères sont les proies importantes avec respectivement, IA=23,21% et IA=18,58.

3.3 LA REPRODUCTION

Au total 22 nids ont été dénombrés au littoral du lac Kivu (Bassin de Bukavu), de mars en septembre 2010, le grand nombre des nids a été observé au mois de septembre (12nids) suivit du mois de juin (11), celui de juillet (2/22) et enfin le mois de mars occupe la dernière position(1/22 nids observés) (Fig.2). Nous remarquons donc que ces espèces se reproduisent de mars jusqu'en juillet, période pendant la quelle nous avons trouvé des oisillons et des œufs mais avec un pic en juin. Tous les nids trouvés en septembre étaient déjà utilisés.

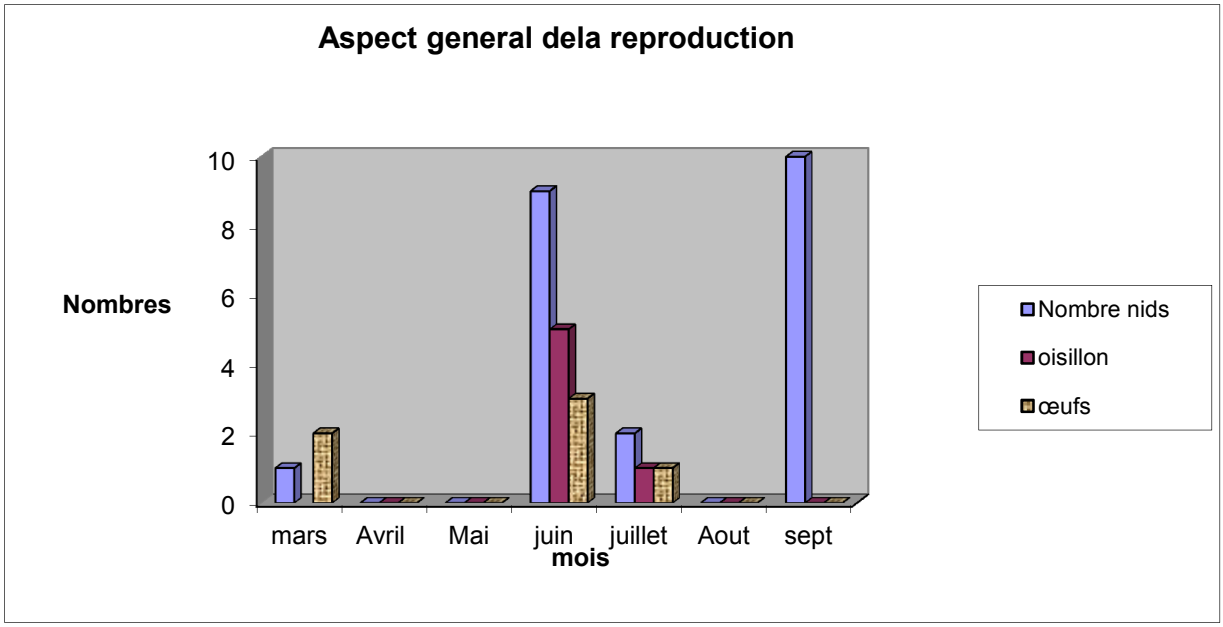


Fig. 2. Comportement reproducteur des espèces du genre Acrocephalus au lac Kivu

Les oisillons observés sont nidicoles la naissance (incapable de se débrouiller par eux même après leur éclosion et doivent rester quelques temps au nid, nourris par leurs parents):4/4 observés soit 100% et les plumes s'insèrent petit à petit une semaine après l'éclosion, mais ils manquent des tectrices jusqu'à l'âge de voler.

Les nids dénombrés avaient la forme d'une corbeille souvent suspendus sur 3 à 4 tiges de *Phragmites mauritianus* et quelque fois sur au moins 5tiges de *Cyperus.*(Fig2).

Fig. 3. Nid d'un Acrocephalus rufescens au littoral du Lac Kivu en pleine éclosion contenant œuf et oisillon (Photo by MAGADJU A.C).

La hauteur des nids par rapport au niveau d'eau variait entre 17et 110cm avec une moyenne de 46 cm. Le diamètre des nids varie de 5 à 6cm de largeur contre 7cm de hauteur en général. Les matériels de construction des nids est constitué de végétaux de (*Phragmites,Cyperus*), des morceaux des sachets et des fils des sacs en nylon à 96% et quelque fois des plumes d'autres oiseaux, et du peau des serpents. Nos observations sur terrain révèlent que tous les deux parents participent à la construction du nid et à l'alimentation des jeunes oisillons. Le couple semble durer depuis la construction du nid jusqu'à la croissance des jeunes.

Les espèces du genre *Acrocephalus* pondent généralement deux œufs de forme ovale, colorés en blanc avec des taches noirâtres.

4 DISCUSSION DES RESULTATS

4.1 INVENTAIRE SYSTEMATIQUE

Nous avons inventorié trois espèces du genre *Acrocephalus* au littoral du lac Kivu, il s'agit respectivement de : *Acrocephalus rufescens, Acrocephalus graciliristris* et *Acrocephalus schoenobaenus.*

Cinq espèces de ce genre ont été signalées au lac Tanganyika : *Acrocephalus arundinaceus, Acrocephalus baeticatus, Acrocephalus gracilirostris, Acrocephalus cirpaceus et Acrocephalus schoenobaenus)*[9]. Deux espèces ont été également signalées dans les massifs d'Itombwe *(Acrocephalus arundinaceus* et *Acrocephalus schoenobaenus)*[10].

Aux environs de Mugeri deux espèces de ce genre y ont été signalées *(Acrocephalus gracilirostris* et *Acrocephalus baeticatus)* [11]. L'espèce *Acrocephalus gracilirostris* a été trouvée au bassin du collège Alfajiri [12]. L'espèce *Acrocephalus rufescens* est la plus abondante dans nos captures soit 23 individus sur les 29 espèces du genre *Acrocephalus* capturées au total (soit 79,39%), il est suivi d'*A. gracilirostris* (17,24%) et un individu d'*A. schoenobaenus*(3,37%).

L'abondance la plus élevée de cette espèce dans ce milieu peut être justifiée par son adaptation grâce à son régime alimentaire plus diversifié par rapport aux deux autres espèces d'*Acrocephalus* inféodées au même milieu. Les résultats sur sa reproduction présentés ci - dessus témoignent aussi de son adaptation dans ce milieu.

4.2 ECOLOGIE ALIMENTAIRE

Les résultats sur le régime alimentaire des espèces du genre *Acrocephalus* du lac Kivu attestent qu'elles ont un régime alimentaire spécifiquement insectivore. Ceci est confirmé pour les espèces de ce genre en Europe [14], [5].

Les insectes les plus prédatés au lac Kivu sont donc les coléoptères, diptères, orthoptères, odonates, isoptères, arachnides, les trichoptères et d'autres insectes non identifiés. Dans ce milieu les espèces du genre *Acrocephalus* se nourrissent accessoirement des mollusques gastéropodes, des crustacés gamellidés et des œufs d'autres insectes.

La différence observée dans les préférences qualitatives des aliments selon les espèces et les sites d'échantillonnage s'explique peut être par l'adaptation des espèces dans les différents sites mais aussi par la disponibilité ou non des différentes proies. Ainsi, nous observons que *Acrocephalus rufescens* l'espèce la plus abondante se nourrit des toutes les 12 catégories des proies identifiées. Par contre *Acrocephalus gracilirostris* ne consomment que 9 catégories de proies et *Acrocephalus schoenobaenus* ne se nourrit que de 6 catégories des proies.

En ce qui concerne la diversité des proies, le site de Buhunda et celui de Murhundu ont présentés un nombre élevé des proies. Ceci s'explique par la grande abondance des macrophytes aquatiques, l'état du site étant donc moins perturbé par rapport aux autres sites. Cette variation dans le régime alimentaire peut se justifier par l'adaptation de chaque espèce dans les différents sites mais aussi par la disponibilité ou la rareté des différentes catégories d'aliments dans les sites.

4.3 REPRODUCTION

Les résultats de nos enquêtes sur la reproduction des espèces du genre *Acrocephalus* au littoral du lac Kivu mettent en exergue la période de leur reproduction qui se situe entre le mois de mars et juillet avec un pic en juin, période pendant laquelle nous avons observé plusieurs nids, œufs et oisillons.

La période de reproduction pour *Acrocephalus palustris, Acrocephalus schoenobaenus, Acrocephalus arundinaceus* et *Acrocephalus cirpaceus* se situe entre Mai et juin en Europe [13]. Pour les oiseaux insectivores en général, elle se situe entre Mars et Juillet [10].

Les nids trouvés étaient malignement cachés, suspendus sur 3 à 4 tiges des roseaux *Phragmites mauritianus* ou sur 5 tiges de *Cyperus sp*. La hauteur de l'emplacement du nid se trouvait entre 17 et 110 cm par rapport au niveau de l'eau. Cela est confirmé par le fait que les rousserolles exigent en période de nidification la présence permanente d'eau libre et une Végétation composée d'éléments verticaux denses et forts généralement les roseaux *Phragmites*. Le besoin d'eau libre se justifie notamment par le trempage des matériaux de construction du nid qui se trouve ainsi ramollis alors que la solidité et la densité des tiges sont nécessaires à la fixation et au support du nid qui est lourd. De plus, la présence d'arbres ou des buissons serait favorable en augmentant les ressources alimentaires [4].

La différence observée dans la hauteur des nids par rapport au niveau de l'eau selon les mois (17 à 40cm pour les nids observés de mars en juin et de 45cm à 110cm pour ceux observés de juillet en septembre) se justifie par l'augmentation du niveau des eaux du lac Kivu par rapport au niveau habituel qui a été observée au lac pendant cette période de notre échantillonnage. La forme des nids trouvée est celui d'une corbeille suspendue sur les macrophytes aquatiques principalement les roseaux *Phragmites mauritianus* et le *Cyperus* [13].

La présence des morceaux des sachets, fils de sac en nylon, des plumes ou de la peau des serpents dans les éléments composants des nids traduirait une adaptation développée dans l'intérêt majeur de protéger ses progénitures vis à vis des intempéries notamment les fortes vagues.

5 CONCLUSION

Le présent travail est une étude préliminaire sur '' la Biologie et l'écologie de la rousserolle « genre *Acrocephalus* » du littoral du lac Kivu, bassin de Bukavu'' qui avait pour objectif d'inventorier systématiquement les espèces de ce genre, étudier l'écologie alimentaire et évaluer le comportement reproducteur des espèces dans le bassin de Bukavu. . L'inventaire systématique du genre *Acrocephalus* au littoral du lac Kivu révèle la présence de trois espèces dont *Acrocephalus rufescens, Acrocephalus gracilirostris* et *Acrocephalus schoenobaenus.*

Les analyses des contenus stomacaux ont permis d'identifier 12 catégories des proies consommées pour l'ensemble des espèces de ce genre. Les aspects qualitatifs et quantitatifs de leurs proies ont montré que leur régime

alimentaire est essentiellement insectivore. Ils complètent accessoirement leur régime alimentaire par les mollusques gastéropodes, les crustacés *gamellidae* et les œufs d'autres 'insectes. Les insectes consommés dans le milieu sont les coléoptères, diptères, orthoptères, odonates, trichoptères, arachnides, isoptères et d'autres insectes non identifiés.

Les observations sur la reproduction de ces espèces au lac Kivu nous montrent que ces espèces se reproduisent entre la période allant de Mars en Juillet avec un pic en juin. Vingt deux nids de forme d'une corbeille ont été dénombrés, et les deux parents participent à la construction du nid et à l'alimentation des jeunes.

Les rôles écologiques joués par chaque espèce dans l'entretien des processus écologiques fondamentaux d'un écosystème étant indispensables, la protection du littoral du lac Kivu s'avère donc une condition impérative préalable à la conservation in situ de la biodiversité qui lui est inféodée surtout pour les espèces de ce genre vulnérables et présentant des conditions très exigeantes à l'égard de leur habitat.

REMERCIEMENTS

Nous remercions sincèrement le centre de recherche en sciences naturelles CRSN/Lwiro et le Département de Biologie, Faculté des Sciences de l'université officielle de Bukavu UOB pour le cadre de recherche qu'ils nous offrent.

Monsieur MAGADJU MUSHOKO Martin, Mwami KAMIROGOSA III SHOSHO NTALE et Madame Adolphine RUTAHA pour avoir financé ce travail.

Les amis Emile KABIONA, Marcelin KABUGU et Blaise MUPANGO qui ont partagé avec nous les moments difficiles de récolte des données sur le terrain.

Tous les chercheurs du CRSN Lwiro qui nous ont assistés dans la réalisation de ce travail.

REFERENCES

[1] KANINGINI, B, MICHA, J., VANDENHAUTES, J. PLATEAU, P., WATONGOKA, H., M.MELARD C., WILONDJA et SUMBISHO, M. (1999) : pêche du sambaza au filet maillant dans le lac Kivu, rapport final du projet ONG /2/9/92/Zaïre, CERUKI, FUID, UNECRD, CCC, Presses, universitaire de Namur177p.

[2] PLUMPTRE,A.J,BEHANGANA,M.,DAVENPORT,II.KAHINDO,C.KITYO,R.,NDOMBA,E.,NKUUTU,D.,OWIUNJI,I.,SSEGAWA,P, and EILU,G.,2003 « the biodiversity of the Albertine Rift »Wild life conversation society, Albertine Rift Technical Reports Nº3.96p

[3] http//fr :wikipedia.org/wiki/Acrocephalus

[4] LEDANT JP, JACOB JP, DEVILLERS P. 1983 Protégeons nos oiseaux, animaux menacés en Wallonie, Jean ducolot, Paris 325 P.

[5] SINCLAIR, I., RYAN, P. (2003) *Birds of Africa, South of the Sahara*; Princetown university press and Oxford 2003.759 p.

[6] ZIMMERMAN,D.A.,TURNER ,D.A. ET PEARSON, D.J.(1999) *Birds of Kenya and Northern of Tanzania* ,Helm Field Guides ©Christopher Helm publishers Ltd , a subsidiary of A & C Blacks p.576

[7] MULOTWA,M. ,2008 Biologie et écologie du paon congolais Afropovo congoensis Chain,1936 dans une perspective de sa conservation efficace(Parc National de Salonga et aire Est de sa distribution en RD Congo).Thèse de Doctorat, Faculté des sciences, UNIKIS 46p.

[8] PLISNIER P.D, MICHA, J.C et FRANCK. V, 1988 Biologie et exploitation des poissons du lac Ihema (Basin Akagera Rwanda), presse universitaire de Namur/Belgique 211 P

[9] COULTER, W, 1991 « Lake Tanganyika and its life » Naturel history Museum publications oxford university press.347p

[10] PRIGOGINE, 1984 « Les oiseaux de l'Itombwe et de son Hinterland vol III »Misée royal de l'Afrique centrale. Tervuren, Belgique annales-série IN8º 139p

[11] MUSEMA A., KUJIRABWINJA D, KAKULE E., 2001 '' *Inventaire ornithologique dans la réserve forestière de Mugeri, sud Kivu/RDC,*Rapport de la seconde session de formation Projet BEATRA 2002,Page 10 –28.

[12] MURHABALE, C. 2008"Contribution à l'étude de l'avifaune du lac Kivu, Bassin de Bukavu (RDC), Annales des sciences, Faculté des sciences vol I,UOB

[13] DURANGO, S sd. Les oiseaux 'Ed. Fernand Nathan,18ºrue Monsieur le prince, paris,204 pages.

[14] WALLANCE I., HUME R. , MORRIS R. et FOSTER T. 1984 Les mystères mystères du monde des oiseaux . Usborne publishing GP Paris ed. du Pelican 45 P

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 268-277
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation de la qualité hygiénique des Arachides au niveau de la ville de Fès - Maroc

[Evaluation of the hygienic quality of peanuts at the city Fes - Morocco]

N. Mejrhit[1], H. Taouda[1-2], and L. Aarab[1]

[1]Laboratoire de Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques Saiss, B.P. 2202 Route d'Imouzzer, Fès, Maroc

[2]Equipe de physiopathologie et Nutrition, Laboratoire de Biologie des Cancers, Faculté de Médecine et Pharmacie, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, BP 1893 Km 2200 Route de Sidi Hrazem, Fès, Maroc

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

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the microbiological quality and mycotoxic presence in peanuts and highlight the eating habits, distribution channels, and health stores in different areas of the city of Fes. The results of this study show that the majority of consumers buy peanuts in bulk from the nearest grocer whose purchases are casual in Ramadan and especially during religious festivals. The analysis showed that the health stores and equipments require a deep review to avoid contamination. The microbiological analysis showed that wholesalers and retailers represent the highest non compliance compared to supermarkets; however the percentage of compliance in all samples does not exceed 50 to 60%. The Samples analyzed did not contain aflatoxin B1, which allows us to think that the samples are not contaminated with fungal species secreting aflatoxin. This work has also helped to develop a basis for rapid microbiological tests on liquid medium.

KEYWORDS: Peanut, sanitary quality, survey, hygiene, liquid test, consumer, seller, aflatoxin B1.

RÉSUMÉ: L'objectif du travail était d'évaluer la qualité microbiologique et mycotoxiques des arachides et de mettre en évidence les habitudes alimentaires, les circuits de distribution, et l'hygiène des magasins dans les différentes zones de la ville de Fès. Les résultats de cette étude montrent que la majorité des consommateurs achètent les arachides en vrac auprès de l'épicier le plus proche dont les achats sont occasionnels surtout en Ramadan et durant les fêtes religieuses ; L'analyse de l'hygiène a montré que les magasins et les équipements nécessitent une revue profonde pour éviter des contaminations ; L'analyse microbiologique a montré que les grossistes et les détaillants représentent la plus forte non-conformité comparée aux grandes surfaces, cependant le pourcentage de conformité dans tous les échantillons ne dépasse pas 50 à 60% ; Les échantillons analysés ne contiennent pas d'aflatoxine B1, ce qui nous permet de penser que les échantillons ne sont pas contaminés par des espèces de champignons sécréteurs d'aflatoxine. Ce travail nous a permis également de mettre au point une base pour des tests microbiologiques rapides sur milieu liquide.

MOTS-CLEFS: Arachide, qualité sanitaire, enquête, hygiène, test liquide, consommateur, vendeur, aflatoxine B1.

1 INTRODUCTION

L'arachide est une plante appartenant à la famille des légumineuses **[1]** dans laquelle la tige centrale de la plante produit des fleurs d'arachide. Le fruit est une gousse contenant un à trois graines qui se développent dans les branches et qui sont poussés sous le sol **[2]**. Au Maroc, environ 25000 ha des arachides sont cultivés sur la côte atlantique entre Kenitra et Larache. La culture est conduite en irrigué sur des sols sableux. Le semis a lieu en avril-mai et la récolte en septembre-

octobre. Les rendements varient en général entre 2 et 3 tonnes/ha. Le quasi totalité de la production de l'arachide est consommé au Maroc sous diverses formes: arachides crues, cuites ou grillées. La farine d'arachide est utilisée également dans la fabrication des gâteaux.

L'arachide possède une valeur nutritionnelle élevée en raison de la présence de protéines, des acides gras, des hydrates de carbone, des fibres, des vitamines, du calcium et du phosphore **[3]**. Concernant l'intérêt santé des arachides, des études ont mis en avant l'intérêt de consommer les arachides pour réduire le risque de maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2 **[4]**. Une autre étude montre que les arachides ont une capacité antioxydante comparable au brocoli et aux tomates **[5]**. Cependant, peu d'informations sur la qualité microbiologique des arachides sont disponibles, dont leur contamination constitue un danger réel pour la santé publique.

Au Maroc, les techniques traditionnelles pour la conservation, le stockage et le transport des arachides sont encore utilisés. Ces pratiques sont des conditions optimales pour le développement des microorganismes pathogènes; ce qui constitue un sérieux problème pour la santé humaine **[6]**. Owhe-Ureghe et al **[7]** ont montré que la présence *d'Escherichia coli, Proteus sp, et Salmonella sp* dans les échantillons de l'arachide est un signe d'une contamination fécale qui peut représenter un risque potentiel pour la santé humaine et animale. En plus, Diener et al **[8]** ont déclaré que la contamination des arachides par les aflatoxines résulte de la croissance des champignons au niveau de leurs graines pendant leur stockage, leur manutention et leur transport.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la qualité hygiénique des arachides dans les différentes zones de la ville de Fès. Pour cela, un questionnaire a été mis en évidence afin de s'enquérir les habitudes alimentaires, les circuits de distribution, et l'hygiène des magasins dédiés pour la vente et la commercialisation des arachides au niveau de la ville de FES. Dans un deuxième temps, nous avons prélevé des échantillons d'arachides de différentes zones de la ville de FES (grossistes, supermarchés, détaillants…) afin d'évaluer leur qualité microbiologique, un test sur milieu liquide a été réalisé en parallèle pour une recherche rapide, simple de la charge microbienne contenu dans les échantillons, ce qui nous a permis une bonne évaluation biochimique colorimétrique visuelle, finalement l'étude a été menée pour la recherche des mycotoxines dans les échantillons d'arachides étudiés, ceci dont l'objectif d'évaluer le degré de la contamination des échantillons par ces molécules toxinogènes.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ENQUÊTE QUESTIONNAIRE

Cette étude est basée sur une enquête questionnaire fait auprès différents vendeurs des arachides de la ville de Fès (grossistes, détaillants, grandes surfaces) dont le premier objectif est d'étudier et évaluer les conditions de vente des arachides (origine d'achat des vendeurs, durée de stockage, les mesures hygiéniques), il permettra aussi d'identifier les canaux de distribution et de commercialisation des arachides. D'autre part, une enquête a été réalisée également auprès de 72 consommateurs afin de mesurer quantitativement les habitudes, la fréquence et le lieu d'achat des arachides. Les enquêtes ont été réalisées dans la ville de Fès, la collecte des questionnaires a été menée durant l'année 2013. Le traitement des données et la réalisation des graphiques ont été réalisés par le logiciel Sphinx plus[2].

2.2 ECHANTILLONNAGE

Notre matériel végétal est constitué des échantillons d'arachides prélevés à différents quartiers de la ville de Fès. Quatre sites de prélèvements ont été ciblés: les marchés, les grossistes, les détaillants et les grandes surfaces. Tous les échantillons ont été acheminés au laboratoire des molécules bioactives de la Faculté des Sciences et Techniques et ont été maintenus à une température de 4°C pour leur assurer une bonne conservation pour une durée maximale de 7 jours.

2.3 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Pour la réalisation de l'analyse microbiologique, 10g de chaque échantillon ont été mises en suspension dans 100 ml d'eau distillée stérile. Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) a été effectué selon la norme marocaine (NM.08.0.102), dans laquelle on étale 100 µl de chacune des dilutions sur la gélose PCA, les boites ont été incubées à 30°C pendant 24 à 48 h. Le dénombrement des champignons a été effectué selon la norme marocaine (NM 08.0.123, 2004) en utilisant le milieu de culture Sabouraud complété au chloramphénicol pour empêcher la croissance bactérienne, les cultures ont été incubées à 37 °C pendant 3-5jours. Pour le dénombrement des coliformes totaux, la

méthode a été déterminée selon la norme marocaine (NM 08.0.124, 2004), dans laquelle 1ml d'échantillon est étalé sur gélose EMB suivi d'une incubation à 37 °C pendant 24 h à 48 h.

2.4 DOSAGE DES MYCOTOXINES

2.4.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Cinq grammes d'échantillon sont broyés et solubilisés dans 25 ml de méthanol 70%. La suspension obtenue est homogénéisée pendant 3 mn et filtrée à travers du papier Wattman. Ensuite, 1 ml du filtrat obtenu est dilué avec 1 ml d'eau distillée ou déminéralisée. Finalement 50 µl du filtrat dilué est distribué dans les puits pour le test du dosage immuno-enzymatique.

2.4.2 MODE OPÉRATOIRE

Cinquante microlitres des extraits dilués sont distribués dans les puits d'une plaque de microtitration, puis 50 µl d'anticorps anti-aflatoxine et 50µl d'aflatoxine conjugué à la peroxydase sont rajoutés respectivement à chaque puits. Ensuite, la plaque est incubée pendant 45 mn à 37°C. Après incubation, chaque puits de la plaque est alors lavé avec 150µl du tampon de lavage (BBS). La révélation de l'anticorps lié à l'antigène fixé sur la plaque est réalisée par l'addition de 100 µl de substrat / chromogène à chaque puits. L'ensemble est mélangé doucement en faisant basculer la plaque manuellement et incubé pendant 15 à 30 minutes à la température ambiante dans l'obscurité. 50 µl de la solution d'arrêt est ajoutée par la suite dans chaque puits et l'absorbance mesurée à 450 nm dont elle est inversement proportionnelle à la concentration d'aflatoxine dans l'échantillon.

2.5 CINÉTIQUE DE LA CROISSANCE DES GERMES SUR MILIEU LIQUIDE

Le but principale de ce test est la mise au point d'un test simple et rapide de suivie de la charge microbienne avec une évaluation biochimique colorimétrique visuelle.

Tableau 1: les différents milieux de culture utilisés.

Milieu PCA (sans agar)	Milieu sabouraud	Milieu de Mac Conkey
FMAT	Champignons	Coliformes totaux

Les indicateurs colorés utilisés pour suivre la prolifération des microorganismes sont:

MTT: ajouté à 5mg/ml. Ce test est basé sur l'activité d'une enzyme de la chaine respiratoire, la succinate déshydrogénase. En présence du substrat MTT (3-[4,5-diméthylthiazol-2yl]-2,5-diphényltétrazolium bromide), les sels de tétrazolium du substrat sont transformés en cristaux insolubles de formazan grâce à l'activité de la succinate déshydrogénase. La quantité de sel formazan produite par les cellules à partir du MTT est mesurée par spectrophotométrie à 570 nm.

BCP (pourpre de bromocrésol) : ajouté à 1mg/ml. Le pourpre de bromocrésol, ou BCP, nommé plus complètement « 5',5''-dibromo-o-crésolsulfonephthaléine », est un indicateur de pH. Sa zone de virage s'étend de pH 5,2 à pH 6,8. Le BCP existe sous deux formes : la forme acide jaune dont l'absorbance peut être mesurée à 430 nm et la forme basique pourpre dont l'absorbance peut être mesurée à 590 nm.

TMB : ajouté à 5mg/ml. Le 3,3', 5,5'-tétraméthylbenzidine ou TMB est un substrat chromogène de la peroxydase. Le TMB est un cristal incolore ou coloré en bleu-vert pale lorsqu'il est en solution dans un tampon faiblement acide. Après l'action de la peroxydase, le TMB prend une coloration bleue dont l'absorbance peut être mesurée à 570 nm.

PNPP : ajouté à 1,25mg/ml. Le substrat PNPP est un substrat chromogène utilisé pour la détection de la phosphatase alcaline (AP). Lors de son addition, les phosphatases catalysent l'hydrolyse de PNPP en p-nitrophénol, dans ce cas le PNPP prend une coloration jaune intense dont l'absorbance peut être mesurée à 570nm.

Pour valider ce test, nous avons travaillé sur plusieurs échantillons des arachides afin d'évaluer la charge microbienne de FMAT, des champignons et des coliformes totaux.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 ENQUÊTE QUESTIONNAIRE

3.1.1 CONSOMMATION DES ARACHIDES A FES

Dans cette étude, nous avons étudié en premier les circuits de vente et les habitudes de consommation de ces produits, ce ci a été réalisé à travers une enquête qui a concerné 72 consommateurs. Les résultats obtenus montrent que les grandes consommateurs sont des femmes (75%) et sont âgés entre 20 et 40 ans (71%); Toutes 65% achètent les arachides une fois par mois et occasionnellement surtout pendant le Ramadan (79%) et les fêtes religieuses (72%). Nous avons constaté également que la majorité des consommateurs achètent les arachides en vrac (81%) et nature (80%) dont le principal lieu d'achat constitue l'épicier proche (62%), ce qui montre que les consommateurs recherchent plutôt la proximité du commerce.

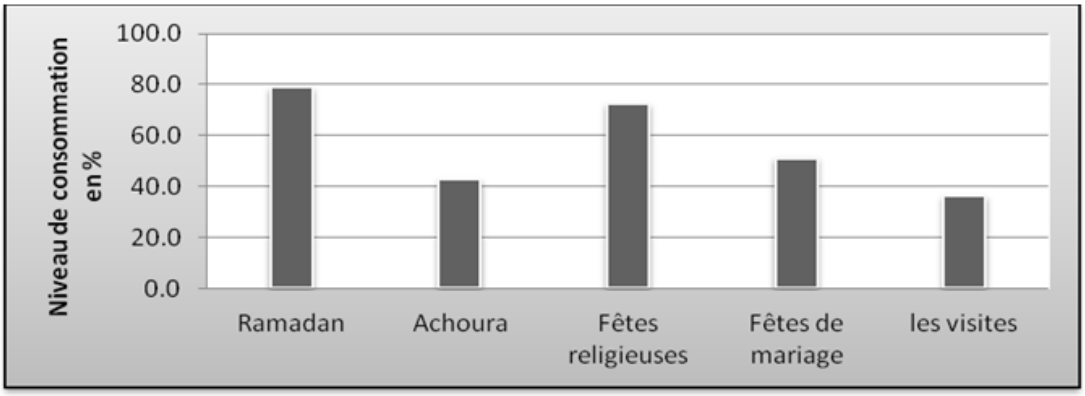


Fig. 1. Période d'achat des arachides

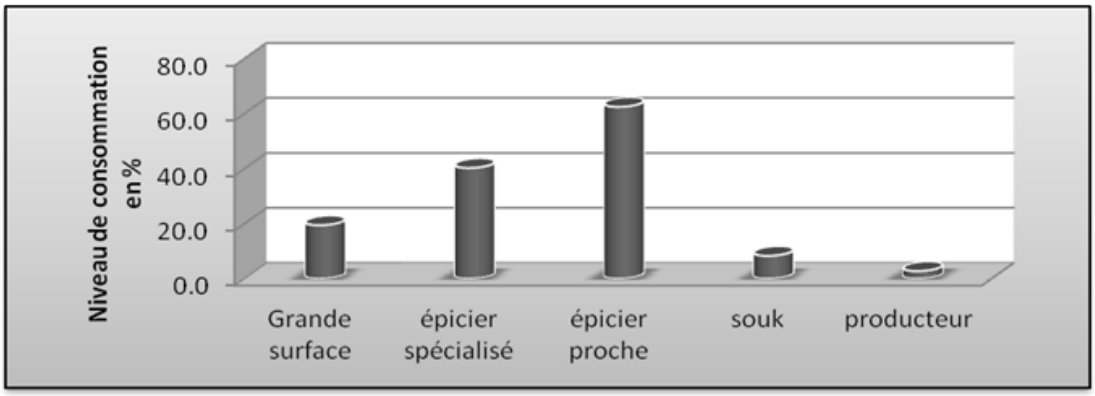


Fig. 2. Lieu d'achat des arachides

3.1.2 CIRCUIT DE VENTE DES ARACHIDES

Une enquête a été réalisée également chez les différents vendeurs des arachides de la ville de Fès (grossistes, détaillants, grande surface). D'après les résultats obtenus nous avons remarqué une plus grande proportion de grossistes et de grandes surfaces qui achètent leurs arachides soit importé de différents pays: la Chine, l'Egypte et l'Afrique du Sud; soit à partir de régions nationales notamment Kenitra et Larache. Tandis que presque tous les détaillants achètent leurs arachides à partir de la zone de Bab Ftouh à Fès (figure 3).

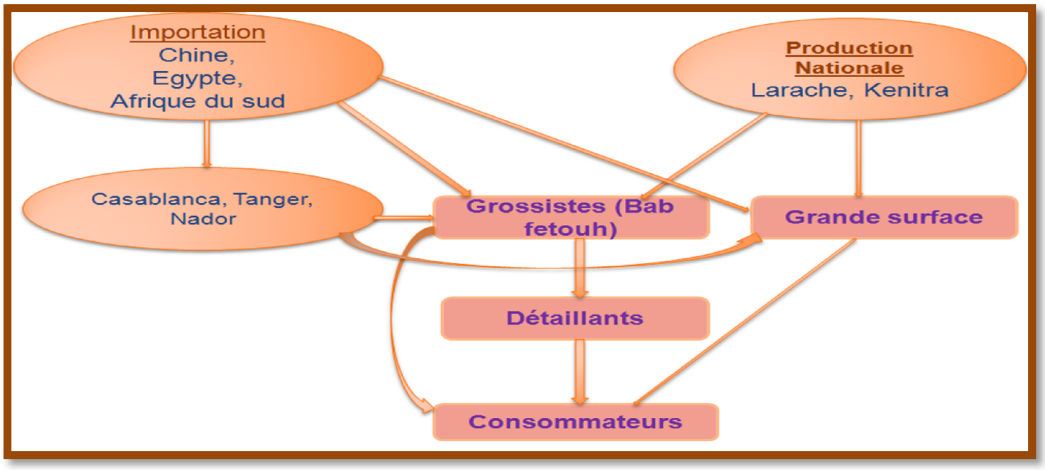


Fig. 3. Circuit de vente des arachides

3.1.3 L'ANALYSE DE LA NON-CONFORMITE D'HYGIENE

L'analyse du non conformité montre que le taux de non conformité est de 83% pour les magasins, 56% pour le matériel, 23% pour les alentours du magasin et 40% pour le personnel.

Tableau 2: la non-conformité aux principes d'hygiène

	Magasin	Matériels	Alentours	Personnel
Etat hygiénique	**83%**	**56%**	**23%**	**40%**

Les résultats de cette enquête pourraient nous faire penser que la contamination des arachides par les germes microbiens peut provenir de plusieurs conditions non hygiéniques : la vente en vrac, la contamination croisée, l'état d'hygiène du lieu de vente, les moyens de transports et les mauvaises conditions de stockage.

3.2 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les résultats d'analyse du dénombrement montrent que presque tous les échantillons analysés par la méthode classique de numération sur gélose sont largement contaminés par les champignons, la FMAT et les coliformes totaux avec des concentrations qui dépassent les limites fixés par la réglementation marocaine chez les différents vendeurs de la ville de Fès.

Concernant la FMAT, nous avons trouvé des valeurs très élevés qui dépassent les limites fixées par les normes marocaines qui est de l'ordre de 15 10^3 UFC / g. Les résultats représentés dans la figure 4 montrent que la valeur de FMAT dans les échantillons examinés varie entre une valeur maximale de 220 10^3 UFC / g et une valeur minimale de 21 10^3 UFC / g, cette valeur maximale a été détectée chez les grossistes de la zone de Bab Ftouh suivies à des valeurs très élevés qui ont été détectées chez les différents détaillants principalement dans le quartier de Saada (133 10^3), à dkarat (115 10^3), et également dans les supermarchés (88 10^3).

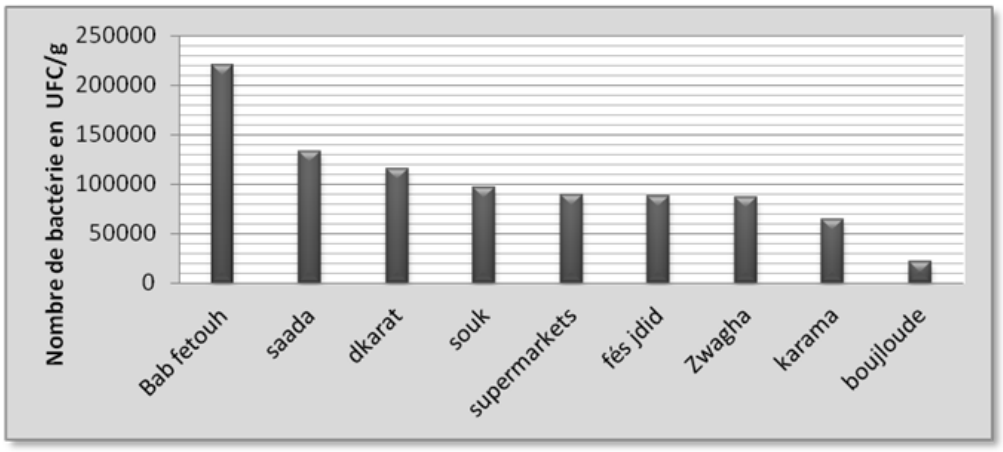


Fig. 4. Dénombrement de la FMAT dans les différents vendeurs de la ville de Fès

Le pourcentage de la non-conformité est de 75% pour les grossistes, 50% pour les détaillants et 33% pour les grandes surfaces. Les teneurs élevés en FMAT dans les échantillons d'arachide peuvent provenir d'une mauvaise hygiène du magasin, des vendeurs et provient souvent des surfaces et matériels mal nettoyés.

Concernant les champignons, nous avons trouvé également des valeurs très élevés qui dépassent les limites fixés par les normes marocaines qui est de l'ordre 10^3 UFC/g. Les résultats représentés dans la figure 5 montrent que la valeur des échantillons testés dans les champignons varie entre une valeur maximale de 190 10^3 UFC / g et une valeur minimale de 6 10^3 UFC / g, cette valeur maximale a été détectée chez les grossistes de Bab Ftouh suivies à des valeurs élevés qui ont été détectées dans différents détaillants principalement dans le quartier de Fès jdid (62 10^3), à Zwaga (52 10^3), et également dans les supermarchés (44 10^3).

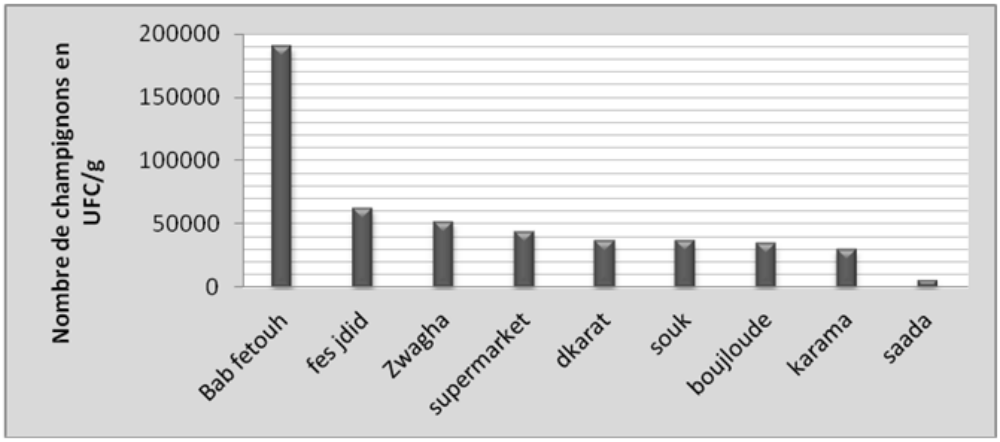


Fig. 5. Dénombrement des champignons dans les différents vendeurs de la ville de Fès

Le pourcentage de la non-conformité est de 75% pour les grossistes, 78% pour les détaillants et 33% pour les grandes surfaces. Les arachides peuvent être contaminées au cours du stockage à savoir les conditions et la durée de stockage, de la manutention et du transport du produit.

Concernant les coliformes, nous avons trouvé ainsi un nombre très élevé qui dépasse les limites fixés par les normes marocaines qui est de l'ordre 10 UFC /g. Ces valeurs ont été détectées chez les détaillants principalement dans le quartier de karama (115 10^2 CFU / g), dans le souk (83 10^2 CFU / g), et également dans les supermarchés (53 10^2 CFU / g). (Figure 6).

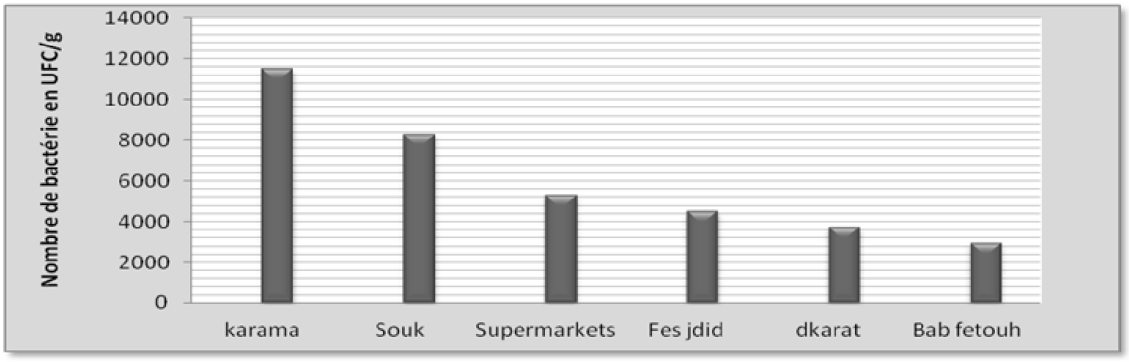


Fig. 6. Dénombrement des coliformes dans les différents vendeurs de la ville de Fès

Le pourcentage de la non-conformité est de 100% pour tous les différents vendeurs, les grossistes, les détaillants et les grandes surfaces. Les teneurs élevés en coliformes dans les échantillons des arachides, a confirmé la mauvaise pratique de l'hygiène chez les gestionnaires de produits (non lavage et non désinfection des mains ou après manipulations d'emballages contaminés, de matière première, etc..).

Des études réalisées en Afrique **[9] [10]** analysant des échantillons de cake à base d'arachide, ont montré un nombre très élevé de contaminants microbiologiques qui dépasse les limites fixés par la réglementation. Les auteurs attribuent cette forte contamination aux arachides qui nécessitent la mise en place de bonnes pratiques d'hygiène depuis la production jusqu'à la consommation. Des résultats similaires ont été publiés par Odu et Okonko **[11]** où la qualité bactériologique du beurre d'arachide des marchés locaux de Nigéria, a montré une forte présence de la FMAT avec une charge importante de coliformes.

3.3 ANALYSE DES AFLATOXINES B1 DANS LES ARACHIDES

Les analyses ont été faites par un kit spécifique pour la détection des aflatoxines B1 (R-Biopharm, Germany). La méthode utilisée est le test ELISA par compétition qui est basée sur des réactions immunologiques entre l'anticorps et l'antigène. La quantification de ces molécules nécessite l'élaboration d'une courbe d'étalonnage en faisant appel à des standards des aflatoxines contenant différentes concentrations. La lecture des résultats est faite à 450nm. Le traitement et l'analyse des résultats ont été faits par le logiciel Excel.

Les résultats obtenus ont montré que tous les échantillons analysés par la technique ELISA ne contiennent pas d'aflatoxine B1 (Tableau 3), Ce qui nous permet de penser que les échantillons ne sont pas contaminés par des espèces de champignons sécréteurs d'aflatoxine.

Tableau 3 : Analyse des aflatoxines B1 dans les arachides

N° d'échantillons	Absorbance (%)	Taux d'aflatoxine
C1	156,52	0
C2	134,78	0
C3	163,77	0
C5	66,67	0
C6	150,72	0
C7	104,35	0
C8	114,49	0
C9	118,84	0
C10	124,64	0
C11	124,64	0
C12	134,78	0
C13	143,48	0
C14	111,59	0
C15	144,93	0
C16	108,70	0
C17	111,59	0
C18	156,52	0
C19	84,06	0
C20	157,97	0
C21	130,43	0
C22	136,23	0
C23	107,25	0
C24	121,74	0
C25	121,74	0

Par contre, d'autres études **[9]** ont montré, pour tous les échantillons d'arachides analysés, une concentration d'aflatoxine B1 élevé qui était variée entre 25.54 et 455.22 g / kg. Ce niveau élevé de contamination est également similaire à ceux obtenus par d'autres travailleurs du Nigeria **[12] [13]**. Des niveaux plus élevés d'aflatoxines ont également été signalés dans d'autres régions du monde (Nigeria: 20 à 455 mg / kg; Mozambique: 3-5500 mg / kg; Pakistan: 24 à 800 mg / kg, et le Brésil: 5-22500 mg / kg). Ces teneurs élevés en aflatoxines peuvent être provenir de plusieurs facteurs qui influencent la croissance des moisissures et la production des mycotoxines pendant la culture et la récolte à savoir les conditions de stockage, de transformation et/ou de transport des arachides.

3.4 CINÉTIQUE DE LA CROISSANCE DES GERMES SUR MILIEU LIQUIDE

3.4.1 EVALUATION DE FMAT SUR MILIEU LIQUIDE

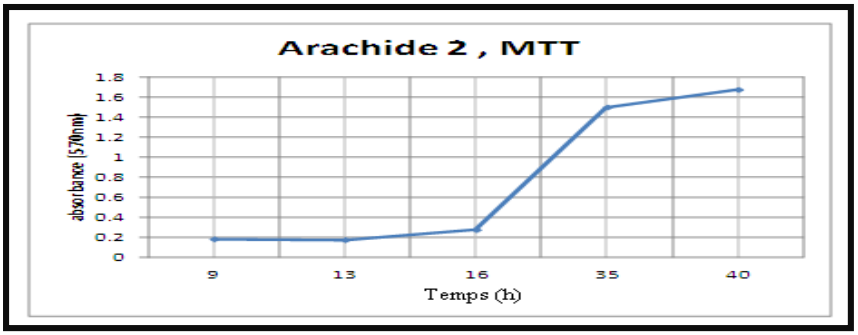


Fig. 7. Evaluation du FMAT avec le MTT

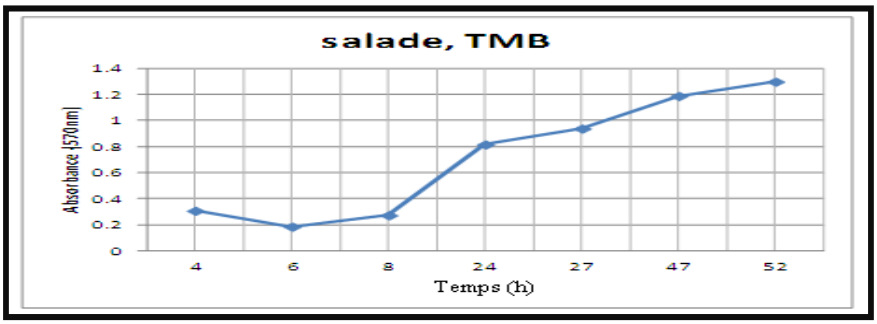


Fig. 8. Evaluation de FMAT avec le TMB

D'après la figure 7, nous avons remarqué après une baisse initiale, une forte augmentation exponentielle de la charge microbienne qui a été signalé à 16h, ce qui correspond à la visualisation de la coloration du MTT indiquant la présence de la flore aérobie dans l'échantillon. En comparant avec le test de dénombrement de FMAT, nous avons trouvé également un nombre très élevé de germes microbiens arrivant à 46 10^3 UFC/g. Concernant le substrat TMB, nous avons observé qu'il se colore à partir de 6h avec une augmentation progressive de la charge microbienne qui précède une baisse initiale (figure 8).

3.4.2 EVALUATION DES CHAMPIGNONS SUR MILIEU LIQUIDE

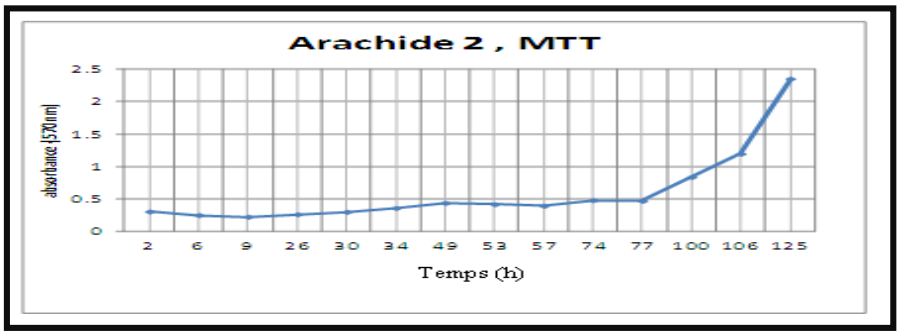


Fig. 9. Evaluation des champignons avec le MTT

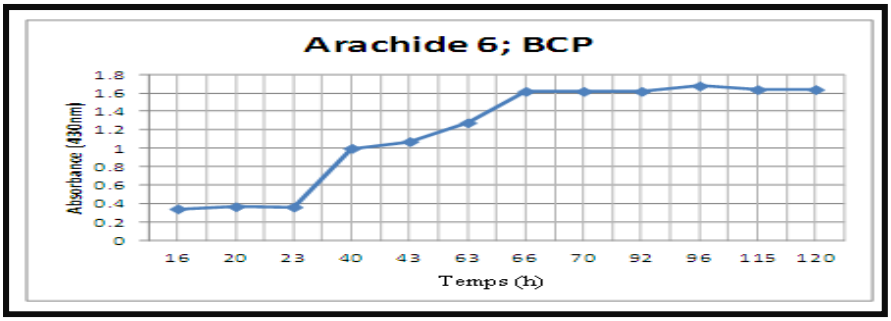


Fig. 10. Evaluation des champignons avec le BCP

D'après la figure 9, nous avons remarqué une forte augmentation de la charge microbienne qui a été signalé dans le temps 77 h, ce qui correspond à la visualisation de la coloration du MTT indiquant la présence des champignons dans l'échantillon. En comparant avec le test de dénombrement de champignons, nous avons trouvé également un nombre très élevé de germes arrivant à 70 10^3 UFC/g. A partir de la figure 10, nous avons remarqué que le BCP se colore à partir de 23h avec une augmentation progressive de la charge microbienne qui précède une stabilisation, puis un arrêt de germes à été signalé dans le temps 66h, suivi une stabilisation progressive de la charge microbienne. En comparant avec le test de dénombrement de champignons, nous avons trouvé également un nombre très élevé de germes microbiens arrivant à 167 10^3 UFC/g.

3.4.3 EVALUATION DES COLIFORMES SUR MILIEU LIQUIDE

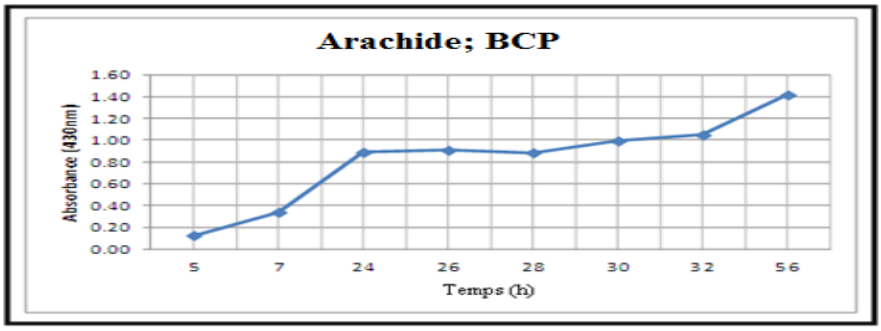


Fig. 11. Evaluation des coliformes avec le BCP

A partir de la figure 11, nous avons remarqué une augmentation remarquable à partir de 5h suivie par une stabilisation de la charge microbienne à partir de 24h. La coloration des tubes ne se voit visuellement qu'à partir de 28h. En comparant avec le test de dénombrement de coliformes, nous avons trouvé également un nombre très élevé de germes arrivant à 2310^2 UFC/g.

En dernier, Concernant les résultats obtenus du test liquide, nous avons constaté pour les différents échantillons analysés que pour les champignons, les substrats MTT et BCP sont plus efficace pour la détection des champignons par rapport au TMB dont le signal de coloration reste faible. Pour les coliformes, le substrat BCP est très efficace pour la révélation des coliformes, avec un changement rapide de coloration pour une durée courte à partir de 5h si la charge est importante.

Concernant l'analyse d'arachide emballée, les résultats ont montré l'absence de FMAT et les champignons à 100 UFC/g. En effet ces résultats confirment le rôle d'emballage des arachides depuis la production jusqu'à la consommation.

4 CONCLUSION

L'ensemble de cette étude indique que la majorité des consommateurs achètent les arachides en vrac auprès de l'épicier proche. Les achats sont occasionnels surtout en Ramadan et durant les fêtes religieuses, ce qui nécessite un renforcement du control en ce période de consommation. En effet, les résultats des analyses microbiologiques a montré que les grossistes et les détaillants représentent la plus forte non-conformité comparée aux grandes surfaces, cependant le pourcentage de conformité dans tous les échantillons ne dépasse pas 50 à 60%. En perspective de ce travail, nous envisagerons d'entamer une étude plus générale et systématique de la contamination de ce type d'aliment par les moisissures et leurs mycotoxines.

La sensibilisation du consommateur, la surveillance de ce type d'aliment et la mise en place de procédés de conditionnements appropriés au près des vendeurs seront d'une importance capitale pour améliorer la qualité hygiénique des arachides et épargner les amateurs consommateurs de ce type d'aliment des risques sanitaires graves.

REFERENCES

[1] Reese, G., & Lehrer, S. B. Food allergens. In M. Frieri, & B. Kettelhut (Eds.), Food hypersensitivity and adverse reactions: a practical guide for diagnosis and management. New York: Marcel Dekker, Inc, (1999); pp. 69-97.

[2] Woodroof, J. G. (Ed.), Peanuts: production, processing, products (3rd ed.). Westport, CN: The Avi Publishing Company, Inc, (1983).

[3] Camara, G. M. S. Introduca˜o a` cultura do amendoim. Departamento de Agricultura, Escola Superior de Agricultura ''Luiz de Queiroz'', Universidade de Sa˜o Paulo, Piracicaba, (1998); (21 p).

[4] Kendall C et al. "Longer-term effects of a low glycemic index diet on glycemic control in Type 2 diabetes" 2009 Experimental Biology meeting abstracts, Abstract #563.30; accessed 30-4-09; FASEB Journal 2009; 23:563.30.

[5] http://www.planetoscope.com/Autre/1358-production-mondiale-de-cacahuetes.html.

[6] Buisson Y, MARIE J. L. & DAVOUST B. (2008) : Ces maladies infectieuses importées par les aliments. Bull Soc Pathol Exot, 101, 4, 343-347.

[7] Owhe-Ureghe, U. B., Ekundayo, A.O. Agbonlahor, D.E. Oboh, P.A. and Orhue, P. Bacteriological examination of some ready-to-eat foods marketed in Ekpoma, Edo State of Nigeria. Nig. Food J, (1993); 11:45-52.

[8] Diener, U.L., Petrit, R. E. and Cole, R. 1. Aflatoxins and other mycotoxins in peanuts. In Peanut science and technology (chap. 13). APRES, US, 1982.

[9] Euloge S. Adjou, Boniface Yehouenou, Codjo M. Sossou, Mohamed M. Soumanou and Comlan A. de Souza; Occurrence of mycotoxins and associated mycoflora in peanut cake product (kulikuli) marketed in Benin; African Journal of Biotechnology, Vol. 11(78), 27 September, 2012; pp. 14354-14360.

[10] Ezekiel, C. N.; Sulyok, M.; Warth, B.; Odebode, A.C.; Krska, R. Natural occurrence of mycotoxins in peanut cake from Nigeria; Journal Food control, volume 27(2)Elsevier- Oct1,2012; ISSN 0956-7135.

[11] Odu NN and Okonko IO; Bacteriology quality of traditionally processed peanut butter sold in Port Harcourt metropolis, Rivers State, Nigeria. Researcher 2012; 4(6):15-21.

[12] Akano DA, Atanda O. The present level of aflatoxin in peanut. Lett. Appl. Microbiol, 1990; 10:187-189.

[13] Adebesin AA, Saromi OT, Amusa NA, Fagade SO. Microbiological quality of some groundnut products hawked in Bauchi, a Nigerian City. J. Food Technol. Afr, 2001; 6(2):53-55.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 278-284
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Tourism as Sustainable Local Development Option: A Case Study in Simen Mountains National Park, Ethiopia

Mulugeta Asteray Demssie

Department of Tourism Management, College of Business and Economics,
University of Gondar, Ethiopia

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

ABSTRACT: Tourism has become agent of change for sustainable local development in different parts of the world. It is supporting the economic growth and is driving force for poverty alleviation program of many developing nations. In Simien Mountains National Park (SMNP) of Ethiopia, tourism is the main motivation to conserve its biodiversity and aesthetic beauty. It has shown better conservational efforts and created environmental awareness amongst the local community though the economic reward tourism brings. The sector is becoming the main means of livelihood in adjacent towns. It is also supporting the livelihood of traditional farmers in and around the park by generating extra income. Different employment opportunities are created for the community, especially to the young. The local community understands the value of their culture and tends to preserve it. Tourism in the park is establishing a long-lasting productive base to allow the local communities and service providers to enjoy a better standard of living. This paper has outlined how tourism is contributing to the sustainable development of the study area.

KEYWORDS: Tourism, Sustainable Local development, Simien Mountains National Park (SMNP).

1 INTRODUCTION

Tourism is widely accepted as a means of achieving development to the local community in destination areas (Hall, 2000). It can bring several opportunities to the community directly or indirectly. If tourism is properly utilized, it can definitely be an effective source of income, employment and infrastructural developments (Miller, 2001). Tourists require a variety of goods and services in destination areas, including accommodation, food and beverages, entertainment, local transport services, souvenirs and so on (Brohman, 1996). In order to fulfil such products, like food for hotels and restaurants, the farming industry has to be expanded and infrastructures and facilities need to be improved at the local areas. This in turn led to an increasing use of the local technology, capital and expertise (UNWTO, 2013). In such a way tourism can motivate other economic sectors as a catalyst.

Besides the economic benefits, tourism can bring tremendous socio-cultural opportunities to the local community. It encourages the local people to be proud of their cultural and natural heritage and stimulates interest and conserves aspects of the community heritage (Hall & Richards, 2002). As tourism is a source of new knowledge, experience, and encounters people's cultural level can be raised. The community's self-esteem can be enhanced because of tourists' recognition of the uniqueness and value of their culture, nature resources and traditional knowledge (Welford, Ytterhus, & Eligh, 1999).

Tourism often provides the justification of environmental protection, especially in the national parks and rural areas (Kiss, 2004). Some funds raised can also be used for community development initiatives like education and health facilities (Butler, Hall, & Jenkins, 1997). This study assesses how tourism can be an option for sustainable local development in one of the national parks of Ethiopia.

The SMNP is located at the north western part Ethiopia 900 km far from the capital Addis Ababa. It was established as a national park in 1966 following the recommendation by UNESCO mission in 1965(Ethiopian Wildlife Conservation Authority

[EWCA], 2013). Initially it was protected to conserve the rare and endemic mammal Walia Ibex and Chilada Zingero (Baboon). Due to its unique landscapes and rich biodiversity resources, the park was inscribed by UNESCO as world heritage site in 1978. The varied topography of the park offers a habitat to a wide range of flora and fauna with complex of endemism. Besides its endemic mammal species, it is home for more than 180 bird species of which six are endemic to the park (EWCA, 2013). Having these rich resources, the park is able to attract few international visitors. Despite it is less known to the world, the number of visitors is growing dramatically. In 2011, for instance, it has attracted 17,566 international visitors and shows a 25% increment every year (Kefyalew Azanaw, 2012). Tourism contribution to the socio-economic condition of the area is also increasing. Hence, this paper focuses on the role of tourism in SMNP and its contribution for a broader strategy for sustainable development to the study area. It described how tourism is contributing to the socio-economic development and environmental conservation of the park. The paper has answered the research question how can Tourism in SMNP contribute to sustainable development.

2 TOURISM AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

International tourist arrivals have shown a continuous growth, rising from 675 million in 2000 to 940 million in 2010 (UNCTAD, 2013). According to WTTC (2013) the total contribution of tourism comprised 9% of global GDP (US $6.6 trillion) and generated over 260 million jobs. The report also shows as tourism industry has grown faster than other notable industries such as manufacturing, financial services and retail in 2012. It has also generated over 10% of all new jobs created in 2012 (WTTC, 2013). Tourism is a key source of foreign exchange and essential contributor to the balance of payments, especially in developing countries (Kim, Chen, & Jang, 2006). It is a primary or secondary source of export earnings in 20 of the world's 49 least developing countries (LDCs) and the principal source of export earnings in 10 of these countries (UNCTAD, 2013).

Tourism can actually be the very reason for protecting environmental and natural resources and can be beneficial to the natural environment by providing a motivation for conservation (Gossling, Hansson, Horstmeier, & Saggel, 2002). Tourism provides a financial incentive for public sector bodies to protect the natural environment and raise tourists' awareness of environmental issues.

Tourism activities involve a special relationship between visitors, the industry, the environment and local communities (McIntosh, Goeldner, & Ritchie, 1995). . This and its dynamism and the major contribution that it makes to the economies of many countries and local destinations makes tourism to hold a special position in contributing and challenging to sustainable development (Hall, 2000).

The UN Conference on Environment and Development in 1992 has identified three dimensions or 'pillars' of sustainable development are now recognized and underlined namely; economic sustainability, social sustainability, and environmental sustainability. Swareboork (1999) argues that sustainable development is about long term thinking, a need for intervention and planning and embracing the environment, people and economic systems. Hence, sustainable development implies creating a better life for people in the ways that will be as possible in the future as they are at present (Liburd & Edwards, 2010).

A basic requirement of the tourism sector is that it should embrace the principles of sustainable tourism and focus on the achievement of sustainable development goals (Butler et al., 1997). Sustainable tourism, as defined by UNWTO (2005), is any form of tourism that takes full account of its current and future economic, social and environmental impacts, addressing the needs of visitors, the industry, the environment and host communities. More specifically, sustainable tourism is aimed at economic viability, local prosperity, employment quality, social equity, visitor fulfilment, local control, community wellbeing, cultural richness, physical integrity, biological diversity, resource efficiency and environmental purity (UNWTO, 2005). Sustaining these three elements of tourism is essential to maintain the industry and support communities, provide employment and respond to growing needs of customers (Liburd & Edwards, 2010).

Governments are now too much concerned on sustainable tourism development (Kim et al., 2006). This can be evident from Agenda 21 of the 1992 Earth Summit and RIO + 20 of 2012. For instance, on United Nations Conference on Sustainable Development (RIO + 20) governments emphasize as follow (2012, p. 25):

> *...We emphasize that well-designed and managed tourism can make a significant contribution to the three dimensions of sustainable development, has close linkages to other sectors, and can create decent jobs and generate trade opportunities. We recognize the need to support sustainable tourism activities and relevant capacity building that promote environmental awareness, conserve and protect the environment, respect wildlife, flora, biodiversity, ecosystems and cultural diversity, and improve the welfare and livelihoods of local communities by supporting their local economies and the human and natural environment as a whole....*

Both sustainable tourism and sustainable development, however, remains debatable in literatures. Sustainable tourism and sustainable development are an impossible dream but more sustainable form of tourism can be developed (Swarebrook, 1999). However, tourism has shown a proven evidence of being agent of change for sustainable local development in different corners of the world, especially in developing nations.

3 RESEARCH PARADIGM AND METHODOLOGY

An interpretive social science or constructivist research paradigm is used in this study. This is because of the multiple explanations and realities applied to explain the contribution of tourism to sustainable development of the study area. Using this paradigm, the research process seemed to be subjective as it employed qualitative methodology (Jennings, 2001). Guba (1990) argued that subjectivity is the only ways of unlocking the constructions held by individuals. Accordingly, iinterviews with park management and experts and analysis of documents are the key data gathering techniques used in the study. Supplementary interview is undertaken with project officers of two tourism and conservation partners of the park namely; Simien Community Tourism (SIMCOT) project and North Gondar Sustainable Natural Resource Management Program (SNRMP-NG). Trends of tourism in the park and its contribution to biodiversity conservation of the park and the overall socio-economic importance of tourism to the area were the main focus of discussion. Community involvement and the ways the area can be benefited most from the sectors are discussed with partner project officers. Moreover, different documents from both government and NGOs are analyzed. These include the park management plan, annual reports, baseline survey of projects and other studies. The author's work experience and observations in the study area also used to develop empirical material from insider's perspective besides interview with the park management and project experts.

The sources of data in this study are limited only to the park management, partner projects and the author's observation. It does not include the views of the local community. The number of tourist arrivals and receipts stated in the study represent only for international tourists. Local tourists are not considered in the study as the park is not keeping a separate record for local travellers.

4 RESULTS AND DISCUSSION

4.1 TOURISM AS AN APPROACH FOR NATURAL RESOURCE CONSERVATION

SMNP has been using different biodiversity conservation approaches including tourism. The park management greatly acknowledge the importance of tourism as conservation tool and even prefer tourism than other biodiversity conservation approaches (EWCA, 2013). Economic benefits from tourism in the park to local communities are clearly linked to conservation of the biodiversity that draws the tourists. It can strengthen or even replace the environmental regulations of the park that may be difficult to enforce, while improving local communities' welfare simultaneously. Community based tourism can reduce the cost of conservation spend by government and conservancy NGOs (Welford et al., 1999).

Despite its future risks that mass tourism challenges to conservation, tourism in SMNP can protect and add value to biodiversity, wildlife, and the ecosystem of the park. Kiss (2004) argued that tourism in parks is also an environmental educational opportunity to amplify both visitors' and residents' awareness of environmental and conservation issues, and even to inspire conservation action beyond its financial reward to locals.

The park management and other conservancy organizations have completely inclined towards tourism in keeping the aesthetical beauty of SMNP. They agreed that tourism, started few years ago in the park, has showed greater change in biodiversity conservation in very soon years. It is started by establishing ecotourism associations in the boundaries of the park and its buffer zone with in the 25 km radius. Local communities living in all the 38 villages of the park are invited to be a member in these associations. Majority of the local communities in the park, especially those in and around the major tourist spots, are now becoming fully aware of the economic implication of each and every resource found within the park (Mulugeta Asteray, 2011). The same study argues that this awareness has brought the increase of Walia Ibexes and Red Foxes number from 250 to 750 and 20 to 200 respectively.

The simple reason is they are getting the share from the cake of tourism in the park, though it is not satisfactory yet. This is developing a feeling of ownership and responsibility among the communities.

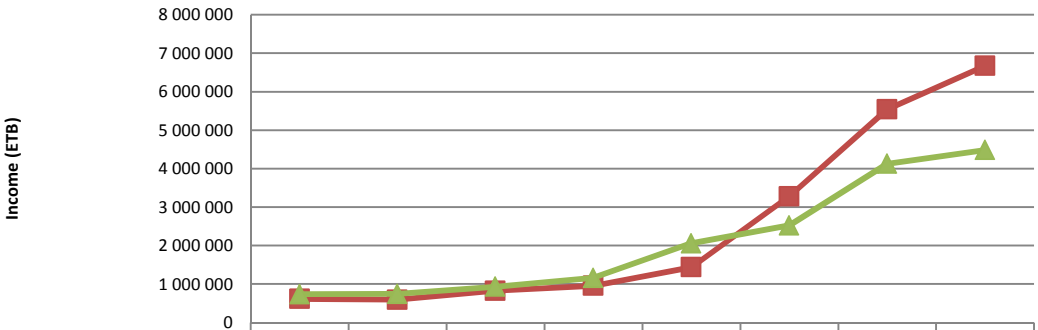
4.2 TOURISM AS SOURCE OF GENERATING REVENUES TO THE PARK AND SURROUNDING AREAS

Tourism is becoming a key sector and has a potential to become an alternate means of livelihood to local communities in the park. Its economic impacts in the park can be measured in terms of its contribution to labour income or the number of

jobs created in the area. The direct economic contribution of the sector in the area is also increasing from time to time, though not matching with the rich resource of the area. In 2011 tourism has generated 10.1 Million ETB only from user fee charges.

A detailed tourism economic impact assessment measuring the value of all financial transactions made by tourists and government in the park and their impacts on a local, regional or national economy is not done so far. This study, however, shows the direct revenue generated from the park in terms of different user fee charges. As shown in table 4.1 the revenue is increasing and its contribution to labour income and number of jobs are also supposed to increase. Moreover, economic impact occurs with any financial transaction made in and around the park by whomever. Evidently the number of tourist arrivals to the park is increasing and this growing number of tourists is with parallel increment in spending. These include tourists' purchases of guided tours, food and beverages, transportation, lodging, souvenirs and other different services.

Table 4.1 Direct Economic Impacts of Tourism as User-Fee Charges in SMNP



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Government Revenue	616 147	593 678	828 721	956 071	1 439 790	3 281 275	5 541 401	6 673 563
Community Income	736 567	745 049	930 400	1 161 992	2 060 200	2 523 484	4 127 423	4 482 860

Source: Compiled from SMNP Tourist Registry Book

Table 4.1 shows direct revenue of tourism goes to government as user fee charges in terms of entrance, staying, vehicle entrance, camping, research and filming fees. It also shows the amount of money goes to the local community as guiding and scout fee for the last eight years. These economic impacts happen despite the origin of the funds or the home location of the tourist injecting fresh money to the economy.

The author believes that the economic benefit of the park go far further. Even when the park management spends its budget there is an economic benefit to the local community and contributes to an increase in wealth within the area. From a national perspective, however, there might not be increase in wealth but a redistribution of resources within the country. Being a world heritage site, SMNP is beneficiary of several funds from international development assistance programmes and it represents a real benefit to the local economy.

4.3 TOURISM EMPLOYMENT OPPORTUNITIES IN SMNP

Agriculture is still the main source of livelihood and employed significant number of residents in and around the park. However, the agricultural land productivity has decreased and farm production is below the needs of the residents, and only 28% of residents harvest enough food from their farm (SIMCOT, 2012). Livestock production also supports the livelihood of the local residents. However, production is limited by scarcity of grazing land as it is a protected area and only 18% of the land is left as zero level-grazing land in the study area (SIMCOT, 2012). Due to these factors tourism is becoming to be one of and the better way of supporting livelihood.

Tourism is likely to remain as the main non-agricultural source of employment even to villages adjacent to the park. Some villages are enjoying the employment from tourist-related service and improved their earning and lifestyle. The most important aspect of tourism in SMNP is its capacity to create large-scale employment opportunities, especially in main camping sites and Debark town.

Local communities living in the park and buffer zone are take part in and become beneficiary of tourism activities. Many of them are member to ecotourism associations. Tourism employed a considerable number of women and young people in hotels, cookers association, guiding, making handcrafts, involving in cultural activities and other tourism related tasks in Debark town, where the park office is located. The town is used as a point of departure to and arrival from the park.

Tourism in the park offers enormous potential for utilizing the natural resources like exceptional landscapes and unique floras and faunas for the economic benefit of both local communities and government. It is adding value to locally-made souvenirs and articles that communities are producing to sell to tourist.

The employment opportunities that local community are benefiting from the park are through scouting, guiding, cooking, mule and horse renting, souvenir sale and others. As a rule of thumb, every tourist to the park has to be accompanied by scouts and should use local guides from the community. This is for safety reason to prevent them from animal attack and also increases benefits going to the local community in the forms of service charge. Details of direct community income from park tourism are summarized in table 4.2.

Table 4.2: Summery of park tourism beneficiaries and related community and average incomes

	Beneficiary (person)	Community Income (USD)	Change (%)	Average Income (USD)
2004	1623	736,567	-	454
2005	1845	745,049	1.2%	404
2006	2129	930,400	24.9%	437
2007	2527	1,161,992	24.9%	460
2008	3663	2,060,200	77.3%	562
2009	4937	2,523,484	22.5%	511
2010	6102	4,127,423	63.6%	676
2011	7693	4,482,860	8.6%	583

Source: Compiled from SMNP Tourist Registry Book

As shown from table 4.2, the revenue going to the community and number of local communities benefiting from the park are increasing. Community income in the table indicates the amount of money officially paid by tourists for their tour guides, scouts and experts. This figure does not include other payments to the community in the form of other services.

The sector has employed many people in Debark town. There are more than 60 tour guides working in association and few travel agents in the district. The number of jobs created by hotels and restaurant are estimated to be more than 2,000. Communities in the park are also sharing benefit from establishment of community lodges, community based tourism associations namely local tour-guides, cooks, porters, local handicrafts, traditional music clubs and cultural museum.

4.4 TOURISM FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN SMNP

Tourism requires, among other, basic infrastructural development. These include accommodation, transportation, communication, healthcare and other services. In this regards, tourism is changing the situations in the study area. The number of hotels and restaurants in the area has dramatically increased in line with increment in number of tourist arrivals of the park. There was insufficient accommodation for visitors both in number and quality before 10 years. Camping was the only option by then. Due to its economic reward from tourism, many local businesses are investing on accommodation establishments and restaurants. The number of hotel rooms in the town has reached more than 350 in 2012. With this room capacity, the town can accommodate 5 times more tourist than it is hosting now. This has led competition among the service provider for quality service. Many tourists are still staying in camping sites inside the park and also homestead with local communities.

The development of transportation and communication in and around the park is low. However, it is recently showing a dramatic change. The park is 110 km off from the main road of Gondar (historic town recorded as World heritage site by UNESCO). The road was gravel and uncomfortable to tourists. There have been frequent complaints by visitors and local communities. Few tourists have also been returning back from Gondar because of the road, especially on the rainy seasons. The same was also true for mobile communication network. It was quite poor and services were frequently interrupted and often insufficient and unreliable. The baseline survey data of SIMCOT project (2012) reveals that majority of community members do not knew how to use a mobile telephone so far and cannot afford to own one.

However, this trend is being changed through tourism. The park management greatly acknowledges the role of tourism for infrastructural development of the park and adjacent towns. Government has given focus to the sector and the region and together with the contribution from the local community a 110 km of asphalted road is completed by the end of 2012. It has great contribution to motivate domestic tourism beyond ensuring the comfort of the journey to the park. The driving time is now shortened by more than half. The communication system is also improved significantly even in the remote parts of the park. Communication lines are installed in and around Debark town and this has made telephone communication easy. Mobile network is also available in major parts of the park, especially in walking trails and camping sites.

4.5 TOURISM PROMOTING CULTURE AND TRADITIONS OF THE PARK AREA

The region shares more than 3000 years of Ethiopian magnificent history, unique culture, outstanding scenery and 13 months of natural beauty. The country has its own calendar system, alphabet, unmixed culture and remains independent and never been under colonial powers as the rest of the continent (Pankhurst, 2005). This is a pride of local communities around the park just like other Ethiopians. Tourism is bringing a sense of pride among residents of the park in their culture and traditions when they realize international tourists appreciating it. They understand that their culture and cultural artefacts have more than a monetary value. Tourism is promoting culture and traditions of the community. There are organized traditional music and dance group in Debark town. The income from tourism is encouraging these youngsters to keep and develop their traditions. The district tourism office has recently constructed a cultural and ethnographical museum that exhibits the culture and tradition of the nearby community. T his is one of the results of tourism in the region. This museum has a great importance of preserving and promoting culture and tradition of the area beyond its economic rewards.

Tourism is also becoming a major tool of revitalizing the tarnished image of the area and the country at large. Those who were associating Ethiopia with famine of the 1980's are now completely changing after they visited the rich historical and cultural resources in and around the park. Data from the park shows that most visitors are recommended by their friends and relatives who visited it so far.

4.6 TOURISM FOR CAPACITY BUILDING AND COMMUNITY EMPOWERMENT

Community empowerment and capacity are major tools to assist tourism development in the park (Brohman, 1996). Involvement of the community in tourism decision making processes is essential and shows to what extent power is vested upon the community (EWCA, 2013). Tangible and intangible resources such as the financial power, ability, and expertise knowledge and leadership skill to make the park tourism happen are community capacities of SMNP. It is based on the idea that all members in the community have something beneficial to offer. However, data shows that only few members of the community in the park are capable and have the capacity to participate in tourism business without support from government or any other body.

Capacity building programs by government and NGOs in the park are observed and it have indispensable role in improving tourism development of the park and enhancing much benefits for local communities. Capacity building strengthens and increases the confidence of local communities needed to improve tourism development of the park. Such capacity building programs by government and NGOs helps individuals and communities of the park to find their unexploited and undeveloped skills, resources and comparative nature gift advantages. Efforts to enhance communities' capacity in the park have several motivations. The most fundamental one is to conserve natural and environmental resources of the park while improving living standards of the community by increasing its capability and power to engage in tourism.

Government and NGOs are engaged in capacity building by giving training and financing to Small and Medium Sized Tourism Business Enterprises (SMTBE) or eco-tourism associations. The capacity building for these associations includes giving training and providing necessary materials including constructing office to the associations in Debark town. A start up seed money is also given to these associations.

5 CONCLUSIONS

Tourism in Simien Mountains National Park incorporates the social dimensions of productive society and environmental conservation with financial motivations. It does more than create a series of activities to attract visitors. It also offers visitors an opportunity to interact with nature and local communities of the park. Tourism in the park is changing the qualities of the three pillars of sustainable development. The natural environment, source of economic gain of the park, together with its floras and faunas are better preserved than the previous times through tourism. This is because of financial benefits that the immediate inhabitants get from tourism. The social fabric of the park is better enhanced and getting improvements through

tourism. It is raising the community consciousness and they are becoming well aware about tourism business. The indirect and induced impact of tourism has gone far in the park. Many schools and health care centres in the park are constructed by community development fund donated from tourist. The community's standard of living, in some way and compared with the previous time, is also getting better. Tourism in the park becomes basic means of generating income for both the community and local government. This can be expressed through its direct effect of injection of money to the park and community. Annual disposable income of residents is increasing due to tourism as a supplementary means of livelihood. To sum up, tourism has shown a progressive improvement on the environmental conservation and socio-economic aspects of the park, though it is not yet that much developed. It has a huge potential to bring sustainable local development in near future. If tourism is well managed in this way, it can contribute much to the sustainable development of the park community and the country at large.

REFERENCES

[1] Brohman, J. (1996). New directions in tourism for third world development. *Annals of tourism research*, *23*(1), 48-70.

[2] Butler, R., Hall, C. M., & Jenkins, J. (1997). *Tourism and recreation in rural areas*. John Wiley & Sons Ltd.

[3] Ethiopian Wildlife Conservation Authority (EWCA). 2013. *Marketing Strategy for Wildlife Tourism in Ethiopia.* Addis Ababa. Ethiopia

[4] Gössling, S., Hansson, C. B., Hörstmeier, O., & Saggel, S. (2002). Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability. *Ecological economics*, *43*(2), 199-211.

[5] Guba, E. G. (Ed.). (1990). *The paradigm dialog*. P.26. Sage.

[6] Hall, D. R. (2000). Tourism as sustainable development? The Albanian experience of 'transition'. *International Journal of Tourism Research*, *2*(1), 31-46.

[7] Hall, D., & Richards, G. (Eds.). (2002). *Tourism and sustainable community development*. Routledge.

[8] Jennings, G. (2001). *Tourism research*. P. 40. John Wiley and sons Australia, Ltd.

[9] Kefyalew Azanaw. (2012). Brief Facts of Simien Mountains National Park and challenges in SIMCOT Project. PowerPoint Presentation from Debark Woreda Culture and Tourism Office. December 2012.

[10] Kim, H. J., Chen, M. H., & Jang, S. (2006). Tourism expansion and economic development: The case of Taiwan. *Tourism Management*, *27*(5), 925-933.

[11] Kiss, A. (2004). Is community-based ecotourism a good use of biodiversity conservation funds? TRENDS in Ecology and Evolution Vol.19 No.5 May 2004.

[12] Liburd, J. J., & Edwards, D. (2010). Understanding the sustainable development of tourism. *In Liburd (Ed.), Introduction to Sustainable Tourism Development* (pp. 1-18). Oxford: Goodfellow.

[13] McIntosh, R. W., Goeldner, C. R., & Ritchie, J. B. (1995). *Tourism: principles, practices, philosophies* (No. Ed. 7). John Wiley and Sons.

[14] Miller, G. (2001). The development of indicators for sustainable tourism: results of a Delphi survey of tourism researchers. *Tourism management*, *22*(4), 351-362.

[15] Ministry of Culture and Tourism (MCT). (2012). *Annual Statistical Report on Tourism in Ethiopia*. Addis Ababa, Ethiopia

[16] Mulugeta Asteray. (2011). *Community Based Ecotourism: An Approach to Biodiversity Conservation and Sustainable Development*. LAP Lambert Academic Publishing

[17] Pankhurst, R. (2005). *Historic Images of Ethiopia.* Addis Ababa, Ethiopia: Shama Books.

[18] Swarbrooke, J. (1999). *Sustainable Tourism Management*. Cabi.

[19] United Nations Conference on Sustainable Development. (2012). The future we want: Outcome of the Conference Agenda item 10. Report No. A/CONF.216/L. 1. Rio de Janeiro, Brazil.

[20] United Nations Conference on Trade and Development. (2013) *Sustainable tourism: Contribution to economic growth and sustainable development*. Geneva, Switzerland. http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ciem5d2_en.pdf

[21] UNWTO and UNEP. (2005). Making Tourism More Sustainable – A Guide for Policy Makers. Madrid, Spain.

[22] UNWTO. (2013). Sustainable Development for Development Guidebook. Madrid, Spain.

[23] Welford, R., Ytterhus, B., & Eligh, J. (1999). Tourism and sustainable development: An analysis of policy and guidelines for managing provision and consumption. *Sustainable Development*, *7*(4), 165-177.

[24] World Bank. (2013). *World Bank: World Development Indicator.* http://databank.worldbank.org/data/views/reports/chart.aspx

[25] World travel and Tourism Council (WTTC). (2013). Travel and Tourism Economic Impact 2013: World. http://www.wttc.org/site_media/uploads/downloads/world2013_1.pdf

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 285-294
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Synthèse d'une nouvelle membrane asymétrique et semi préalable à base d'un mélange du polysulfone (PSU) et polyétherimide (PEI) : Application à l'élimination des solutions colorées

[Synthesis of a new asymmetric membrane and semi prior based on a mixture of polysulfone (PSU) and polyether imide (PEI) : Application to the removal of coloring solution]

Said Benkhaya and Ahmed El Harfi

Laboratoire des Polymères, Rayonnements et Environnement (LPRE), Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P.133, 14000 Kénitra, Maroc

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

ABSTRACT: Today, most synthetic dyes used in the field of textile finishing are among other reactive dyes water-soluble and vat dyes. The use of these dyes produced a large amount of colored effluents visible and undesirable to human health and the environment. In this study we evaluated the importance of membrane technology in the purification of some existing dyes in wastewater from step textile finishing. First, we quantified the retention capacity of the colored solutions (Indigo / Red cibacrone), using an asymmetric membrane, we synthesized in the laboratory and is based on two physical copolymers polysulfone (PSU) and polyétherimide (PEI).
The fading rate obtained by the primary ultrafiltration process on these colored solutions models based of red cibacrone at PH = 6.75 and indigo at PH = 11.30 are respectively 71.20% and 85.36%.

KEYWORDS: bi membrane component, Ultrafiltration, colored solution, indigo and red cibacrone.

RESUME: Aujourd'hui, la plupart des colorants synthétiques utilisés dans le domaine de l'ennoblissement textile sont entre autres des colorants réactifs solubles dans l'eau et des colorants de cuve. L'utilisation de ces colorants produit une quantité importante d'effluents colorés visibles et indésirables pour la santé humaine et l'environnement. Dans ce travail nous avons évalué l'importance des techniques membranaire dans la purification des quelques colorants existant dans les eaux résiduaires issues de l'étape de l'ennoblissement textile. Tout d'abord, nous avons quantifié le pouvoir de rétention des solutions colorées (Indigo/Rouge de cibacrone), en employant une membrane asymétrique, que nous avons synthétisée au laboratoire et qui est à base de deux copolymères physique polysulfone (PSU) et polyétherimide (PEI).
Les taux de décoloration primaire obtenue par le procédé d'ultrafiltration sur ces solutions colorées modèles à base du rouge de cibacrone à PH=6.75 et l'indigo à PH=11.30, sont respectivement 71.20% et 85.36%.

MOTS-CLEFS: membrane bi composant, polysulfone (PSU) et polyétherimide (PEI), Ultrafiltration, solution colorée, indigo et rouge cibacrone.

1 INTRODUCTION

Actuellement, l'industrie de la teinture et d'ennoblissement textile [1], [2] utilise une très grande quantité de colorants synthétiques, parmi lesquels on retrouve les colorants de cuve et réactifs. L'utilisation de ces colorants produit un grand

effluent coloré visible et indésirable pour les humains et l'environnement en raison de leur toxicité [3], [4] et de la difficulté de leur biodégradabilité [5], [6]. Ceci nécessite un traitement. En général, l'élimination de colorants [7], [8] à partir d'effluents de textile présente des problèmes essentiels au cours du leur traitement et ce, à la suite de leur complexité et de la diversité chimique [9] en raison de leur formulation. Par conséquent, ils limitent l'efficacité de la méthode de traitement utilisée.

Principalement, il existe plusieurs techniques classiques de traitement des effluents textiles. parmi celles-ci on trouve le procédé d'adsorption [8], la coagulation/floculation [10], [11] et les techniques membranaires [12]. Le choix de la méthode de traitement de l'eau usée colorée dépend essentiellement de la nature chimique du colorant à être éliminé. Les techniques d'ultrafiltration et d'adsorption sont couramment utilisées [13], [14], [15], [16] pour ce type de pollution.

Au cours de ces dernières années, les techniques membranaires ont connues des progrès significatifs dans leur fabrication et leur procédé d'application, en l'occurrence, la microfiltration(MF), l'ultrafiltration (UF), l'osmose inverse (OI), la nanofiltration (NF), la pervaporation[17], [18] et d'autres [19] qui ont été utilisées dans différents domaines industriels comme la purification des eaux usées industrielles, le dessalement des eaux de mer [20,21], la récupération des acides et la déshydratation des solvants organiques, etc... L'exploitation de ces membranes varie d'une part, suivant le procédé industriel suivi et la nature des l'effluents rejetés [22]. Et d'autre part, selon la configuration, les propriétés mécaniques et chimiques des membranes exploitées [23,24].

L'objectif de ce présent travail, consiste dans un premier temps à synthétiser une nouvelle membrane organique à base d'un mélange de Polysulfone(PSU) et de polyétherimide (PEI), et dans un deuxième temps d'appliquer celle-ci dans l'UF en vue de traiter des Solutions colorées modèles qui sont l'indigo et le rouge de cibacrone.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 CARACTÉRISATIONS DES COLORANTS

Tableau 1. Regroupe les caractéristiques physico-chimiques des colorants exploités (indigo et le rouge de cibacrone).

	Indigo	Rouge de cibacrone
Formule empirique	$C_{16}H_{10}N_2O_2$	$C_{25}H_{16}O_7N_7S_2Na_2Cl_2$
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	246	541
Solubilité dans l'eau	Insoluble	soluble
Utilitaire	textile	textile
vapeur	faible	faible
λmax	660	550
Famille	Cuve	Réactif

2.2 PRÉPARATION DE LA MEMBRANE

La membrane synthétisée a été obtenue en mélangeant dans un même temps en masse; 0.10% de polysulfone, 0.05% de polyétherimide, dans un volume de dichlorométhane (CH_2Cl_2) suffisant pour dissoudre les deux polymères, dont les structures chimiques (figures 1) et avec leur caractéristiques physiques chimiques (tableau2). Le mélange préparé a été laissé agiter à l'aide d'un agitateur magnétique avec une vitesse de 580 tr/min pendant 60 min, sous une température et pression ambiante. Le collodion préparé était étalé sur une plaque de verre via une baguette inoxydable avec un écart bien défini, puis l'ensemble a été laissé à l'évaporation dans l'air pendant 5 min avant son immersion dans un bain de non-solvant ou bien un bain de coagulation [25].

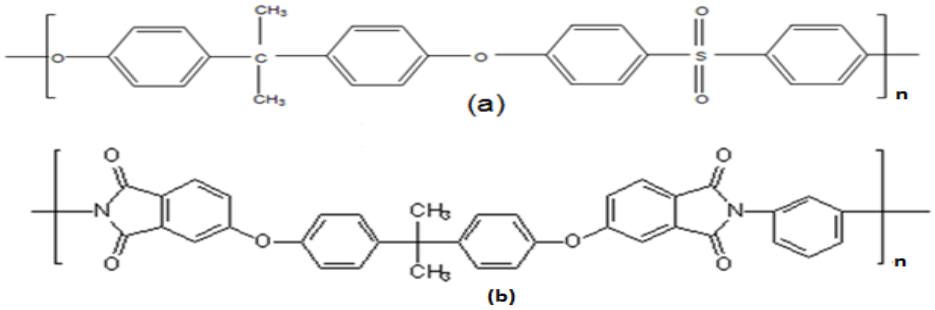


Fig. 1. Structures chimiques de polysulfone (PSU) (a) et de polyétherimide (PEI) (b).

Tableau 2. Regroupe les caractéristiques physico-chimiques de polysulfone (PSU) et Polyétherimide (PEI).

	PSU (polysulfone)	PEI (polyétherimide)
Propriétés physiques et mécaniques	**thermoplastiques amorphes et sa couleur jaune et transparent bonnes caractéristiques mécaniques (rigidité, fluage, etc.)**	**thermoplastique amorphe jaune et transparent très résistant aux rayons UV et les rayons gamma.**
Propriétés chimiques	**hautement résistant aux acides minéraux alcalins et une très faible absorption d'eau. Soluble dans des solvants organiques.**	**possède une bonne résistance aux acides organiques et sels minéraux excellente résistance à l'hydrolyse.**
Propriétés thermiques	**Le polysulfone amorphe ayant une température de transition vitreuse comprise entre 180 et 190 °C.**	**Haute température d'utilisation jusqu'à 170°C, excellente résistance à la flamme. Inifugeant**
Propriétés électrique	**Le PSU présente de bonnes propriétés isolantes électriquement aussi appelé matériau diélectrique.**	**Le PEI présente de bonnes propriétés isolantes électriques.**

2.3 ETUDE DU GONFLEMENT DES MEMBRANES

Il est bien connu que la séparation de ce type de membrane est fortement dépendante de leur hydrophile. Une mesure directe de cette propriété consiste à déterminer le gonflement de la membrane dans l'eau. La détermination du gonflement consiste à peser la membrane à l'état anhydre puis à l'état hydraté. Le taux de gonflement est ensuite obtenu à l'aide de la relation (1) suivante dans laquelle m_g représente la masse de la membrane hydratée et m_s celle de la membrane sèche.

$$G = \frac{(m_g - m_s)}{m_s} * 100 \quad (1)$$

Le protocole pour déterminer le taux de gonflement est le suivant. La membrane est mise à sécher sous vide à 80°C pendant un temps (t). Celle-ci est ensuite pesée puis Immergée dans l'eau pendant 24heures. Elle est ensuite sortie de l'eau, essuyée avec du papier absorbant et pesée pour déterminer sa masse à l'état hydraté mg.

2.4 MESURE DE LA DENSITE PAR PYCNOMETRE

Le but est la détermination de la masse volumique équation(2) et la densité équation(3) de la membrane, le mode opératoire consiste à l'immersion de la membrane dans le pycnomètre qui est constitué d'un flacon dont le col et le bouchon s'ajustent exactement d'une capacité bien définie.

Fig. 2. Photo du pycnomètre

La masse volumique de l'échantillon $\rho_{éch}$ est déterminée par trois pesées:

- La masse de l'échantillon $m_0 = m_{éch,}$ dont

  Donc : $m_0 = 0.062g$

- La masse du pycnomètre plein de liquide éthylène glycol, $m_1 = m_{pyc} + m_{\text{ethylène glycole,}}$ ou

  $m_1 = 57.1133g$

- La masse du pycnomètre plein de liquide avec l'échantillon immergé :

  $m_2 = m_{pyc} + m_{\text{ethylène glycole}} + m_{éch}$

  $m_2 = 57.1305g$

$$\rho_{éch}(t) = \frac{m_0}{m_0 + m_1 - m_2} \times \rho_{\text{ethylène glycole}}(t) \; équation\ (2)$$

$$d_{t_0}^{t} = \frac{\rho_{\text{éch}}(t)}{\rho_{\text{eau}}(t_0)} \quad \text{équation (3)}$$

Avec : $\rho_{eau}(t_0)$ =0.999973 g .cm^{-3} (t_0 = 4°C) et $\rho_{ethylène\ glycole}\ (t)$=1.11g.cm^{-3}

2.5 MICROSCOPE POLARISANT «LEINTZ LABORLUX 11 POLS »

C'est un microscope optique utilisant la lumière polarisée (LP). En effet, Lorsque la lumière ordinaire (naturelle ou artificielle) vibre dans toutes les directions dans un plan perpendiculaire au trajet de la propagation, Cette lumière ordinaire traverse un filtre particulier (filtre polarisant) elle ne vibre que dans une seule direction, ce qui produit la lumière polarisée (LP).

2.6 CARACTÉRISATIONS DE LA MEMBRANE

La membrane obtenue a été caractérisée respectivement selon les propriétés microscopiques (Infrarouge à Transformer de Fourier (IRTF), Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) et morphologique par le Microscope Polarisant (MP).En fin selon les propriétés hydrodynamiques (perméabilité) par la technique d'ultrafiltration en utilisant l'eau distillée comme perméat dans un premier temps et un rejet modèle de deux colorants dans un deuxième temps.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 CARACTERISATION MICROSCOPIQUE DE LA MEMBRANE

3.1.1 ÉTUDE IRTF DE LA MEMBRANE

Les spectres d'Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF) des matrices macromoléculaires utilisées dans la préparation de la membrane à savoir le polysulfone (PSU), le polyétherimide (PEI) et leur mélange sont représentés dans le figure 2.

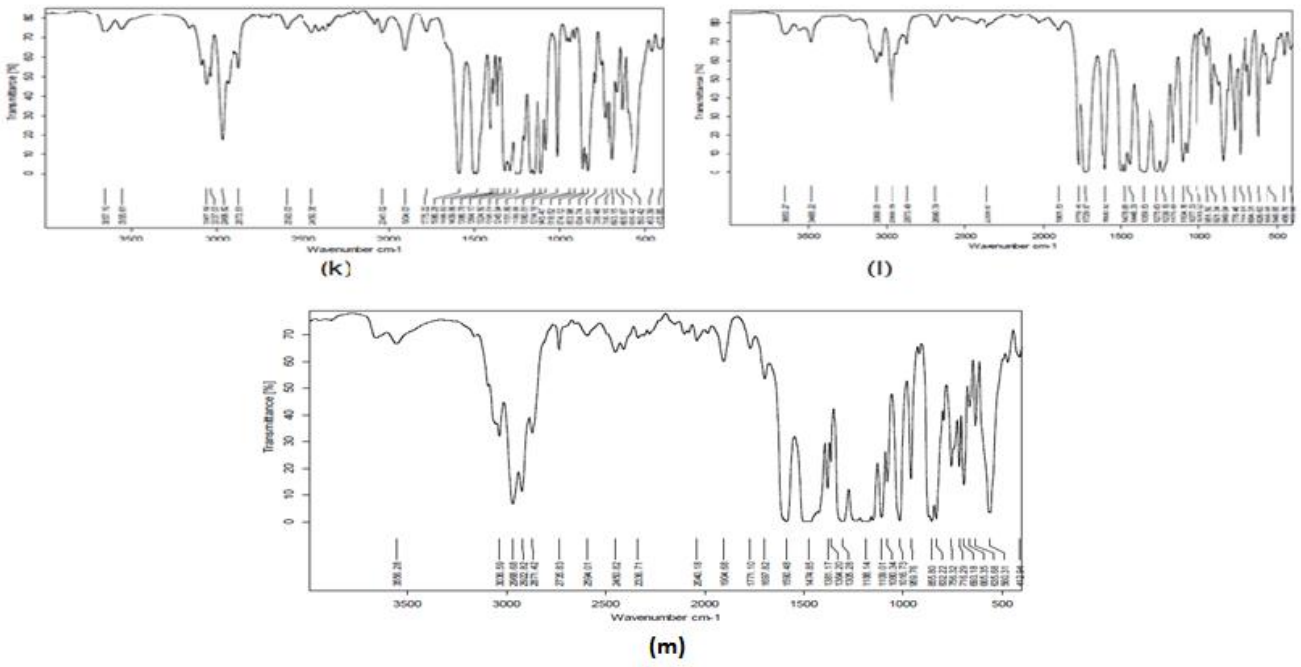


Fig.3. Spectres infrarouges pour les membranes suivantes: PSU (k), PEI(l) et leur mélange de deux polymères (PSU/PEI) (m).

Tableau 3. Regroupe les différentes bandes d'absorption infrarouge IR du PSU, PEI.

Bande U Cm^{-1}	Groupement Fonctionnel
1170-1300	C——O des éthers aromatiques Ph——O
2850-3000	C——H
1020-1220	C——N
650-1175	C——Cl
1630-1710	C═══O des amides
3074-1708	CH Aromatique
1293-585	R-SO_2-R

D'après ce tableau, nous avons constaté d'une part les pics caractéristiques de deux copolymères utilisés pour la synthèse de la membrane. D'autre part on observe aussi le pic qui est attribué au solvant utilisé. Ce qui pourrait expliquer le départ partiel du solvant lors de la solidification des membranes synthétisées.

3.1.2 ETUDES RMN {^{1}H} DE LA MEMBRANE.

La caractérisation par spectroscopie de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) de la membrane synthétisée est donnée comme suit.

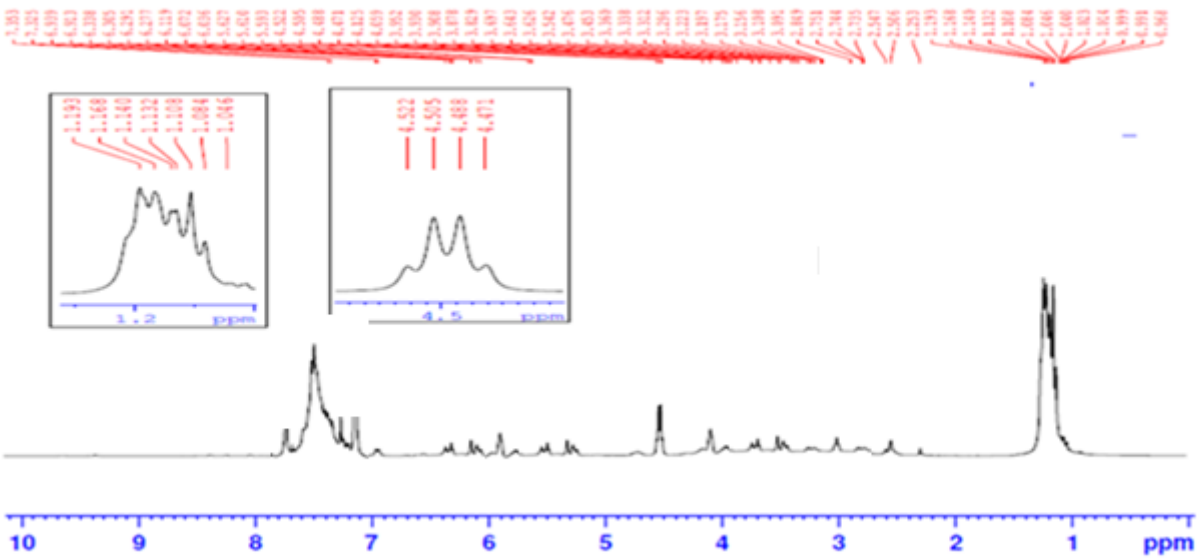


Fig.4.le spectre de RMN ^1H

RMN ^1H (ppm) : 1.8ppm (s, 6H, CH_3), 1.9ppm (s,6H, CH_3) ; 7-7.2 ppm (dd, 2H, 2H, aromatique lié avec soufre); 7,09 ppm (d 3H , lié avec le cycle à 5) ; 7.35 ppm (d,4H , aromatique lié avec le carbone); 7.65 ppm (dt,4h, aromatique lié avec l'oxygène) ; 7.85 (s,4H) ; 7.4-7.9 ppm (dd, 2H, 2H, aromatique lie avec l'oxygène).

3.1.3 CARACTÉRISATION HYDRODYNAMIQUE

Les figures 4 et 5 ci à après donnent les débits en fonction de la pression et du volume d'une part et en fonction de la composition massique en PSU et PEI d'autre part.

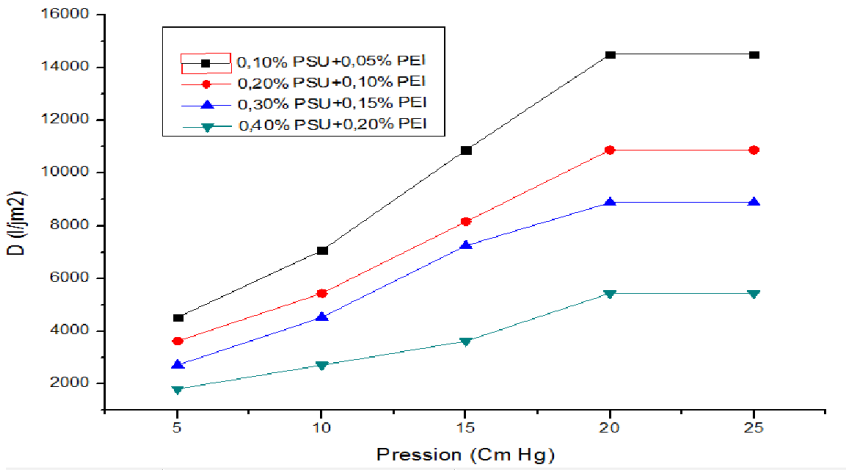


Fig.5. Evolution le débit en fonction de pressions à temps constant.

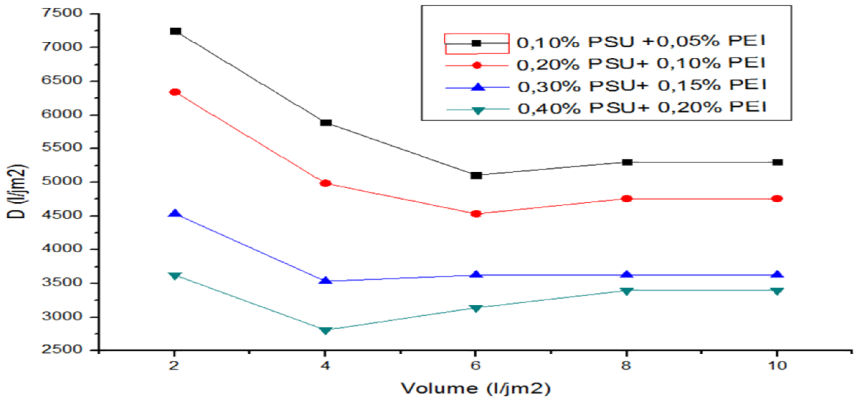


Fig.6.Evolution le débit en fonction de volume à pression constante.

D'après la figure 4, nous avons remarqué deux phases. Une phase croissante puis une phase stationnaire Alors que dans la figure 5 nous avons observé une phase décroissant puis une phase stationnaire. Ceci est probablement due à la saturation des pores de la membrane. En parallèle nous avons observé dans le cas de la membrane issue du collodion massique PSU (0.01)/PEI (0.05) les meilleures propriétés hydrodynamiques.

3.1.4 MESURE DU TAUX DE GONFLEMENT

La figure 6, représente le taux de gonflement dans l'eau distillée des membranes synthétisées selon la composition optimale.

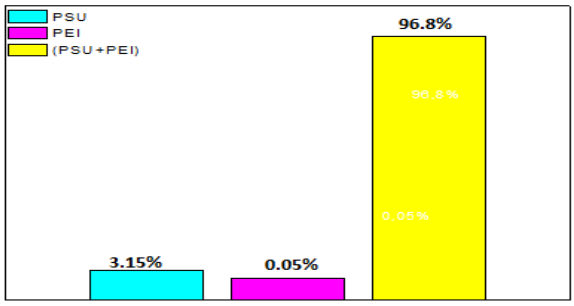


Fig.7.Taux de gonflement des membranes dans l'eau distillée

Ces résultats peuvent être expliqués par les faibles interactions entre les molécules d'eau et le réseau macromoléculaire qui forme la structure des membranes PSU et PEI. Autrement dit par le caractère hydrophobe de ces membranes. Lorsqu'on mélange les deux polymères (PSU/PEI), le taux de gonflement augmente brutalement. Ceci pourrait être expliqué par l'augmentation de la pénétration des molécules d'eau vers le réseau macromoléculaire de la membrane optimisée selon la densité de pores à base du mélange (PSU/PEI).

3.1.5 MESURE DE LA DENSITE PAR PYCNOMETRE

A partir de ces mesures nous avons déterminé la masse volumique et la densité de la membrane par un simple calcul. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

la membrane optimisée	m_0	m_1	m_2	$\rho_{éch}(t)$	$d^t_{t_o}$
(PSU/PEI)	0.0467	57.1133	57.1305	1.75g.cm^{-3}	1.75 g.cm^{-3}

3.1.6 MESURE L'EPAISSEUR DE LA MEMBRANE PSU/PEI OPTIMISEE PAR LE MICROMETRE

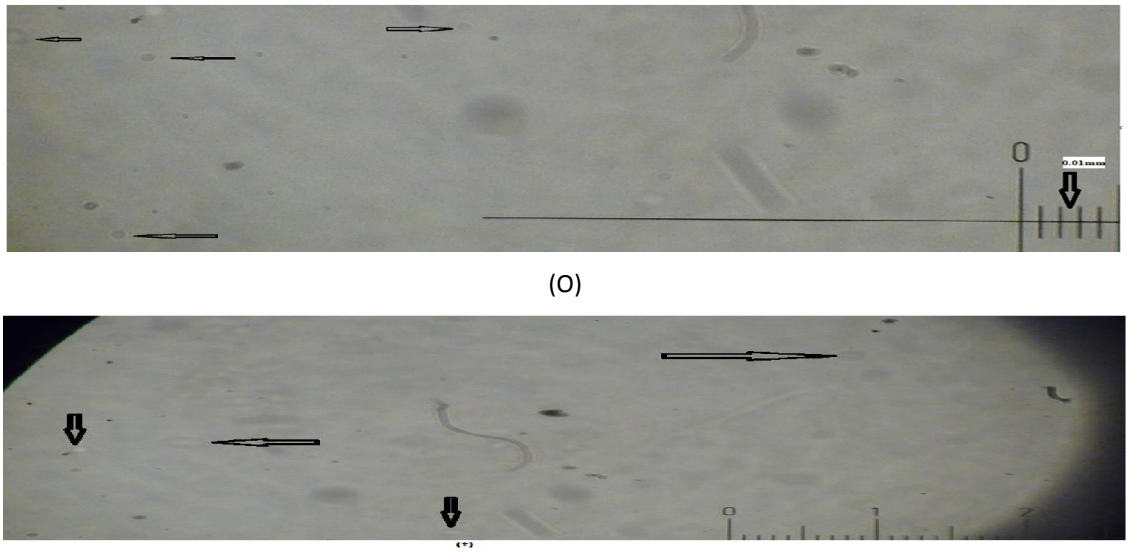
Nous constatons en accord avec la loi de Fick [26 ,27] que le flux diminue lorsque l'épaisseur du film augmente. Il s'annule quand L'épaisseur attient 120µm. Elle peut être modifié en changeant les caractéristiques de la règle qui sert à leur préparation. Cette grandeur est déterminée par un appareil appelée le micromètre. Cette mesure se fait selon de deux mesures L_1 et L_2 telles que : $E = L_2-L_1$, Avec : L_1 = l'épaisseur du substrat = 105 µm et L_2 = l'épaisseur de substrat plus l'épaisseur de la membrane.

A partir de ces mesures nous avons déterminé l'épaisseur de la membrane optimisée à base de (PSU/PEI) (le Tableau suivant).

L_1 en µm	L_2 en µm	E en µm
105	210	105

3.1.7 ASPECT MORPHOLOGIQUE DE LA MEMBRANE

L'aspect morphologique de la membrane a été obtenu à l'aide du Microscope polarisant **« Leintz laborlux 11 pols »** à différents grossissements de la face active (supérieure). Cette dernier a apparait plus continue que la phase support (inférieure). Ce qui expliquerait la configuration asymétrique de la membrane. Ce résultat serait confirmé par une étude morphologique à l'aide du MEB.



(O)

(f)

Fig.8.Morphologique de la face supérieure (O) et la face inférieure (f) de membrane à base de (PSU/PEI) à grossissements (G*10).

4 TAUX DE DÉCOLORATION OBTENUE À TRAVERS LA MEMBRANE BICOMPOSANT

Dans la figure 9 nous avons représenté le taux de décoloration (TD) équation 4 du colorant de cuve (indigo) et celui du rouge de cibacrone (réactif) par le procédé d'ultrafiltration.

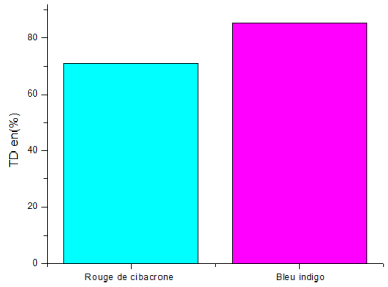


Fig.9.Taux de décoloration de la solution modelé coloré

$$\mathrm{TD}\% = \frac{A_i - A_f}{A_f} \times 100 \;\; équation\ (4)$$

Les taux de décoloration primaire obtenu par d'UFsur la membrane bicomponente optimisé sur des solutions modèles [28] à base de rouge de cibacrone et de l'indigo sont respectivement 71.20% et 85.36%. Ce qui s'expliquerait par la forte solubilité de rouge de cibacrone dans l'eau.

5 CONCLUSION

Dans ce présent article, nous avons quantifié le pouvoir de rétention des solutions colorées (Indigo/Rouge de cibacrone) à l'aide d'une membrane bi composante optimisée. Cette membrane asymétrique a été obtenue à l'aide d'un mélange ternaire Polymères/solvant et non solvant dans la composition en pourcentage massique en polymère est PSU 0.5/ PEI 0.01/. Cette membrane présente aussi bien des propriétés mécaniques et hydrodynamiques intéressantes. En effet, le débit de la membrane obtenue est de 16000l/jm^2 pour une pression 20cmHg et le pouvoir de décoloration se quantifié à 71.2% pour rouge de cibacrone et 85.36% pour l'indigo.

RÉFÉRENCES

[1] Dogan, M., Alkan, M., Chemos.50 (2003) 517-528.
[2] Annadurai, G., Juang, R. S., Lee, D. J., J. Hazard. Mat. 92 (2002) 263-274.
[3] Malachova, K., Rybkova, Z., Sezimova, H., Cerven, J., Novotny, C., Wate. Resear. 19 (2003) 7143-7148.
[4] Gottlieb, A., Shaw, C., Smith, A., Wheatley, A., Forsythe, S., J. Biotechn., 101 (2003) 49-56.
[5] Kadrivelu, K., Kavipriya, M., Karthika, C., Radhika, M., Vennilamani, N., Pattabhi, S., Bioresou. Technol. 87 (1) (2003) 129.
[6] Jain, A.K., Gupta, V.K., Bhatnagar, A., Suhas, J. Hazard. Mater. B101 (2003) 31.
[7] Zollinger, H. VCH Publishers, New York (1987).
[8] Benguella, B., Yacouta-Nour, A., Compt. Rend. Chim.12 (2009) 762-771.
[9] Van Der Zee, F. P., Lettinga, G., Filed, J. A., Chemos.44 (2001) 1169-1176.
[10] Szyguła, A., Guibal, E., Ariño Palacín, M., Ruiz, M., Maria Sastre, A., J. Environm. Managem. 90 (2009) 2979-2986.
[11] Zahrim, A.Y., Hilal, N., Wat. Resour. Indus., 3 (2013) 23–34.
[12] Charcosset, C., ITBM-RBM 27(2006) 1–7.
[13] Jain, A.K., Gupta, V.K., Bhatnagar, A., Suhas, J. Hazard. Mater. B101 (2003) 31–42.
[14] Majewska-Nowak, K., Kowalska, I., Kabsch-Korbutowicz, M., Desalina. 198 (2006) 149–157.
[15] Kima, C.K., Kimb, S.S., Limc J.C., Kimd, J.J., J. Membr. Sci., 147 (1998) 13–22.
[16] Fernandez, E., Benito, J.M., Pazos C., Coca, J., J. Membr. Sci., 246 (2005) 1–6.
[17] M. RAFIK, Thèses d'Etat faculté des sciences université ibn tofail à kenitra Modification chimique de la surface des membranes dense et poreuse par plasma froid. Application en pervaporation et en ultrafiltration
[18] N.SEKKAK Thèses d'Etat faculté des sciences université ibn tofail à kenitra Modification chimique du polysulfone UDELP1700.Application à l'élaboration de nvlles denses pour la pervaporation.
[19] K. Venugopal, S. Dharmalingam. Dessalement, 296 (2012), pp. 37- 45.
[20] M. Plattes, A. Bertrand, B. Schmitt, J. Sinner, F. Verstraeten, J. Welfring. Journal of Hazardous Materials 148 (2007) 613–615.

[21] M. Allali-Hassani, O. Dusart, M. Mazet. Water Research. Volume 24, Issue 6, June 1990, Pages 699-708.
[22] B. Shimekit, H. Mukhtar, S. Maitra, Trans. Ind. Ceram. Soc., 68 (2009), pp. 115-138.
[23] P. Buzatu, T. Zsirai, P. Aerts, S.J. Judd, J. of Membr. Sci., 421(2012), pp. 342-348.
[24] Y. Gao, GP Robertson, MD Guiver, J. Membr. Sci., 175 (2000), pp 43-52.
[25] H. strath mann. K. kocK, Po Amar, and R. W.baKer, the formation mechanismofasymmetri membranes Desalimentation,16(2),1975,P.179-203
[26] Yoshikawa M, Hara H, Tanigaki M, Guiner M, Matsuura T. Polymer 1992 ;33(22) :4805
[27] Binning RC, Lee RJ, Jenning JF, Martin EC. Ind Engng Chem 1961;53:45.
[28] M.RAFIK Thèses de 3ème cycle faculté des sciences université ibn tofail à kenitra Elaboration de nouvelle membranes composites obtenues par dépôt de polyphosphazène et autre matrices polymères sur un support en fluorure de polyvinylidène. Application à la décoloration de solution de sucre roux de canne.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 295-304
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude de l'effet de revêtement du cuivre dans un milieu NaCl 3% par la formulation d'un polymère oxyde à base de hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphine triamine (HGEDAPT)

[Study of the effect of the coating in a copper medium NaCl 3% by formulating a polymer-based oxide of hexaglycidyl dianiline phosphine ethylene triamine (HGEDAPT)]

Omar Dagdag[1], M. Galai[1], M. Ebn Touhami[2], A. El Harfi[1]

[1]Laboratory of Polymers, Radiation and Environment (LPRE), Team of Macromolecular & Organic Chemistry (TMOC), Faculty of Science, University Ibn Tofail, BP 133, 14000 Kenitra, Morocco

[2]Laboratoire des Matériaux, Electrochimie et Environnement (LMEE), Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kenitra, Morocco

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

ABSTRACT: In this paper we present as a first step the synthesis of an epoxide resin hexafonctionnelle following two steps. During the first stage, we performed phosphorylation of diphenylamine ethylene, followed by a second stage, which has led us to change after a new hexafonctionnelle resin. The microscopic structural characterization has been confirmed using the Nuclear Magnetic Resonance (NMR) proton and phosphorus. The epoxy resin is then cured with methylene dianiline (MDA) (HGEDAPT / MDA) and deposited on the copper. Finally we studied the impact of this new coating hexafonctionnelle epoxy resin on copper in an aggressive environment of 3% NaCl. Thereafter, we conducted a new formulation by adding an inorganic filler (zinc) in the protective matrix E_1 (HGEDAPT / MDA) and E_2 (HGEDAPT / MDA / Zn). The stationary and transient electrochemical studies are very interesting the value of their stationary efficiencies are respectively 92% and 97% and transitional 93% and 98.5%.

KEYWORDS: Epoxy hexafonctionnelle, substrate-copper coating, curing, curve potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy.

RÉSUMÉ: Dans ce travail nous présentons dans un premier temps la synthèse d'une résine époxyde hexafonctionnelle suivant deux étapes. Durant la première étape, nous avons effectué la phosphorylation de l'éthylène dianiline, suivie d'une deuxième étape, qui nous a conduit après sa modification à une nouvelle résine hexafonctionnelle. La caractérisation structurale microscopique a été confirmée à l'aide de la Résonnance Magnétique Nucléaire (RMN) du proton et du phosphore. La résine époxyde obtenue est ensuite réticulée avec la méthylène dianiline (MDA), E_1 (HGEDAPT/ MDA) est déposée sur le cuivre. Dans un deuxième temps nous avons étudié l'impact de revêtement de cette nouvelle résine époxyde hexafonctionnelle sur le cuivre dans un milieu agressif de NaCl 3%. Enfin, nous avons procédé à une nouvelle formulation en ajoutant une charge inorganique (le zinc) dans la matrice de protection E_2 (HGEDAPT/MDA/Zn). Les études électrochimiques stationnaire et transitoire s'avèrent très intéressantes, vue la valeur de leur efficacité stationnaire qui est respectivement 92% et 97% et transitoire 93% et 98,5%.

MOTS-CLEFS: Résines époxydes hexafonctionnelle, substrat-cuivre, revêtement, durcisseur, courbe de polarisation potentiodynamique et la spectroscopie d'impédance électrochimique.

Corresponding Author: Omar Dagdag

1 INTRODUCTION

Les résines époxydes sont des matériaux thermodurcissables importants et ont été largement utilisés dans les industries électroniques (Enrobage des circuits électroniques) [1], Ignifugation ou retardateur de flamme [2], Vieillissement par des éléments radioactifs [3], Adhésifs et ce, pour leurs exceptionnelles propriétés mécanique, chimique et d'isolation électrique etc… [4-6]. Cependant, leur application comme revêtement anticorrosif reste un domaine intéressant et non exploité.

Notre travail, consiste à la synthèse et l'étude physico-chimiques d'une matrice polymère époxyde phosphorée hexafonctionnelle et son comportement anticorrosif vis-à-vis du cuivre en milieu marin.

Aujourd'hui, le cuivre et ses alliages sont des matériaux industriels présentant une large variété d'application en raison de leurs propriétés électrique, thermique et mécanique. Cependant, ils peuvent subir une corrosion dans des milieux agressifs [6-8].

En vue de minimiser la corrosion du cuivre et ces alliages, les composés principalement organiques et leurs dérivés tels que les azoles et les acides aminés ont été étudiés comme inhibiteurs de corrosion pour ce métal [9]. Cependant, l'utilisation de l'inhibiteur n'est pas efficace dans les systèmes turbulents ouverts. La concentration d'inhibiteur stable et efficace ne peut être maintenue et les inhibiteurs adsorbés peuvent être désorbés dans le système exposé au milieu réactionnel. En outre, il existe une limitation dans l'utilisation de l'inhibiteur du fait de leur toxicité. La meilleure façon de protéger les métaux nobles contre la corrosion consiste à appliquer des revêtements protecteurs [10,11]. Parmi les différents types de ces revêtements nous citons des polymères organiques qui peuvent jouer un rôle important dans la prévention de la corrosion des métaux oxydables [12-16].

Cependant, la méthode de revêtement par des résines époxy reste une approche très efficace, en vue d'éviter une corrosion accentuée et rapide, en raison de sa bonne adhérence, sa bonne résistance à l'acide/alcalin et sa densité de réticulation élevée [13]. Enfin selon ses groupes chimiques hydrophiles présents dans la structure de résine durcie [14 -17].

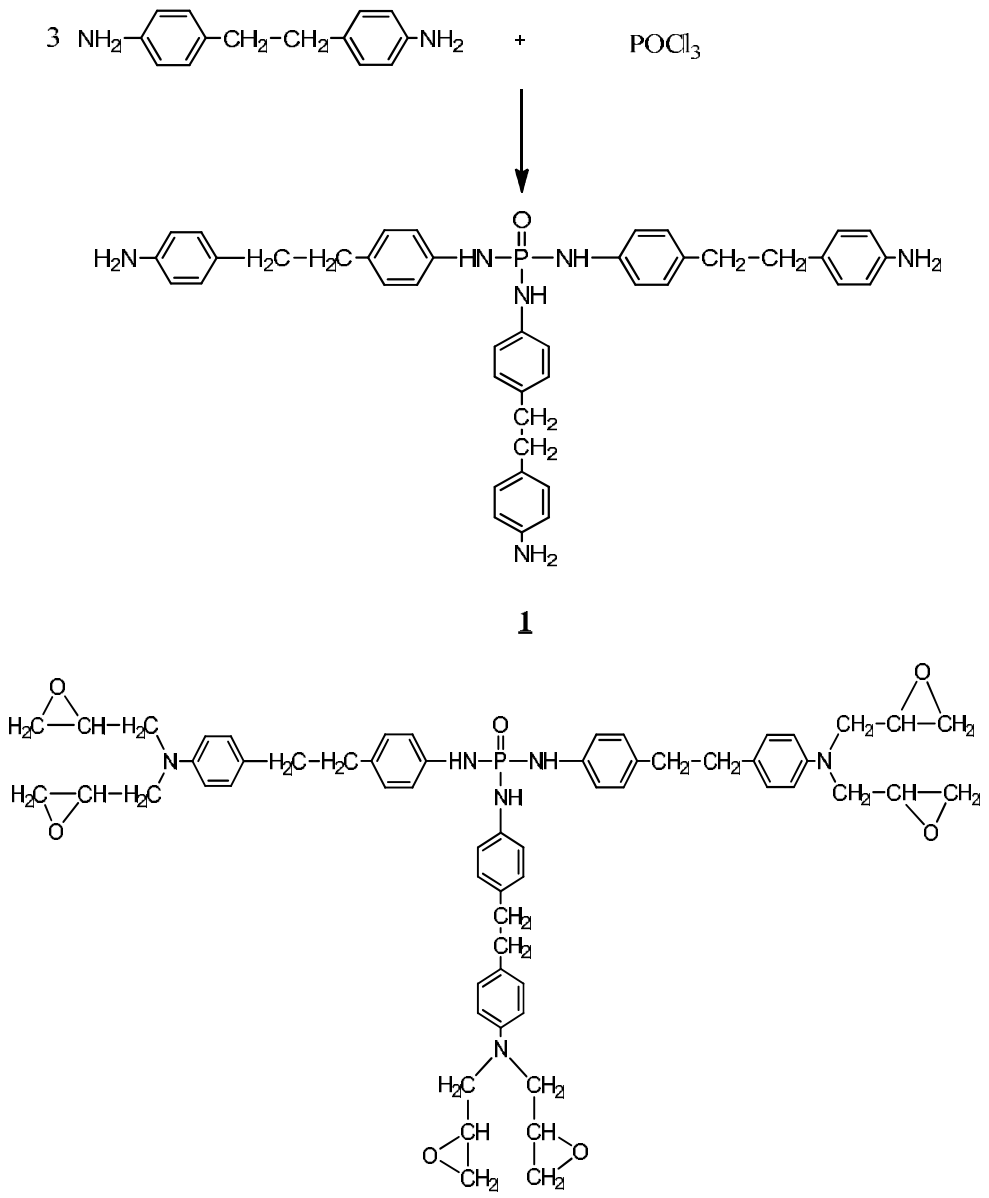
Dans cet objectif, nous avons synthétisé la résine époxyde hexafonctionnelle : Hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphinetriamine (HGEDAPT).Celle-ci a été caractérisé par la Résonnance Magnétique Nucléaire (RMN). L'évaluation de l'impact de revêtement par les deux matrices de protection E_1 (HGEDAPT/MDA) et E_2 (HGEDAPT/MDA/Zn) sur le cuivre en utilisant deux méthodes électrochimiques, à savoir les méthodes stationnaire dont la courbe de polarisation est i=f(E) et la méthode non-stationnaire dite transitoire exprimée par la spectroscopie d'impédance électrochimique (SIE) $Z(w) = Z_{re}(w) + j\, Z_{im}(w)$ en fonction de la fréquence w.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les produits utilisés sont : Le trichlorure de phosphore, l'éthylène dianiline en poudre et l'épichlorhydrine (2,3-EpoxyChloroPropane1) avec une pureté de 99%. Tous ces produits chimiques de base ont été fournis par les Sociétés Aldrich Chemical Co et Acros Chemical Co stockés à des températures comprises entre 4 et 7°C, et utilisés sans purification supplémentaire.

2.1 SYNTHESE DE L'HEXAGLYCIDYL D'ETHYLENE DIANILINE DE PHOSPHINETRIAMINE (HGEDAPT)

Comme nous l'avons indiqué, c'est une résine époxyde homologue à la Tétraglycidyl d'éthylène dianiline (TGEDA), à base d'éthylène dianiline et le trichlorure de phosphore ($POCl_3$) suivie par une condensation avec l'épichlorhydrine afin d'obtenir l' hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphinetriamine.

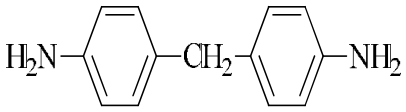


1

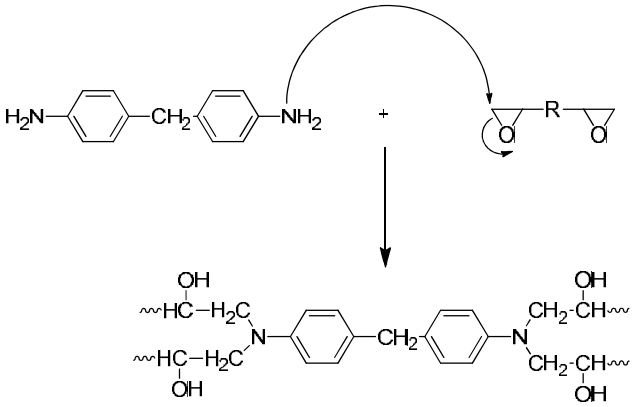
Figure 1 : Schéma de synthèse d' hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphinetriamine

2.2 DURCISSEMENT DE L'HEXAGLYCIDYL D'ETHYLENE DIANILINE DE PHOSPHINETRIAMINE

Les résines époxydes peuvent être transformées en polymères thermo durcis par l'intermédiaire de nombreux composés chimiques intervenant comme agent de pontages ou durcisseurs au cours de la mise en œuvre. Parmi les durcisseurs des systèmes polyépoxydes, il existe deux grandes classes : les amines et les anhydrides d'acide. Nous nous sommes limités à une seule classe de durcisseur : les diamines aromatiques. Par leur structure chimique, les composés aromatiques procurent une très bonne stabilité thermique et de bonnes propriétés mécaniques à la résine. De ce fait, ils sont souvent utilisés pour des applications de haute technologie. Le durcisseur que nous avons utilisé est la méthylène dianiline (MDA), dont la formule chimique est la suivante :



L'action du méthylène dianiline sur l'époxyde est décrite par la réaction suivante [18-20] :



2.3 REVETEMENT METALLIQUE DU CUIVRE PAR L'HGEDAPT

Le matériau métallique a été découpé en plaques de dimensions 4cm x 1cm x 0.25 cm. Pour obtenir des résultats fiables et reproductibles, chaque plaque subit avant chaque essai un polissage de la surface au papier abrasif de granulométrie de plus en plus fines : 1200 / 800 / 600 / 360 / 220 / 120 et avant d'être trempée dans la solution corrosive elle est rincée à l'eau distillée, dégraissée dans l'éthanol et enfin séchée à l'air pulsé.

Le protocole expérimental utilisé est composé des étapes suivantes :

a) Ajout de quantité du HGEDAPT et de l'agent durcisseur (MDA)

b) Maintien de l'agitation pendant environ une heure afin de faire évaporer le solvant existant dans notre échantillon.

La formulation a été appliquée sur le cuivre à l'aide d'une baguette produisant un film d'une épaisseur contrôlée (170 ± 10 µm) (figure 2). On laisse cette plaque revêtue dans l'air pendant 5 heures avant son traitement thermique pour éviter la forte contraction du film polymère qui est causé par l'évaporation de solvant résiduel. En effet, cette contraction peut induire un phénomène d'hétérogénéité du film. Cette plaque revêtue ensuite été placée dans une étuve durant 12 heures pour éliminer le solvant et réticuler la résine déposée sur le substrat.

Figure 2 : Revêtement de l'échantillon métallique par les différentes formulations E_1 et E_2 à base de l'HGEDAPT

2.4 MONTAGE DE TRAVAIL

2.4.1 CELLULE ÉLECTROCHIMIQUE À TROIS ÉLECTRODES

Le dispositif électrochimique utilisé représenté par la figure 3 est une cellule électrochimique à trois électrodes, d'une contenance de 50mL.

a) L'électrode de travail, siège de la réaction électrochimique, Lors de ce travail de recherche, nous avons utilisé comme des électrodes de travail un substrat de cuivre de 1 cm ².

b) L'électrode auxiliaire ou contre-électrode est constituée d'un fil de platine de surface bien supérieure à celle de l'électrode de travail afin d'éviter que la réaction qui a lieu à la contre-électrode soit l'étape limitante des processus électrochimiques.

c) L'électrode de référence utilisée dans ce travail est l'électrode au (Ag/AgCl) saturé en KCl permet la mesure de la différence de potentiel.

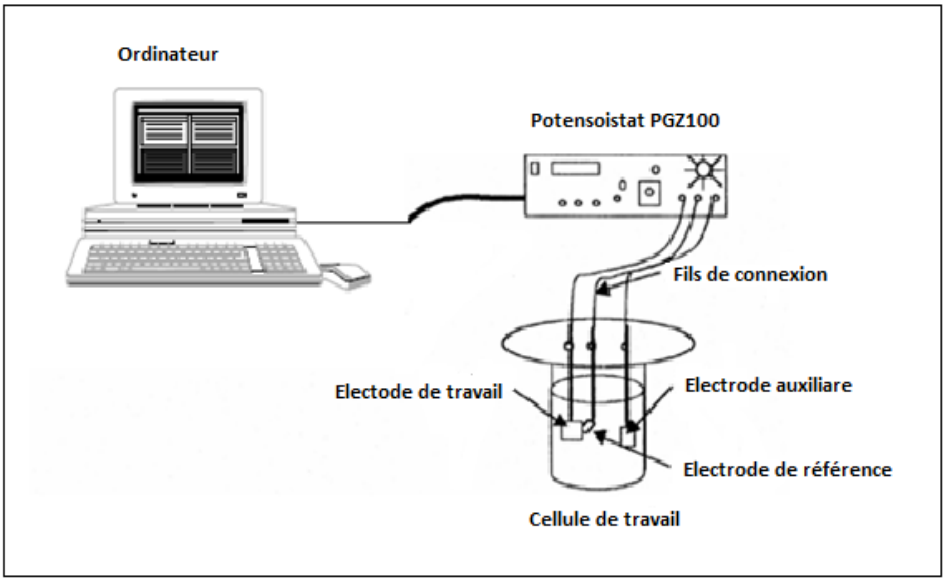


Figure 3 : Montage de la cellule électrochimique à trois électrodes.

2.4.2 MESURES ÉLECTROCHIMIQUES

L'électrode de travail est immergée pendant une durée de 30 min. Le tracé des courbes de polarisation en mode potentiodynamique est obtenu en appliquant, à l'aide d'un potentiostat/galvanostat (PGZ100) à différents potentiels. La détermination des paramètres électrochimiques (i_{corr}, E_{corr}, β_a et β_c) à partir des courbes de polarisation, se fait à l'aide d'une régression non linéaire par le logiciel origin .6.0 selon l'équation de Stern-Geary après correction de la chute ohmique.

$$i = i_a + i_c = i_{corr} \times \{exp[b_a \times (E - E_{corr})] - exp[b_c \times (E - E_{corr})]\} \quad (1)$$

Où i_{corr} est la densité de courant de corrosion (A.cm^{-2}), b_a et b_c sont respectivement la constante de Tafel des réactions anodiques et cathodiques (V^{-1}). Ces constantes sont liés à la pente de Tafel β (V dec^{-1}) la forme sur l'échelle logarithmique donné par :

$$\beta = \frac{\ln(10)}{b} = \frac{2.303}{b} \quad (2)$$

L'efficacité est évaluée en appliquant la relation :

$$\mathrm{E} = \frac{i^0_{corr} - i_{corr}}{i^0_{corr}} \times 100 \quad (3)$$

Où i_{corr}^{0}et i_{corr} sont les densités de courant de corrosion de cuivre trempé dans le milieu corrosif sans et avec le polymère du revêtement à différentes formulations, obtenues par extrapolation de la droite de Tafel cathodique et anodique au potentiel de corrosion.

Les mesures électrochimiques de spectroscopie d'impédance ont été effectuées avec une petite amplitude AC avec un signal (10 mV.rms) et avec un domaine de fréquence allant de 100 KHz à 10 mHz. Les résultats ont été alors analysés à l'aide de circuit électrique équivalent utilisant le programme de simulation bouckamp [21]. L'efficacité de protection par revêtement a été trouvée à l'aide de l'équation :

$$\mathrm{E} = \frac{R_p - R_p^0}{R_p} \times 100 \quad (4)$$

Où $R_p$et R_p^0 sont respectivement les résistances sans et avec le polymère du revêtement.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 CARACTERISATION DE LA RESINE EPOXYDE HEXAFONCTIONNELLE SYNTHETISEE PAR RMN DU PROTON (^{1}H) ET DU PHOSPHORE (^{31}P)

➢ **RMN ^{1}H de l'hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphinetriamine (HGEDAPT)**

Les résultats de la spectroscopie RMN ^{1}H (ppm) de la hexafonctionnelle synthétisée donnent les pics dont les attributions sont comme suit :

1,35 (dd, 2H$_b$, N-CH) ; 2,4 et 2,82 (m, 1H$_g$, CH oxirane) ; 3,61 (dd, 2H$_b$ oxirane) ; 3,35 (t, 2H$_f$ –CH$_2$-Ar) ; 4 (s, 1H$_a$) ; 6,58, 6,71, 7,04 et 7,11 (s, 1H$_h$, 1H$_i$, 1H$_d$ et 1H$_e$ Aromatique).

➢ **RMN ^{31}P de l'hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphinetriamine (HGEDAPT)**

En RMN ^{31}P, on observe un signal à 17,8 ppm pour le composé 1, chose de trichlorure de phosphore et l'éthylène dianiline (EDA) et un autre signal à 2,3 ppm preuve de la condensation de composé 1 et l'épichlorhydrine.

3.2 LES COURBES DE POLARISATION

La figure 4 regroupe les courbes de polarisation potentiodynamique qui décrivent l'effet de protection du cuivre dans le milieu marine (NaCl 3%) par les formulations E$_1$ (TGEDA/MDA) et E$_2$ (TGEDA/MDA/Zn).

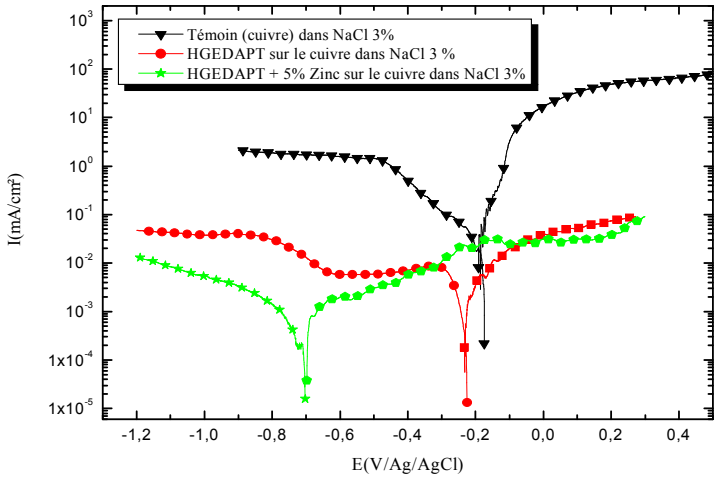


Figure 4 : Courbes de polarisation du cuivre dans NaCl 3% en présence de les matrices E_1 (TGEDA/ MDA) et E_2 (TGEDA/ MDA/Zn) après 30min d'immersion à 298 K.

Les paramètres électrochimiques des matrices de revêtement E_1 (TGEDA/MDA) et E_2 (TGEDA/MDA/Zn) sont rassemblés dans le tableau 1.

Matrice protecteur (E_i)	Plaques	E_{corr} (mV/Ag/AgCl)	I_{corr} (µA/cm²)	-βc (mV/dec)	βa (mV/dec)	E (%)
Cuivre	E_0	-174	24	391	325	-
HGEDAPT/MDA	E_1	-225	2	451	230	92%
HGEDAPT/MDA +5% de Zinc	E_2	-700	0,8	343,7	205	97%

L'étude de ces courbes nous permet de faire les constatations suivantes :

a) Les branches cathodiques ne montrent pas de linéarité et considérée comme étant la somme des deux courbes (se présentent une cinétique mixte) par la réduction de l'oxygène (l'équation (5)) et le dégagement d'hydrogène (équation (6)) [22].

$$O_2 + 2\,H_2O + 4\,e^- \rightarrow 4HO^- \quad (5)$$

$$2\,H_2O + 2\,e^- \rightarrow H_2 + 2HO^- \quad (6)$$

Cependant, les branches anodiques aussi ne montrent pas de linéarité due à la dissolution de cuivre (équations (7,8 et 9)) [23,24].

$$Cu + Cl^- \rightarrow CuCl + 1\,e^- \quad (7)$$

$$CuCl + Cl^- \rightarrow CuCl_2^- \quad (8)$$

$$CuCl_2^- \rightarrow Cu^{2+} + 2\,Cl^- + 1\,e^- \quad (9)$$

b) L'addition de 5% de zinc s'accompagne d'une nette diminution de courant de corrosion cathodique et légèrement affectées en présence de TGEDA + 5% de zinc dans le domaine anodique.

c) Le potentiel de corrosion se déplace globalement vers le sens négatif après l'ajout de E_1 (HGEDAPT/MDA) et E_2 (HGEDAPT/MDA/Zn).

Ceci nous a permis de conclure que l'ajout de zinc dans la formulation qu'il s'agit d'une protection cathodique qui est prédomine sur la protection anodique.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Le mécanisme de protection est étudié dans ce paragraphe selon les matrices de protection (E_0, E_1 et E_2), constituées par la résine époxyde polymériques standard (HGEDAPT), le durcisseur (MDA) et la charge formée par la couche de zinc. L'interprétation des résultats selon la constitution de la matrice est donnée comme suit :

a) Revêtement par la matrice E_0

Dans la matrice E_0 comme témoin, constituée sans revêtement du substrat (cuivre), les anions Cl^- et OH^- issues de milieu corrosive attaque directement le substrat ce qui induit une corrosion directe et accrue.

b) Revêtement par la matrice E_1

A travers la matrice E_1 (HGEDAPT/MDA), nous prévoyons qu'il y est une diffusion relativement importante des ions chlorures et l'hydroxyde à travers le film de protection qui pourrait présente des micropores en induisant une corrosion primaire traduite par i_{corr}= 2 µA/cm² et E= 92 %. Ceci conduirait à une accélération de la dissolution anodique du métal [25].

c) Revêtement par la matrice E_2

Lors de l'application de la matrice E_2 (HGEDAPT/MDA/Zn), la diffusion des espèces corrosives (Cl^- et OH^-) est ralentie par la couche de passivation [26] issue de couple Zn/Zn^{2+} selon les équations 10 et 11.

Dans ce cas, les paramètres électrochimiques de corrosion sont i_{corr}= 0,8 µA/cm² et E= 97 %.

$$Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow \mathrm{ZnO} + H_2O \quad (10)$$

$$Zn^{2+} + 2Cl^- \rightarrow Zn(Cl)_2 \quad (11)$$

3.3 IMPÉDANCE ÉLECTROCHIMIQUE

Pour confirmer les résultats obtenus par les courbes de polarisation potentiodynamique et étudier le mécanisme de revêtement de manière plus détaillé, nous avons réalisé la spectroscopie d'impédance électrochimique (la méthode transitoire) d'impédance électrochimique ;

Les résultats de cette méthode sont représentés sous forme de diagrammes de Nyquist. Ces diagrammes d'impédance de l'acier ordinaire immergé 30 min avant chaque mesure en circuit ouvert, dans la solution corrosive NaCl 3% vis-à-vis de l'ensemble matrices (E_0, E_1 et E_2) sont regroupés dans la figure 5.

L'analyse des différents diagrammes composant respectivement aux matrices de protection (E_0, E_1 et E_2) montre que ces dernières sont formées par deux boucles capacitives l'une à hautes fréquences (HF) attribué à l'effet de film, l'autre à basses fréquences (BF) qui est généralement attribuée au processus de transfert de charge, qui est due au phénomène de diffusion. En effet, plus le diamètre de demi-cercle augmente plus la résistance à la corrosion du film protecteur sera meilleure [27]. Cette étude confirmerait les résultats obtenus par la méthode stationnaire.

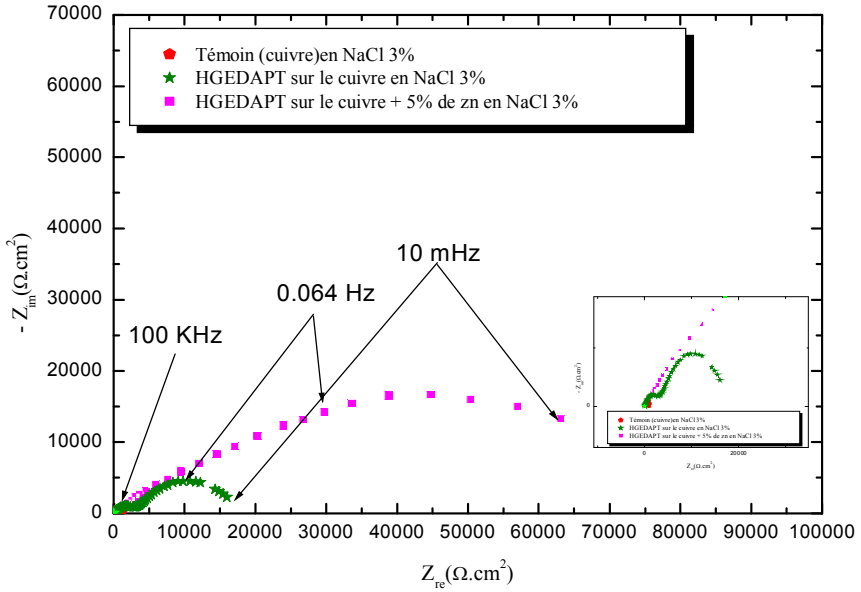


Figure 5 : Diagrammes d'impédance électrochimique à circuit ouvert après 30 min d'immersion pour le cuivre dans NaCl 3% en présence des matrices (E_0, E_1et E_2) à 298 K.

La modélisation par des circuits électriques équivalents (CEE) des spectres de la spectroscopie d'impédance électrochimique (SIE) est nécessaire pour permettre l'interprétation des informations relatives aux propriétés barrières du revêtement ou à la corrosion de la surface métallique.

Les diagrammes d'impédance obtenus sont ajustés à partir du (CEE) présenté sur la figure 6. Ce circuit est composé de :

- R_s- la résistance de l'électrolyte,
- C_f - Capacité de film de revêtement,
- R_p - résistance de revêtement,
- R_{ct} - résistance de transfert de charge,
- C_{dl} - capacité de la double couche,

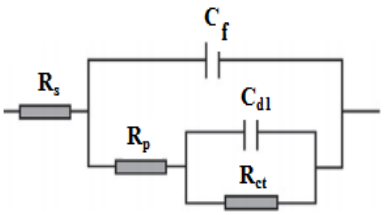


Figure 6 : Circuit équivalent propose pour l'ajustement des spectres d'impédances obtenues en présence HGEDAPT sur le cuivre dans NaCl 3%.

Les valeurs d'impédance électrochimiques et l'efficacité resultants de chaque matrice de protection (E_0, E_1 et E_2) sont regroupées dans le tableau 2.

Le tableau 2 rassemble les différents paramètres électrochimiques relevés à partir des diagrammes d'impédances.

Matrices protecteurs (E_i)	R_s (Ω.cm²)	R_{ct} (Ω.cm²)	C_{dl} (µF/cm²)	R_p (Ω.cm²)	E%
E_0	20	950	700	1200	-
E_1	130	7265	92	17000	93%
E_2	430	70189	4	80000	98,5%

Ce tableau montre que les valeurs de la résistance de polarisation pour les quatre matrices de revêtement sont évaluées entre 10^3 et 10^4 Ω.cm². Ce qui confirme les résultats des paramètres issus des courbes de polarisation potentiodynamique. Le tableau 3 résume les résultats de méthode stationnaire et la méthode transitoire.

Tableau 3 : Valeurs des paramètres d'évaluation de la méthode stationnaire et transitoire.

(E_i)	Méthode stationnaire		Méthode transitoire	
	i_{corr} (µA/cm²)	E (%)	R_p (Ω.cm²)	E%
E_0	24	-	1200	-
E_1	2	92%	17000	93%
E_2	0,8	97%	80000	98,5%

En effet le comportement est en corrélation avec un très faible effet de barrière du fait de l'existence de pores et les défauts dans le revêtement et /ou une mauvaise adhérence entre le revêtement et le substrat métallique. L'absence d'adhérence des revêtements non pigmentés est suggérée par la résistance de transfert de charge faible obtenu, et la formation rapide de bulles sur toute la surface de revêtement, où se produit une corrosion significative [28].

Sur cette base, le plus grand demi-cercle dans le diagramme de Nyquist de système de revêtement E_2 indique une meilleure résistance à la corrosion (voir le tableau 3), ce qui peut s'expliquer par la présence de zinc qui est responsable de la résistance à la corrosion plus élevée.

4 CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons présenté la synthèse d'une résine époxyde hexafonctionnelle hexaglycidyl d'éthylène dianiline de phosphinetriamine (HGEDAPT) à base de trichlorure de phosphore et d'éthylène dianiline. La structure de cette résine a été confirmée et caractérisée par spectroscopie usuelles RMN ^1H et ^{31}P.

Aussi, nous avons réalisé la protection du cuivre par le procédé de revêtement issue des formulations à base d'un polymère oxyde organophosphoré standard et une charge inorganique Zn. Les résultats électrochimiques obtenus à savoir les courbes de polarisation et celles de la spectroscopie d'impédance électrochimique dans la présente étude sont tout à fait en accord raisonnable et confirmer que le zinc présenté dans la matrice E_2 formulée (HGEDAPT/MDA/Zn) à un effet de protection très évident.

REFERENCES

[1] Fetouaki, S., Toufik, M., Meghraoui, H., El Harfi, A., ''Physical and Chemical News Journal'', 27, (2006), 131- 140.
[2] El Gouri, M., El Bachiri, A., Hegazi, S. E., Ziraoui, R., Rafik, M., ''J. Mater. Environ. Sci'', 2 (4), (2011) 319-334.
[3] Rami, N., Meghraoui, H., Ziraoui, R., El khoukhi, T., Mouhib, M., El Harfi, A., ''J. Mater. Environ. Sci'', 1 (4), (2010) 277-288.
[4] Wang X, Hu Y, Song L, Xing W, Lu H., ''J Anal Appl Pyrol'', 92(2011), 64-70.
[5] Wan, J., Li, C., Bu, ZY., Xu, CJ., Li, BG., Fan, H., ''Chem Eng '', 72 (2012), 160-188.
[6] Nakamura, Y., Yamaguchi, M., Okubo, M., Matsumoto, T., ''J App Polym Sci'', 45(7), (1992) 1281-9.
[7] El Azzaoui, J., Rafik, M., Hegazi, S.E., El Harfi, A., ''International Journal of Innovation and Applied Studies'', ISSN 2028-9324, 7 (2014) 883-891.
[8] Markevich, M.A., Chernogolovka, (1986).
[9] Vera, R., Layana, G., Gardiazabal. J.I., "Bol. Soc. Chil. Quím", 40 (1995) 149–156.
[10] Rosales, B., Vera, R., Morien, G., "Corros. Sci", 41 (1999) 625–651.
[11] Cantor, A., Bushman, J., Glodoski, M., Kiefer, E., Bersch, R., Wallenkamp, H., "Mater. Performance", 45 (2006), 38–41.
[12] Antonijevic, M.M., Petrovic, M.B., "Int. J. Electrochem. Sci", 3 (2008), 1–28.
[13] Petitjean, J., Aeiyach, S., Lacroix, J.C., Lacaze, P.C., J. "Electroanal. Chem", 478 (1999), 92–100.
[14] Ferreira, C.A., Aeiyach, S., Delamar, M., Lacaze, P.C., "Chem. Interfacial Electrochem", 284 (1990), 351–369.
[15] Gonzalez-Rodriguez, J.G., Lucio-García, M.A., Nicho, M.E., Cruz-Silva, R., Casales, M., Valenzuela, E., "J. Power Sources", 168 (2007), 184–190.
[16] Panah, N.B., Danaee, I., "Prog. Org. Coat", 68 (2010), 214–218.
[17] Herrasti, P., Ocón, P., "Appl. Surf. Sci'', 172 (2001), 276–284.
[18] El Gouri. M., Rafik, M., Hegazi, S.E., Grich, M., Meghraoui .H and El Harfi. A., ''Phys. Chem. News'', 52 (2010), 112-128.
[19] Meghraoui, H., Rami, N., Grich, M., Echchelh, A., et Elharfi, A., ''Ann. Sci. Mat'', 34(3), 2009 ,141-153.
[20] Rami, N., Meghraoui, H., Grich, M., Fetouaki, S., Elharfi, A., ''Ann. Sci. Mat'', 33(6), 2008, 479-492.
[21] Boukamp, User's Manual Equivalent Circuit, ver, 4 (1993), 51.
[22] Li, W., Hu, L., Zhang, S., Hou, B., ''Corros. Sci'', 53 (2011), 735–745.
[23] Hammouti, B., Dafali, A., Touzani, R., Bouachrine, M., ''J. Saudi Chem. Soc'', 16 (2012), 413–418.
[25] Zubielewicz, M., Gnot, W., ''Progress in Organic Coatings'', 49 (2004), 358-371.
[26] Kunitsugu Aramaki., ''Corrosion Science'', 45 (2003), 199–210.
[27] Ananda Kumar, S., Balakrishnan, T., Alagar, M., Denchev, Z., ''Progress in Organic Coatings'', 55 (2006), 207.
[28] Guillaumin, V., Landolt, D., ''Corr. Sci'', 44 (1), (2002), 179.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 305-312
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

A New Algorithm for Dynamic Encryption

Youssef Harmouch and Rachid El Kouch

Dept. Mathematics, Computing and Networks,
National Institute for Post and Telecommunication,
Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: Encryption is a cryptography method that makes it difficult to understand a document for any person without the decryption key. Our contribution in this paper is to introduce a new concept of encryption to secure a document by using a pair of keys. Generally the security of a cryptosystem relies on the secret encryption key but not on the algorithm. This has led many scientists and researchers to develop multiple encryption algorithms that are differentiated by their suppleness, complexities, resistance to the attacks and their quick execution. Thus, we develop a new dynamic encryption algorithm based on the use of two keys, static and dynamic, in different sizes. The static key is combined with a vector product to encrypted data while the other dynamic key will be added as an additional jamming, which is only a chaotic vector that changes values after each use. Our immaculate algorithm will be tested and simulated in MATLAB to visualize and verify the results so that to deduce its effectiveness of resistance to cryptanalysis attacks.

KEYWORDS: key encryption, jamming update, dynamic algorithm and cryptanalysis attacks.

1 INTRODUCTION

After the huge universal evolution of computer, phone or telecommunications networks in recent years, accesses from many implemented applications and that causes a big data exchange.

The need for confidentiality will appear under a new name “Cryptography” [1], which major function is taking clear data (example text, any kind of many areas such as “banking, military, health, education, government ...” are working on a platform with multiple multimedia document...) and turning it into unintelligible data through an encryption process, or vice versa for decryption. This process is composed of two essential elements which are the algorithm and the key.

The algorithm is a transformation applied to data for encryption or decryption using a key which is the secret parameter for this transformation with only the “transmitter, receiver” possessing information.

2 CRYPTOGRAPHY

2.1 USUAL ENCRYPTION METHOD

In cryptography domain, there are two encryption methods:

- Symmetric encryption: the same key is used to encrypt and decrypt data.
- Asymmetric encryption: different keys are used to encrypt and decrypt data.

In this paper, we look at the development of a new symmetric encryption algorithm, which uses a pair of keys with different sizes for dynamic encryption.

Corresponding Author: Youssef Harmouch

2.2 CIPHER BLOCK AND STREAM CIPHER

In general, data D is divided into bits fixed length blocks $D = D_1D_2 \dots D_N$. Each block D_i is encrypted into C_i by a function named E_K as follow $C_i = E_k (D_i)$ and the result is added to the cipher text $C = C_1C_2 \dots C_N$. There are two main types of encryption: block ciphers and stream ciphers [2].

In block cipher, the transformation function $E_k (D) = C$ is the same for each block which requires little memory and it is relatively fast for execution. In the stream cipher, the blocks are encrypted sequentially and each block is encrypted by a separate transformation that depends on:

- previous encrypted blocks, and / or
- the previous transformation, and / or
- the number of blocks

Therefore the same data D will not give the same cipher text C [3]. Our algorithm combines these two modes of encryption [4]. It will initially use the same transformation function with a static key, and then comes the stream cipher represented by using the dynamic key.

2.3 CHAOS CIPHER

For scientists [5], chaos does not mean the absence of order, but it relates preferably to a notion of unpredictability and inability to predict a long-term evolution since the final state depends directly and very sensitive to the initial state. Chaotic systems are a special class of nonlinear systems, so it is possible to apply all methods for nonlinear systems. [6]

3 ALGORITHM BLOCK

Let set ķ as a classes of equivalence for congruence modulo p noted $(\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})$ and E_p is a commutative ring with the addition "+" and modular multiplication "×" laws $(\mathbb{Z}/p\mathbb{Z},+,\times)$ define by [7]:

$\forall$ v, u $\in (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^n$ we have:

- Law "+" is defined by:
$$w = u + v = ((u_1+v_1)[p], (u_2+v_2)[p],\dots, (u_n+v_n)[p]) \quad (1)$$
- Law "×" is defined by:
$$w = u \times v^t = \Sigma(u_i \times v_i)[p] \quad (2)$$

With v^t is the v transposed.

3.1 CHAOS ADDER FUNCTION

We define J as a mapping from $\mathbb{R}^n$ into $\mathbb{R}^n$ by:

$$J : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$$
$$\forall\, x,y \in \mathbb{R}^n \;\; J(x,y) = (x_1 \oplus y_1, x_2 \oplus y_2,\dots, x_n \oplus y_n) \quad (3)$$

This function will be used for stream cipher with a dynamic key.

3.2 ENCRYPTION FUNCTION

We define f as a mapping from $(\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^n \times (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^{n\times m}$ into $(\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^m$, allowing not only the encryption of the data value xi with a static key and a pseudo-random jamming (dynamic key), but also to mixing it with subsequent values by a row vector transformation as an upper triangular matrix caused by data right shift:

$$f : (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^n \times (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^{n\times m} \to (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^n$$
$$Y = f(x) = J(C \times X, P) \quad (4)$$

C : row vector of n dimension, present the static encryption key.

X : n×m matrix dimension containing data signal x (x_0, x_1, x_2, ... x_{n-1}) arranged by a shift right in each line, it is given as follows:

$$X = \begin{pmatrix} x_0 & x_1 & x_2 & \dots & x_{n-1} & \dots & x_{m-2} & x_{m-1} \\ 0 & x_0 & x_1 & \dots & x_{n-2} & \dots & x_{m-3} & x_{m-2} \\ 0 & 0 & x_0 & \dots & x_{n-3} & \dots & x_{m-4} & x_{m-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & x_0 & \dots & x_{m-n-2} & x_{m-n-1} \end{pmatrix}$$

P: row vector of m dimensions m ≥ n, present the dynamic encryption key and also the chaos jamming vector.

Note:

From now on, in this article, we will consider C as the static key and call it "Key" and P as dynamic key and call it "jamming".

4 ALGORITHM OPERATION PRINCIPLE

4.1 DECRYPTION FUNCTION

After jamming subtracting by the same function J, decryption becomes purely a linear problem to solve, it is represented as a Gaussian system like this:

$$\begin{cases} x_0 = \{c_0^{-1} \times (y_0 - \sum_{i=1}^{n-1} c_i)\}[p] \\ x_1 = \{c_0^{-1} \times (y_1 - \sum_{i=2}^{n-1} c_i - x_0 \times c_1)\}[p] \\ x_2 = \{c_0^{-1} \times (y_2 - \sum_{i=3}^{n-1} c_i - \sum_{i=1}^{0} x_i \times c_{2-i})\}[p] \\ x_3 = \{c_0^{-1} \times (y_3 - \sum_{i=4}^{n-1} c_i - \sum_{i=2}^{0} x_i \times c_{3-i})\}[p] \\ \vdots \\ x_{n-1} = \{c_0^{-1} \times (y_{n-1} - \sum_{i=n-2}^{0} x_i \times c_{n-1-i})\}[p] \\ \vdots \\ x_{m-2} = \{c_0^{-1} \times (y_{m-2} - \sum_{i=m-3}^{0} x_i \times c_{m-2-i})\}[p] \\ x_{m-1} = \{c_0^{-1} \times (y_{m-1} - \sum_{i=m-2}^{0} x_i \times c_{m-1-i})\}[p] \end{cases} \quad (5)$$

x_i represents bits respectively bytes of data decrypted from y_i, which are bits respectively bytes of data encrypted, and the ci are in reality the values of the static key C.

4.2 MODULAR INVERSE

It is shown from the decryption system that the first value of C c_0 must admit a modular inverse. To correct this problem a method of adding the initial value c_0 to initial data x using the adder chaos function J (x, c_0) will be applied before the construction of the data matrix X, subsequently this value c0 will be replaced by the number '1' (since $c_0^{-1} = c_0 = 1$) throughout the course of encryption.

4.3 DATA ENCRYPTED REARRANGEMENT

4.3.1 THE PROBLEM

In decryption, each xi depends on the values x_{i-l} with $0 < l \leq i$, i.e. x_{i-l} becomes an essential factor to decrypt x_i and so recursively x_0 is the main key to all data decryption x, hence the need to rearrange the encrypted vector Y in order to clear the risk for decryption by a third person other than the transmitter and receiver.

4.3.2 PERMUTATION FUNCTION

We define $\mathcal{G}$ as a mapping from $\mathbb{R}^m$ into $\mathbb{R}^m$ allowing the permutation of $f(x)$ values by a vector $V \in (\mathbb{Z}/m\mathbb{Z})^m$ containing distinguished and unique values defined by:

$$\mathcal{G} : \mathbb{R}^m \to \mathbb{R}^m$$
$$\forall\, x \in \mathbb{R}^m, \forall V \in (\mathbb{Z}/m\mathbb{Z})^m$$
$$\mathcal{G}(x,V) = (x(V_i)),\ \forall\, i \in [0, m-1] \quad (6)$$

4.3.3 PERMUTATION INVERSE

Since $\mathcal{G}$ is reversible by itself, its inverse function is defined as mapping from $\mathbb{R}^m$ into $\mathbb{R}^m$ by :

$$\begin{gathered}\mathcal{G}: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^m \\ \forall\, x \in \mathbb{R}^m, \forall U \in (\mathbb{Z}/m\mathbb{Z})^m \\ \mathcal{G}(x,U) = (x(U_i)),\ \forall\, i \in [0,m\text{-}1] \\ \text{with } \mathcal{G}(V,U) = (V(U_i)) = (0,1,2,3,\ldots,\text{m-3, m-2, m-1})\end{gathered} \tag{7}$$

4.3.4 ENCRYPTION FUNCTION

The encryption function $\hbar$ is defined then as mapping from E_p into E_p by:

$$\hbar: E_p \rightarrow E_p$$

$$\hbar(x) = \mathcal{G}(f(\mathcal{J}(x, c_0))) \tag{8}$$

This function respects the **Shannon** theorem (that says, to be a good encryption system, it is necessary that the size of the key is large enough than the size of the data) because the dimension (C) + dimension (P)> dimension (x).

4.3.5 COMPLEXITY

We can realize encryption system by successive blocks, where each block contains a predefined function, as follows:

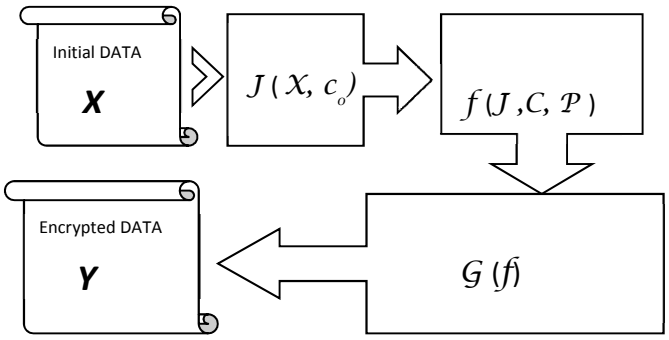


Fig. 1. Algorithm Block function

Each one of these blocks admits deferential complexity compared to the other:

- f has a matrix product, so its complexity order is an O (n×m).
- $\mathcal{G}$ is a permutation function, therefore it admits a complexity order of O (m).
- $\mathcal{J}$ has a "XOR" function only, so it has a complexity order of O (m).

5 SIMULATION

To visualize the algorithm behavior under different types of data "text, voice and image", we start a MATLAB simulation with a same given key and jamming for those data, with modulo = 256:

- Key : dimension=10

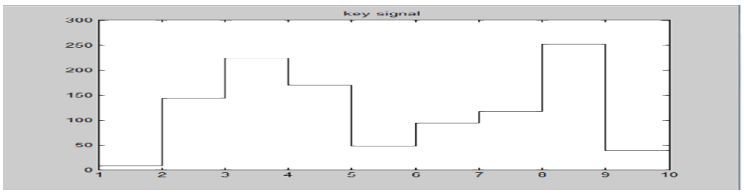


Fig. 2. Encryption Key "C" value

- Jamming : dimension=20

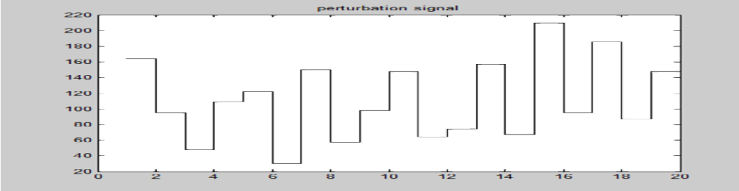


Fig. 3. Jamming vector "P" value

Note:

In the rest of simulation, the size of the jamming P will be set as 20 and the key C as 10.

5.1 TEXT ENCRYPTION

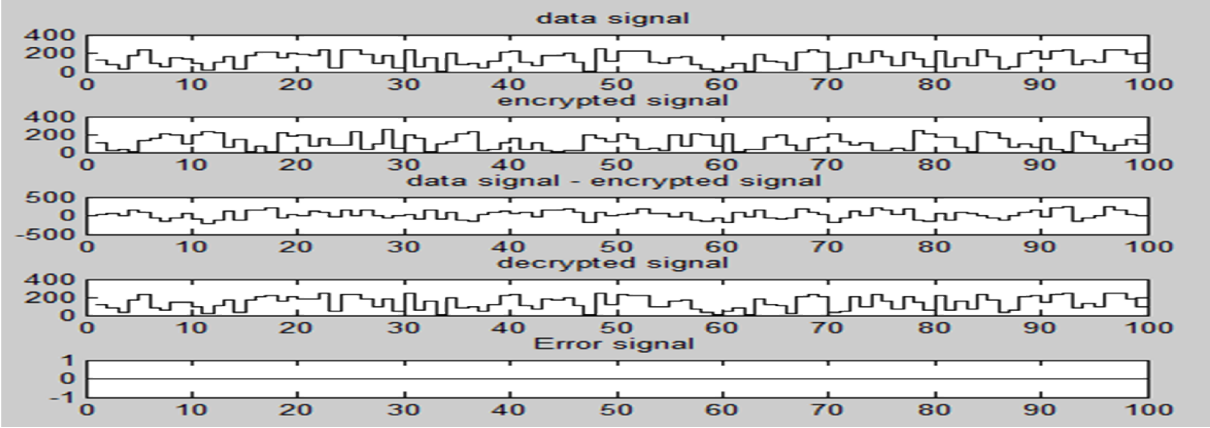


Fig. 4. Text Encryption simulation

This figure simulate a random text signal encoded with "AINSI" presented by 256 modulus data vector, the success encryption are verify firstly by subtracting the original signal with the encrypted one "data signal - encrypted signal" which must be non-zero vector, and secondly by checking the error signal which is the difference between the original signal and the decrypted one define by "Error signal = signal data - decrypted signal" which must be a null signal.

5.2 VOICE ENCRYPTION

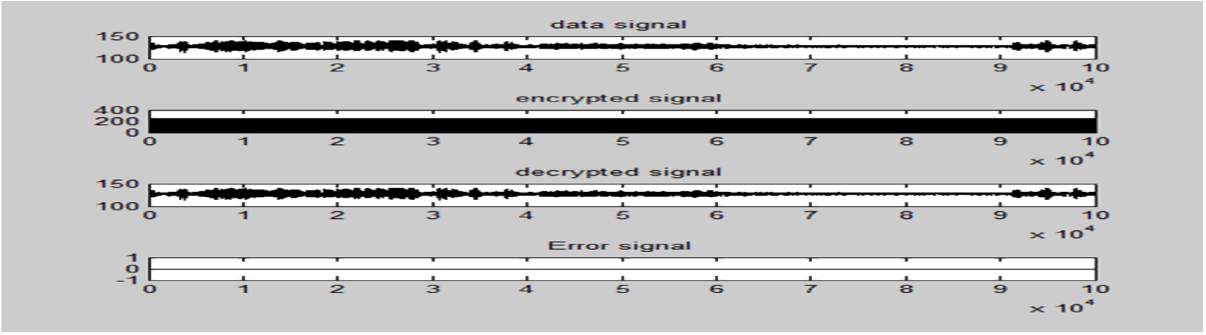


Fig. 5. Voice Encryption simulation

According to an audio file recorded by using the MATLAB function "wavrecord" with 105 of 8-bit sample (sample value are between 0 and 255) and 8000 Hz sampling frequency, this simulation show us a strong signal voice encryption that cause

a major difficulty to reconstruct the original signal from the encrypted one without knowing the initial encryption key value which changes dynamically after each use.

5.3 IMAGE ENCRYPTION

Fig. 6. Image Encryption simulation

This figure illustrates the encryption of a GIF image. From the simulation, we can easily see a strong image encryption.

Those simulation of different multimedia type "text, voice, image" show us that our algorithm can support all data type for encryption and so deduce it flexibility and strangeness to secure all type of information. This kind of Characteristics will help for single implementation to the algorithm to multiple services types of communications and applications for multiple users.

6 CRYPTANALYSIS ATTACKS RESISTANCE

6.1 RESISTANCE TO BRUTE FORCE ATTACK

Since the algorithm works in a vector space E_p into E_p, it parameters "Key and jamming" contain numbers modulo p independent of each other, the entire probability to break the algorithm by brute force attack is the product of its different functions probabilities, then we have:

$$\left.\begin{array}{l} Prob(x_i) = 1/p \\ Prob(C) = P_C = 1/(n!\, p^n) \\ Prob(P) = P_P = 1/(m!\, p^m) \\ Prob(Réarangement) = P_R = 1/m! \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} P_{total} = P_C \times P_P \times P_R \\ P_{total} = 1/(n!\, m!^2\, p^{n+m}) \end{array} \quad (10)$$

For example, for AINSI encoding and a key dimension respectively jamming is 10 respectively 1024:

$$\left.\begin{array}{l} p = 256 \\ n = 10 \\ m = 1024 \end{array}\right\} \Rightarrow P_{total} \cong 7{,}1178 \times 10^{-7777}$$

To a computer (CPU: Intel Core 2 Duo 2GHz, 2GB RAM), the execution time for encryption a 1MB of data is 2.22 s, which would say that for such a probability, the time to break the algorithm with 365 days/year is almost equal to $9{,}891 \times 10^{7768}$ years.

6.2 RESISTANCE TO ATTACK PLAINTEXT / ENCRYPTED

The permanent change in the jamming makes a strong resistant for the algorithm to attacks types:

- attack using statistical analysis.
- attack using encrypted text only.
- attack using clear text.
- attack with the chosen plaintext.

The following figure shows an average curve of each new jamming vector for a 1000 bytes data with jamming dimension equal 20:

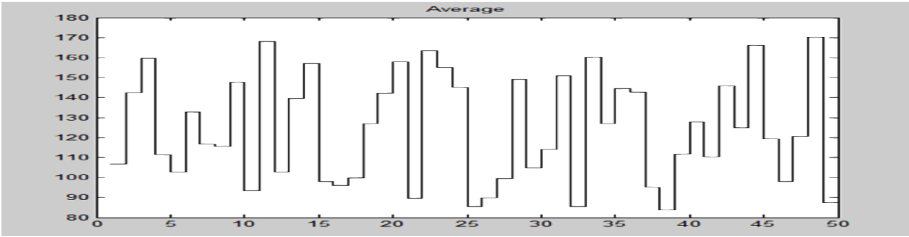


Fig. 7. Average jamming vectors values

Now let's examine the behavior of the algorithm to a constant unit function as initial data to be encrypted, ie:

$$x(t)=\text{cte}\times u(t) \tag{11}$$

Example:

$\text{Cte} = 100 \Rightarrow x(t) = 100 \ \forall \ t \geq 0$

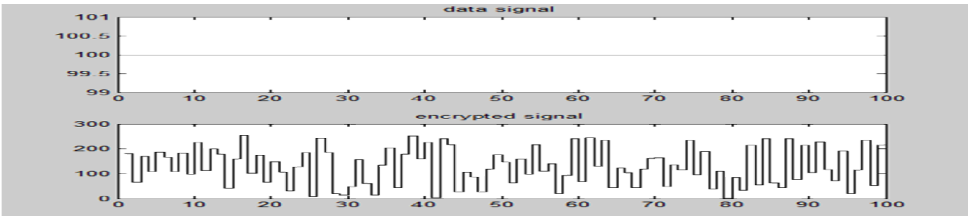


Fig. 8. Constant data text value encryption

There is a lack of a cyclic redundancy check (message dimension = 100), making it difficult to break the algorithm with those types of attacks.

7 ALGORITHM OPERATION METHOD

The algorithm is based on a secret shared only between the sender and receiver. This secret is a data vector that the couple "transmitter, receiver" must have in initialization phase, its allows : the receiver to get information about the jamming added to the data by the sender, the sender authenticates , the encrypted data sign, the encrypted data rearranges, verify the correctly data transmission..., in this paper we are interested only in jamming synchronization and its update between "transmitter, receiver", the rest of functions and the possibilities offered by this "secret" with exchange method for "key + secret" will be addressed in the development phase of a new protocol using this algorithm in the next paper.

During initialization phase, the transmitter and receiver synchronize the "secret +key" (key and secret exchange method), the sender encrypts the secret then creates and adds a chaotic random jamming into, rearranges secret encrypted data and then sends it to the receiver. The receiver rearranges inversely this data and calculates the deference between the received secret data from the sender and his encrypted secret data by itself with only the static key C, in order to infer the jamming P.

After each new data encryption, a modulus value is added from the secret vector to the jamming vector in order to modify it and update it for the next use, ie:

```
i=0
Repeat until the end of data:
        Message encryption "key + jamming"
        For (k=0 ; k<m ; k++)
                Jamming_k = (Jamming_k + secret_i )[p]
        end for
        i = i+1
        if( i > m-1)
                then i=0
        end if
end repeat.
```

8 CONCLUSION AND FUTURE WORK

After using a pair of keys for encryption, a static and another one dynamic which changes its values after each use due to a secret vector data shared only between transmitter and receiver and after the results obtained during the simulation, we deduce that our algorithm is clearly much stronger in resistance to cryptanalysis attacks. This shared secret gives us many procedures such as authentication, confidentiality, signature, that could be put it into a new protocol inheriting the present algorithm. This protocol will describe the exchange methods of the couple "keys and secrets" for the initialization phase and operate in multiple functions as an error detection, security policy and tolerance rate…

Just as the high resistance to cryptanalysis attacks by our algorithm, this protocol will be dedicated to resist to different types of network attacks such as Denial of Service (DoS), Man in the Middle, package network ejection..., to finally get a powerful security protocol when it is used in an unsecured network or platform.

REFERENCES

[1] A. Young, "the future of cryptography: practice and theory", pp. 64, 62 – 63, 2003.

[2] S. Orn er Sharif, S.P. Mansoor, "performance analysis of stream and block cipher algorithms", vol. 1, pp. 522 -525, 2010.

[3] "Neuro-applied cryptography" by S. Dourlens, Paris University 8 Micro Computer Micro-Electronics Departement, ch. 3,p. 4, 1996.

[4] D.E. Goumidi , F. Hachouf "Hybrid chaos-based image encryption approach using block and stream ciphers" Vol. 1,pp. 522 – 525, 2010.

[5] X. WANG, L. MA, X. DU, "an encryption method baser on dual-chaos system" pp. 217 – 220, 2009.

[6] "realization and study of a secure system based on chaos " by M. Ouerdia Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou University, Electrical Engineering and Computer Faculty, Automatic Control Science Department, ch.1, p. 3, 2013.

[7] S. Vollala, Varadhan V, K.Geetha, N.Ramasubramanian, "efficient modular multiplication algorithms for public key cryptography"pp. 74 – 78, 2014.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 313-324
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

When Life Satisfaction among Adult Learners is at Odds with their Attitudes, Willingness, and Perception: Confronting the Self-Directed Learning

Adilu M. Salim

Department of Human Resource Development, Graduate School of Techno-HRD,
Korea University of Technology and Education, 1600-Chungjeol-ro, Cheonan City, Chungnam 330-708, South Korea

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

ABSTRACT: The purpose of this study has been the exploration of the impact of Self-Directed Learning on adult learners' Life Satisfaction using their attitudes, willingness and perception as intervening variables. It examines ways in which adults learners' perceptions, attitudes and willingness match with the level of happiness and satisfaction that they contribute to their survival. Through deductively hypothesizing the research ideas, analyzing the data and specifying patterns, the study employs a sample of 100 college and university level students from 5 institutions of higher learning. A self-administered survey questionnaire was implemented and scores of the participants' observation were statistically recorded and analyzed. The prediction of Life Satisfaction from Self-Directed Learning with the three subscales using linear regression analysis yielded statistically significant result of $R^2 = 0.293$ (*variation*); F=48.42(*model strength*); and $p < 0.01$(*significance*). The result suggest that, any positive changes in learning that are focusing on Self-Directed Learning and life-long perspective have the potential to show the way to improved life satisfaction of adult learners. The result will also allow for structures of intervention that indirectly influence perceived satisfaction through activities that encourage engagement, thus improving quality life

KEYWORDS: Personality-characteristics, Self-direction, Life-long learning, Zanzibar, adults, meaningful life, learning success.

1 INTRODUCTION

In recent times, the need to tackle the best possible and most effective living and happiness among adults has received much attention greater than before in the field of both Education and Psychology. The excellence and achievement of the so called *high-quality life* has been not only a topic of discussion amongst people but remains as a concern on the heads of thinkers and academicians. Researchers have been studied for something that would really help generating people's more happiness, always desired for an extensive, distinguished and meaningful life, prosperous and adequately capable to also appreciate the life. This is believed to be a remedy that would help them challenge successfully with life's complications, fully understand themselves and the world, and eventually gain self-direction in the process of acquiring knowledge, skills and desired attitudes as adults that they would also transfer to their future age groups.

The communities know practically little about the happiness which is of course resulting from adult learning or the pleasure of curiosity and discovery, or from personal adult development and the ability to continually change oneself in the life-long. Inadequate attention is known to the connections between self-directed adult-learning, perception and attitudes with life happiness and satisfaction. Human beings and adults in particular have tendency of interpreting their impressions into a comprehensible view of their surrounding environment. The human being interprets a stimuli or situation into something meaningful to him or her based on prior experiences. This effect is known as Perception. Lindsay & Norman,(1977) defined Perception as a process by which organisms interpret and organize sensation to produce a meaningful experience of the world. Nevertheless, what an organism interprets or perceives may be significantly different from the real situation existing or that someone's perception may not be thoroughly implicit or understood and this remains as the big challenge of human perception. For instance, I may perceive that, my fellow student to be lazy because he always comes late to school

Corresponding Author: Adilu M. Salim

when the lectures have started. Perhaps he suffers from a kind of disability and the lecturer knows that and this perception can be an extreme one, since I don't have all of the evidences or realities.

Perception pushes to inspiration or motivation and it is closely related to attitudes. According to Allport (1935), Attitude is a mental or neural state of readiness, organized through experience, exerting a directive or dynamic influence on the individual's response to all objects and situations to which it is related.

When we refer to a person's attitudes, we are trying to explain his or her behavior. Attitudes are a complex combination of things we tend to call personality, beliefs, values, behaviors, and motivations. As an example, we in fact, comprehend when someone seems to or says, "He has a positive attitude toward learning" versus "He has a poor learning attitude." When we talk of somebody's attitude, we are actually referring to the person's emotions and behaviors. Attitudes help us define how we see situations, as well as define how we behave or perform toward the situation or object.

Varied situations in life affect our attitudes. This includes the environment we were brought up in as well as our individual characteristics, capabilities and proficiencies. Individual characters, standards and values also have great effect in their attitudes as well. For example, many of us adult learners may have attitudes toward learning and environment that are similar to the ones inherited from our parents. However these attitudes may change as we gain more understanding of the surrounding environment. Now days, adult learners are seem to be so busy with life and life complications and therefore, not necessarily interested in subjects; instead, they are interested in solving problems and involving in teaching or learning by actions. This seems to be a positive attitude as well as strategic approach to adult learning.

Adults decide making their own situation conducive in the light of their thinking, perception and understanding of what is good or what makes the learners more prosperous. With this truth and reality, I am involved in the point that, what someone believes determines what he/she think or perceives and what he/she perceives or think determines what actions he/she takes.

Life satisfaction has been an important area of study for psychologists and sociologists in recent decades. Human individuals have hunted for the key to maximum life satisfaction and happiness through theoretical thought, pleasure-looking for, material possessions and in various additional ways. In recent times, this curiosity has developed considerably. Because of its link with quality of life, gerontologists have found it especially fruitful to explore life satisfaction among adults. The search for life satisfaction or happiness has become one of the main focuses of psychology; it is fundamental to positive, educational psychology for as well as other social sciences (Layard, 2005). Like self-directed learning, life satisfaction is hard to define and this has contributed to certain difficulties in studying the concept. Research has examined life satisfaction variously as a one-dimensional and a multi dimensional phenomenon, an objective and subjective measure, an indicator of present and lifetime well-being, and a social and psychosocial phenomenon. Learning efforts have been shown to be having a relationship to life satisfaction, but the exact association is not clear.

Life satisfaction, defined as a positive perspective on past and present life activities, is considered an indicator of subjective wellbeing and overall quality of life (Choi, 1986; Liu & Guo, 2008, Soonrim Suh, et al. 2012). WHO (2004) defines life satisfaction as a personal assessment of one's condition, compared with an external reference standard or to one's own aspiration and ambition. Life satisfaction constitutes significant aspect of wellbeing and widely used to measure subjective wellbeing of children and adolescents (Huebner, 2004).

Understanding the life satisfaction of adult individuals is particularly important for identifying individuals who are experiencing a quality of life that is less than optimal (Keister & Blixen, 1998). Readiness or willingness for self-direction according to Guglielmino,(1977) is the extent to which individuals perceive themselves to have the attitudes, abilities, and personality characteristics needed for self-direction in learning.

Few people these days would argue against the importance of understanding and hence becoming more self-directed in learning particularly for the youngsters in colleges and universities. Many new entrances are now days flown in higher learning institutions in developing countries but, the question in mind is how this human resource is better oriented in their individual learning development perspective. These human workforces are competitive advantage and a crucial, but also uncertain and expensive resource. They have their own *Attitudes, Willingness,* and *Perception* on life and satisfaction. So in order to sustain and optimize a competitive economic growth and effective learning in self-direction, it is important to consider the contribution of the individuals' personality characteristics and interpretations when unleashing the individuals more sort of choice in their learning process. There is therefore a persistent need for the process of learners and learning behavior and self-direction idea fulfills significant part of this process.An adult learner or an individual person can realize his or her learning requirements to identify learning proficiencies and capabilities as adult learners and therefore to define a self-directed procedure for learning.

1.1 PURPOSE AND SIGNIFICANCE

This investigation aims at exploring the association of Life Satisfaction with attitudes, willingness and perception in Self-Directed Learning (SDL) perspective among the adult learners. It examines the impact of the individual characters on *Life Fulfillment* or satisfaction of the individuals in light of self-direction of learning. The study will therefore, examine ways in which adults learners' perceptions, attitudes and willingness match with the level of happiness and fulfillment that they contribute to their survival. It will investigate the impact by sampling from adult learners in five higher learning institutions in Zanzibar that are nationally registered and established for providing learning at university or college level. It has been observed recently the expansion of education and training sector in Zanzibar as a government strategy for realizing and tackling the fact that, the most vital component is its workforce's knowledge and skills in this world of innovation and competitiveness. In a very short period, observed transformation and progress occurred in capacity development with respect to opening new training institutions of higher learning in Zanzibar as well as escalating competition and promotion. However, this revolution resulted to our youngsters (referred to *Vijana-in Swahili*) in, not only spending much time waiting for limited employment opportunities from public and private institutions but the concern of having minimal self-directed competency is constantly observed. A part from increasing efforts from the government to the institutions for offering competitive trained workforce individuals, in fact some of these newly entrants in job market remain pretty much unemployable in the eyes of competitive employers. These workforce individuals find themselves hanging about in Zanzibar streets and corners with no bearing on the challenge or come up with plans for constant learning in life with its likely features. Most of the youths seem to be incapable of sorting, nurturing and escorting their own life decisions which undoubtedly boosted from acquired life-long and self-directed learning skills. This idea also makes them to remain steadily dependent or burdening the whole system.

As these adult learners then spend considerable time after graduation until they get employed, the impact of learning approach and understandings on the learners' life satisfaction should be examined.

In fact we learn from the theories and implications that, if someone has essential or intrinsic motivation to learn, he/she would be more successful at self-directed learning, if he/she is not having extrinsic motivation, he/she would need someone to correctly push him/her to learn (i.e. the guidance and facilitation of a teacher) or may be less successful at self-directed learning and hence less competitive at work and in his survival. The fact that many of us adult learners face various obstacles that can impact our overall state of wellbeing, some of us are able to cross these difficulties through self-learning efforts, while others find themselves less well equipped to cope with such concerns. Then, how can the characteristic of the learners affect self-directed learning? The importance of this study is that, it will make a significant contribution to the community of Zanzibaris and to the knowledge concerning self-direction in learning by analyzing and correlating personality characteristics of self-directed learners, especially behavioral, perceptional and attitudinal characteristics. This construct will provide a base from which to seek information on further vital issues concerning self-direction in learning and life satisfaction of self-directed learners.

1.2 LITERATURE PERSPECTIVE

Self-directed learning (SDL) is a relatively new concept to adult education; so far it only began to arise as a key research focus in the field since the early 1970's.

Self-direction as well in learning has been one of the fastest-growing and most-researched areas of education for the past 40 years, and the realization is spreading that SDL is an essential skill for the 21st century and has now days discussed along with lifelong concept of learning. In times of rapid change, the central drive for diagnosing the learning needs, locating learning resources, and carrying out and evaluating the learning logically must come from the individual him/herself; we really do not have mentors who can follow us throughout our lives, pointing out what learning is needed and how to obtain it. The self-directed learning of individuals is the basic building block of strong families, organizations, communities, and countries. As educators and socio-economic stakeholders we are now challenged to prepare our students for a future we cannot even predict. If we do not fully and vigorously prepare our students to be self-directed, lifelong learners, we are doing them a serious damage and impairment (Abeles, 2010; UNESCO, 2009; Guglielmino, 1978, 2008; Knowles, 1975, Lucy Madsen Guglielmino, 2013).

The groundwork upon which self-directed learning has been reinforced is usually associated with the principles of humanistic philosophy and also psychology. A variety of approaches have been used to study the phenomenon. These studies can be categorized as either Tough, (1971),used learning projects as an approach to study self-directed learning trend, Passmore (1986) employed qualitative technique, Garrison (1997) came up with self-monitoring (i.e the prcess whereby the learners monitor, evaluate and regulate their cognitive learning strategies) or self-directed learning. Kalish

(1995) described successful living and aging as a way of life that is socially desirable for the age group, a maintenance of middle-age activities, a feeling of satisfaction with one's present status and activities and a feeling of happiness, fulfillment and satisfaction with one's life. Obviously, successful aging bears some relationship to life satisfaction, especially as considered in definitions. Leonard (1981-82) has addressed the relationship between the two variables by viewing life satisfaction as a major constituent of successful living or aging.

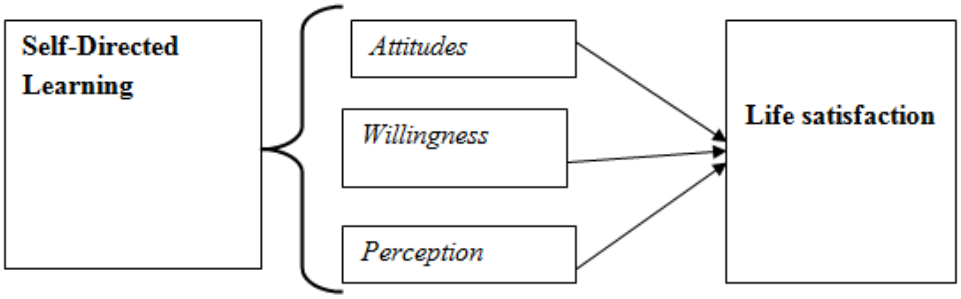
Several studies suggest that learners' life satisfaction is associated with many variables such as maturity and gender (Goldbeck *et al*, 2007), everyday life (Lindberg and Swanberg, 2006), economic condition of the family (Ravens-Sieberer *et al*, 2009), and affiliations with relatives or parents (Wong *et al,* 2010).

As found by Guglielmino,L.M (2013), life fulfillment or satisfaction does correlate with higher levels of self-directed learning. The same result has been found by Brockett (1991) and Curry (1983)

On the other hand, the need for SDL has been presented, it is important to establish that Self-Directed Learning Readiness (SDLR) is a developable ability that appropriate interventions can increase learner readiness for self-directed learning. Whereas there are a number of ways to assess SDL skills and attitudes, the SDLR Scale is by far the most frequently used assessment (Merriam *et al,* 2007). Several studies have also shown correlations of Self-Directed Learning Readiness with academic achievement. Some examples: Gabrielle (Gabrielle *et al.,* 2006) introduced optional supplemental technology-based materials to 784 students enrolled in required courses at a military college and found that those who accessed the modules had increases in levels of readiness for SDL and higher grade averages than a control group and a second experimental group that had the opportunity to use the strategies, but did not access them. Long (1991), also using a sample of undergraduates, found a positive relationship between overall grade point average and SDLRS scores, concluding that, Attitudes toward learning as measured by the SDLRS positively interact with quality of performance.

1.3 THEORETICAL BACKGROUND

The more significant and strongly satisfying for adult learners and adult learning is to have the backup of everyday life together with colleagues as they seek to improve their knowledge and their useful information tanks. It is essential; however, not to treat adult self-directed learners the same as one would students of young or adolescent age. The impression of self-directed learning can be unclear to students and other individuals who are interested in having more self-direction when they are learning. Some individuals reflect that being a self-directed might mean that he or she does not have any contact with other people or that an individual has to perform all educational preparation and learning tasks before starting a course of study.



The above theoretical structure has been constructed to portray an association between the Self-Directed Learning and learners' satisfaction, in the presence of other variables. It has been observed in the literature that self-directed learning which is oriented in a life-long learning perspective, has an impact on variables like learners' attitudes, willingness and perception. These variables ultimately stimulate life satisfaction of the learners.

Knowles (1970) developed the theory that adult learning is different from the learning of children. Knowles offered his ideas in "the Modern Practice of Adult Education"; Andragogy Versus Pedagogy. *Knowles* will be known for helping trainers, program facilitators and educators understand that adults learn differently from youngsters and children and that, trainers should use a different process to facilitate that learning. Malcolm Shepherd Knowles (1913 - 1997) was a, possibly innermost figure in US adult education in the second half of the twentieth century. Knowles's work was a significant factor in readjusting adult educators from merely educating or enlightening our people with skills, knowledge and attitudes but to fully helping them learn instead.

In a Cognitive perspective, humans are assumed to have the capacity to process and organise information in their mind. It is concerned less with visible behaviour and more with the thought processes behind it. Cognitive inquiry gives us a clue on why mature learners tend to desire self-directed learning actions. This is also according to the working assumption of Knowles,(1970) that adult learning is grounded in the fact that learners become increasingly self-directed as they mature. According to *Gureckis* and *Markant(2012)* research from cognition offers several explanations that help to account for the advantages of self-directed learning. For example, self-directed learning helps us optimize our educational experience, allowing us to focus effort on useful information that we don't already possess and exposing us to information that we don't have access to through passive observation. The active nature of self-directed learning also helps us in encoding information and retaining it over time.

The reaction in literature reveals that, the adult learners always have their objective primarily to better themselves by becoming more academically pleasing and to have opportunities for self-exploration and development. This target on the other hand, is more holistic and self-improvement-oriented than the goal of a good career in life. This encompasses an academic growth that obviously includes knowing more about the real world and community challenges which include social experiences and interactions that help them grow and mature in all dimensions of their life. This is actually a physically powerful goal for the learners in self-exploration and being agents of positive change in society.

On the other hand, many literatures don't specifically address the meaning of learning and most authors talk on simple meaning which only implies some type of achievement in learning. Conversely, this could be seen as an important concern related both to the extent of learners' interactions with detailed instructive situations as well as an extensive, more theoretical view of long-term learning and cognitive development. This investigation defines learning success as the feature intended to be seen from the perspective of achievement in individual chores as well as the learner's subjective perception of their experience networking with the real situation existing

2 MATERIAL AND METHODS

PROCEDURES, DESIGN, DATA COLLECTION TOOLS AND ANALYSIS

This qualitative investigation is conducted between March and August in 2014 and involves students from 5 higher learning institutions in Zanzibar Tanzania. The convenient sample of 100 enrolled adult learners was drawn from these institutions and a self-administered questionnaire was used as the central data collection approach. These subjects of the study represent different genders, age, socio-economic status, academic year of learning, academic faculties and departments across the learning institutions. The age of the learners range from eighteen to thirty-eight and include both part-time and full time learners. Some of these students are attending college or university right after graduating from high school, vocational or technical institutions while others are recurring after spending some years as employees in labor force.

The survey items having close ended questions made in Likert-type scales and the participants had to specify their level of agreement based on a scale from *strongly agree to strongly disagree*. Orientations to Self-Directed Learning questionnaire was used to evaluate orientations in Self-Directed Learning. The Survey was condensed to include demographic questions, and those that specifically related to learners perceptions, beliefs, willingness and attitudes. Life satisfaction was measured by the satisfaction with life scale developed by Diener (1985). The items in this scale also ask participants to indicate their level of agreement ranged from 1 to 7. Consent was obtained from all participants before starting the process of filling the questionnaires. The general study approach used is correlation and cross-sectional design.

The variables studied in this investigation are as shown in the table below:

Independent Variable	***Dependent variable***	***Intervening variables***
Self-Directed Learning (X)	Life satisfaction (Y)	Perception (y_1) Willingness (y_2) Attitudes (y_3)

The variables were justified and analyzed as shown here under with hypothesis depiction and interpretations

Hypothesis1: Impact of Self-Directed Learning on learners' Life Satisfaction $Y = \beta_0 + \beta_1 X$

This means, Life Satisfaction = $\beta_0 + \beta_1$ (Self-Directed Learning)

H_0**:** There exists no impact in Life Satisfaction from Self-Directed Learning

H_1 : There is a positive impact in Life Satisfaction from Self-Directed Learning

Hypothesis 2: Impact of Self-Directed Learning on Learners' Perception

$y_1 = \alpha_0 + \alpha_1 X$, This means, Perception = $\alpha_0 + \alpha_1$ (Self-Directed Learning)

H_0 : There is no impact in Perception from Self-Directed Learning

H_1 : There is impact in Perception from Self-Directed Learning

Hypothesis 3: Effect of Willingness on Life Satisfaction

$Y = \lambda_0 + \lambda_1 y_2$, This means, Life Satisfaction = $\lambda_0 + \lambda_1$ (Willingness)

H_0 : There is no impact in Life Satisfaction from Willingness

H_1 : There is considerable impact in Life Satisfaction from Willingness

Hypothesis4: Effect of Self-Directed Learning on Learners attitude $y_3 = \beta_0 + \beta_3 X$,This means, Learners attitude= $\beta_0 + \beta_3$ (Self-Directed Learning)

H_0 : There is no impact in Learners attitude from Self-Directed Learning

H_1 : There is considerable impact in Learners attitude from Self-Directed Learning

Hypothesis 5: Impact of learners' perception on Life Satisfaction

$y_1 = \kappa_0 + \kappa_1 Y$,This means, learners' perception = $\kappa_0 + \kappa_1$ (Life Satisfaction)

H_0 **:** There is no impact of Learners' perception on Life Satisfaction

H_1 : There is impact of Learners' perception on Life Satisfaction

Hypothesis 6: Impact of Learners' attitude on Life Satisfaction

$y_3 = \mu_0 + \mu_1 Y$, this means ,

Learners' attitude = $\mu_0 + \mu_1$ (Life Satisfaction).

H_0 : There is no impact of Learners' attitude on Life Satisfaction

H_1 : There is considerable impact of Learners' attitude on Life Satisfaction

3 RESULTS AND ANALYSIS

For the 100 questionnaires distributed equally in the five institutions (20 questionnaires each), 79 questionnaires were returned fully filled and 5 questionnaires were excluded from the analyses due to missing values in their responses. The response rate was calculated and found to be:

$$\frac{\text{Answered questionnaires}}{\text{Total questionnaires}} X100 = 84\%$$

The following tables show the demographic data of the respondents to make comparisons among the age and gender of the subjects using the nominal scale. Analysis on data examined the differences among gender (male vs. female) and age categories. Female learners dominate the learning institutions and the age range of 23-27 seems to be in foremost.

Gender:

Five institutions	
Males	32 (40.5%)
Females	47 (59.5%)
Total	**79** (100%)

Age:

Five institutions	
18-22	17
23-27	28
28-32	20
33-37	8
38 and above	6
Total	**79**
Mean age	21.3
Standard deviation	3.75

The target population for this study involves college and university students as adult learners. Specifically, the learners enrolled from the following 5 higher learning institutions in Zanzibar, Tanzania. The table specifies the projected number of participants per institution. The reason for selecting this group is mainly due to perception in many Zanzibar citizens that, existing youths' means of life is associated with risk deeds, less engagement and fulfillment. So the study targets these participants so as to see if Self-directed learning orientation influences their level of life satisfaction.

State University of Zanzibar	Zanzibar University	University College of Education Zanzibar	Zanzibar Institute of Financial Administration	College of Health Sciences
20	**20**	**20**	**20**	**20**

The descriptive analysis of the data in table 1, all variables have standard deviation less than 1,showing the normal distribution existing in the data. This indicates that, Pearson correlation test can be applied for testing the existing associations among the variables.

Table 1: Descriptive statistics

	N	Min.	Max.	Mean	Std.Dev.
SDL	79	1.98	4.69	3.425	.8925
Perception	79	2.32	4.85	3.153	.7625
Attitude	79	2.00	4.25	3.351	.7751
Willingness	79	1.87	4.21	2.971	.6221
Life satisfaction	79	1.90	4.36	2.952	.6521

The table 1 also shows that SDL diverges from 1.98 to 4.69 with a mean of 3.425 and deviation of 0.8925 from the mean. Perception ranges from 2.32 to 4.85 with an average value of 3.153 and a standard deviation of 0.7625. Attitude varies from 2.00 to 4.25 with a mean of 3.351 and a standard deviation of 0.7751. Willingness shows range between 1.87 and 4.21 with standard deviation of 0.6221 and mean of 2.971. Life satisfaction as the ultimate target ranges from a minimum value of 1.90 to a greatest value of 4.36 with an average value of 2.952 and standard deviation of 0.6521

The correlation between all the study variables is shown in the table 2 in terms of its strength as well direction. The table shows that, there exists a positive association between SDL and Perception with strength of 48.6%. Perception and Life satisfaction are related positively with strength of 51.1% and the relationship between SDL and attitude is positive with 45.5% strength.

The positive correlation between Willingness and Life satisfaction is 77.3% and the positive association exists between SDL and Life satisfaction which is 51.2% strong. Each and every one of the associations are significant at 1% level of significance (2-tailed)

Table 2: Pearson Correlation

	SDL	Perception	Attitude	Willingness
Perception	0.486(**)			
Attitude	0.455(**)	0.532(**)		
Willingness	0.421(**)	0.561(**)	0.692(**)	
Life satisfaction	0.512(**)	0.511(**)	0.761(**)	0.773(**)

***Correlation is significant at 0.01 level (2-tailed)*

In testing the predetermined hypothesis, the statistics which include coefficients and variables of the hypotheses are shown in table 3. The R^2 represents magnitude of the coefficient of determination and it explains to what extent the variation in the dependent variable is explained by the identified independent variable. The P-value enlightens the significance of all of the coefficients and T-value shows how the regression model results as a good predictor of the dependent variable. The F-test shows the total strength of the model.

THE EFFECT OF SDL ON LEARNERS' LIFE SATISFACTION (HYPOTHESIS1)

Life Satisfaction = $\beta_0 + \beta_1$ *(Self-Directed Learning)*

The significant and positive association is observed in this hypothesis. The β_0 of 1.321 describes that, that, if value on SDL is zero, learners' Life Satisfaction will be 0.642. The magnitude of β_1 in the regression table is 0.642 that indicates 1% increase in SDL brings 64.2% increase in learners' Life Satisfaction. The T-value for this hypothesis is 2.89 which represent SDL as good predictor of Life Satisfaction. The value of F-test shows that the model's strength is 48.42.The magnitude of R^2 is 0.293 which indicates SDL account 29.3 % variation in learners' Life Satisfaction and this can be viewed as there might be other factors that bring variation of 70.7% in the outcome variable.

Table3: Regression analysis results

Predetermined Hypothesis	Constant	Coefficient	R^2	T	P-Value	F
1. SDL Vs. learners' Life Satisfaction	1.321	.642	.293	2.89	.000	48.42
2. SDL Vs. Learners' Perception	1.215	.852	.325	3.20	.002	52.23
3. Willingness Vs. Life Satisfaction	.821	.362	.251	1.92	.001	51.20
4. SDL Vs. Learners attitude	.368	.621	.562	4.25	.000	50.25
5.learners' perception Vs. Life Satisfaction	.288	.763	.258	5.21	.004	69.21
6. Learners' attitude Vs. Life Satisfaction	.986	.582	.452	6.52	.000	39.26

THE EFFECT OF SDL ON LEARNERS' PERCEPTION (HYPOTHESIS2)

Perception = $\alpha_0 + \alpha_1$ *(Self-Directed Learning)*

The regression outcome demonstrates that the value of α_0 is 1.215 and this clarifies if SDL is zero then Learners' Perception will be 0.852. The value of α_1 in the regression chart is 0.852 and this indicates 1% change in predictive variable SDL can change the variable Learners' Perception up to 85.2%. Consequently, if SDL is increased by 1%, this will result in increase of usefulness by 85.2%. This relationship is positive and significant as shown by small p –value of 0.002. The value of F -test shows that the model's strength is 52.23.The value of R^2 is 0.325 that clarifies SDL accounts 32.5% variation in Learners' Perception and this can be viewed that there might be other factors that bring variation of 67.5% in the outcome variable. The T-value for this hypothesis is 3.20 that represents SDL is good predictor of the outcome variable.

THE EFFECT OF WILLINGNESS ON LIFE SATISFACTION (HYPOTHESIS 3)

Life Satisfaction = $\lambda_0 + \lambda_1$ *(Willingness)*

The outcome shows the magnitude of λ_0 is 0.821 and this also explicates that, when the learners' Willingness is zero, Life Satisfaction will be 0.821. The value of λ_1 in the regression table is 0.362 and indicates 1% increase in Willingness brings 36.2% increase in Life Satisfaction. The T-value for this hypothesis is 1.92 which represent learners' Willingness as good predictor of Life Satisfaction. The value of F-test shows that the model's strength is 51.20. This association is positive and significant. The magnitude of R^2 is 0.251 which makes clear that Willingness account 25.1 % variation in Life Satisfaction and this can be viewed as there might be other factors that bring variation of the rest 74.9 % in the outcome variable.

THE EFFECT OF SDL ON LEARNERS ATTITUDE (HYPOTHESIS 4)

Learners attitude= $\beta_0 + \beta_3$ *(Self-Directed Learning)*

Regression results show that the value of β_0 is 0.368 which tell us that when SDL is zero, Learners attitude will be 0.368. The value of β_3 in the table is 0.621 that indicates 1% change in predictive variable SDL, can change outcome variable Learners attitude up to 62.1%. And so, if SDL is increased by 1%, this will result in increase of effectiveness by 62.1%. This correlation is significant and positive as shown by very small p –value of 0.000. The value of R^2 is 0.562 that explains SDL accounts 56.2% variation in Learners attitude and this can be viewed that there might be other factors that bring variation of 43.8% in the outcome variable. The T-value for this hypothesis is 4.25 that represents SDL is good predictor of outcome variable. The magnitude of F-test shows that the model's strength is 50.25.

THE EFFECT OF LEARNERS' PERCEPTION ON LIFE SATISFACTION (HYPOTHESIS 5)

Learners' perception = $\kappa_0 + \kappa_1$ *(Life Satisfaction)*

The outcome shows the magnitude of $\boldsymbol{\kappa_0}$ is 0.288 and this also explicates that, when the learners' Life Satisfaction is zero, Learners' perception will be 0.288. The value of $\boldsymbol{\kappa}_1$ in the regression table is 0.763 and indicates 1% increase in Life Satisfaction brings 76.3% increase in Learners' perception. The T-value for this hypothesis is 5.21 which represent learners' Life Satisfaction as good predictor of Learners' perception. The value of F-test shows that the model's strength is 69.21. This association is positive and significant. The magnitude of R^2 is 0.258 that makes clear that Life Satisfaction account 25.8 % variation in Learners' perception and this can be viewed as there might be other factors that bring variation of the rest 74.2 % in the outcome variable.

THE EFFECT OF LEARNERS' ATTITUDE ON LIFE SATISFACTION (HYPOTHESIS6)

Learners' Attitude = $\mu_0 + \mu_1$ *(Life Satisfaction).*

The results show that the value of μ_0 is 0.986 and this value clarifies that, if Life Satisfaction is zero, Learners' Attitude will be 0.986. The value of μ_1 in the regression table is 0.582 that specifies 1% increase in Life Satisfaction conveys 58.2% increase in Learners' Attitude. This correlation is significant and also positive. The value of R^2 is 0.452 and tells that Life Satisfaction account 45.2 % variation in Learners' Attitude and this can be viewed as there should be other factors that convey variation of 54.8 % in the outcome variable. The value of F-test shows that the model's strength is 39.26. The T-value for this hypothesis is 6.52 which represent Life Satisfaction as good predictor of Learners' Attitude.

4 CONCLUSION AND IMPLICATION

The aim of this study has been to look at the impact of Self-Directed Learning on adult learners' life satisfaction in Zanzibar. The investigation was conducted with a primary hypothesis stating that there exists no positive impact in Life Satisfaction from Self-Directed Learning. There were also other hypotheses in line with the study subject. Data was collected through survey questionnaires. The outcome of this study signifies that Self-Directed Learning explains life satisfaction while perception, attitudes and willingness explain the involvement and influence in the distinguished learning. Life satisfaction among adult learners was found significantly associated with Self-Directed Learning attitudes, perception and willingness. This result suggest that positive changes in learning institutions that are focusing on Self-Directed Learning have the potential

to show the way to improved life satisfaction of youths in life. This investigation also helps our community to resolve the crack between what is supposed to happen and what is currently happening among our most wanted targets and levels of understanding of life for youths. This is actually a physically powerful goal for youths in self-exploration and so being agents of positive change in society. I believe that, resolving life perception and unemployment challenges among youths or fresh graduates is of great importance and one of the best tools would be allowing future studies to go further deep inside on the association between life satisfaction and different learning patterns. This would facilitate the formation of new intervention alternatives geared directly toward the factors responsible for attaining greater levels of life satisfaction and perception. It would also allow for structures of intervention that indirectly influence perceived satisfaction through activities that encourage engagement, thus improving level of good quality life. The findings of this study also suggest that Self-Directed Learning perspective and the need for life-long learning must be recognized as a critical component and discussed in multi-dimensional viewpoint under institutional plans and national curriculum composition. In addition, occupational development needs must be sustained all the way through the learners' learning span even before actually beginning career profession. With restrictions of excluding family status of the adult learners participated in this study which can be associated with their life satisfaction, further research is recommended to include the family wealth and other contributing factors in the model.

REFERENCES

[1] Lindsay,P. & Norman, A., "*Human Information Processing: An Introduction to Psychology*, Academic Press. (2nd edition), 1977.

[2] Allport, G.W. *Attitudes. In C. Murchison (Ed) Handbook of Social Psychology*,Worcester, Mass: Clark University Press. Education – SIAE,1935.

[3] Layard, R. *Happines:. Lessons from a new science.* New York: The Penguin Press, 2005.

[4] Soonrim Suh,& Choi et al*Association between Knowledge and Attitude About Aging and Life Satisfaction Among Older Koreans* College of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Kyungpook National University, Daegue, South Korea,(2012).

[5] World Health Organization (WHO). Promoting mental health: concepts, emerging evidence, practice. Geneva: WHO, 2004.

[6] Huebner ES., *Research on assessment of life satisfaction of children and adolescents*. *Soc Indic Res*; 66: 3-33., 2004

[7] Guglielmino,L. M.,*Development of the Self-Directed Learning Readiness Scale*. University of Georgia, Ed. D. Education,adult,1977.

[8] UNESCO. 2009. CONFINTEA VI: Living and learning for a viable future. Final report. [Online] Available:[http://uil.unesco.org/home/programme-areas/lifelong-learning-policies-and-strategies/news-target/lifelong-learning/9bf043146eaa0985e05daa9e12135f5b (August 9, 2014).

[9] Guglielmino, L.M. 1978. Development of the self-directed learning readiness scale. (Doctoral dissertation, University of Georgia, 1977). *Dissertation Abstracts International, 38:* 6467A.

[10] Guglielmino, L.Why self-directed learning? *International Journal of Self-Directed Learning, 5* (1):1-13. 2008

[11] Knowles, M., *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. New York, NY: Association Press. 1975

[12] Tough, A., *The adult's learning projects: A fresh approach to theory and practice in adult education*. Toronto: Ontario Institute for Studies in EducatioN, 1971.

[13] Garrison, D.R. (1997). Self-directed learning: Toward a comprehensive model. In Adult Education Quarterly, Fall 97 v 48 n 1, p18, 16 p.

[13] Goldbeck L, Schmitz TG, Besier T, *et al*. Life satisfaction decreases during adolescence. *Qual Life Res*; 16: 969-79. 2007

[14] Lindberg L, Swanberg I. Well-being of 12-year-old children related to interpersonal relations, health habits and mental distress. *Scand J Caring Sci* 2006; 20: 274-81.

[15] Ravens-Sieberer U, Torsheim T, Hetland J, *et al*. "Subjective health, symptom load and quality of life of children and adolescents in Europe". *Int J Public Health*; 54 (suppl 2): 151-9. 2009

[16] Wong DF, Chang Y, He X, Wu Q. "The protective functions of relationships, social support and self-esteem in the life satisfaction of children of migrant workers in Shanghai, China". *Int J Soc Psychiatr*; 56: 143-57. 2010

[17] Guglielmino, L.M., (2013). "The Case for Promoting Self-Directed Learning in Formal Educational Institutions, Florida Atlantic University", *SA-eDUC JOURNAL Volume 10, Number 2 October*. USA, *2013*

[18] Curry, L., *An organization of learning styles theory and constructs. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*. ERIC Document No. ED 235 185. (1983)

[19] Brockett, G., Hiemstra, R. (1991). Self-Direction in Adult Learning: Perspectives on Theory, Research, and Practice.London and New York: Routledge, 1991

[20] Merriam, S.& Caffarella, R., Learning in adulthood. Second Edition. .(2007).
[21] Gabrielle, D.M., Guglielmino, L.M., & Guglielmino, P.J.. Developing self-directed learning readiness of future leaders in a military college through instructional innovation, *International Journal of Self-Directed Learning, 3*(1):24-35. 2006.
[22] Radovan, M., *Current issues in adult learning and motivation -7th Adult Education Colloquium*, Slovenian Institute for Adult .2003.
[23] Long, H. B., Preface to self-directed learning: Consensus and conflict. In H. B. Long (Ed.), Self-directed learning: Consensus and conflict (pp. ix-x). Norman, OK: Oklahoma Research Center for Continuing Professional and Higher Education. 1991
[24] Keister, K. & Blixen, C., Quality of life and aging. *Journal of Gerontological Nursing* 24 (5), 22-28. 1998
[25] Malcolm Shepherd Knowles (1913 – 1997) 'the' central figure in US adult education in the second half of the twentieth century.
[26] Knowles, M., *The modern practice of adult education: Andragogy versus pedagogy*. New York: Cambridge Books. 1970
[27] Gureckis, T.M. and Markant, D.B., "Self-directed learning: A cognitive and computational perspective". *Perspectives in Psychological Science*, 7, 464-481. 2012
[28] Diener, E., Emmons, R., Larsen, J., & Griffin, S., "The Satisfaction With Life Scale". *J. Personality Assessment*, 49(1), 71-75. 1985

APPENDICES

Life Satisfaction Questionnaire (Developed from Diener et al. (1985)

1. In numerous means and ways, my life is next to my ideal
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
2. Apart from of what I am doing, time passes quickly
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
3. My living conditions are excellent
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
4. I am totally satisfied with my life
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
5. To this point, I have achieved the important things I want in life
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
6. If I could revive my life, I would not change a thing
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
7. In comparison with the majority of my friends and peers, I consider myself successful in life
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
8. Some people seem to be so happy in general and are enjoying life by self-governing
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
9. What I do is important for society
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
10. My life serves a higher purpose
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree

Self-Directed learning Questionnaire

1. I love learning new things all the time
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
1. I think higher education is necessary for my professional development
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
2. I have no curiosity in learning different subjects other than my profession
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
3. A person can learn at any age
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
4. I want to learn something new only when I need to.
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
5. I would like to learn if there will be benefit that I can see; otherwise I am not interested in learning.
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
7. If I develop a financially comfortable life in my future, I do not want to further struggle to for improvement any more
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
8 It is not necessary to attend any course because internet is offering everything
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
9 If there is anything that's stuck in my mind, I somehow find a way to learn it
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree
10 I think people should carry on learning lifelong instead of only throughout the school years
Strongly disagree 1 2 3 4 5 Strongly agree

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 325-335
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Risque de liquidité : cas du Maroc

[Liquidity risk : the case of Morocco]

Aouatif Mouhtadi

Department of Economics and Management, Center of Doctoral Studies,
Faculty of Economic Sciences,
University Mohammed V-Souissi, Rabat, Morocco

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

ABSTRACT: Last subprime financial crisis of 2007 did return to the stage the issue of banking risks, particularly liquidity risk. This risk must be currently managed by more sophisticated methods and more attention. The main objective of this research is to analyze the liquidity of Moroccan banking sector, because, ultimately, all the proposed routes are articulated around it. Thus, monetary policy tends to naturally control the increase in the volume of money available to agents nonbank sector to make it compatible with the rate of change in the overall supply of goods and services. This article is based on a retrospective analysis provides some answers of the various underlying causes of bank liquidity in Morocco.

KEYWORDS: Morocco, Banking Liquidity, Money market, crisis of liquidity, Bale III.

RESUME: La dernière crise financière des subprimes de 2007 a fait retourner à la scène la question des risques bancaires, plus particulièrement le risque de liquidité. Ce risque doit être géré actuellement par des méthodes plus sophistiquées et avec plus d'attention. L'objectif principal de cette recherche est l'analyse de la liquidité du secteur bancaire marocain, parce que, finalement, tous les itinéraires proposés sont articulés autour d'elle. Ainsi, la politique monétaire a tendance à contrôler naturellement l'augmentation du volume de la monnaie mis à la disposition des agents de secteur non bancaires pour le rendre compatible avec le taux de variation de l'offre globale de biens et de services. Cet article fondé sur une analyse rétrospective fournit des éléments de réponses des diverses causes sous-jacentes de la sous liquidité bancaire au Maroc.

MOTS-CLEFS: Maroc, Liquidité Bancaire, Marché monétaire, crise de liquidité, Bale III.

1 INTRODUCTION

Le système monétaire joue un rôle important, il assure la liaison entre la liquidité monétaire de l'économie, la liquidité internationale du système bancaire et la liquidité interne du secteur bancaire. En effet, lorsqu'on parle de liquidité monétaire de l'économie, cela revient à rapprocher l'évolution de la masse monétaire dans l'une ou l'autre de ses acceptions, large ou étroite, et celle du produit intérieur brut. Ceci montre l'existence de liaisons réciproques entre la sphère monétaire et la sphère réelle de l'économie qui nécessite un niveau d'équilibre optimum, c'est-à-dire une conjoncture sans tensions inflationnistes ou déflationnistes excessives. Or, le degré de liquidité monétaire de l'économie est directement influencé par l'état de la liquidité du secteur bancaire selon des relations complexes.

L'évolution des systèmes bancaires et des marchés ont aussi entrainé d'importants problèmes de politique monétaire et ont fait apparaître d'importants besoins en mesures prudentielles en matière de politique macroéconomique. Dans le contexte d'un marché concurrentiel, volatil et diversifié, en dehors d'une gestion et d'une supervision efficaces, les facteurs nécessaires à la sécurité des institutions bancaires et à la stabilité des systèmes constituent une politique macroéconomique

adéquate, durable et un cadre légal bien développé et cohérent. Or, les préoccupations relatives à une pro cyclicité « excessive » du système financier ont, quant à elles, mis en évidence la nécessité de prendre des mesures dans les domaines de la réglementation prudentielle, de la comptabilité, de la mesure du risque ou de la politique monétaire afin de renforcer le système financier et la stabilité macroéconomique.

Dans cette perspective d'évolution, le système bancaire marocain a connu des changements profonds qui sont moins spectaculaires mais aux conséquences multiples. Ces changements ont été introduits afin d'adapter l'arsenal réglementaire à l'évolution de l'économie nationale et aux normes internationales, nécessitant un réaménagement du cadre institutionnel, en vue d'accroître l'efficacité du système de supervision et de contrôle. À cet effet, des amendements ont été introduits au niveau de la loi bancaire, tandis qu'une plus grande autonomie de la Banque Centrale a été consacrée lors de la réforme de ses statuts.

Ayant ces principes comme objectif, le présent article est consacré essentiellement à un domaine spécifique où se concordent la stabilité macroéconomique et la stabilité financière, à savoir la liquidité bancaire.

2 L'ETAT DE L'ART SUR LA LIQUIDITE BANCAIRE ET LA LIQUIDITE DU MARCHE :

La notion de risque bancaire est au centre des trois thèmes développés : le rôle des asymétries d'information sur le marché du crédit, les conséquences du risque de liquidité et des mécanismes de contagion sur l'instabilité bancaire, les liens entre marché du crédit et marché de la monnaie.

L'étude de la théorie de liquidité bancaire est présente dans la plupart des manuels et travaux monétaires mais, assez curieusement, elle est envisagée généralement sous des aspects très particuliers. On rencontre d'abord des descriptions des institutions du marché monétaire, variables selon les pays, tantôt dans un cadre purement national, tantôt dans une optique comparative selon les pays. On décrit les divers procédés de recours des banques au marché monétaire, les intermédiaires qui opèrent sur ce marché, les modes d'intervention de la Banque Centrale et l'évolution de ce marché depuis des décennies. Il y a aussi les comptes rendus et les rapports officiels qui fournissent un certain nombre de données chiffrées correspondant à des postes dont la définition précise reste dans certains cas un mystère complet, et qui sont déjà synthétisés.

Aujourd'hui, les crises de liquidité ne se jouent pas entre les déposants et les banques, mais dans les transactions entre banques sur les marchés monétaires. Elles correspondent à un blocage ou du moins à une dégradation des conditions d'échange de liquidité entre institutions financières, dont les tensions sur les taux interbancaire et/ou l'écart par rapport au taux directeur de la Banque Centrale en sont les facteurs révélateurs.

La liquidité bancaire est généralement considérée comme étant « la capacité à faire face à ses obligations de trésorerie suivant leur échéance » et est définie de deux façons. La littérature bancaire a tout d'abord retenu une définition étroite de la liquidité, également appelée « liquidité de financement ». Cette notion recouvre la liquidité (c'est-à-dire les espèces ou les actifs susceptibles d'être convertis rapidement en espèces et détenus à cet effet) nécessaire pour satisfaire les demandes de retraits de fonds à court terme émanant des contreparties ou pour couvrir leurs opérations. Cette dimension de la liquidité est vraisemblablement prédominante dans le cadre de l'activité de transformation telle qu'elle est traditionnellement pratiquée par les banques. La seconde définition, plus large, de la liquidité bancaire considère que les banques sont également impliquées, parfois fortement, dans la négociation d'actifs. Cette seconde dimension, plus proche de la « liquidité de marché » (et parfois également qualifiée ainsi), a trait à la capacité des banques à, littéralement, liquider un actif non monétaire, par exemple un titre d'investissement acquis à l'origine pour être détenu jusqu'à l'échéance, dans le cadre d'une action en dernier ressort afin de lever des fonds en monnaie de banque centrale.

Les analogies entre la liquidité du marché et la liquidité des banques ont été mises en évidence par Borio (2004), selon lequel « la genèse d'une crise de marché est assez proche de celle d'une crise bancaire ». Pour les besoins de la stabilité monétaire et financière, il semble donc utile de comprendre le comportement collectif des opérateurs de marché et les interdépendances entre les différentes institutions financières et la dynamique de marché (Davis, 1994).

3 LES SOURCES D'ILLIQUIDITÉ BANCAIRE ET DU MARCHÉ

La crise financière de 2008 a mis en révélé l'importance de la liquidité dans le secteur bancaire. Elle a montré que les contraintes sur les capitaux propres sont à elles seules insuffisantes pour éviter les faillites bancaires. Elles doivent être accompagnées de contraintes sur les liquidités. L'abondance de liquidité avait conduit les superviseurs et les banques à négliger le risque d'illiquidité. Les banques avaient largement évacué le risque de liquidité de leurs stress-tests. Dans ce sens, plusieurs institutions de règlementations internationales (notamment comité de Bâle) ont accordé une importance au renforcement des capitaux propres des banques au détriment de la liquidité des banques et qui vise à améliorer la gestion

des risques au sein des établissements et mieux faire correspondre les fonds propres réglementaires aux risques réellement encourus par ces dernières.

Généralement, il existe plusieurs facteurs susceptibles à influencer le degré de la liquidité dans une économie mais en se focalisant sur les trois sources majeures en l'occurrence ; risque de crédit, risque du marché et risque opérationnel.

3.1 RISQUE DE LIQUIDITE

Le risque de crédit ou de contrepartie, défini comme le pourcentage de chance pour qu'un débiteur ou l'émetteur d'un moyen de paiement soit dans l'impossibilité de payer l'intérêt ou de rembourser le principal selon les termes spécifiques dans les conventions de crédit, est inhérent à l'activité bancaire. Qui dit risque de crédit dit que les versements peuvent être retardés ou même ne pas avoir lieu du tout en fin de compte ce qui peut alors engendrer des problème de trésoreries et avoir un impact sur la liquidité de la banque. Malgré les innovations réalisées dans le secteur des services financiers, le risque de crédit reste la plus grande cause de faillite des banques. La raison en est que généralement, plus de 80% du bilan de la banque est lié à cet aspect de la gestion des risques.

Le risque de crédit constitue la cause la plus courante des problèmes que peut connaitre une banque. C'est la raison pour laquelle pratiquement toute réglementation prescrit des normes minimales pour la gestion des risques de crédit. Le fondement d'une gestion saine des risques de crédit est l'identification des risques réels et potentiels inhérents à l'activité de crédit. Les normes destinées à contrer ces risques comprennent la fixation d'orientation clairement définies qui reflètent la conception de la banque en matière de gestion des risques de crédit, ainsi que les paramètres selon lesquels le risque de crédit sera contrôlé.

En matière de risque de crédit, la réglementation Bâle II offre aux banques la possibilité de recourir à une approche dite « standardisée » ou à une approche dite en « notation interne ». Selon l'approche standardisée, le calcul de l'exigence de fonds propres relative au risque de crédit s'effectue en deux temps. La banque classe ses actifs selon des catégories prédéfinies. La réglementation Bâle II prévoit onze classes d'actifs. Lorsque les actifs notés par des agences de notation, la pondération imposée est directement fonction de cette notation. La banque doit alors appliquer un coefficient de pondération réglementaire à la valeur de chaque actif avant de calculer, par simple sommation, la valeur totale de ses actifs. Les éléments hors bilan sont convertis en éléments équivalents du bilan, puis pondérés de façon analogue.

3.2 RISQUE DE MARCHÉ

Le risque de marché est le risque pour une banque de subir une perte par suite de variations défavorables des cours sur un marché. L'exposition à ce type de risque peut résulter de positions délibérément spéculatives prises par la banque ou de ses activités de teneur de marché.

De par sa nature même, le risque de marché doit faire l'objet d'une attention constante de la part des dirigeants et doit être analysé de façon adéquate. S'ils sont prudents, les dirigeants doivent savoir précisément dans quelle mesure l'exposition de leurs banques aux risques de marché est liée à ses fonds propres.

Une politique de gestion des risques de marché suppose que soit définis de façon spécifique les objectifs de la banque, les orientations et directives visant à protéger le capital contre l'impact négatif des variations défavorables des cours boursiers. Il s'agit normalement de formuler des directives en accord avec les limitations imposées par le cadre légal et prudentiel applicable. Si la politique de gestion des risques de marchés peut ne pas être la même d'une banque à une autre, certaines caractéristiques se retrouvent dans toutes les banques.

Le risque de marché a été introduit dans la réglementation prudentielle en 1996. En forte expansion, les profits résultant d'activité de marché dépassaient alors souvent ceux provenant des activités traditionnelles. Le comité de Bâle II propose une mesure normative de la volatilité des positions. Elle autorise aussi une estimation de cette volatilité reposant sur le concept de Value at Risk (VaR).

Étant donné l'implication croissante des banques dans les activités d'investissement et de négoce et la volatilité importante de l'environnement du marché, la mesure précise et pertinente dans le temps du risque de marché est une nécessité et doit inclure la mesure des positions des portefeuilles de négoce et d'investissement en liquidité stable de la banque et des positions dans le bilan et hors bilan.

3.3 RISQUE OPÉRATIONNEL

La prise en compte du risque opérationnel est l'une des grandes nouveautés de la réglementation Bâle II. Ce risque vise des pertes directes ou indirectes pouvant résulter de carences ou de défaillances attribuables à des procédures, à des personnels, à des systèmes internes ou à des événements extérieurs. Cette définition inclut le risque juridique, mais elle exclut le risque stratégique ou le risque de réputation.

Les banques peuvent recourir à trois approches pour évaluer le risque opérationnel : l'approche de base, l'approche standardisée et l'approche en mesures complexes. L'approche de base est la plus simple à mettre en œuvre. Les exigences de fonds propres sont déterminées en appliquant un facteur spécifique au produit annuel brut moyen estimé sur les trois années précédentes.

4 ORIGINE DU RISQUE DE LIQUIDITE

Le risque de liquidité présent dans les systèmes financiers a plusieurs origines. Les banques et les véhicules hors-bilan qui en dépendent, font collectivement bien plus que transformer les moyens de paiement à vue en crédit à l'économie. Elles offrent aussi des instruments de trésorerie à court terme aux ménages et aux entreprises, directement ou indirectement via des OPCVM et replacent ces financements à court terme dans des actifs à plus long terme à la liquidité assez variable. L'essentiel du risque de liquidité du système bancaire, pris globalement, résulte de cette activité de transformation des moyens de paiement.

D'une part, les montants en jeu sont plus élevés et, d'autre part, cette épargne de précaution des entreprises et des ménages ne bénéficient pas d'une assurance aux dépôts à vue de faible montant d'une assurance totale de la part des pouvoirs publics ; et elle est donc soumise au risque de panique auto- réalisatrice.

Du côté du passif, l'incertitude est grande, à l'évidence, sur les retraits de dépôts, y compris ceux d'un volume très important, ou sur le renouvellement de prêts interbancaires. Cela est particulièrement vrai lorsque des craintes se font jour sur la solvabilité de la banque, en cas de pénurie temporaire globale de liquidité ou consécutivement à un choc macroéconomique.

Du côté de l'actif également, une relative incertitude pèse sur le volume des nouvelles demandes de prêts ou de renouvellement de prêts qu'une banque va recevoir dans le futur. La banque, bien sûr, pourrait refuser d'accorder ces nouveaux prêts, mais cela reviendrait généralement à renoncer à des opportunités de profits. Cela serait en outre préjudiciable à l'entreprise emprunteuse, en cas de rationnement du crédit, et plus généralement à l'économie, considérée dans son ensemble.

Il faut se rappeler que les banques sont l'unique source de liquidité pour les petites et moyennes entreprises, qui constituent une part importante du secteur privé ; ce rationnement du crédit serait d'un coût particulièrement élevé si l'entreprise était contrainte de cesser son activité, ce qui ne manquerait pas d'entrainer des pertes supplémentaires au niveau de la banque elle-même.

Les opérations de hors bilan constituent un troisième facteur de risque de liquidité pour les banques, comme l'illustre le cas des lignes de crédit autorisées. Ce qui est plus grave, les énormes positions prises par les banques sur les marchés peuvent générer des besoins de liquidité considérables en période de crise.

Le risque de liquidité, qu'il soit localisé dans des banques ou des institutions non bancaires, est la source principale du risque systémique. D'où une double question fondamentale pour la communauté des régulateurs : faut –il essayer de le réduire ? Si oui, comment ? De façon étrange jusqu'à la crise actuelle, ces questions n'ont pas été jugées fondamentales par les différents régulateurs.

En ce qui concerne notamment les régulateurs bancaires, toute leur énergie a été consacrée au cours des dernières années à améliorer les règles visant à limiter les crises de solvabilité et rien de significatif n'été fait en matière de règlementation du risque de liquidité. Ces réglementations, qui se sont révélées totalement insuffisantes pour éviter la crise récente, restent, déterminées au niveau national sans standards internationaux précis.

5 RÉDUCTION ET GESTION DU RISQUE DE LIQUIDITÉ: COMMENT MESURER CETTE LIQUIDITÉ ?

La question de la liquidité bancaire est traitée dans la réglementation bancaire en se focalisant sur le risque de liquidité. La publication en 2000 de plusieurs principes relatifs à la gestion du risque de liquidité « Sound practices for managing liquidity risk in banking organisation ». Les exigences du comité de Bale en matière de liquidité sont faibles. Conscient de

cette insuffisance, le comité a mis en place en décembre 2006 un Working Group on Liquidity qui devait évaluer les approches et outils utilisés par les superviseurs pour apprécier le risque de liquidité et la qualité de gestion de ce risque par les banques. En juin 2008, le comité de Bale a publié « Principe for Sound liquidity Risk Management and Supervision » qui précise 17 principes de gestion de la liquidité.

5.1 RISQUE DE LIQUIDITÉ

Très souvent la liquidité bancaire est appréhendée dans les études bancaires par l'analyse du risque de liquidité. Le système bancaire est exposé à de multiples vulnérabilités, parmi lesquels on trouve le risque de liquidité. Il ya plusieurs définitions de cette notion de risque de liquidité, mais pour l'essentiel, on dira qu'une institution est en risque de liquidité si elle peut être mise en difficulté par une perte de confiance brutale et inattendue de ses préteurs. Le risque de liquidité d'une institution dépend ainsi à la fois :

- de la maturité de ses dettes : en cas de crise de confiance, à quelle vitesse les déposants ou prêteurs peuvent-ils contractuellement retirer leurs fonds ?
- de la nature des actifs détenus : sont-ils « liquides », c'est-à-dire mobilisables rapidement en cas de besoin sans décote importante ?

On voit d'ailleurs, ce qui ne facilite pas toujours les discussions, que le terme de « liquidité » couvre des réalités différentes selon qu'il s'applique aux marchés financiers ou aux institutions financières. On parle de « marché liquide » quand il est possible de vendre rapidement un actif sans décote ; et « une institution liquide » sera celle qui n'investit que dans des marchés liquides ses ressources à court terme et finance par contre à long terme des investissements réalisés sur des marchés illiquides.

Le risque de liquidité est à l'évidence un facteur considérable de vulnérabilités du système financier et il a d'ailleurs joué un rôle central dans la crise. En présence de risque de liquidité, des cercles vicieux qualifiés de paniques autos- réalisatrices peuvent apparaître. Un prêteur qui sait qu'une institution est en risque de liquidité a intérêt à être le premier à retirer ses fonds s'il craint un mouvement de panique, car la vente à la casse des actifs ou leur utilisation comme collatéral pour obtenir de nouveaux crédits ne permettront pas nécessairement à l'institution en risque de rembourser tous ses créanciers.

Non seulement que cette crise de confiance auto-réalisatrice peut aboutir à la faillite de l'institution concernée, mais la baisse générale du prix des actifs peu liquides et l'aggravation de leur liquidité fragilisent en retour les autres institutions financières.

5.2 RISQUE DE LIQUIDITE ET BALE III

La réforme Bâle III fait partie des initiatives prises pour renforcer le système financier à la suite de la crise financière de 2007, pour garantir un niveau minimum de capitaux propres, afin d'assurer la solidité financière des banques. Elle part du constat que la sévérité de la crise s'explique en grande partie par la croissance excessive des bilans et hors bilan bancaires pendant que le niveau et la qualité des fonds propres destinés à couvrir les risques se dégradaient. En outre, de nombreuses institutions ne disposaient pas non plus de réserves suffisantes pour faire face à une crise de liquidité. Dans ce contexte, le système bancaire s'est révélé incapable d'absorber les pertes intervenues d'abord sur les produits structurés de titrisation et d'assumer ensuite la ré-intermédiation d'une partie des expositions de hors-bilan. Au pire de la crise, les incertitudes pesant sur la qualité des bilans, la solvabilité des banques et les risques liés à leur interdépendance ont provoqué une crise de défiance et de liquidité généralisée.

Compte tenu du rôle du système financier dans le financement de l'économie réelle, du caractère international des institutions financières et du coût final supporté par les États via notamment les plans de soutien public, une intervention coordonnée des régulateurs internationaux est alors apparue légitime.

L'un des plans les plus importants de la réforme Bâle III est l'introduction de deux ratios de liquidité : le "LCR" (Liquidity Coverage Ratio) et le "NSFR" (Net Stable Funding Ratio).

Le LCR (Liquidity Coverage Ratio) est un ratio à un mois qui vise à permettre aux banques de résister à des crises de

5.2.1 LE RATIO DE LIQUIDITE A COURT TERME (LCR)

Cette norme a été établie dans le but « d'assurer que la banque dispose d'un niveau adéquat d'actifs liquides de haute qualité non grevés pouvant être convertis en liquidité pour couvrir ses besoins sur une période de 30 jours calendaires en cas de graves difficultés de financement » (source : BRI).

Ces graves difficultés de financement font référence au scenario de la crise financière de 2007/2008. Le système bancaire mondial a connu de fortes tensions à la suite de déclassements importants de notations de plusieurs établissements de crédit. Ces déclassements ont entamé la confiance du public et des marchés dans ces établissements et se sont traduits par des retraits partiels de dépôts et par des pertes de financements.

Le ratio imposera ainsi aux banques de disposer d'une certaine quantité d'actifs liquides leur permettant de couvrir les sorties nettes d'argent pendant au moins 30 jours. Il se définit de la façon suivante :

$$\frac{\text{Encours d'actifs liquides de haute qualité}}{\text{Sorties nettes de trésorerie sur les 30 jours suivants}} \geq 100\ \%$$

Selon cette norme, l'encours d'actifs liquides de haute qualité doit au moins être égal aux sorties nettes de trésorerie pendant les 30 jours qui suivent la date d'arrêté du calcul du ratio. En respectant ce ratio, l'établissement devrait ainsi disposer de suffisamment de liquidités malgré des difficultés de refinancement sur les marchés.

5.2.2 LE RATIO STRUCTUREL DE LIQUIDITÉ À LONG TERME (NSFR)

Le ratio structurel de liquidité à long terme (ou NSFR pour Net Stable Funding Ratio) complète le ratio de liquidité de court terme. Son but est d'assurer à tout établissement financier un « financement stable qui lui permette de poursuivre sainement ses activités pendant une période de 1 an dans un scénario de tensions prolongées ». Il se définit de la façon suivante :

$$\frac{\text{Montant de financement stable disponible}}{\text{Montant de financement stable exigé}} \geq 100\ \%$$

Il correspond au montant de financement stable disponible (passif) rapporté au montant de financement stable exigé (actif). Ce rapport doit au moins être égal à 100 %, autrement dit le montant de financement stable disponible doit au moins être équivalent au montant de financement stable exigé.

Le NSFR implique que les postes du passif composant les ressources stables soient pondérés de façon dégressive en fonction de leur stabilité à horizon d'un an, la pondération dépendant toutefois du type de ressource mais aussi de la contrepartie. Ainsi, les textes entendent par financement stable disponible d'un établissement financier la somme de ses fonds propres, de ses actions de préférence et de l'ensemble de ses autres passifs d'une durée supérieure à un an ainsi que de ses dépôts sans échéance ou d'une durée inférieure à un an des particuliers ou des PME ou des grandes entreprises.

Le financement stable exigé est constitué quant à lui des actifs auxquels sont attribués des pondérations variables en fonction de leur degré de liquidité

À travers le respect de ce ratio, le Comité de Bâle vise un triple objectif :

- financer les actifs de long terme par un montant minimum de passifs stables en rapport avec le profil de risque de liquidité des banques ;
- éviter le recours excessif aux financements de court terme lorsque la liquidité de marché est abondante ;
- dissuader le financement des encours d'actifs liquides de haute qualité par des capitaux de court terme qui arriveraient à échéance immédiatement après la période définie par le ratio de liquidité de court terme, soit 30 jours.

6 DIAGNOSTIC DU PHENOMENE DE SOUS-LIQUIDITE AU MAROC (RETROSPECTIVE 1997 - 2013)

Chacune de ces relations entre liquidité générale de l'économie-liquidité bancaire, liquidité bancaire-liquidité extérieure de la Banque Centrale, et liquidité générale-liquidité extérieure, joue dans les deux sens. Nous avons vu ci-dessus que dans chaque couple le premier terme est déterminé par le second. La réciproque est également vérifiée: la liquidité générale de

l'économie détermine la liquidité bancaire selon l'intensité de la demande de crédit des utilisateurs finals, la liquidité des banques influence la liquidité extérieure de la Banque Centrale tout simplement parce que les banques peuvent convertir le dirhams, dans certaines conditions, contre des devises au détriment des réserves officielles, pour effectuer des placements à l'étranger; enfin la liquidité générale de l'économie détermine dans une large mesure la liquidité externe de la Banque Centrale puisque des tensions inflationnistes provoquent dans certaines conditions des sorties de devises, et réciproquement en cas d'excédent.

En réalité, les économistes sont loin d'être unanimes, moins sur l'existence de ces liaisons que sur le sens dans lequel elles jouent et surtout sur les mécanismes qu'elles recèlent. En effet, la liaison entre la liquidité générale de l'économie et la liquidité externe de la Banque Centrale suscite une controverse dans l'hypothèse d'un excédent de la balance des paiements par exemple, les entrées de devises provoquent une création accrue de crédit, et font apparaître ou développent des tensions inflationnistes dans l'économie, c'est-à-dire une augmentation du degré général de liquidité monétaire. À cette thèse, les partisans de la théorie de la compensation répondent en soulignant que les entrées de devises augmentent la liquidité des banques et non leurs dépôts et que celles-ci en profitent simplement pour réduire leurs endettements envers la Banque Centrale, sans pour autant accroitre, leurs offres de monnaie de crédit à l'économie ; le degré de liquidité monétaire de celle-ci reste inchangé.

Cependant, à propos de l'interdépendance entre liquidité externe de la Banque Centrale et liquidité bancaire interne: on peut avancer que les placements à l'étranger des banques en devises sont directement responsables de la croissance des opérations d'injections de liquidité par Bank Al-Maghrib qui constituent l'un des canaux par lesquels les banques s'endettent auprès de la Banque Centrale. Mais, il est facile d'objecter que les variations de réserves de change de la Banque Centrale ne sont qu'un des facteurs de la liquidité bancaire et que, de même, l'endettement des banques par la voie de l'open-market n'est que l'un des moyens par lequel les banques peuvent reconstituer leurs trésoreries en s'endettant.

Les opérations des banques avec le public, le Trésor et l'étranger exercent pour la plupart d'entre elles une incidence sur le montant des réserves en monnaie banque centrale que les banques détiennent ou susceptibles d'acquérir. C'est au plan des communications entre les circuits monétaires ceux de la monnaie manuelle, de la monnaie du Trésor et des monnaies étrangères que certaines opérations alimentent ou au contraire restreignent les réserves des banques en liquidité. Ces mouvements sont seulement subis par les banques, qui ne disposent que de très peu de moyens pour influencer les utilisateurs finaux dans leur choix des formes de détention d'encaisses, ou le Trésor public dans ses choix de telle ou telle forme de monnaie pour régler ses dépenses ou encaisser ses recettes, ou enfin, les opérateurs du commerce international ou tous les agents qui désirent effectuer des conversions de monnaies étrangères.

La liquidité bancaire est donc influencée par des facteurs autonomes dont notamment : le taux de préférence du public pour la monnaie manuelle ; la situation des finances publiques ; l'état de la balance des paiements. Des demandes importantes de billets de la part du public ; une diminution des dépenses du Trésor ; des sorties de devises résultant d'un déficit de la balance des paiements obligent les banques à effectuer des règlements en monnaie banque centrale pour se procurer des billets ou des devises ou pour régler au Trésor les chèques et les virements tirés par les débiteurs duTrésor. Chaque fois, les comptes en monnaie banque centrale des banques sont affectés, et leurs liquidités diminuent, c'est-à-dire leurs capacités de financer des crédits à l'économie et de réaliser un profit.

Les banques sont ainsi amenées à reconstituer leurs trésoreries en monnaie banque centrale en recherchant des réserves excédentaires offertes par des institutions mieux pourvues en moyens de trésorerie ou, en dernier ressort ; lorsque ces concours sont insuffisants ; en cédant des actifs financiers à Bank Al-Maghrib ou emprunter les liquidités qui font défaut.

Au Maroc, cette évolution de la liquidité est de nature exogène marquée par un accroissement exceptionnel des avoirs extérieurs nets due notamment à la dépréciation du dirhams par rapport à l'euro suite à la révision du panier de change (80% Euros et 20% Dollars), le désendettement du Trésor sur le marché domestique qui se traduit par des injections de liquidité dans le circuit monétaire, en suite, l'effet régulier des transferts des marocains résidant à l'étranger et des recettes de voyage qui sont venus améliorer la situation des avoirs extérieurs et donc de la liquidité du système bancaire. De même, nous avons assisté à une chronologie des chocs successifs de la liquidité due notamment à des afflux importants de devises, les plus significatifs sont les suivants:

<u>Août 1999</u>

- Rentrées de devises liées au produit de la deuxième licence GSM;
- Situation aggravée par le comportement du Trésor sur le marché monétaire (désendettement du Trésor).

En 2001

- Accroissement sensible de la liquidité bancaire en relation avec un afflux de capitaux étrangers en raison de l'ouverture du capital d'Ittissalat Al Maghrib en février 2000;
- Hausse des transferts des MRE de 60,5% en 2001 passant de 22 milliards de dirhams à 36 milliards de dirhams.

En 2002

- Surliquidité en raison d'un renforcement substantiel des avoirs extérieurs, en mars 2002.

En 2003-2007

- Le marché monétaire a été marqué par des excédents de liquidité, une situation exceptionnelle qui a persisté jusqu'en 2007 et a été le résultat d'une succession d'opérations de privatisation (la cession de 80% du capital de la Régie des Tabacs), d'une forte appréciation des virements des Marocains résidents à l'étranger (MRE) et de l'effet expansif des activités touristiques.

À partir de 2007

Le marché monétaire marocain plonge dans un état de sous-liquidité. Plusieurs facteurs ont contribué à cette situation, d'une part la flambée des cours des matières premières, le déclenchement de la crise internationale qui a affecté les recettes en devises et d'autre part le rythme élevé de distribution des crédits, notamment par rapport à la collecte des dépôts.

Notons également que dans le cadre du processus de la libéralisation financière, le comportement des banques a joué dans le sens d'une amélioration de la liquidité bancaire. D'une part, la surliquidité provient en partie de la gestion bancaire elle-même, et ce malgré la libéralisation financière qui s'est traduite par la libéralisation des taux d'intérêt, la levée de l'encadrement du crédit, la suppression des emplois obligatoires…etc. et qui devrait se traduire par un accroissement des crédits. Les banques ont consacré une bonne part de leurs ressources aux placements en bons de Trésor. Ce choix de court terme, rentable pour les banques et sans risque sur le plan financier, présente cependant l'inconvénient d'engendrer des modifications des structures de financement et de la structure des bilans des banques.

6.1 LES CAUSES SOUS-JACENTES DE SOUS LIQUIDITÉ BANCAIRE AU MAROC

La récente crise mondiale a mis un terme à un cycle de conjoncture économique favorable, démarrant au début de la décennie, et dans lequel la plupart des pays industrialisés et émergents ont réalisé des taux de croissance significatifs et contribué au développement des échanges commerciaux internationaux.

Le Maroc, économie émergente, a été exposé naturellement aux méfaits de la crise économique en 2009, à savoir la contraction des investissements étrangers, l'amenuisement des transferts RME, la baisse des échanges commerciaux mais aussi le recul des revenus provenant d'activités érigées en tant que secteurs prioritaires de développement pour le gouvernement, à savoir le tourisme ainsi que l'Offshoring.

Force est de constater que le manque de liquidité bancaire est l'une des conséquences de la crise financière internationale sur l'économie marocaine c.-à-d. sortie des capitaux non recouverte par des entrées conséquentes.

Dans cette logique, il existe plusieurs facteurs de contagion par lesquels l'économie marocaine est corrélée aux répercussions de la dite crise.

- Destruction de la monnaie pour l'acquisition de devises étrangères : la baisse de la demande des pays étrangers a entrainé une baisse des exportations marocaines à destination de ces marchés, ce qui a creusé le déficit de la balance commerciale ce qui veut dire ; le Maroc importe plus qu'il exporte ce qui est normal. Donc le Maroc a été obligé de détruire une partie de sa monnaie pour acheter des devises afin de combler ce déficit de la balance commerciale qui continue à se creuser.
- Les transferts des marocains résidents à l'étranger : la baisse de l'activité des principaux secteurs demandeurs d'emplois saisonniers ou de mains d'œuvre étrangère, notamment dans l'agriculture et le BTP, a touché de plein fouet les revenus des MRE, ce qui a limité les transferts d'argent à destination du Maroc. Ceci s'est négativement répercuté sur la consommation des ménages et le développement du marché immobilier et des biens de consommation.

- Les flux de capitaux étrangers : La crise a réduit l'attractivité de la région en termes de captation des capitaux privés, en raison du ralentissement économique mondial mais aussi des opportunités d'arbitrage que peuvent dorénavant offrir d'autres destinations dans le monde. Aussi, les lancements des différents projets d'investissements ont été retardés ou abandonnés faute de financement.
- Paiement des dividendes par les entreprises à leurs actionnaires étrangers : La sortie des dividendes est un autre élément qui commence à peser lourd sur les comptes extérieurs. Les investissements étrangers réalisés dans le cadre de l'intense vague de privatisations pèsent considérablement sur les comptes extérieurs, de par l'importance des sorties d'argent qu'ils occasionnent. À titre d'exemple, en 2011, les sorties (dividendes rapatriés par les sociétés cotées et non cotées) ont atteint près de 20 milliards de dirhams, contre 15 milliards en 2010 et 9 milliards en 2008. Durant la crise internationale, une bonne partie de ces investisseurs en manque de liquidité ont pompé du cash de façon exceptionnelle dans les caisses des entreprises marocaines pour financer leur business ailleurs (Maroc Telecom et Vivendi, Arcellor Mittal et Sonasid …). Au final, l'aggravation des déficits extérieurs a lourdement impacté le niveau des réserves ces dernières années. D'ailleurs en 2012, les avoirs extérieurs au Maroc ont atteint 140 MrDH soit à peu près 4 mois d'importation. Rappelons qu'en 2006, ces réserves représentaient un peu plus de 9 mois d'importations.
- Les recettes touristiques :la diminution des recettes touristiques de 9,5% trouvant sa justification dans la baisse des revenus des ménages dans les pays émetteurs de touristes limite le potentiel de consommation et d'investissement de ces derniers. À cela s'ajoutent les différents arbitrages en termes de prix et de qualité d'offre touristique de la part des ménages en temps de crise. En effet, la baisse des prix immobiliers dans les zones touristiques européennes (Espagne, Grande Bretagne) a réduit la compétitive des destinations marocaines.
- L'insuffisance de l'épargne mobilisée : La politique monétaire et celle de crédit adaptée par le Maroc a provoqué un découragement quantitatif de l'épargne institutionnelle et privé, et par la suite un déficit structurel en ressources. En effet, la mobilisation de l'épargne par les banques est actuellement moins développée par rapport à ce qui observer dans les économies développées principalement à cause de la crise existante. Mais le potentiel de l'amélioration de l'épargne susceptible d'être collecter par les banques est extrêmement important. Les banques marocaines ne sont en outre pas toujours motivées ou contraintes de mettre en place un éventail large de taux d'intérêt (fixe, variable, mixte…) à cause de la faiblesse de la concurrence. À ce niveau, une grande dynamisation de la concurrence qui est attendue va améliorer non seulement les conditions de mobilisation de l'épargne mais en même temps faciliter l'accès au crédit bancaire pour la grande majorité des entreprises pouvant offrir des comptes d'exploitation viables. La question qui se pose est comment développer une épargne de long terme qui peut assurer les bases d'une croissance accélérée et durable de la réserve bancaire en matière de la liquidité.

6.2 RISQUE DE LIQUIDITE AU MAROC : QU'EN EST-IL DE L'ADOPTION DE LA REGLEMENTION BALE III ?

Dans l'objectif de renforcer la résilience des établissements financiers en cas de chocs systémiques, la banque centrale du Maroc, en collaboration avec le ministère des Finances ont déposé deux projets de loi de réformes des fonds propres et du ratio de liquidité à court terme des banques afin de transposer les dispositions du Comité de Bâle

Afin d'obliger les banques marocaines à disposer d'un volume d'actifs liquides de haute qualité et non grevés, pour contrebalancer les sorties nettes de liquidité auxquelles elles pourraient avoir à faire face, dans un scénario de crise grave de courte durée. Les banques marocaines seront amenées à mettre en place le ratio de liquidité à court terme de manière progressive d'ici 2019 et lorsque la réforme sera pleinement appliquée, ce ratio remplacera l'actuel coefficient minimum de liquidité des banques.

Pour rappel, le mode de calcul est le suivant : (Actifs liquides de haute qualité) => 100 % x (Sorties nettes de trésorerie sur 1 mois).

Les actifs Actifs liquides de haute qualité sont constitués de :

- de l'encaisse ;
- des avoirs à la Banque Centrale sous certaines conditions ;
- des titres émis ou garantis par les souverains, les banques centrales, les organismes publics, certaines institutions internationales et répondant à des exigences en termes de qualité de crédit et de liquidité ;
- des titres émis ou garantis par les souverains, les banques centrales, les organismes publics et certaines institutions internationales ;

- des obligations et des actions d'entreprises (hors entreprises financières), des obligations sécurisées et des parts de fonds de titrisation de crédits hypothécaires résidentiels.

INDICATEURS D'ACTIVITÉ ET DE RENTABILITÉ CONSOLIDÉS DES BANQUES MAROCAINES EN 2012 (SOURE BKAM)

(Montants en milliards de dirhams)

	2010	2011	2012
Total bilan	886	971	1041
Crédits par décaissement (nets des provisions) (1)	601	668	704
Dépôts de la clientèle	648	677	697
Fonds propres (hors bénéfices de l'exercice)	74	78	88
Produit net bancaire	32,8	35,9	38,6
Résultat brut d'exploitation	17,9	18,7	20,4
Résultat net	9,7	10,1	9,9
Rendement moyen des emplois	5,18%	5,22%	5,16%
Coût moyen des ressources	1,93%	1,93%	1,95%
Coefficient moyen d'exploitation	46,4%	48,0%	47,5%
Rentabilité des actifs (ROA)	1,2%	1,1%	1,0%
Rentabilité des fonds propres (ROE)	14,2%	13,4%	11,8%
Taux des créances en souffrance	4,8%	4,8%	5,0%
Taux de couverture des créances en souffrance par les provisions	70,1%	69,0%	68,0%

(1) y compris les prêts aux sociétés de financement

7 CONCLUSION

L'utilisation des outils traditionnels de notre système bancaire pour se couvrir contre les risques de liquidité rend ce risque plus délicat à évaluer. Devant cette situation, cet article tente de développer une analyse de la liquidité bancaire au Maroc à travers l'évolution chronologique et en particulier, lorsque le contrôle de ce type de risque est devenu, sur le plan international, l'un des axes stratégiques dans la gestion de la banque. Actuellement, nous avons une description des différentes causes de sous liquidité bancaire dont les répercussions sont susceptibles d'r améliorer la compréhension des processus et des mécanismes monétaires relatives au système bancaire marocain.

On peut conclure que le système bancaire marocain bénéfice d'une infrastructure légale et opérationnelle en conformité avec les normes internationales plus sophistiquées. Il est certainement caractérisé par une vive concurrence, qui explique la performance et la rentabilité des banques marocaines bien dans les activités de marché que dans les activités de la banque de détail.

Ainsi, on peut conclure que la fluctuation de la liquidité bancaire est de nature exogène, l'ampleur est renforcée de plus en plus par une augmentation massive des transferts monétaires des Marocains résidant à l'étranger et la capacité limitée de l'économie marocaine à absorber les liquidités excédentaires.

REFERENCES

[1] Agénor P.R., Aizenman J., Hoffmaister A., (2004) "The credit crunch in East Asia: What can bank excess liquid assets tells us". Journal of International Money and Finance 23, 27–49.

[2] Agénor P.R., El Aynaoui K., (2009) « Excess liquidity, bank pricing rules, and monetary policy » Journal of Banking & Finance, Elsvier B. V.

[3] Agénor P.R., El Aynaoui K., (2007). « Le mécanisme de transmission de la politique moné-taire au Maroc: Un cadre analytique. » Unpublished, Bank Al Maghrib

[4] Allen (F.) et Gale (D.) (2005) ,"From cash-in-the market pricing to financial fragility", Journal of the European Economic Association, vol. 3, issue 2-3, p. 535-546

[5] BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION (2000), "Sound Pratices for Ma aging Liquidity in Banking Organisations », February.

[6] Borio (C.) (2004) "Market distress and vanishing liquidity: anatomy and policy options", BIS Working Papers, n° 158

[7] DEMEY P., A. FRACHOT et G. RIBOULET (2003), " Introduction à la gestion actif-passif bancaire", Economica.
[8] Goodfriend (M.) et King (R. A.) (1988), "Financial deregulation, monetary policy and ce tral banking", in Haraf (W. S.) and Kushmeider (R. M.) (eds.), Federal Reserve Bank of Richmond, Economic Review, 3-22, mai/juin
[9] Goodhart (C. A. E.) (1995), "The Central Bank and the financial system", Cambridge, MA: MIT Press
[10] Saunders (A.) (1987), "The interbank market, contagion effects and international financial crises", in
[11] STRAHAN P. (2008), "Liquidity Production in 21st Century Banking", Working Paper n° 13978, NBER.
[12] www.bkam.ma
[13] www.finances.gov.ma/
[14] www.standardandpoors.com
[15] www.creditmetrics.com
[16] www.ccg.ma
[17] www.ssm.com
[18] www.aecm.be
[19] www.perspective.usherbrooke.ca
[20] www.ifs.du.edu/
[21] www.imf.org/

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 336-350
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

G-Brackets : un nouveau formalisme pour la représentation et l'interrogation des bases de données SIG

[G-Brackets : A New Formalism for Encoding and Querying GIS Databases]

Noureddine Chenfour and Hicham Amakdouf

ACT Research Team, Computer Science Department,
Faculty of Sciences Dhar El Mahraz,
Sidi Mohammed ben Abdellah University,
Fez, Morocco

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

ABSTRACT: In this paper, we outline the bridges that connect the area of GIS knowledge representation and its querying languages. Our work is in fact grounded in a research framework which we had founded to hang out with a pretty appropriate GIS query language that is adapted enough to this kind of information systems having a very particular aspects. Such aspects are unfortunately not yet fully exploited by the existing solutions.
In our study, we were led to consider the existing systems and standards for the representation of GIS information, and we quote in this case GML and ESRI. We have reached at the end of this study to the conviction that it is impossible to build a query language dealing with our basic aim if we ignore the representation of the GIS database to query.
Convinced of the robustness of the XML representation, but aware of his extremely verbose and difficult to read character, we had then to take inspiration from XML technology while correcting this verbosity problem and the underlying complexity.
We present then in this paper a new formalism that is able to interest, engage and influence the business of geographic information. Our formalism "G-Brackets" has to respond strongly to our initial aims which can be summarized in the following goals:
- A solid and hierarchical formalism with the Manner of XML technology.
- An object oriented representation.
- A knowledge based representation according to first-order predicates logic, ready to be requested by an inference engine able to go beyond an ordinary SQL engine.
- In the end, a simple and less verbose symbolism that is readable and able to separate between the data model and its semantics. Such pattern has constituted for us a real extension of the MVC design pattern that we named MVX pattern.

KEYWORDS: GIS, GML, XML, Spatial Databases, Query Language.

RESUME: Dans cet article, nous esquissons les ponts qui rapprochent le domaine de la représentation de la connaissance SIG et celui de son interrogation. Le travail se situe en fait dans un cadre de recherche que nous avions tracé pour sortir avec un langage d'interrogation SIG assez approprié pour ce genre de systèmes d'information ayant une spécificité très particulière. Une telle spécificité n'est malheureusement pas encore pleinement exploitée par les solutions existantes.
Au cours de notre étude, nous avions été amené à se pencher sur les systèmes et les standards existants permettant la représentation des informations SIG, et nous citons en l'occurrence GML et ESRI. Nous avons abouti au terme de cette étude

Corresponding Author: Noureddine Chenfour

à la conviction qu'il est impossible de sortir avec un langage d'interrogation approchant notre objectif de base si nous faisons abstraction de la représentation de la base de données SIG à interroger.
Convaincu de la robustesse de la représentation XML, mais conscient de son caractère extrêmement verbeux et difficilement lisible, nous devions alors nous inspirer de la technologie XML tout en corrigeant ce problème de verbosité et la complexité sous-jacente.
Nous présentons alors dans cet article un formalisme susceptible d'intéresser, voire d'impliquer et influencer les métiers de l'information géographique. Notre formalisme « G-Brackets » a permis de répondre très fortement à nos objectifs initiaux que nous pouvons résumer dans les points suivants :
- Un formalisme solide et hiérarchique à la manière de la technologie XML.
- Une représentation orientée objet.
- Une représentation basée sur les connaissances et la logique des prédicats de premier ordre, s'apprêtant à être interrogée par un moteur d'inférence capable d'aller au-delà d'un moteur SQL ordinaire].
- En fin un symbolisme simple, moins verbeux, lisible et séparant modèle et sémantique des données ; ce qui constituera pour nous une véritable extension du design pattern MVC et que nous avons nommé MVX.

MOTS-CLEFS: SIG, GML, XML, bases de données spatiales, langage de requête.

1 INTRODUCTION

La technologie XML, qui constitue une véritable galaxie et un croisement de grandes technologies, a toujours eu comme principal inconvénient la verbosité. Un tel inconvénient est généralement négligé devant le grand apport de la technologie XML, sa flexibilité, son caractère hiérarchique et bien d'autres grands avantages. Depuis la fin des années 90, toutes les disciplines et technologies existantes ont commencé à intégrer le « formalisme » XML pour le stockage des données, le paramétrage des applications et des plateformes ainsi que l'échange de données.

Nous avons aujourd'hui de grandes solutions complètement basées sur XML [1] avec une grande satisfaction.

Cependant, lorsqu'on explore le domaine des systèmes d'information géographiques (SIG), et principalement les standards de l'OGC (Open Geospatial Consortium) et en l'occurrence le langage GML (Geography Markup Language) servant à la représentation des données SIG [2], [3], [4] la verbosité est tellement éminente qu'elle influence très fortement sur la lisibilité du contenu et rend rapidement la technologie pas très adaptée à ce genre de systèmes.

Analysons ainsi le fragment GML suivant décrivant une entité géographique, tirée d'une zone industrielle de la ville de Fès, par l'intermédiaire de son identificateur (9), son nom « *Technologie et Services pour Tannerie* » ainsi que sa géométrie à l'aide des cordonnées (x, y) du polygone qui la délimite :

```
<gml:featureMember>
      <ms:polygon fid="">
            <gml:boundedBy>
                  <gml:Box srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/4326">
                        <gml:coordinates>
                              28.929774956042,9.46613324338279
                              39.403875227383914,17.399335343386387
                        </gml:coordinates>
                  </gml:Box>
            </gml:boundedBy>
            <ms:msGeometry>
                  <gml:Polygon name="Technologie et Services pour Tannerie"
                        srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSG/0/4326">
```

```
                        <gml:outerBoundaryIs>
                              <gml:LinearRing>
                                    <gml:coordinates>
                                          39.403875227383914,13.192757810419211
                                          34.435042470010345,9.46613324338279
                                          32.66904390493049,10.860820931531418
                                          28.929774956042,13.813861905587784
                                          33.75745658351524,17.399335343386387
                                          37.56563829800576,14.56224565672999
                                          39.403875227383914,13.192757810419211
                                    </gml:coordinates>
                              </gml:LinearRing>
                        </gml:outerBoundaryIs>
                  </gml:Polygon>
            </ms:msGeometry>
            <ms:ogc_fid />
            <ms:name>Technologie et Services pour Tannerie</ms:name>
            <ms:id>9</ms:id>
      </ms:polygon>
</gml:featureMember>
```

Il s'agit d'une représentation très bien détaillée mais trop complexe, et la méta information est plus volumineuse que l'information en elle-même comme le démontre le tableau ci-dessous :

Tableau 1. Pourcentage de l'information de description GML

Nombre total de caractères (espaces non compris)	868
Nombre de caractères composant l'information véhiculée par ce flux XML	277
Pourcentage d'information de description (*superflue*)	68,09 %

Le tableau 1 montre que seule 32% du flux constitue l'information SIG utile ; tout le reste est de l'information de description du contenu.

Si nous analysons la représentation XML d'ESRI (Environmental Systems Research Institute), nous pouvons tirer les mêmes conclusions que celles constatées avec GML, et nous aboutissons donc aux mêmes inconvénients, avec un taux de verbosité plus avéré.

Nous présentons alors le même cas d'étude avec en plus quelques données attributaires : Secteur d'activité, Gérant, Numéro de la zone et Observation.

Ci-dessous la représentation ESRI de l'entité :

```
<Record xsi:type="esri:Record">
      <Values xsi:type="esri:ArrayOfValue">
            <Value xsi:type="xs:int">9</Value>
            <Value xsi:type="esri:PolygonN">
                  <HasID>false</HasID>
                  <HasZ>false</HasZ>
                  <HasM>false</HasM>
                  <Extent xsi:type="esri:EnvelopeN">
                        <XMin>533696.25029999763</XMin>
```

```
                        <YMin>376744.76209999993</YMin>
                        <XMax>533755.1466999976</XMax>
                        <YMax>376789.37089999992</YMax>
                    </Extent>
                    <RingArray xsi:type="esri:ArrayOfRing">
                        <Ring xsi:type="esri:Ring">
                            <PointArray xsi:type="esri:ArrayOfPoint">
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533755.14670000225</X>
                                    <Y>376765.71709999815</Y>
                                </Point>
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533727.20669999719</X>
                                    <Y>376744.76209999993</Y>
                                </Point>
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533717.27639999986</X>
                                    <Y>376752.60449999943</Y>
                                </Point>
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533696.25029999763</X>
                                    <Y>376769.20960000157</Y>
                                </Point>
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533723.39660000056</X>
                                    <Y>376789.37090000138</Y>
                                </Point>
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533744.81019999832</X>
                                    <Y>376773.4178000018</Y>
                                </Point>
                                <Point xsi:type="esri:PointN">
                                    <X>533755.14670000225</X>
                                    <Y>376765.71709999815</Y>
                                </Point>
                            </PointArray>
                        </Ring>
                    </RingArray>
                </Value>
                <Value xsi:type="xs:string">
                    Technologie et Services pour Tannerie
                </Value>
                <Value xsi:nil="true" />
                <Value xsi:type="xs:string">services pour les tanneurs</Value>
                <Value xsi:type="xs:string">Thami Amraoui</Value>
                <Value xsi:type="xs:string">Travaux En Cours</Value>
                <Value xsi:nil="true" />
                <Value xsi:nil="true" />
                <Value xsi:type="xs:short">101</Value>
                <Value xsi:type="xs:double">147.77765548177521</Value>
                <Value xsi:type="xs:double">1306.9949917962801</Value>
            </Values>
</Record>
```

Tableau 2. Pourcentage de l'information de description XML d'ESRI

Nombre total de caractères (espaces non compris)	1552
Nombre de caractères composant l'information véhiculée par ce flux XML	372
Pourcentage d'information de description (*superflue*)	76,03 %

Donc par rapport à ce bilan, seul 24% du flux constitue l'information qu'on souhaite véhiculer. Les 76% sont utilisés pour envelopper et décrire l'information.

On pourra rajouter à ça que la représentation XML en elle-même n'est généralement utilisée dans les SIG que pour jouer le rôle de médiateur de données et reste donc utilisée principalement pour échanger des données entre deux systèmes hétérogènes. La plupart des solutions SIG existantes utilisent des bases de données relationnelles pour la représentation des données attributaires [5]. Cette réalité a toujours influencé et guidé le choix d'un langage d'interrogation SIG [6], [7]. Dans ce cas encore, la plupart des solutions existantes se basent exclusivement sur le langage SQL [8], [9], [10], [11] *qui n'a jamais été créé pour interroger des bases de données SIG!* Il ne dispose alors d'aucune représentation optimisée relativement à la nature du contenu traité.

Nous nous trouvons donc dans une situation qui nécessite aussi bien une réflexion sur la représentation que sur l'interrogation d'un contenu SIG [12].

Nous proposons alors dans cet article un formalisme consubstantiel qui nous permettra la représentation, le stockage ainsi que l'interrogation de contenu SIG. Il s'agit d'un formalisme inspiré de 3 Concepts :

- JSON comme concurrent standard de la solution XML et permettant principalement d'atténuer le problème de la verbosité.
- Formalisme Objet permettant de représenter les entités, les couches et les différentes composantes SIG en les considérons des objets ce qui devrais être naturellement le cas (Every Thing is an Object).
- Logique des prédicats de premier ordre en intelligence artificielle nous permettant ainsi de considérer un contenu SIG comme une base de connaissances acceptant en conséquence d'être interrogée à travers un moteur d'inférence [13] ; ce qui permettrai à un SIG de déduire plus de connaissances SIG que ce que déduirais une solution classique basée sur SQL [14].

2 FORMALISME PROPOSÉ

L'objectif est de définir un formalisme objet permettant à la fois de représenter les composantes manipulées dans un SIG mais aussi de modéliser un système d'interrogation approprié.

Avant de définir la syntaxe générale du formalisme SIG « G-*Brackets* » proposé dans cet article et basé lui-même sur un formalisme plus général que nous avons nommé « Brackets », nous considérons un sous ensemble de composantes SIG à base desquelles nous allons faire un montage symbolique que nous généralisons par la suite.

Les systèmes d'information géographique sont principalement basés sur les 4 composantes, que nous allons nommer « Classes Géographiques de Base » (Basic Geographical Classes) et pouvant aussi être vues comme des prédicats : Entité géographique (Geographical Entity), Couche (Layer), Carte (Map) et Système d'information géographique (GIS).

2.1 SYMBOLISME D'UNE ENTITÉ GÉOGRAPHIQUE

2.1.1 REPRÉSENTATION

Représentée par l'intermédiaire de la classe géographique « ***Entity*** », une entité est définie comme suit :

Entity(id, name, address, x1, y1, x2, y2, …, Layer(id), Attributes(a1, a2, …))

- ⇨ Avec **id, name, address, x1, y1, x2, y2,** … sont les propriétés géo spatiales constituant la partie fixe et commune à tous les SIG.
- ⇨ Tandis que **a1, a2,** … constituent la partie optionnelle représentent les propriétés attributaires qui changent avec le SIG à modéliser.

Exemple :

Entity(9, Technologie et Services pour Tannerie, ,
533755.14, 376765.71, 533727.20, 376744.76, 533717.27, 376752.60, 533696.25,
376769.20, 533723.39, 376789.37, 533744.81, 376773.41, 533755.14, 376765.71,
Attributes (
Technologie et Services pour Tannerie,
services pour les tanneurs,
Thami Amraoui,
101,
Travaux En Cours
)
)

Les données attributaires sont par exemple dans ce cas respectivement : « Company Name », « Activity Sector », « Manager », « Area Number », « Observation ».

Il est aussi à remarquer que comparativement à la notation JSON (JavaScript Object Notation), nous gagnons aussi en verbosité, en redondance et en séparation entre la sémantique et le modèle de données. Nous rappelons à cet effet que JSON [15] utilise la notation « "Name" : "Value" ». Tandis que dans notre formalisme « Brackets » les noms des propriétés, qui portent avec eux la sémantique des données, ne sont aucunement entrelacés avec les valeurs. Seules ces dernières sont représentées dans la base de connaissances (les guillemets sont aussi éliminées dans « Brackets »).

Ci-dessous un exemple de représentation de données en JSON :

```
{
    "entities" : [
      {"id" : "101", "name" : "Brother Style", "manager" : "El Hhalifi",  "area" : "1311.09" },
      {"id" : "102", "name" : "Grains Bouyeblane", "manager" : "Boujemaa", "area" : "708.32" },
      {"id" : "103", "name" : " ROCSIGN", "manager" : "Ben Makhlouf", "area" : "806.72" },
     ]
}
```

Nous constatons que les noms des propriétés sont repris dans toutes les occurrences d'objets de même type. Le calcul du nombre de caractères de ce flux de données, sans compter les espaces, donne une valeur de 235 caractères.

Si on voudrait reprendre ces mêmes données avec une représentation XML, nous pouvons proposer la structure suivante :

```
<entities>
    <entity>
        <id>101</id>
        <name>Brother Style</name>
        <manager>El Hhalifi</manager>
        <area>1311.09</area>
    </entity>
    <entity>
        <id>102</id>
        <name>Grains Bouyeblane</name>
        <manager>Boujemaa</manager>
        <area>708.32</area>
    </entity>
    <entity>
        <id>103</id>
        <name>ROCSIGN</name>
        <manager>Ben Makhlouf</manager>
        <area>806.72</area>
    </entity>
</entities>
```

La taille de ce flux est de 325 caractères. On remarquera que JSON résout juste le problème de la balise fermante, mais il garde le problème de la redondance.

Une représentation XML plus optimale pourrait être définie comme suit :

```
<entities>
        <entity id = "101" name = "Brother Style" manager = "El Hhalifi" area = "1311.09" />
        <entity id = "102" name = "Grains Bouyeblane" manager = "Boujemaa" area = "708.32" />
        <entity id = "103" name = "ROCSIGN" manager = "Ben Makhlouf" area = "806.72" />
</entities>
```

Avec cette nouvelle représentation basée sur les attributs nous avons pu ramener la taille du flux à 226 caractères, qui est dans ce cas une valeur inférieure à celle obtenu avec une représentation JSON !

Si nous voudrions représenter les mêmes données avec notre formalisme *Brackets* ce sera défini comme suit :

```
Entity(101, Brother Style, El Hhalifi, 1311.09)
Entity(102, Grains Bouyeblane, Boujemaa, 708.32)
Entity(103, ROCSIGN, Ben Makhlouf, 806.72)
```

Avec une taille de 124 caractères et donc une réduction de plus de 47% par rapport à son équivalent JSON.

Il est cependant évident que le système Brackets nécessite une partie méta données dans laquelle on devrait fournir une définition des noms et des types associés aux données attributaires [16]. Cette contrainte reste cependant naturelle et compatible avec les DTDs de la technologie XML.

Néanmoins, Il n'est nullement nécessaire de démontrer la lisibilité (ou la clarté) et la concision attachées à cette représentation. Le tableau ci-dessous confirme clairement à quel point cette représentation est concise sur l'exemple SIG initial.

Tableau 3. Pourcentage de l'information de description G-Brackets

Nombre total de caractères (espaces non compris)	286
Nombre de caractères composant l'information véhiculée par ce flux	245
Pourcentage d'information de description ($superflue$)	14,34 %

Nous relevons un taux extrêmement optimisé de ***14,34 %*** d'information de description contre ***76 %*** avec XML d'ESRI et ***68 %*** avec GML. Il est aussi à noter que pour véhiculer la même information G-Brackets utilise un flux de 286 caractères contre 1552 avec XMl d'ESRI ; ce qui ne représente que ***18,43 %*** du flux ESRI et donc un gain de ***81,57 %.***

Avec cette représentation, on sépare entre la structure ou sémantique du contenu et le modèle ou le flux de données. Ces deux aspects sont habituellement entrelacés dans un formalisme XML ou JSON.

Il reste cependant à prouver que ce formalisme offre une couverture totale relativement à toutes les représentations XML existantes ; ce que nous confirmons être le cas d'après toutes les études de cas et les expériences que nous avons menées sur ce domaine.

2.1.2 INTERROGATION

L'interrogation pourra alors être réalisée tout naturellement sur la base de la même représentation.

Nous définissons un ensemble de règles basées sur le même formalisme tel que décrit précédemment.

Ci-dessous des exemples :

Tableau 4. Exemples de requêtes spatiales G-Brackets

Entity(9)	Récupérer un objet de type « Entity » correspondant à l'entité dont l'identificateur est égal à 9.
Entity(, , , 533755.14, 376765.71, ..)	Récupérer la liste des entités dont le premier point est (533755.14, 376765.71).
Entity(.. , 533755.14, 376765.71, ..)	Récupérer la liste des entités contenant le point (533755.14, 376765.71)
Entity(Attributes(..,Thami Amraoui, ..))	Récupérer la liste des entités dont l'une des données attributaires a pour valeur « Thami Amraoui »
Entity(Attributes(, ,*Thami*, ..))	Récupérer la liste des entités dont le 3ème attribut contient la valeur « Thami »
Entity(Attributes(!Thami, ..))	Récupérer la liste des entités dont la valeur du premier attribut est différente de la chaîne « Thami »
Entity(Attributes(..,!Thami, ..))	Récupérer la liste des entités dont aucun attribut n'est égal à la chaîne « Thami »
Entity(Layer(20))	Récupérer la liste des entités dont appartenant à la couche d'identificateur 20

Concernant la recherche d'entités géographiques avec des requêtes basées sur des contraintes d'extraction particulières, nous utilisons alors le même formalisme avec une syntaxe qui ressemble aux assertions suivantes :

Entity(Contains(…))

Entity(Inside(…))

Entity(Intersect(…))

En règle générale, pour extraire des entités à base de contraintes on utilisera la syntaxe suivante :

Entity(C1(…), C2(…), …)

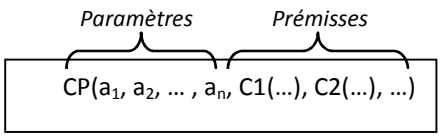
Telle que C1, C2, … sont des contraintes (ou des prédicats) à satisfaire par les entités recherchées. Le modèle est en plus insensible à l'ordre d'apparition des contraintes. Il est aussi à remarquer que « Attributes » et « Layer » étaient précocement des contraintes. Il s'agit de contraintes par défaut figurant basiquement dans la syntaxe de définition des entités. Ainsi, l'écriture suivante issue du tableau 4 :

Entity(Attributes(, ,*Thami*, ..))

peut être lue : Extraire la liste des entités telles que la contrainte « Attributes » est satisfaites. Cette dernière pose une contrainte sur son troisième argument. A ce propos, chaque contrainte a une arité propre, définie en fonction de la sémantique véhiculée par celle-ci.

Nous définissons une liste de contraintes intrinsèques G-Brackets permettant de répondre aux exigences interrogatives habituelles : Contains, Inside, Intersect, etc.

La syntaxe G-Brackets offre aussi la possibilité de créer des contraintes personnalisées, définies comme déductions logiques d'une combinaison de contraintes intrinsèques :



Cette syntaxe permet de définir une contrainte personnalisée d'arité n : $CP(a_1, \ldots, a_n)$, qui est considérée satisfaite si les prémisses C1(…), C2(…), … sont satisfaites.

Le modèle de définition des contraintes est structuré selon le design pattern « Composite » :

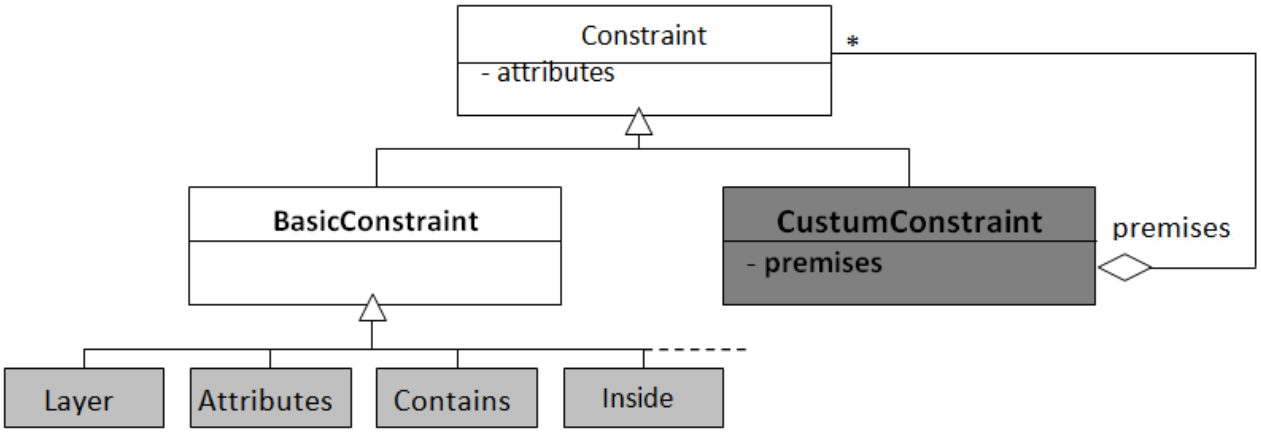


Fig. 1 : Modèle de composition des contraintes personnalisées

2.1.3 EVALUATION

Afin d'évaluer notre formalisme G-Brackets pour le cas de l'interrogation, nous nous proposons d'analyser les échantillons de requêtes spatiales suivantes [17], [18] :

1. Chercher la liste des entités contenant le polygone ((10, 12), (10, 15), (15, 25), (15, 15), (10, 12))

Représentation PostGis [19] :

SELECT id, geometry FROM table

WHERE

geomety && 'POLYGON((10 12, 10 15, 15 25, 15 15, 10 12))'

AND

Contains(geometry, 'POLYGON((10 12, 10 15, 15 25, 15 15, 10 12))';

➔ 136 caractères

Formalisme G-Brackets :

Entity(Layer(table), Contains(10, 12, 10, 15, 15, 25, 15, 15, 10, 12**))**

➔ 60 caractères

2. Chercher tous les objets dans un rayon de 250 mètres autour du point (2000, 3000)

Représentation PostGis :

SELECT * FROM table

WHERE ST_DWithin(colonne, 'POINT(2000 3000)', 250);

➔ 63 caractères

La fonction ST_DWithin(geometry, geometry, distance) permet de réaliser un calcul de distance utilisant les index.

Formalisme G-Brackets :

Entity(layer(table), Inside(Circle(2000, 3000, 250)))

➔ 50 caractères

Avec Circle un objet géométrique parmi une liste d'objets géométriques définis par G-Brackets.

3. Chercher tous les objets de la table « A » en intersection avec l'entité « X » de la table B

Avec MAPInfo

Select * from A, B where A.Obj intersects B.Obj and B.TOPONYMIE = "X"

Formalisme G-Brackets :

Entity(Layer(A), Intersects(Entity(X, Layer(B))))

2.1.4 ENTITÉS SYNTHÉTIQUES

La modélisation G-Bracket offre un certain nombre d'« opérations géographiques » permettant de trouver ou extraire des points particuliers depuis une ou plusieurs couches. Nous prenons à titre d'exemple le calcul d'un chemin reliant deux entités géographiques. Le résultat de cet exemple de requêtes sera constitué d'un ensemble de points de repère par lesquels le chemin passe. Ce résultat sera ainsi représenté comme une entité linéaire logique générée pour représenter le chemin. Nous appelons ce genre d'entité « **Entité Synthétique** ». L'opération géographique qui permet de calculer le chemin entre deux entités est définie à l'aide la requête suivante :

Path (Entity(id1), Entity(id2))

Il est aussi à remarquer que les entités synthétiques peuvent subir les mêmes opérations que peut accepter toutes autres entités ordinaires ; exemple :

Distance(Path(Entity(id1)), Entity(id2)), Path(Entity(id3)), Entity(id4)))

2.1.5 SYNTHÈSE

La gestion des entités géographiques, en tant que classes fondamentales parmi les « ***Classes Géographiques*** », a dégagé d'autres dépendances en terme de modélisation G-Brackets : Les « ***Contraintes*** », les « ***Objets Géométriques*** » et les « ***Opérations Géométriques*** ». Ce paquet d'objets a ainsi été étudié selon les deux facettes : Modélisation et interrogation, tout en démontrant de grands avantages en lisibilité, en concision et en simplicité de codage sans oublier la couverture des différents besoins SIG habituellement assurés par les grands systèmes existants.

2.2 SYMBOLISME D'UNE COUCHE

2.2.1 REPRÉSENTATION

Représentée par l'intermédiaire de la classe « ***Layer*** », une couche est définie comme suit :

Layer (id, name, DTD(…), E1Id, E2Id, …)

Avec :

- id : identificateur de la couche
- name : nom de la couche
- DTD(…) : la définition des types de données (métadonnées) utilisés par la couche. Il existe 3 façons de définir une DTD : Locale, Interne et Externe. Nous allons donner plus de détails sur les DTD dans le paragraphe 3.
- E1Id, E2ID, … sont les identificateurs des entités qu'on aimerait faire appartenir à la couche.

On remarquera encore que la lisibilité et la concision sont bien conservées comme avantages majeurs associés au formalisme G-Brackets. Nous retenons en plus l'autonomie de la couche et sa séparation vis-à-vis des entités qui sont indiquées par référencement. Nous pouvons à ce titre conclure qu'il nous sera possible, à titre d'exemple, de faire appartenir une même entité à une ou plusieurs couches !

Il est néanmoins à noter que nous définissons aussi la notion d'« ***Entités Internes*** » que nous pouvons définir à l'intérieur de la couche elle même :

Layer (id, name, DTD(…), E1Id, ***Entity(…)***, …)

Avec, bien évidemment, l'éventualité de combiner entre les deux représentations. Nous préférons cependant le référencement des entités qui offre plus d'autonomie, de concision et de lisibilité aussi bien à la couche qu'à l'entité ; avec un caractère relationnel dynamique pouvant être détaché ou rattaché au besoin.

2.2.2 INTERROGATION

Pour interroger notre base de données G-Brackets, nous utilisons le même formalisme. Ci-dessous quelques exemples de requêtes :

Tableau 5. Exemples de requêtes spatiales G-Brackets sur les couches

Layer(* ,9, *)	Récupérer la liste des couches contenant l'entité dont l'identificateur est égal à 9.
Layer(*,Entity(,Tannerie,), *)	Récupérer la liste des couches contenant l'entité dont le nom est égal à « Tannerie ».
Layer(*,Entity(Attributes(*,Tannerie , *), *)	Récupérer la liste des couches contenant des entités dont l'une des informations attributaires quelconque est égale à « Tannerie ».

2.3 SYMBOLISME D'UNE CARTE

2.3.1 REPRÉSENTATION

Une carte, définie comme un ensemble de couches, est représentée par l'intermédiaire de la classe « ***Map*** » est pourra être formalisée comme suit :

Map (id, name, Style(…), L1Id, L2Id, …)

Nous retenons alors les mêmes avantages et caractéristiques de la définition des couches. Nous parlerons dans ce cas aussi de couches « **référencées** » ou encore au besoin les « **couches internes** ».

Map (id, name, Style(…), L1Id, Layer(…), …)

Cependant, nous avons intégré en ce niveau de carte la notion de ***style***. Les styles sont en cours de développement et ne font donc pas objet de cet article, nous les présentons dans un travail futur.

2.3.2 INTERROGATION

Les mêmes règles d'interrogation sont conservées en ce niveau se basant sur le même formalisme utilisé pour la représentation des données.

2.4 SYMBOLISME D'UN SIG

2.4.1 REPRÉSENTATION

Il s'agit du niveau le plus haut dans la hiérarchie agrégative des classes géographiques. Nous définissons ainsi un SIG comme un ensemble de cartes associées à l'application SIG entière et représenté par l'intermédiaire de la classe « ***GIS*** ». Un SIG peut être défini à l'aide du formalisme suivant :

GIS (id, name, Style(…), M1Id, M2Id, …)

Permettant de conserver les mêmes caractéristiques et particularité ; nous pensons notamment au cartes « référencées » et « cartes internes ». Dans ce cas encore, nous définissons les « cartes internes » comme suit :

GIS (id, name, Style(…), M1Id, Map(…), …)

Nous sommes en train d'étudier la possibilité d'associer des styles à toutes les classes ou objets géographiques : Entité, Couche, Carte et SIG. Ce travail, comme mentionné précédemment, est en cours d'étude.

2.4.2 INTERROGATION

Il est désormais classique de dire que les mêmes règles d'interrogation utilisées avec les autres classes géographiques sont conservées en ce niveau aussi, se basant bien évidemment sur le même formalisme utilisé pour le symbolisme de la base de données.

3 DESCRIPTION DES TYPES DE DONNEES ET MODELE MVX

Nous arrivons en fin au dernier problème à résoudre ; il s'agit de la définition des noms et de la sémantique des données permettant de caractériser les entités géographiques [20]. Le formalisme utilisé a été créé de manière à séparer complètement le modèle de données porté par une structure particulière de parenthèses vis-à-vis de la définition ou la sémantique attachée à chaque nœud ou objet contenu dans cette hiérarchie de parenthèses. Nous considérons ce modèle de représentation comme une extension du modèle MVC largement utilisé en ingénierie du logiciel et ayant prouvé sa robustesse et sa grande flexibilité. Nous avons ainsi ajouté à cette flexibilité une autre dimension : la sémantique et le nom de la donnée pour séparer entre le modèle et sa sémantique, ce qui nous permettrait à titre d'exemple de changer le nom ou la sémantique d'une donnée sans avoir à retoucher le modèle lui-même. Mais, dans notre formalisme G-Brackets, nous avons abouti à une autre conséquence d'utilisation de ce modèle, la concision dans la représentation sans aucune redondance ou reprise des noms des attributs ou paramètres.

Notre modèle ainsi baptisé « MVX » : Model-View-Controller-Semantic, sera représenté comme le montre la figure suivante :

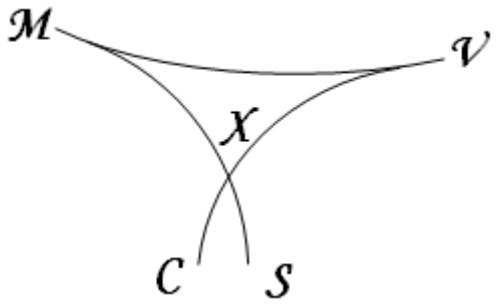


Fig. 2 : Modèle MVX utilisé par G-Brackets

Le concept de DTD sera subséquemment emprunté pour la séparation de la définition des noms et de la sémantique des données SIG utilisées par les entités géographiques. Une DTD sera définie comme suit :

DTD (id, nom,
Attributes(
a1([index,] nom, type, taille, description, statut, composition),
a2(…),
…
)
)

Exemple :

DTD (1, Zone Industrielle,
Attributes (
CompanyName(0, Company Name, String, 50, Nom de l'entreprise),
ActivitySector(1, Activity Sector, String, 30, Secteur d'activité),
Manager(2, Manager, String, 40, Gérant),
AreaNumber(3, Area Number, Integer, , Numéro de la Zone, Unique),
Observation(4, Observation, String)
)
)

La DTD permettra aussi de définir les contraintes personnalisées telles que présentées dans le paragraphe 2.1.2 :

DTD (...
CP(a_1, a_2, … , a_n, C1(…), C2(…), …),
...
)

Malgré le fait que la structure des classes géographiques est préalablement définie dans G-Brackets Core, il est aussi possible de les redéfinir à l'aide de DTD :

```
DTD (   …
        Entity (
                Id(0, Id, Integer, 10, Entity Identifier, Unique),
                Name(1, Name, String, 256, Entity Name),
                Address(2, Adress, String, 256, Entity Adress),
                Geometry(3, Geometry, List, , , ,
                        X(X, Double),
                        Y(X, Double)
                ),
                Constraints(4, Constraint, List, , , ,
                        Constraint (
                                Constraint,
                                Union, , , ,
                                Layer, Attributes, Contains, Inside, Intersect, ...
                        )
                )
        ),
        ...
)
```

Il est à ajouter que la définition des DTDs pourra être réalisée dans 3 niveaux différents :

1. DTD externe définie dans un fichier séparé et référencée depuis le fichier de définition des couches à l'aide de la syntaxe suivante :

   Layer (id, name, DTD(Id, FilePath),…)

2. DTD interne définie dans le même fichier de définition des couches. Celle-ci sera référencée à l'aide de la syntaxe suivante :

   Layer (id, name, DTD(Id),…)

3. DTD locale définie comme attribut de la couche à l'aide de la syntaxe suivante :

```
***Layer*** (id, name,
        DTD(Id, nom,
            Attributes(
                a1([index,] nom, type, taille, description, statut, composition),
                a2(…),
                …
            ),
            …
        ),
        …
)
```

4 ARCHITECTURE GENERALE DU SYSTEME G-BRACKETS

Ci-dessous une vue globale du système G-Brackets :

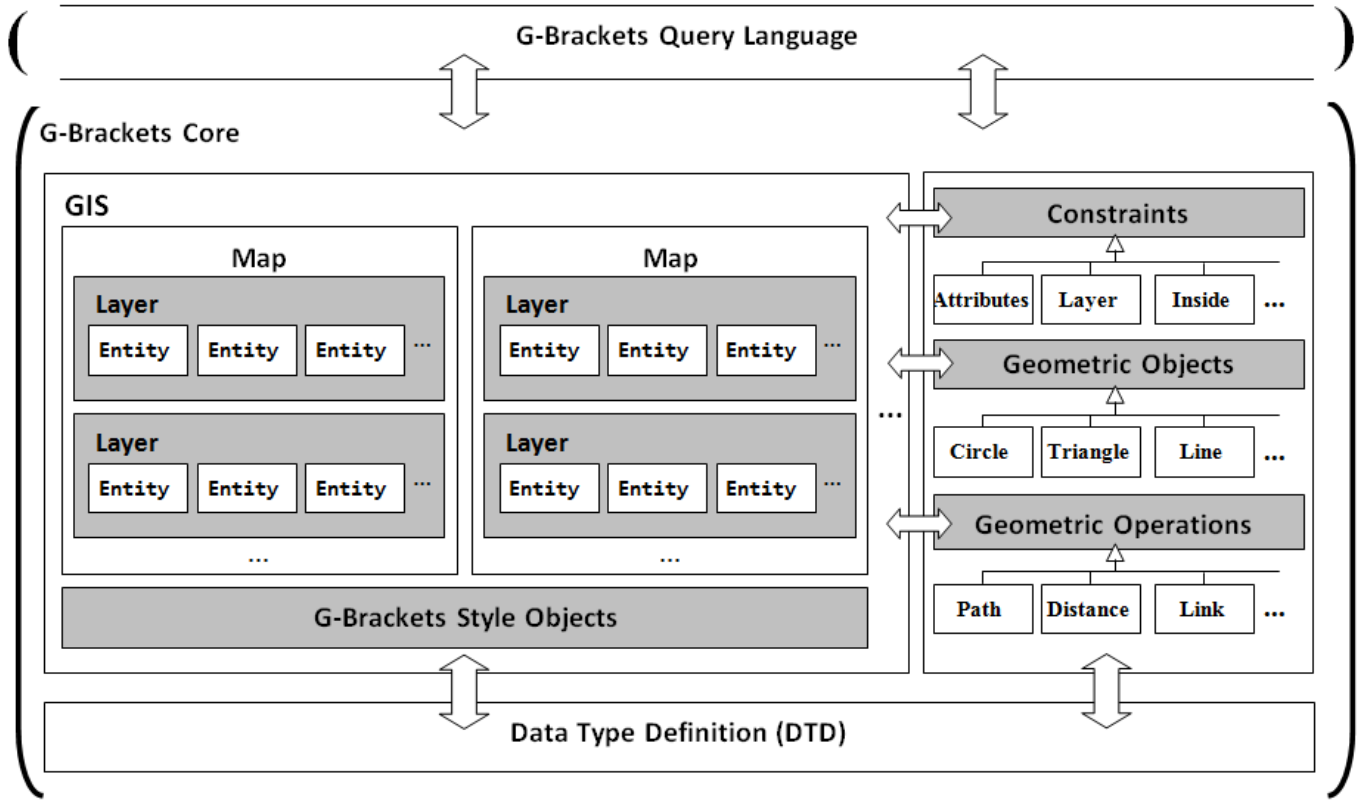


Fig. 3 : Architecture générale du système G-Brackets

Le noyaux G-Brackets est constitué principalement d'un ensemble de classes géographiques dont la définition est basée d'une part sur 3 objets G-brackets que sont les contraintes, les objets et les opérations géométriques ; d'autres part sur les DTDs définissant les noms, les types et la sémantique du contenu; sans négliger les objets de styles associés à la visualisation des cartes qui composent le système d'information géographique.

5 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons décrit un nouveau système G-Brackets permettant aussi bien la représentation d'une base de connaissances SIG que l'interrogation du système sous jacent dans un seul et unique formalisme. Tout au long de cette étude, nous avons démontré la concision, la lisibilité, l'autonomie et la flexibilité de notre formalisme G-Brackets. Nous avons aussi démontré la couverture des principaux aspects assurés par les standards existants et en l'occurrence GML et ESRI.

A travers le Design Pattern MVX que nous avons créé par la même occasion, nous avons pu d'une part séparer la sémantique des données de leur structure de représentation et d'autre part réduire considérablement la taille de l'information de description habituellement entrelacée avec les données et présentant ainsi une grande redondance dans le langage GML et la représentation XML d'ESRI.

Notre approche nous a ainsi conduit à un modèle de représentation extrêmement solide en gardant une grande simplicité de représentation et d'interrogation SIG.

En terme d'interopérabilité, nous sommes en train de travailler sur l'interrogation de bases de données GML et ESRI à l'aide de notre formalisme G-Brackets. L'autre aspect réciproque : interroger une base de données G-Brackets avec SQL et XQuery, constitue aussi une autre ouverture d'étude de la plateforme G-Brackets.

RÉFÉRENCES

[1] World Wide Web Consortium: *XML, Extensible Markup Language*. http://www.w3.org/TR/REC-xml.

[2] Bardet, J. and Zand, A., 2009. *Spatial Modeling of Geotechnical Information Using GML*. Transactions in GIS, 13(1), 125-165. Online publication. 1-Feb-2009.

[3] Simon Cox, Adrian Cuthbert, Ron Lake, Richard Martell. Eds, *Geography Markup Language (GML) 2.0*, Open GIS Consortium Inc, 2001

[4] Gerasika, A (2011). *How to convert JSON to XML using ANTLR.* http://www.gerixsoft.com/blog/xslt/json2xml2

[5] E. Bocher, T. Leduc, G. Moreau, and F. González Cortés. GDMS: *an abstraction layer to enhance Spatial Data Infrastructures usability*. In 11th AGILE International Conference on Geographic Information Science - AGILE'2008, Girona, Spain, may 2008.

[6] Ranga Raju Vatsavai (2002) : *GML-QL, A spatial query language specification for GML*, UCGIS Summer 2002, Athens, Georgia, 2002

[7] Y. Liu, Y. Wang, Y. Zhang, X. Lin, and S. Qin. GSQL-R: *A query language supporting raster data*. In EEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS, volume 7, pages 4414–4417, september 2004.

[8] Egenhofer, M., 1989. *Spatial Query Languages. PhD thesis, University of Maine*, Orono, ME, 1989.

[9] Egenhofer, M., 1990. *Extending SQL for Cartographic Display*. Cartography and Geographic Information Systems, 1990.

[10] Egenhofer, M., 1992. *Why not SQL!* International Journal of Geographical Information Systems 6(2), 71-85.

[11] Egenhofer, M., 1994. Spatial SQL: *A Query and Presentation Language*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering : 86–95, 1994.

[12] P. Aronson and S. Morehouse (1983). The ARC/INFO Map Library: *A Design for a Digital Geographic Database*. In: Auto-Carto VI, pages 346-382, Ottawa, 1983.

[13] M. Brodie, J. Mylopoulos, and J. Schmidt (1984). *On Conceptual Modelling, Perspectives from Artificial Intelligence, Databases, and Programming Languages*. Springer Verlag, New York, NY, 1984.

[14] Frank, A. U., 1982. Mapquery : *database query language for retrieval of geometric data and its graphical representation*. ACM SIG Computer Graphics 19(3), 199-207.

[15] Nurseitov, N., Paulson, M., 2009: *Comparison of JSON and XML data interchange formats: A case study*. In: CAINE Conf., pp. 157–162 (2009).

[16] Câmara, G., Palomo, D., Cartaxo Modesto de Souza, R. and Fradico de Oliveira O. R., 2005. *Towards a generalized map algebra: principles and data types*. In Proceedings of the 7th Brazilian Symposium on GeoInformatics - GEOINFO 2005, Campos do Jordão, Brazil, ISBN: 85-17-00022-6, November 2005.

[17] Guting, R. H., 1988. Geo-Relational Algebra: *A Model and Query Language for Geometric Database Systems*. Proceedings International Conference on Extending Database Technology, Venice, Italy, Springer-Verlag, pp. 506-527.

[18] Herring, J. R., 2006. *OpenGIS Implementation Specification for Geographic information – Simple feature access*. Common architecture, October 2006. Available from: www.opengeospatial.org/standards/sfs.

[19] Postgis (2003) : *Postgis, geographic objects for Postgres*, http://postgis.refractions.net, 2003

[20] M. Brodie. Association (1981): *A Database Abstraction for Semantic Modeling*. In: 2nd International Entity-Relationship Conference, Washington, D.C., 1981.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 351-356
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Profil épidémiologique des enfants anémiques : Etude prospective

[Epidemiological profile of anemic children : a prospective study]

Hafida Hammour[1], Nabila Auajjar[2], Abderrazzak Khadmaoui[1], Khadija Elkharim[1], and Driss Belghyti[1]

[1]Laboratoire d'Environnement et Energie renouvelables, Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Kenitra, Maroc

[2]Laboratoire d'analyses médicales, Centre Hospitalier Régional El Idrissi, Kénitra, Maroc

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

ABSTRACT: To describe the epidemiological characteristics of anemic children hospitalized in pediatric service at the provincial hospital El Idrissi Kenitra in Morocco, a prospective cross-sectional study was conducted between February and the month of May 2011. During this period study, a total of 43 anemic children was hospitalized.
The male sex is the most affected with 60% of cases, with a highly significant difference (p <0.001. The sex ratio (M / F)) is 1.5 for the male. The average age of the patients was 5.8 ± 2.5 years, with extremities ranging from one to 11 years. The most affected age range was the slice [4-11 [years with 26 cases (60%).followed by the age of [1- 4 [years with 12 cases (28%) and that of [11- 16 [years with 5 cases (12%).
The male is the most affected with 60% of cases, with a highly significant difference (p <0.001). The sex ratio (M / F)) is 1.5 for the male. The mean age of the patients was 5.8 ± 2.5 years, with tips ranging from one to 11 years. The most affected age group was the slice of [4-11 years [with 26 cases (60%), followed by the age of [1- 4 years [with 12 cases (28%) and that of [11- 16 [with 5 cases (12%).
According to the analysis of our results, it was found that the majority of children were from modest families, 93% of parents had an irregular family income. Children in rural areas were the most affected (81%). 60% of children presented with abdominal pain and diarrhea 37%.

KEYWORDS: Epidemiology, anemia, children, prospective study, Kenitra, Morocco.

RÉSUMÉ: Afin de décrire les caractéristiques épidémiologiques des enfants anémiques hospitalisés au service de pédiatrie à l'Hôpital Provinçial El Idrissi de Kénitra au Maroc, une étude prospective transversale a été réalisée entre le mois de Février et le mois de Mai 2011. Durant cette période d'étude, un total de 43 enfants anémiques a été hospitalisé. Le sexe masculin est le plus touché avec 60 % des cas, avec une différence hautement significative (p<0,001. Le sex-ratio (M/F)) est de 1,5 en faveur du sexe masculin. La moyenne d'âge des patients était de 5,8±2,5 ans, avec des extrémités allant d'un an à 11 ans. La tranche d'âge la plus touchée était la tranche de [4-11[ans avec 26 cas (60%), suivie par la tranche de
[1- 4[ans avec 12 cas (28%) puis celle de [11-16[ans avec 5 cas (12%).
D'après l'analyse de nos résultats, on a constaté que la majorité des enfants était issus de familles modestes, 93 % des parents avaient un revenu familial irrégulier. Les enfants du milieu rural étaient les plus touchés (81%). 60% des enfants ont présenté des douleurs abdominales et 37 % des diarrhées.

Mots-Clefs: Epidémiologie, anémie, enfants, étude prospective, kenitra, Maroc.

Corresponding Author: Hafida Hammour

1 INTRODUCTION

L'anémie est un problème de santé publique qui touche toutes les tranches d'âge et de sexe, bien que les enfants et les femmes constituent les groupes les plus vulnérables. Selon, l'OMS, l'anémie représente l'un des dix problèmes de santé les plus sérieux du monde moderne [1].

A l'échelle mondiale, un tiers de la population est atteinte d'anémie et environ 50 % des personnes dites vulnérables sont anémiques [2].

Au Maroc, selon la dernière enquête nationale réalisée par le Ministère de la Santé a montré que la prévalence de l'anémie chez les enfants en âge préscolaire est de 31,5 % [3]. L'anémie est associée à un risque accru de mortalité chez les jeunes enfants: le risque de décès est 4,3 fois plus élevé chez les enfants présentant une anémie par rapport aux enfants non anémiques [4]. Les effets de l'anémie sont multiples et présentent généralement des conséquences sanitaires et socio-économiques très importantes [5].

Le présent travail vise à décrire les caractéristiques épidémiologiques des enfants anémiques hospitalisés dans le service de pédiatrie de l'Hopital Provinçial El Idrissi de Kenitra, Maroc.

2 PATIENTS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude prospective transversale des cas des enfants anémiques hospitalisés au service de pédiatrie de l'Hopital Provinçial El Idrissi de Kenitra situé dans la région du Gharb Chrarda Beni Hssen du Maroc, sur une période de quatre mois, allant du mois du Février au mois de Mai de l'année 2011. La région du Gharb située au Nord-Ouest du Maroc à proximité de l'Océan Atlantique entre Rabat et Tanger. Le climat est de type méditerranéen, caractérisé par une alternance d'une saison humide d'Octobre à Avril et une saison sèche et chaude de Mai à Septembre. Sa superficie est de 4200 Km, sa population est estimée à 1859540 habitants, selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH-2004) (Figure1).

Les caractéristiques démographiques (Age, sexe, milieu de résidence, niveau de scolarité, revenu familial….) et les caractéristiques cliniques.

Les données ont été saisies sur Excel et analysées par un logiciel statistique(SPSS). Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne et en écart type et les variables qualitatives en nombre et en pourcentage. Des croisements ont été effectués entre différents paramètre qualitatif à l'aide du Khi 2de contingence afin d'en tirer certain facteurs de risque.

D'autre part, pour étudier et visualiser les corrélations existantes entre les variables, nous avons utilisé l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

Figure1 : Situation géographique de la région du Gharb Chrarda Beni Hssen(RGPH,2004)

3 RÉSULTATS

Durant la période d'étude, un total de 43 enfants anémiques a été hospitalisé. Le sexe masculin est le plus touché avec 60 % des cas, avec une différence non significative (χ^2=1,88 ; P>0,05). Le sex-ratio (M/F)) est de 1,5 en faveur du sexe masculin (Figure 2].

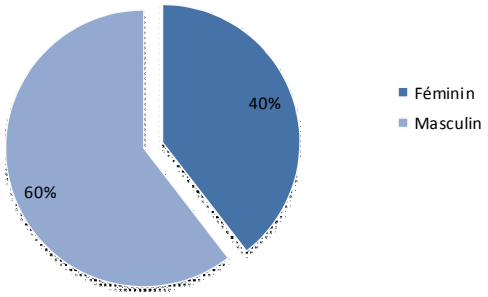


Figure 2 : Répartition des enfants anémiques selon le sexe

L'âge moyen des patients était de 5,8±2,5 ans, avec des extrémités allant d'un an à 11 ans avec une liaison non significative (χ^2=3,27; p>0,05). La tranche d'âge la plus touchée était la tranche de [4-11 [ans avec 26 cas (60%), suivie par la tranche de [1- 4 [ans avec 12 cas (28%) puis celle de [11-16 [ans avec 5 cas (12%) [Figure 3]. La majorité des enfants hospitalisés étaient d'origine rurale avec 81,4 % des cas (χ^2=18,95 ; p<0,001). D'après l'analyse de nos résultats, on a constaté que la majorité des enfants était issus de familles modestes, 93 % des parents avaient un revenu familial irrégulier. 60% des enfants ont présenté des douleurs abdominales et 37 % des diarrhées

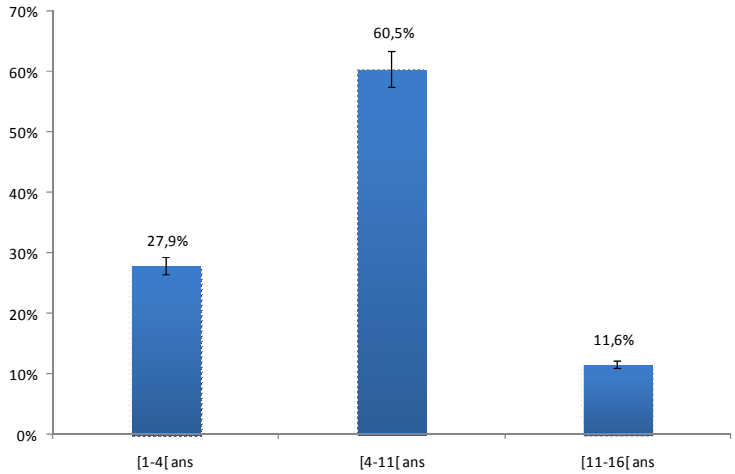


Figure 3 : Répartition des enfants anémiques selon les tranches d'âges.

Pour déceler des corrélations entre les variables étudiées, nous avons procéder à une analyse des composantes principales (ACP) [Figure 4] et tableau 1. Selon l'axe X (Composante 1), on note une association entre le milieu rural, le revenu familial irrégulier, les enfants et les nourrissons du sexe masculin du côté X $^-$ d'une part, d'une autre part, on constate une corrélation entre le milieu urbain, le revenu familial régulier et les adolescents du sexe féminin du côté X+

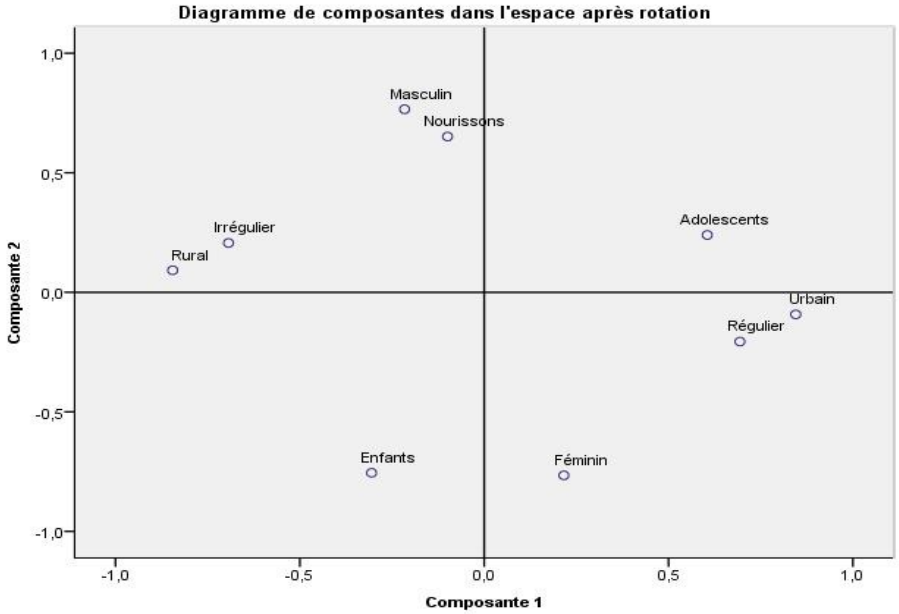


Figure 4 : Projection des groupes d'âges, le sexe, le milieu et le revenu familial sur le plan factoriel

Tableau 1 : Matrice de corrélation des poids des facteurs sur les variables étudiées

	Composante	
	1	2
Féminin	0,2161	-0,7657
Masculin	-0,2161	0,7657
Nourrissons	-0,0995	0,6516
Enfants	-0,3054	-0,7550
Adolescents	0,6050	0,2398
Urbain	0,8449	-0,0923
Rural	-0,8449	0,0923
Régulier	0,6935	-0,2063
Irrégulier	-0,6935	0,2063

Afin de mettre en évidence les facteurs de risque sur les enfants anémiques, nous avons étudié l'effet du sexe, l'âge par rapport l'origine [Tableau 2].

Tableau 2 : Facteur de risque en fonction de l'origine des patients

Variables	**Urbain**	**Rural**	**χ^2**	**p**	**RR**	**IC à 95 %**
Sexe						
Féminin	5	12	2,16	≥0,05	3,19	0,65-15,7
Masculin	3	23	2,16	≥0,05	0,31	0,06-1,53
Tranches d'âges						
Nourrissons [1-4[ans	1	11	1,16	≥0,05	0,31	0,03-2,85
Enfants [4-11[ans	4	22	0,45	≥0,05	0,59	0,12-2,77
Adolescents [1-16[ans	2	3	6,40	0,01	9 ,9	1,31-74,73

0,001<p ≤ 0,01 : liaison très significative (5%) p : Signification, RR : risque relatif ; IC 95 % : intervalle de confiance à 9 5 %.

En étude bivariée (Tableau 2), entre le sexe et le milieu de résidence, on note une différence qui n'est statistiquement pas significative puisque l'intervalle de confiance contient la valeur 1, par contre on a constaté une liaison très significative entre les adolescents et le milieu rural avec un RR= 9,9 à IC à 95 % est de [1,31-74,73].

4 DISCUSSION

L'anémie constitue un vaste problème de santé publique associé à un risque accrue de morbidité et de mortalité, surtout pour les femmes enceintes et les jeunes enfants. Elle est l'une des conséquences les plus répandue de la malnutrition, chez les enfants une carence en fer peut entraîner des retards de croissance et des troubles de développement du système nerveux central [6].

Tout Au long de cette étude, nous avons analysé 43 cas des enfants anémiques hospitalisés. Les enfants de sexe masculin étaient les plus touchés (60%) par rapport au sexe féminin (40%) sans différence significative, ce qui concorde avec les résultats d'El Hiou et Kedy Koum[7-8].

Les enfants âgés de 4 ans à 10 ans sont les plus concernés par cette maladie avec un pourcentage de 60,5 %., suivie par les nourrissons (27,9%) puis les adolescents (11,6%).

Une étude effectuée dans un milieu urbain à Ismailia en Egypte chez des enfants de 6-12 ans rapporte un taux d'anémie de 27,5 % [9]. Selon la dernière enquête nationale le taux d'anémie, en 2001, était respectivement de 32,4 % chez les adolescents âgés de 15-19 ans et de 31,6% chez les enfants d'âge préscolaire [10].

Le milieu a une influence hautement significative sur la répartition des cas anémique (χ^2=18,95 ; p<0,001), avec une prédominance d'origine rurale (81,4%), ceci peut être expliqué par l'analphabétisme de la mère qui n'a pas un repère nutritionnel pour ses enfants, ceux qui a été prouvé par une étude faite sur des écoliers de trois communes du district d'Abidjan en Côte d'Ivoire, où la prévalence de l'anémie est plus élevée chez les enfants dont les parents n'ont jamais été à l'école que chez les parents scolarisés avec une différence significative (P=0.02)[11], aussi le niveau socioéconomique a un rôle majeur sur l'apparition de l'anémie puisqu'on a trouvé que 93 % des enfants anémiques sont issus de familles modestes. Ce résultat est discordant avec d'autres travaux [12].

En effet, les anémies peuvent être des séquelles de l'état nutritionnel et sanitaire ou bien elles sont dues à des modifications physiologiques et psychologiques entraînant la recrudescence de l'anémie [12].

De multiples facteurs déclenchant l'anémie, parmi ces facteurs on a les facteurs génétiques telles que les hémoglobinopathies et infectieuses comme le paludisme, les helminthiases intestinales et les infections chroniques. Les facteurs nutritionnelles de l'anémie comprennent la carence en fer ainsi que les carences des autres vitamines et minéraux que sont l'acide folique, les vitamines A et B12, et le cuivre [13].

5 CONCLUSION

En milieu rural, l'anémie apparaît fréquente avec d'intensité différente chez les jeunes enfants d'un an à 11 ans. Les résultats de notre étude suggèrent que le facteur prédicateur est le niveau d'instruction des parents et le niveau socio-économique. Mais, l'anémie ne peut être expliquée uniquement par les facteurs sociodémographiques. Des études plus approfondies pourraient être nécessaire pour examiner le statut des micronutriments et l'influences des infections.

RÉFÉRENCES

[1] M. Ezzati, A.D. Lopez, A. Rodgers, S. Vander Hoorn, C.J. Murray. Selected major riskfactors and global and regionalburden of disease. Lancet, 360 (2002), pp. 1347–1360.

[2] Allen LH, Rosado JL, Casterline, et al. Lack of haemoglobin response to iron supplementation in anaemic Mexican preschoolers with multiple micronutrient deficiencies. Am J Clin Nutr 2000 ; 71 : 1485-94.

[3] Ministère de la Santé/Organisation mondiale de la Santé. . Politique de santé de l'enfant au Maroc analyse de situation Rabat, Ministère de la Santé, Direction de la Population, 2005.

[4] Brabin J, Premji Z, Verhoeff F. An analysis of anaemia and childmortality. Journal of Nutrition, 2001, 131:636S−648S.

[5] Focusing on anaemia. Towards an integratedapproach for effective anaemia control. Joint Statement by the World HealthOrganization and the United Nations Children'sFund.Geneva, World HealthOrganization, 2004.

[6] McCann JC, Ames BN. An overview of evidence for a causal relation between iron deficiency during development and deficits in cognitive or behavioral function. Am J Clin Nutr 2007;85:931–45.

[7] El hiou M. EL Hioui, A.O.T. Ahami, Y. Aboussaleh, S. Rusinek ,K. Dik et A. Soualem. Nutritional Anaemia in Rural Schoolchildren in a Coastal area of Morocco. Antropo, 15,3540www.didac.ehu.es/antropo ; 2007.

[8] Danièle Kedy Koum, Eveline Ngouadjeu Dongho Tsakeu, Françoise Ngo Sack,2,4 Pierre Tchienrg Moueleu Ngalagou, Albert Kamanyi, etSamuel Honoré Mandengue. Aspects cliniques et biologiques des anémies pédiatriques dans un hôpital de District urbain au Cameroun. Pan Afr Med J. 2013.

[9] ACC/SCN. Nutrition of the school-age child. SCN news, 1998 ; 16 : 3-25.

[10] Ministère de la Santé du Maroc. Enquête nationale sur la carence en fer, l'utilisation du sel iodé et la supplémentation par la vitamine A. Rabat (Maroc), Service des études et de l'information sanitaire (SEIS), 2001 ; 1-43.

[11] Baudouin Angoua Kokoré, Mathieu Nahounou Bleyere, Etienne Ehouan Ehile, Paul Angoue Yapo. L'anémie nutritionnelle chez les écoliers de trois communes du district d'Abidjan en Côte d'Ivoire, Antropo, 29, 49-56. www.didac.ehu.es/antropo.

[12] Youssef Aboussaleh, Ahmed Omar Touhami Ahami, Larbi Alaoui, Hélène Delisle. Prévalence de l'anémie chez les préadolescents scolaires dans la province de Kénitra au Maroc. Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé. Volume 14, numéro 1, Janvier-Février-Mars 2004.

[13] World Health Organization, Focusing on anaemia: towards an integrated approach for effective anaemia control. Joint statement by the World Health Organization and the United Nations Children's Fund. http://whqlibdoc. who.int/hq/2004/anaemiastatement.pdf (accessed April 2011).

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 357-365
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

LOCATION MANAGEMENT MODEL USING MULTI-STEP INTELLIGENT PAGING IN GSM

O. A. Ojesanmi[1], O. R. Vincent[1], O. R. Popoola[1], and G. A. Dawodu[2]

[1]Department of Computer Science, Federal University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria

[2]Department of statistics, Federal University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria

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

ABSTRACT: Location management (LM) is a necessity in highly dynamic and large scale mobile network. It is one of the major problems of mobile networks that should be taken into account to enable communication systems provide Quality of Service (QoS) and meet the subscribers demand. Most existing location management schemes such as location update scheme, paging scheme are still faced with the problem of reducing cost, excessive traffic, resource utilization and low quality of service. In this work, a multi-step intelligent paging scheme was developed to monitor and estimate mobile station mobility to address the problems faced by the existing system and to enhance the Quality of Service of the GSM network.

KEYWORDS: Location Management, QoS, Intelligent Paging, Mobile Station, GSM network.

1 INTRODUCTION

Networks today are becoming continuously complex, with the addition of new kinds of services and heterogeneous networks collaborating as whole entities (Onifade et al., 2009). Due to the diverse mobile services and development in wireless networks (e.g. GSM), enormous number of people employs mobile devices as their communication means (Amar, 2010). Global System for Mobile Communication Networks (GSM) is the most widely used mobile network in the world dating back to more than a decade ago, which provides good speech quality, low terminal and service cost, support for international roaming, support for handheld terminal, etc (Onifade et al., 2009).

Location management/mobile management is a necessity in highly dynamic and large scale mobile network. It is one of the major issues of mobile networks that should be taken into account to enable communication, provide quality of service and meet the subscribers demand (Selvan et al., 2011). Mobile stations can move freely within a given location area without updating their location but informing the network only when transitioning to a new location area (LA). If a call is to be forwarded to the mobile station, the network must page every cell within the location area to determine their precise location (Jae-Woo, 2007). The balance of these defines the field of location management incurring network cost. The study of location management aims to reduce the overhead required in locating mobile devices in a cellular network.

While mobile stations perform updates according to their location update scheme, the network needs to be able to precisely determine the current cell location of the mobile station to be able to route an incoming call. This requires the network to send a paging query to all cells where mobile station may be located, to inform the mobile station of the incoming transmission (Furht, 2003).

There is need to determine the location of moving mobile stations (MS) within the network to know when update is needed, when paging is required whenever call arrives, when ping pong and handover effects will be corrected and when to disseminate the mobile station location information to the databases required within the network.

The goal of this work is to propose a tracking strategy that is efficient, reliable and beneficiary. Mobility, tracking and quality-related functions raise new questions as new problems evolved rapidly in personal communications. The aim of this research is to develop location management model using multi-step intelligent paging to reduce registration/paging cost, manages database processing, delivering of services to mobile station under any certain delay bound, tracking mobile

stations and also maintains consistency of location information so as to reduce the overhead required in locating mobile stations in a cellular network.

2 LITERATURE REVIEW

Various paging schemes have been proposed to determine the location of the mobile station and identify loopholes. A new paging strategy (alternative strategy) was introduced in which the paging sequence in a location area is optimized based on the location probability of a mobile station (Dong-Jung *et al.*, 2004). Stephan *et al.*, (2010) proposed paging algorithm that registered the location of mobile terminal only when the residence time in the cell is longer than a predefined constant. Hesham *et al.*, (2011) presented caching and two level paging to reduce ping pong effects and paging cost. Mallikarjun *et al.*, (2014) proposed a predefined geographical area such that every base station maintains its geographical database or blocking area and notifying the network whenever the mobile user moves to the blocking area thereby triggering paging. Yang *et al.*, (2013) proposed location management scheme to keep mobile stations location tracking. The approach uses database to predict the future location of mobile station based on the history of the movement pattern. Jiang-Ming *et al.*, (2008) proposed an intelligent approach that combines rule base paging scheme and travelling salesman mobility model to resolve the issue of inherent trade-off between the paging and location update cost in location management system. The proposed intelligent paging approach, Polymers *et al.*, (2000) minimize the paging to one step only. The probability for a successful first paging step is determined using statistic about mobility of the mobile stations stored in the paging relevant information.

3 SYSTEM ARCHITECTURE

The combined approach of the reviewed related works has given us an insight into the proposed approach. The proposed intelligent paging strategy is established whenever there is need to communicate with a particular mobile station (MS). Whenever there is call arrival, the system searches for the MS by sending polling signals and would be searched in the paging area (PA) through the home location register (HLR) of the location registration (LR) area concurrently. This approach minimize the paging area to three states to reduce the signaling cost of paging, the delay associated with locating the MS, guarantee efficiency and robustness of the network.

The configuration chosen for the proposed system (multi-step intelligent paging) has been the hexagonal cell layout. Each cell has six directions with equal probability and same size. The proposed system, multi-step intelligent paging in global system for mobile communication network (MSIP-GSM), adopts the threshold-based scheme where each mobile station maintains a particular parameter. The architecture for the proposed scheme is shown in figure 1 below.

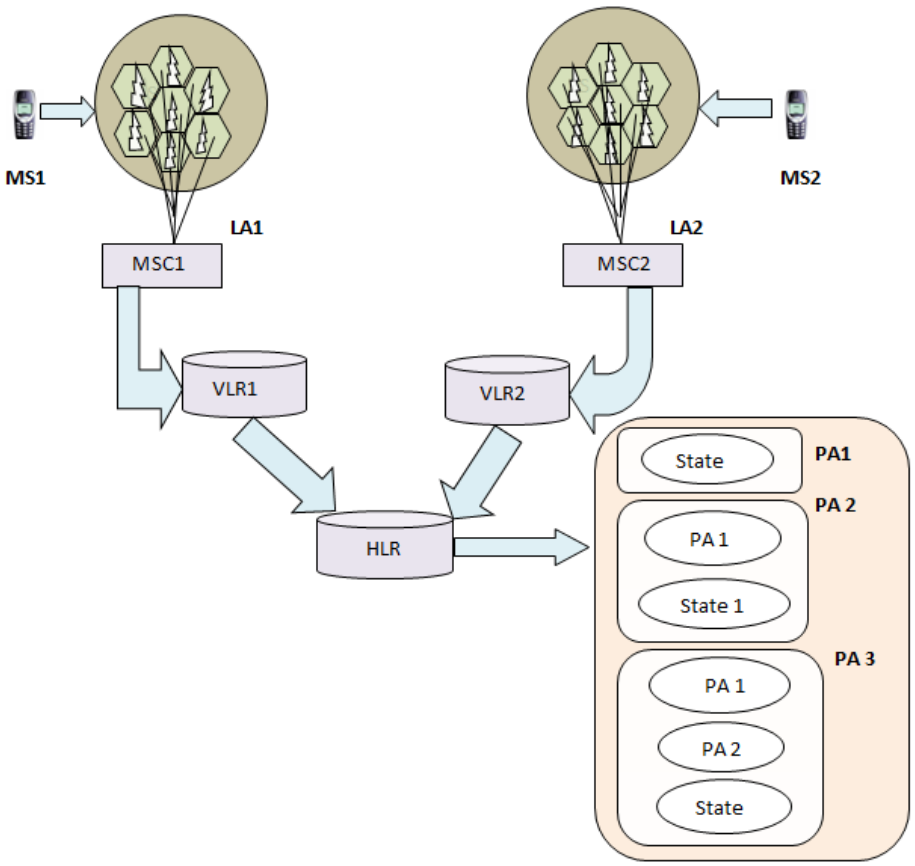


Figure 1: MSIP-GSM Architecture

Legend:

MS= Mobile Station
BS= Base Station
MSC= Mobile Switching Center
VLR= Visitor Location Register
HLR= Home Location Register
PA= Paging Area

The proposed scheme (MSIP-GSM) in the figure 1 above incorporates the database architecture aimed at determining the proper paging area (PA) within which the mobile station currently roams and updates the system whenever the mobile station crosses a preset number of cell boundaries. In order to determine if a mobile station is residing in a particular cell, the network performs the following steps:

i. The location probability density function of MS is known.
ii. The process of movement of MS broadcasted by the base station (BS) triggering location update (LU).
iii. The time elapses since the last known location.
iv. The distance between the location areas when LU is required.
v. The mobility model is classified into three states:

- Start: initial state of mobile station that are registered in a cell residing in a particular location register area. The mobile tag is blue.
- Move: the state of mobile station that is in mobility, triggering update by the base station to inform the system. The mobile tag is green.
- Stop: the last state of the updated location information of the mobile station. The new MS information will be stored in the residing location area visitor location register (VLR) and the master database, home location register (HLR) will be updated. The mobile tag is red.

vi. Depending on the particular requirement of each network, the maximum allowable paging delay for locating mobile station varies. The above listed models are integrated into polling cycle. The polling cycle is grouped into paging list which includes:

- Paging Area 1 (PA1): contains list of registered mobile station in a cell residing in a particular location area.
- Paging Area 2 (PA2): contains list of PA1 and list of the mobile station in mobility determined by a selective update (threshold scheme).
- Paging Area 3 (PA3): enlist the PA1, PA2 and list of mobile station that has been updated.

The flowchart for the proposed scheme is shown in figure 2 below.

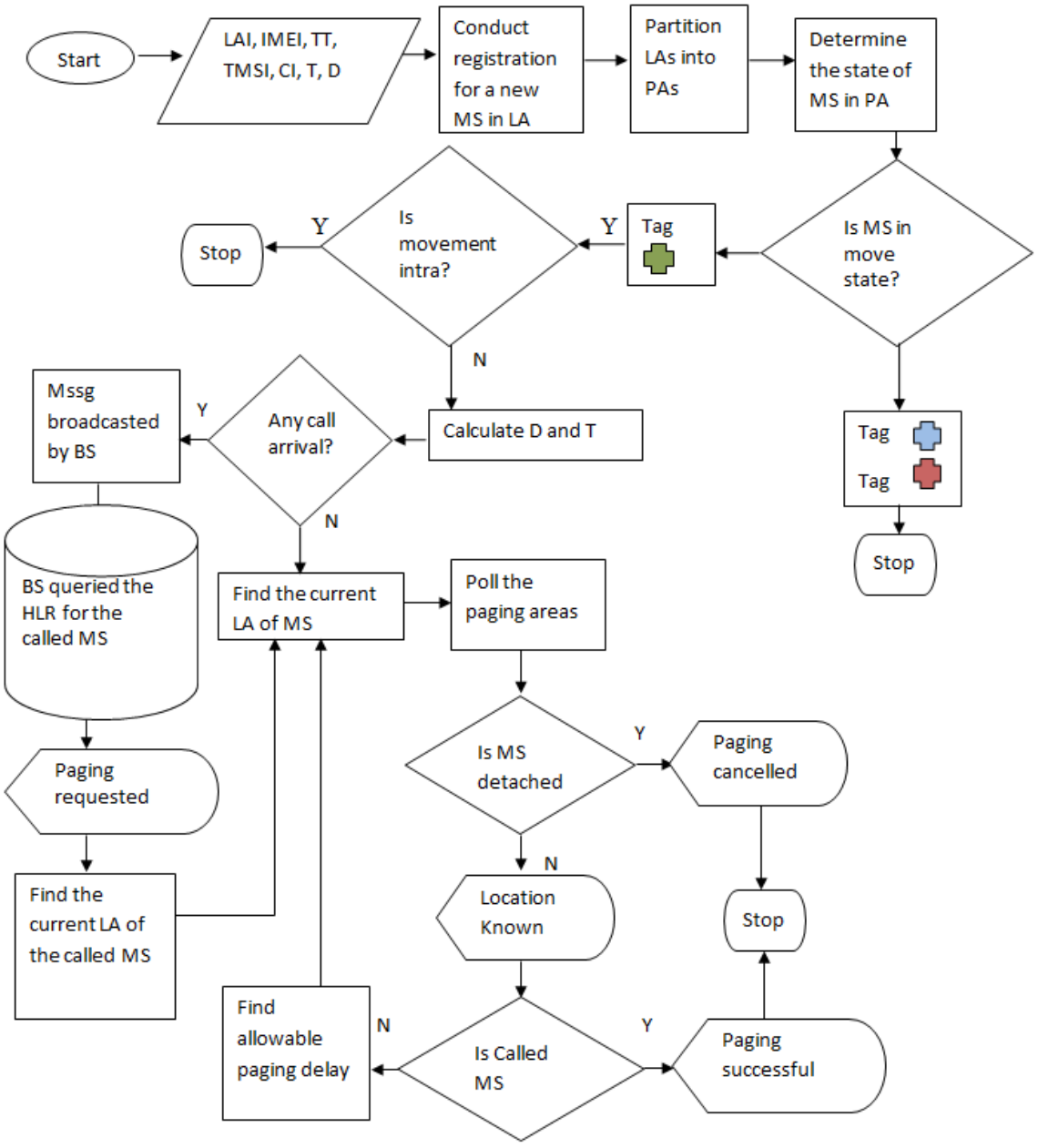


Figure 2: MSIP-GSM PROCESS FLOW

The system is structured into mobile stations (MS); devices that sends and receives calls that is expected to be registered in the location areas; which contains the residing cells, hexagonal shaped, serviced by residing base station (BS); the base station communicate with the mobile switching center (MSC); which manages the location area, supports location registration, paging, call delivery, etc through the base station controller (BSC); which broadcast message whenever mobility of mobile station occurs to the mobile switching center and send request message to the temporary database called visitor

location register (VLR). The VLR stores MS information that is currently in the location registration area. It supports registration, authentication and call routing to/from a mobile while it is away from its initial residing area. The VLR forwards the mobile station data to master database called home location register (HLR) to permanently save the mobile station profiles in its database.

The master database, HLR, is partitioned into three paging areas with state 0, state 1 and state 2. Illustratively, the partitioning of the paging area is such that the first paging area, PA1 (state 0), enlist the cells that contain registered mobile station in a location register area. The second paging area, PA2 (PA1 & state 1), enlist the cells that contain registered MS in mobility but not yet updated in the master database. The third paging area, PA3 (PA1, PA2, & state 2) enlist the cells that contains registered mobile station in mobility and has reached the current location registration area.

The algorithm of the proposed model is shown in figure 3 below.

INPUT: $W, K, DIST, T, M$
OUTPUT: MS, LU, P_d, D
Step 1: Start
Step 2: Let W be the function with set of mobile data,
$W = f(LAI, IMEI, TT, TMSI, CI) \in LA$; // LAI = Location Area Identity, $IMEI$ = International Mobile Equipment Identity, TT = Tag type, CI = Cell Identity, $TMSI$ = Temporary Mobile Subscriber Identity, LA = Location Area.
2.1: Let K be set of finite parameters, $K = \{VLR_1, VLR_2, \ldots, VLR_n\} \in HLR$; // VLR_i is the visitor location registers, HLR is the home location register.
2.2: Let D be finite set of partitioned paging areas, $D = \{PA_1, PA_2, PA_3\}$; // PA_i is the paging areas.
Step 3: If $W = \emptyset$, then $FLAG = True$;
$MS =$ "$Unregistered$" // MS = Mobile Station; Else
$FLAG = False$;
$MS =$ "$Registered$";
Step 4: Read Movement, M
If $M =$ "$intra$", then
Declare Location Update, $LU = \emptyset$ Step 7; Else
Determine the state of mobile station in D;
Compute distance $(Dist)$ and time (T);
$Dist = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ // X, Y are coordinates points
$T = V \times Dist$ // V is the linear velocity, Dist is the distance covered
Store W into $K \in HLR$;
Declare "Location Update Successful";
Step 5: Read call arrival;
Initialize paging;
If $W \in K$, poll the paging areas, D; Step 6;
5.1: If $MS =$ "$detached$" then
$Paging =$ "$cancelled$";
$MS = \emptyset$;
$FLAG = False$
Declare "Paging unsuccessful" Step 7; Else
$Location =$ "$Known$";
$FLAG = True$
Declare "Paging successful" Step 7;
Step 6: Polling the paging areas;
If called mobile station = "found"
$FLAG = True$
Declare "Paging successful"; Else
Declare "Paging unsuccessful"
Compute paging delay, P_d , GO TO Step 5;
Step 7: Stop.

Figure 3: ALGORITHM OF THE PROPOSED MODEL

4 DESCRIPTION OF MSIP-GSM MODEL

In this MSIP-GSM model, we present an intelligent paging scheme that satisfies the condition of minimizing the paging cost under delay bound. The model is structured in such a way to fulfill the conditions of location probability and boundary so as to minimize the paging cost.

It is assumed that each LA, Q, consist of same number of cells, G, and the cells consists of MS, P. The paging delay is considered as the delay bound, D, for $1 \leq D \leq G$

(Wenye, 2001). Suppose the partitioning of the LAs requires grouping the cells into a series of Paging Areas (PAs), Y, such that all PAs consists of approximately the same number of cells.

Given a finite set of cells, $Q = \{g_1, g_2, \ldots\ldots, g_n\} \forall \ g_i \in Q \ \exists \ \{P_1, P_2, \ldots, P_n\}$. Let G be finite set of mobile stations such that $\{P_1, P_2, \ldots, P_n\} \forall P_i \in G \ \exists$ the following transition state of PA $\{Y_1, Y_2, Y_3\}$, for each $P_i \in Y_i$ and $P_i \in Q$ then

$P_i \in (Y_i \cup Q)$. Thus, $Y_1 \cup Y_2 = Y_3$ then,

$$\bigcup_{i=1}^{n} (Y_i = Y_n) \qquad (1)$$

For every set $G \ \exists \ B_i$ // B_i is the base station such that $B_i \in M$ // M is the mobile switching center where $M = H_i \cup V_i \ \forall \ Q \cap G \ \exists \ M$

For $P_i \in Q_i$ and $P_j \in Q_j$, then $LU = \emptyset$ // LU is the location update.

Suppose at an increased threshold, the distance covered at a time interval is

$$Dist = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \qquad (2)$$

// $Dist$ is the distance covered between two coordinate points x and y

$T = Velocity \times dist$ // T is the time (3)

$\Delta T = T' - T$ (4)

// ΔT = time difference, T' = ideal time, T = measured time

Assume that a subscriber is in cell i at the beginning of time slot t with the threshold distance, d.

The probability that the mobile station remains in cell i in the start state is p, given as:

$P(S) = p$ (5)

The probability that the subscriber is in the moving state is q, given as:

$P(M) = q$ (6)

The probability that the subscriber has moved from cell i to cell j in the stop state is r, given as:

$P(S^*) = r$ (7)

Thus, the probability of finding the MT in *ith* cell is;

$P(success) = p + q + r = 1$ (8)

At an increased time $t + 1$ and $d + 1$, the subscriber has moved from cell i to cell $i + 1$, the probability is given as:

$P(M_i) = (1 - p)/2$ (9)

At an increased time threshold T and D, the probability that the subscriber moves from cell $i + 1$ to cell $j + 1$ is given as;

$P(M_{i,j}) = (1 - r)/6$ (10)

Hence,

$$P(S) + \sum_{i=0\ldots D-1, j=0\ldots\ldots T-1} P(M_{i,j}) + P(S^*) = 1 \qquad (11)$$

Additionally, we present an intelligent paging scheme that fulfils the conditions described below. Suppose an LA, Q_n, is partitioned into series of PAs, Y_i, such that all PAs consist of approximately the same number of cells, Q_n.

Suppose each transition state of the paging area, Y_m is denoted by a triplet $PA_r = (m, q_m, n_m)$ under paging scheme, r // m is the sequence number of the PA; q_m is the probability of the called MT being found in the m*th* PA; and n_m is the number of cells contained in the *mth* PA.

Suppose we enumerate the paging location areas by

$$\bigcup_{m=1}^{3} Y_m \qquad (12)$$

such that the mobile station is at location, m, with probability, P_m .

We can associate a mobile station location with a random variable, X, such that

$P = \{X = m\} = P_m$. Then, (13)

$$q_m = \sum_{m \in Q_n} P_m \qquad (14)$$

In the figure 3.1 above, it is assumed that location area, Q_n, is divided into paging areas, Y_m , such that $1 \leq Y_m \leq Q_n$ for multi-step intelligent paging.

Let the size *mth* paging area (i.e. the number of cells in the *mth* PA) be given as n_m // $n = 1, 2, \ldots Y_m$.

The probability of paging area in *nth* location area, P_n , can be calculated as:

$$P_n = \sum_{m=K_n+1}^{K_n+n_m} q_m \;\; // \;\; K_n = \sum_{m=1}^{n} n_m \qquad (15)$$

where K_n is the number of cells in the *nth* LA. Hence,

$$\sum_{n=1}^{Y_m} P_n = 1 \qquad (16)$$

The average number of cells searched until paging successful is deduced from (15) and (16)

$$Av(G_n) = \sum_{n=1}^{Y_m} P_n \times K_n \qquad (17)$$

Since all locations within a location area, Q_n, are polled simultaneously, the paging delay, D, equals number of LAs searched before the mobile station is found and is given as: $P\{D = m\} = q_m$ and the expected paging delay is:

$$E(D) = \sum_{m=1}^{3} m \times q_m \qquad (18)$$

The number of cells in each PA is given as;

$$n_m = \left[\frac{G_n}{D}\right] \qquad (19)$$

Let variable $L = G_n - n_m D$

Suppose λ_m is the probability that a mobile station resides in the *mth* cell i.e. the user location probability and D is the paging delay, which is the number of paging requests waiting in the *mth* cell $\forall$ $(m = 1, 2, .., G_n)$ then,

$$\sum_{m=1}^{G_n} \lambda_m = 1 \qquad (20)$$

such that $0 \leq \lambda_m \leq 1$

Let W_m be unsuccessful paging in the m*th* paging area;

$$W_m = \sum_{n=1}^{Y_m - 1} \left[1 - \sum_{m=1}^{n} P_n \right] \quad (21)$$

Accordingly, the paging cost C_p can be deduced from (17) and (21);

$$C_p = G_n + W_m \quad (22)$$

Eqn (22) can be rewritten as;

$$C_p = \sum_{n=1}^{Y_m - 1} \left(P_n \sum_{m=1}^{n} n_m \right) + \sum_{n=1}^{Y_m - 1} \left[1 - \sum_{m=1}^{n} P_n \right] \quad (23)$$

5 CONCLUSION

MSIP-GSM model, we present an intelligent paging scheme (MSIP-GSM) that satisfies the condition of minimizing the paging cost under delay bound. The model is structured in such a way to fulfill the conditions of location probability and boundary so as to minimize the paging cost. This study is expected to generate parameters for measuring the performance of intelligent paging scheme in the network such as paging delay, time elapse, distance covered, searching cell, paging cost, location update and database architecture. The result from this research is expected to provide knowledge of how location management can be incorporated with multi-step intelligent paging technique to monitor and estimate mobile station mobility so as to minimize the location paging costs for efficiency of the system in wireless mobile network.

REFERENCES

[1] Amar Pratap Singh J., Karnan M. (2010). *"A Dynamic Location Management Scheme for Wireless Networks Using Cascaded Corellation Neural Network"*. International Journal of Computer Theory and Engineering (IJCTE), ISSN: 1793-8201, vol. 2, No. 4, pp 581-585.

[2] Bar-Noy Amotz, Han Kessler, Moshe Sidi (1995). *"Mobile Users: To Update or Not To Update"*. In Proc. INFOCOM, Toronto, Canada. Wireless Networks 1, pp 175-185.

[3] Bhavneet Sidhu, Hardeep Singh (2007). *"Location Management in Cellular Networks"*. Department of computer science & engineering, Guni Nanak Development University, India.

[4] Chen R.I., Lin Y.B., Lai W.R., (2000). *"Performance Analysis for dual band PCS networks"*. IEEE Trans. Computer vol. 49, issue 2, pp 148-159.

[5] Cheng Peng (2006). *"Location discovery technique survey of GPS, cellular based systems and indoor location systems"*. Department of computer science, University of Ottawa, Ottawa.

[6] Dong-Jun Lee, HyeJeung Lee, Domg-Ho Cho. (2004). *"Intelligent paging strategy based on location probability of mobile station and paging load distribution in mobile communication networks".* IEEE Communication*s Society.* ISSN: 7803-8533, pp 128-132.

[7] Escalle P. G., V. C. Giner and J. M. Oltra (2005), *"Reducing location update and paging costs in a PCS network"*, IEEE Transactions on Wireless communications, vol. 1, no. 1, pp. 200- 209.

[8] Furht B. , Ilyas M. (2003) "*Wireless internet handbook-technologies, standards and applications*". books.google.com.ng/books?isbn=0203011694.

[9] Girish Kumar Patnaik (2013). *"GSM Mobility Management"*. University of Roehampton, London. www.scribd.com/doc/158265129/GSM-Mobility-Management.

[10] Hesham A. Ali, Ahmed I. Saleh, Mohammed H. Ali (2011). *"Location Management in PCS Networks using Base Areas (BAs) and 2 Level Paging (2LP) Scheme".* International Journal of Interdisciplinary Telecommunications and Networking 3(2), pp 1-30.

[11] Jae-Woo Lee (2007). *"Mobility Management Using Frequently Visited Location Database",* In proceeding of: Multimedia and Ubiquitous Engineering, IEEE, International Conference.

[12] Jian-Ming Chang, Chi-Yuan Chang, Tzu- Hua Lin, Han-Chieh Chao (2008). *"Using a Novel Efficient Location Management Approach in Cellular Networks"*. Department of Computer Science & Information Engineering, National Dong Hwa University. IEEE 978-1-4244-1866-4, pp 149-154.

[13] Mallikarjun.C.Sarsamba, Mallikarjun.Talwar (2014). *"Intelligent Location Tracking Scheme For Handling User's Mobility"*. International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET). eISSN: 2319-1163 pISSN: 2321-7308.

[14] Naor Z., Levy H. (1999). *"Active Trackning-Locating Mobile Users in Personal Communication Service Networks"*. WirelessNetwork 5(6), 467-477.

[15] Onifade O.F.W, Longe O.B., Ogundiran M.O. (2009). *"Mobile Agent Technology Enabled Recharge Systems for Efficient Bandwidth Utilization on Mobile Networks"*. IJSCA, ISSN 1453-2277, vol. 1, Issue 4 pp 5-12.

[16] Rose C. (1996). *"Minimizing the Average Cost of Paging and Registration: A timer-based method"*. Wireless Networks 2, pg 109-116.

[17] Rose C., Yates R.D. (1995). *"Paging Cost Minimization Under Delay Constraint"*. IEEE INFOCOM, Boston, pp 490-495.

[18] Sanjoy K. Sen, Amiya Bhattacharya, Sajal K. Das (1999). *"A Selective Location Update Strategy for PCS Users"*. Center for Research in Wireless Computing (CREW). Departmnet of Computer Science & Engineering,University of Texas, USA.

[19] Selvan C., Shanmugalakshmi R. (2011). *"Location Management Techniques to Improve QoS in Mobile Networks Using Intelligent Agent"*. International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), ISSN : 0975-3397, vol. 3, no. 1, pp 192-198.

[20] Stephen Wanke, Hiroshi Saito, Yutaka Arakwa, Shinsuke Shimogowa (2010). *"User Location in Picocells-A paging Algorithm Derived from Measured Data".* IEICE Trans. Communication, vol. E93, no. 9, pp 2291-2298.

[21] Ting-Yu Lin, Sheng-Po Kuo (2011). *"A Survey on the Location Management Problem in Mobile Networks"*. Multidisciplinary Journals in Science & Technology, JSAT, pp 1-9.

[22] Vincent W.,Wong S., Victor Leung C.M. (2000). *"Location management for next generation personal communications networks".* University of British Columbia, IEEE Network, ISSN: 0890-8044, pp 18-24.

[23] Wenye Wang, Ian Akyildiz F., Gordon Stuber L. (2001). "*An optimal paging scheme for minimizing signalling costs under delay bounds".* IEEE Communications Letters, ISSN 1089-7798, vol. 5, no. 2, pp 43-45.

[24] Yang Jie, Dheyaa Jasim Kadhim (2013)."*Performance Evaluation of the Mobility Management Towards 4G Wireless Networks*. IJECET vol.4 issue 5 pp 01-10.

[25] Zuji Mao, Christos Douligeris. (1999). *"Two location tracking strategies for PCS systems".* Department of electrical and computer engineering, universityof Miami, USA. IEEE 0-7803-8794-9, pp 318-323..

[26] Zuji Mao, Christos Douligeris. (2004). *"A distributed database architecture for global roaming in next-generation mobile networks".* IEEE/ACM Transactions on networking, vol. 12, no. 1, pp 146-160.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 366-376
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Pathological Investigation of Avian Aspergillosis in Commercial Broiler Chicken at Chittagong District

S. Sultana, S. M. H. Rashid, M. N. Islam, M. H. Ali, M. M. Islam, and M. G. Azam

Department of Pathology and Parasitology,
Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University (HSTU),
Dinajpur, Bangladesh

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

ABSTRACT: The present study was carried out to investigate the pathology of avian aspergillosis in commercial broiler chickens at Chittagong district. A total of 912 sick and dead chickens were collected from 20 commercial broiler farms and diagnosed for avian aspergillosis on the basis of clinical signs, symptoms and postmortem findings. The suspected birds were collected for necropsy examination and mycological culture. Gross lesions of multiple hard creamy to yellow colored, circumscribe plaques throughout the lungs surface and consolidated lung with necrotic areas were observed. Microscopically, the typical nodules consisted of caseous necrotic center were present. Identified the *Aspergillus spp* according to their color of colony growth on Potato Dextrose Agar media. The overall incidence of avian aspergillosis was found 6.14%. Among five Upazilla, significantly ($p<0.007$) higher and lower incidence was found in Patenga and Sitakunda that were 9.25% and 3.43% respectively. It was observed that highest incidence (8.22%) in rainy and lowest (3.16%) in winter but moderate (5.16%) in summer season. The disease was significantly ($p<0.050$) higher (8.27%) in age between 6-10 days and lower (4.11%) in age between 0-5 days. It was also found that incidence of avian aspergillosis was significantly ($p<0.042$) higher in flocks reared on sawdust litter (7.69%) as compared to rice husk litter (3. 46%).

KEYWORDS: *Aspergillus* **,** Incidence**,** Litter, Lung, Colony.

1 INTRODUCTION

Poultry farming is emerging as a strong agro-based industry from the backyard poultry rearing system to commercial intensive rearing systems during the last two decades in Bangladesh. This rapid growth of poultry industry to supplement their income with the fast development of poultry industry, the occurrence of diseases has increased many folds which remain the major problem affecting its economy as a results disease play a vital role to better understand the status and pattern of diseases [1]; [2] and [3].

Aspergillosis is the most common fungal disease of the avian respiratory systems, it is an infectious, non-contagious fungal disease caused by species in the ubiquitous opportunistic saprophytic genus *Aspergillus,* in particular *Aspergillus fumigatus* [4]. This mycosis was described many years ago, but continues to be a major cause of mortality in captive birds and, less frequently, in free-living birds. Although aspergillosis is predominantly a disease of the respiratory tract, all organs can be involved. It is believed that impaired immunity and the inhalation of a considerable amount of spores are important causative factors [5].

The warm, humid environment of the farm sheds, feed stores, floor etc., favor its growth. It is a contaminant of virtually every environment because of its adaptability to growth substrates and the production of spores (conidia) that remain viable under extremely harsh conditions. Inhalation of air borne conidia is the principal mode of exposure. The conidia are spheroidal and 2-3 mm in diameter, once inhaled get deposited deep in the respiratory tract. The constant exposure occasionally results in clinically apparent infection. Aspergillosis in young chicks and pullets is commonly associated with overwhelming exposure to large numbers of conidia from heavily contaminated feed, litter, or the hatchery environment [6].

Corresponding Author: S. Sultana

The disease can occur as an acute form with high mortality and morbidity especially in brooding age called brooder pneumonia [7], but also has the tendency of chronic form in older birds. Clinical signs such as dyspnea, gasping, cyanosis of un-feathered skin and hyperemia are usually associated with the disease. However, affected birds normally do not produce respiratory noise associated with other respiratory problems. Lesions in birds are commonly confined to lungs and air sacs, although oral mucosa, trachea, eyes may be affected. Typical lesions are fungal nodules or plaques within the lungs and on the air sacs. Occasionally, the syrinx may be also affected [4].

In recent past few years, aspergillosis has emerged as a significant poultry health concern for the poultry producers and humans health officials. The disease in human is common in immuno-compromised patients as a result of acquired immuno deficiency syndrome (AIDS), neoplasia and chemotherapy [5]. Therefore, the current study, was planned and executed to explore the incidence, gross pathology, histopathology and microbiological culture of avian aspergillosis in commercial broiler flocks in native type of poultry farming.

1.1 OBJECTIVES

The present research was under taken with the following aims and objectives:

1. To investigate the incidence of avian aspergillosis in Chittagong district
2. To study the gross and histopathological changes in respiratory system caused by avian aspergillosis
3. Mycological culture for the determination of pathogens in affected birds

2 MATERIALS AND METHODS

The present study was carried out to ascertain the pathological investigation of avian aspergillosis in commercial broiler at Chittagong district of Bangladesh. The materials and methods which were used to perform this research work are described below:

2.1 STUDY AREA AND STUDY PERIOD

The study was conducted on 20 randomly selected commercial broiler farms from five Thana (Sitakunda, Patenga, Anwara, Boaklhali and Pahartali) of Chittagong district during the period from January to December, 2013. Samples were collected from the selected broiler farm and brought to the department of Microbiology and Hygiene, Chittagong Veterinary and Animal Science University, Chittagong. Postmortem examination and microbiological work was done in the laboratory of Department of Microbiology and Hygiene, Chittagong Veterinary and Animal Science University. Histopathological examination was done in the laboratory of Department of Pathology and Parasitology, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University (HSTU), Dinajpur.

2.2 CLINICAL EXAMINATION OF AFFECTED BIRDS

The general health condition and age of the chicken were recorded. The clinical signs were observed from the visual examination in case of diseased broiler birds. The clinical signs were recorded during the physical visit to the affected flocks. Farmer's complaints about the affected birds were considered in some cases

2.3 COLLECTION OF BIRDS

A total of 912 sick and dead chickens were collected from 20 commercial broiler farms in 5 Upazilla of Chittagong district and diagnosed for avian aspergillosis on the basis of clinical signs, symptoms and postmortem findings.

2.4 NECROPSY EXAMINATION OF SUSPECTED BIRDS

The necropsy was done on the selected birds taken from suspected flocks. At necropsy, gross changes were observed and recorded carefully by systemic dissection. The lesion containing tissues and organs samples were also collected and preserved in 10% formalin for the histopathology.

2.5 COLLECTION OF SAMPLES

Collection of lung for histopathological examination and tracheal swab for mycological culture from suspected chickens was done. The collected lung was examined for gross abnormalities of avian aspergillosis and lesion containing lungs were kept in plastic jar containing 10% formalin solution.

2.6 EXPERIMENTAL LAYOUT

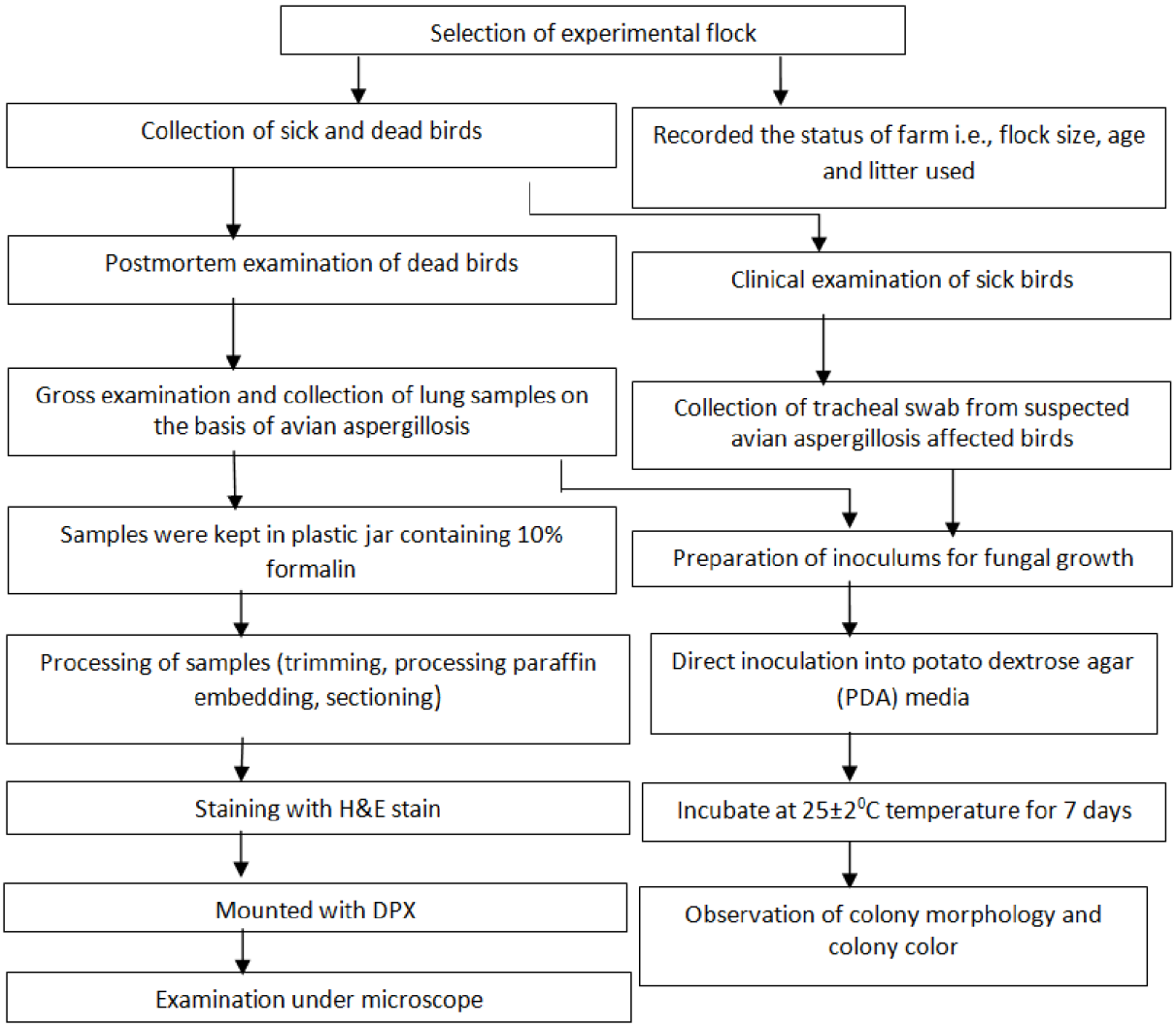


Figure 1. Schematic illustration of the experimental layout

2.7 METHODS

2.7.1 HISTOPATHOLOGICAL STUDY

Lungs having gross lesions were collected from selected farm then preserved at 10% formalin, after that processed, sectioned and stained for histopathological studies following a standard procedure [8].

2.7.2 MYCOLOGICAL CULTURE OF SAMPLES

2.7.2.1 PREPARATION OF POTATO DEXTROSE AGAR (PDA) MEDIA FOR CULTIVATION OF FUNGUS

Commercial potato dextrose agar media were purchased from local agent HIMEDIA® (manufactured by HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., 23, Vadhani Ind. Est., LBS Marg, Mumbai-400086, India). A total of 39.0 gm of media were properly mixed with 1000 ml distilled water and boiled to dissolve the media completely. It was sterilized using autoclaving at 121^0C temperature for 15 minutes, 15lbs/ cm^2 and dispense in petridishes aseptically for solidification.

An inoculum was prepared from lung and swab samples and directly streaked on PDA media. Then the petridishes were incubated at 25 ± 2^0C temperature for 7 days. After 7 days, observed the colony morphology and colony color to identify the *Aspergillus* sp.

2.8 PHOTOGRAPHY

All images related to the present study were taken directly from microscope using different objectives manipulation of zooming system of a digital camera (Canon, 1XY, 16.1 Mega pixels, Japan). The images were provided following minute modification for the better illustration of the study.

2.9 STATISTICAL ANALYSIS

All the data obtained during the study were analyzed statistically by using SPSS (Statistical Package for Social Science) software to find out the P-value. The data in relation to age wise incidence and litter wise incidence of avian aspergillosis were calculated by t-test and overall incidence and seasonal incidence calculated by F-test and Chi-square test, respectively.

2.10 ETHICAL APPROVAL

The prior approval from the Animal Ethical Committee of Department of Pathology and Parasitology was obtained for use of the animals in this study.

3 RESULTS

3.1 INCIDENCE STUDY

3.1.1 UPAZILLA WISE INCIDENCE STUDY

In this study a total of 912 sick and dead commercial broiler chickens from 20 broiler farms under five Upazilla of Chittagong district of Bangladesh were examined grossly for visible lesions of avian aspergillosis under day old to 20 days of age. The overall incidence of avian aspergillosis was found 6.14%. Among five Upazilla of selected area highest and lowest incidence was found in Patenga and Sitakunda that were 9.25% and 3.43% respectively and another three Upazilla was 6.96%, 6.07% and 4.99% of Boalkhali, Anwara and Pahartali, respectively. The F-test value indicates a significant ($p<0.01$) association of avian aspergillosis in Upazilla wise incidence. The details of the results are shown in Table 1.

3.1.2 SEASON WISE INCIDENCE

Seasonal incidence of avian aspergillosis was also analyzed. It was observed that the highest incidence (8.22%) was observed in rainy and lowest (3.16%) in winter but moderate (5.16%) in summer (Table 2). The Chi-square value indicates a significant ($p<0.05$) association of avian aspergillosis in season wise incidence.

3.1.3 AGE WISE INCIDENCE

Incidence of avian aspergillosis was analyzed on the basis of age of broiler chicken. The incidence was higher (8.27%) in 6-10 days of age than 11-15 days (6.85%) and 16-20 days (5.33%) of age and the incidence rate was lower (4.11%) in 0-5 days of age range. The t-test value indicates a significant ($p<0.05$) association of avian aspergillosis in age wise incidence.

Table 1. Incidence of avian aspergillosis in commercial broiler chicken

Name of the Upazilla	Farm	No. of birds observed	No. of infected birds %	Incidence (%) ±SE	
				In Upazilla	Overall
Sitakunda	1	1200	22 (1.83)	3.43^{c} ±0.69	6.14± 0.58
	2	550	28 (5.09)		
	3	650	25 (3.85)		
	4	1050	31 (2.95)		
Patenga	1	550	38 (6.90)	9.25^{a} ±0.88	
	2	650	72 (11.07)		
	3	690	68 (9.86)		
	4	525	48 (9.14)		
Anwara	1	550	27 (4.90)	6.07^{bc} ±0.87	
	2	450	38 (8.44)		
	3	650	41 (6.30)		
	4	950	44 (4.63)		
Boalkhali	1	850	33 (3.88)	6.96^{ab} ±1.29	
	2	700	69 (9.85)		
	3	680	55 (8.08)		
	4	1100	66 (6.00)		
Pahartali	1	1350	41 (3.07)	4.99^{bc} ±0.91	
	2	1000	69 (6.9)		
	3	750	46 (6.13)		
	4	1300	51 (3.92)		
Total=	20	16,195	912 (6.14)		
F value				5.27	
P value				0.007	
Level of significant				**	

*** Significant (p<0.01)*

Table 2. Seasonal incidence of avian aspergillosis in commercial broiler

Season	Total No. of farm observed	Total No. of birds observed	No. of infected birds	Incidence (%)
Rainy	9	5995	493	8.22
Summer	6	4800	248	5.16
Winter	5	5400	171	3.16
Chi-square value		6.00		
P value		0.019		
Level of significant		*		

** significant (p<0.05)*

Table 3. Incidence of avian aspergillosis in commercial broiler on the basis of age

Age (Day)	Total No. of farm observed	Total No. of birds observed	No. of infected birds	Incidence (%) ±SE
0-5	5	4900	178	4.11^{b} ±0.86
6-10	5	3350	276	8.27^{a} ±1.06
11-15	5	3420	235	6.85^{ab} ±1.01
16-20	5	4525	223	5.33^{ab} ±1.07
P value				0.050
Level of significant				*

** Significant (p<0.05)*

3.1.4 LITTER WISE INCIDENCE

In the present study the incidence of avian aspergillosis was considerably higher in farms with saw dust as litter. The result revealed that 7.69% incidence of avian aspergillosis in farms were being reared on saw dust as litter and 3.46% incidence were found in which rice husk was used as litter (Table 4). The t-test value indicates a significant ($p<0.05$) association of avian aspergillosis in litter wise incidence. It is speculated that the saw dust is more favorable for fungal growth as compared to rice husk because of its higher moisture contents, allowing the fungal growth shown in Figure 2a and 2b.

Table 4. Incidence of avian aspergillosis in commercial broiler on the basis of litter used.

Litter	Total No. of farm observed	Total No. of birds observed	No. of infected birds	Incidence %
Saw dust	12	8295	638	7.69^{a}±1.27
Rice husk	8	7900	274	3.46^{b}±0.89
P value				0.042
Level of significant				*

** Significant ($p<0.05$)*

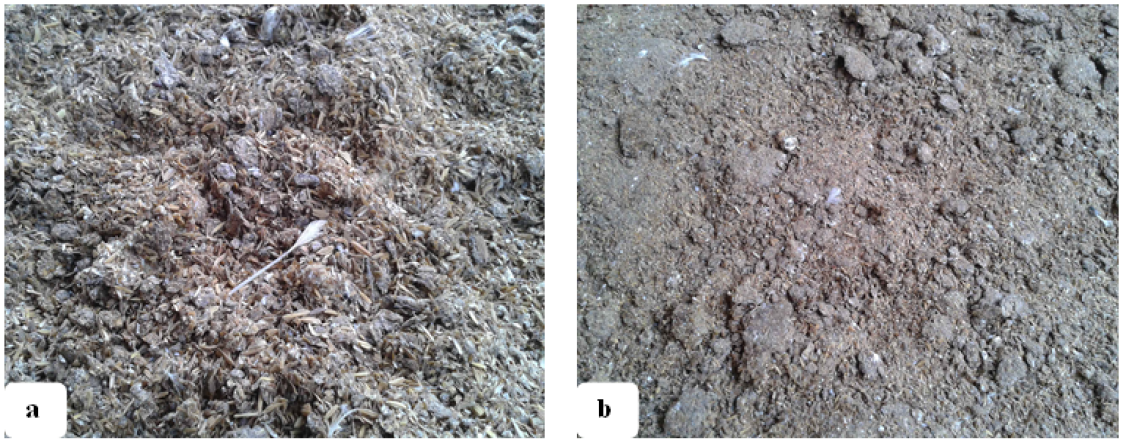


Figure 2.a. Rice husk litter status of experimental flock. b. Saw dust litter status of experimental flock

3.2 CLINICAL SIGNS

The clinical signs observed in these birds were respiratory distress, dyspnea, gasping and accelerated breathing associated with loss of appetite, stunting growth, lethargy and increased thirst were clinically examined (Figure 3a and 3b).

Figure 3. a. Bird showing gasping and b. Birds showing depression.

3.3 PATHOLOGICAL STUDY OF AVIAN ASPERGILLOSIS

3.3.1 GROSS PATHOLOGY

Pulmonary lesions are characterized by multiple hard creams to yellow colored, circumscribe plaques a few mm to several cm in diameter seen throughout the lungs surface, inside the lungs, scattered in ventral surface of sternum and air passages on gross examination (Figure 4a, 4b). The plaques also found in the syrinx, air sacs, liver and intestines. Lung parenchyma was consolidated and single or multiple necrotic areas are visible on cut surfaces of lungs.

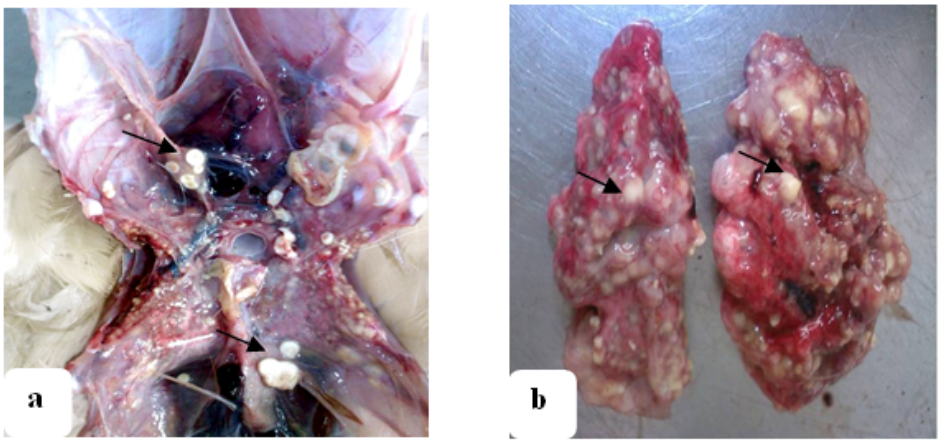


Figure 4. a. Lung shows the presence of cream color nodules in plural surface, air sacs (arrow). b. Creamy to yellow color nodules shows throughout the lung (arrow).

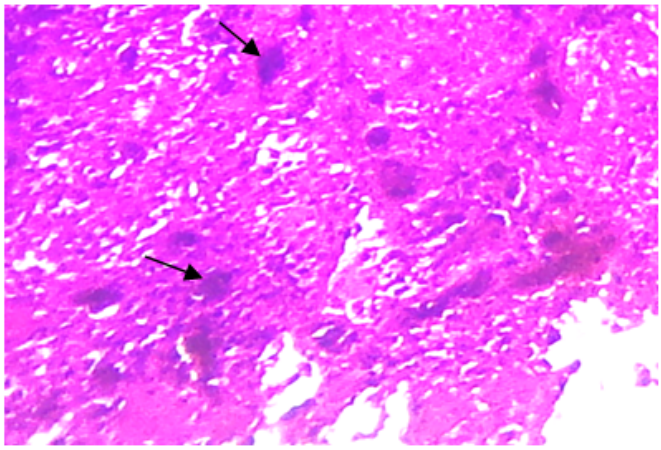


Figure 5. Showing congestion of pulmonary, perialveolar blood vessel and diffuse edema of pulmonary tissues (arrow) in Lung. H&E stain, 10×.

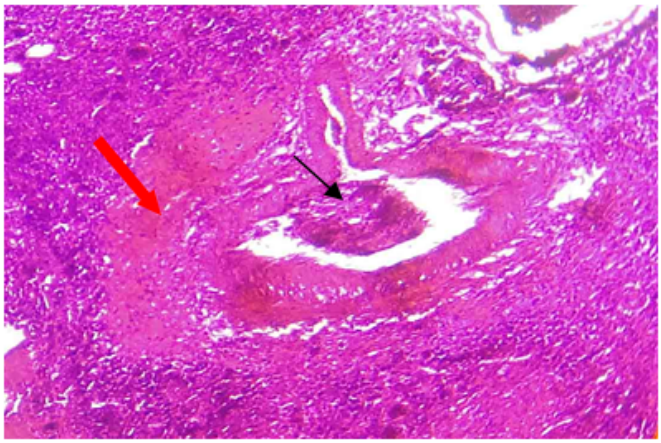


Figure 6 . Areas of caseous necrosis (black arrow) and cellular debris (red arrow) in lung. H&E stain, 10×.

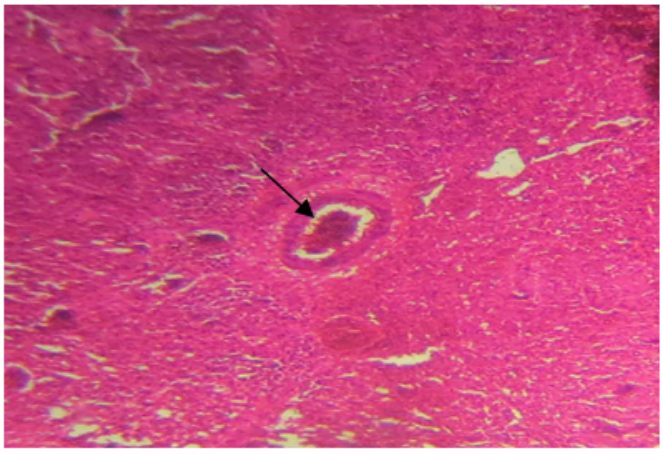


Figure 7. Aspergillosis showing granuloma formation with caseated center (arrow) in lung. H&E stain, 10×.

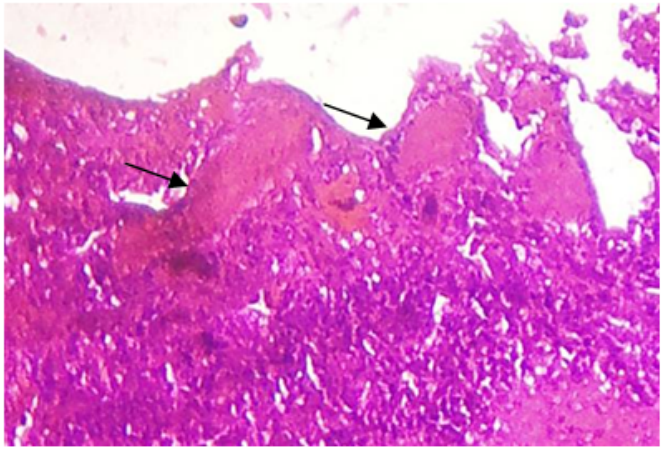


Figure 8. Diffuse densification of the pleural parenchyma by congestion and an inflammatory cellular infiltration (arrows) in lung. H&E stain, 10×.

3.3.2 HISTOPATHOLOGICAL EXAMINATION

The microscopical examination showed congestion of pulmonary and perialveolar blood vessel and perivascular edema (Figure 5). The normal architecture of the lung and air sacs were replaced by disseminated granulomatous foci. The center of the granulomatous foci contained caseous necrosis and necrotic cellular debris surrounded by rims of heterophils, lymphocytes, macrophages and multinucleated giant cells was seen (Figure 6). The nodules consisted of coagulative necrotic center (Figure 7). A few, more severe, densification and inflammatory lesions were focally present on the pleura and the underlying pulmonary lobules (Figure 8).

3.4 MYCOLOGICAL EXAMINATION

The suspected samples (tracheal swab, lung sample after postmortem) were inoculated on Potato Dextrose Agar (PDA) media for 7 days at 25±2^{0}C temperature to detect characteristic colony of *Aspergillus* sp. Whitish color colony revealed by *Aspergillus fumigatus* (Figure 9a), parrot green color colony revealed by *Aspergillus flavus* and dark black color colony revealed by *Aspergillus niger* (Figure 9b).

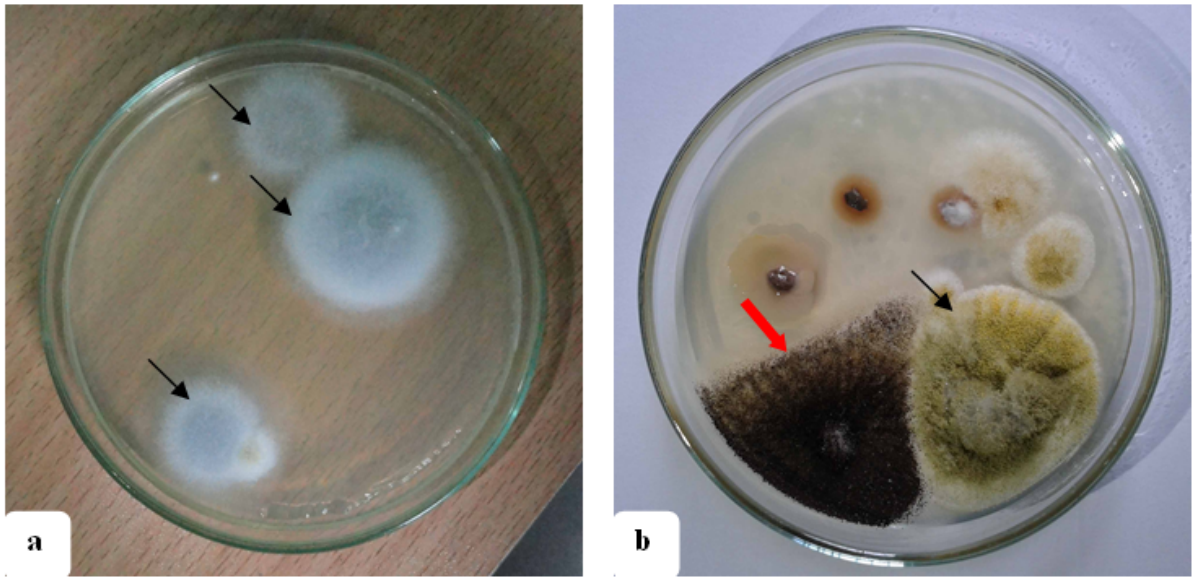


Figure 9. a. PDA media shows whitish color colony of **A. fumigatus** *(arrows). b. PDA media shows parrot green color colony of* **A. flavus** *(black color arrow) and dark black color colony of* **A. niger** *(red color arrow)*

4 DISCUSSION

In the present study, attempts were made to study the incidence of avian aspergillosis in commercial broiler chicken at Chittagong district of Bangladesh. The incidence of avian aspergillosis was observed on the basis of clinical signs, symptoms, postmortem findings, histopathological examination and fungal culture in 912 sick and dead chickens of 20 commercial broiler farms and overall incidence was 6.14%. Similar incidence have been described by [9] reported 7.98% in Narsingdi, [10] reported 4.20% in Mymensingh, [3] reported 1.54%, and [11] reported 1.60% in Gaibandha district of Bangladesh.

The present study was revealed that the avian aspergillosis is prevailing throughout the year but in rainy season were higher 8.22% might be due to high humid weather, followed by 5.16% in summer might be due to both strong sunlight and heavy rainfall and 3.16% in winter season might be due to low humid weather and statistically significant ($P<0.05$) differences was found among seasons. The results of present study are in-agreement with the findings of [1] reported highest incidence of aspergillosis in rainy season (11.68%), than summer (5.33%) and winter (0.52%) season in Sylhet region of Bangladesh. The results also agreement with [12] reported highest incidence of avian aspergillosis in summer season (54.84%) than winter (25.80%), autumn (12.9%) and spring (6.45%) seasons in Pakistan. The results also disagreement with the [9] who reported highest incidence in winter season (3.95%) than rainy (3.31%) and summer (0.72%) seasons in Narsingdi of Bangladesh. This variation might be due to the different climatic factors such as humidity, temperature, rainfall etc. which influence the ecology of organism and host and geographic location of the experimental area.

The incidence of avian aspergillosis with respect to age was significantly ($p<0.050$) higher (8.27%) in between 6-10 days of age than 11-15 days (6.85%), 16-20 days (5.33%) and lowest (4.11%) incidence shown in between 0-5 days of age. The findings are similar with [1] and [9] who reported highest incidence of aspergillosis in between 0-7 days of age in Sylhet and Narsingdi region of Bangladesh. These findings also supported by [12] who reported that increased susceptibility of young chickens to aspergillosis might be due to immaturity of phagocytes or to environmental factors.

In the present study the incidence of avian aspergillosis was significantly ($p<0.042$) higher in farms were being reared on saw dust (7.69%) and rice husk (3.46%) as litter. The present from results, it is obvious that litter is usually the source of infection, which is supported by [6]. The result also strongly agree with [12] who reported incidence of aspergillosis increased when chicken reared on saw dust than rice husk as litter and incidence was 67.74% and 32.26% respectively might be due to high moisture content of saw dust allowing more fungal growth than rice husk.

Dyspnea, gasping and accelerated breathing associated with loss of appetite, stunting growth, lethargy and increased thirst were clinically examined. The result also strongly agree with [12] and [13] who reported dyspnoea, gasping and nasal discharge occur in acute form of aspergillosis.

Postmortem examination revealed congestion of lungs, multiple hard creamy to yellow colored circumscribe plaques found throughout lung surface and air sacs. Similar findings were reported, [14] they observed gross lesions in postmortem findings of duckling, chicken, and ostrich respectively.

Congestion of pulmonary and perialveolar blood vessel and perivascular edema were found in the present study by histopathological examination that is similar with findings of [15]. Microscopically, caseous necrosis and necrotic cellular debris found within the granulomatous foci of lung tissues. The findings of present study was strongly agreement with the study of [16] and [7] they reported the presence of caseous necrotic mass surrounded by fewer inflammatory cells in nodular lesions. Present study revealed the nodules consisted of coagulative necrotic center and densification of pleura with underlying pulmonary lobules. Similar result were demonstrated by [15] who reported presence of coagulative necrotic center in aspergillosis lung and [17] who reported a few, more severe, inflammatory lesions were focally present on the pleura and the underlying pulmonary lobules of lungs experimentally infected with *Aspergillus fumigatus*.

In the present study, culture of *Aspergillus sp*. was carried from suspected samples on Potato Dextrose Agar (PDA) media for 7 days at 25±2^{0}C temperature and identified the *Aspergillus sp*. according to the color of colony as whitish color colony for *Aspergillus fumigatus*, parrot green color colony for *Aspergillus flavus* and dark black color colony for *Aspergillus niger*. The findings of present study were in line with the findings of [18] who reported the same result on rice grain in South Asia. [19] who reported that white to green mold growth on the walls of caseous thickened air sacs when cultured yielded pure growth of *Aspergillus fumigatus*. [20] also isolated *Aspergillus fumigatus* from lung tissue of dead chicken.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are thankful to the all staffs of the Department of Pathology and Parasitology, HSTU who have cooperated during the collection of sample, taking autograph of practical preparation and also provide some technical support along with honorable Supervisor, Co-supervisor to complete the research work.

REFERENCES

[1] Islam, M. R., Bas, B. C. and Hossain, K. (2003) Study on the occurrence of poultry diseases in Sylhet region of Bangladesh. *International Journal of Poultry Science,* 2(5): 354-356.

[2] Saleque, M. A., Rahman, M. H. and Hossain, M. I. (2003) A retrospective analysis of chicken diseases diagnosed at the BRAC Poultry Disease Diagnostic Centre of Gazipur. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 1: 29-31.

[3] Uddin, M. Z., Samad, M. A. and Kabir, S. M. L. (2011) Mortality and disease status in Hy-line and ISA-Brown strains of broiler chickens reared in cage system in Bangladesh. *Bangl. J. Vet. Med*. 9(1): 1-16.

[4] Barnes, A. J. and Denning, D. W. (1993) Aspergilli-Significance as pathogens. *Rev. Med. Microbiol.,* 4:176-180.

[5] Beernaert, L. A., Pasmans F, Van, W. L., Haesebrouck, F., Martel, A. (2010) Aspergillus infections in birds: a review. *Avian Pathol.* 39(5): 325-331.

[6] Dyar, P. M., Fletcher, O. J. and Page, R. K. (1984) Aspergillosis in turkeys associated with use of contaminated litter. *Avian Diseases*, 28(1): 250-255.

[7] Badhy, S. C., Amin, K. M. R., Kabir, S. M. L., Paul, B. K. and Das, S. K. (2003) Brooders pneumonia: histopathological changes in the lungs of broiler chickens. *Int. J. BioRes*. 1(1): 55-58.

[8] Luna, L. G. (1968) Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd edn., Mc Graw Hill Book Co., New York.

[9] Uddin, M. B., Ahmed, S. S. U., Hassan, M. M., Khan, S. A. and Mamun, M. A. (2010) Prevalence of poultry diseases at Narsingdi, Bangladesh. *Int. J. BioRes*. 1(6): 09-13.

[10] Talha, A. F. S. M., Hossain, M. M, Chowdhury, E. H., Bari, A. S. M., Islam, M. R. and Das, P. M. (2001) Poultry diseases occurring in Mymensingh district of Bangladesh. *The Bangladesh Veterinarian.* 18: 20-23.

[11] Islam, A. A., Das, M. T. and Amin, M. R. (2009) Retrospective study of some poultry diseases at Gaibandha district in Bangladesh. *Bangl. J. Vet. Med*. 7(1): 239-247.

[12] Sajid, M. A., Khan, I. A. and Rauf, U. (2006) *Aspergillus fumigatus* in commercial poultry flocks, a serious threat to poultry industry in Pakistan. *J. Anim. Pl. Sci.* 16(3-4): 79-81.

[13] Pascal, A., Thierry, S., Wang, D., Deville, M., Le Loc'h, G., Desoutter, A., F´em´enia, F., Nieguitsila, A., Huang, W., Chermette, R. and Guillot, J. (2011) Aspergillus fumigatus in Poultry. *International Journal of Microbiology*, Vol. 2011 (2011), Article ID 746356.pp. 1-14.

[14] Bhattacharya, A. (2003) *Aspergillus fumigatus* infection in Khaki Campbell ducks in an organized duck farm in Tripura. *Indian Vet. J.* 80(11): 1178-1179.

[15] Medani, G. G., Desouki, A. and Sobhy, N. M. (2004) Bacteriological, mycological and histopathological studies on zoo birds suffering from respiratory manifestations. *Benha. Vet. Med. J.* 15(2): 172-192.
[16] Akkoc. A., Yilmaz, R., Cangul, I. T., Ozyigit, O. M. (2009) Pulmonary Aspergillosis and Amyloid Accumulation in an Ostrich (*Struthio camelus*). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 33(2): 157-160.
[17] Femenia, F., Fontaine, J. J., Fulleringer, S. L., Berkova, N., Huet, D., Towanou, N., Rakotovao, F., Granet, O. I., Le Loc'h, G., Arné, P. and Guillot, J. (2007) Clinical, mycological and pathological findings in turkeys experimentally infected by *Aspergillus fumigatus*. *Avian Pathology*, 36(3): 213-219.
[18] Reddy, K. R. N., Farhana, N. I., Wardah, A. R., and Sallsh, B. (2010) Morphological identification of food borne pathogens colonizing rice grains in South Asia. *Pak. J. Biol. Sci.* 13(16): 794-801.
[19] Yokota, T., Shibahara, T., Wada, Y., Hiraki, R., Ishikawa, Y. and Kadota, K. (2004) *Aspergillus fumigatus* infection in ostrich (*Struthio camelus)*. *J. Vet. Med. Sci.* 66(2): 201-204.
[20] Ustimenko, A. N., (1982) Aspergillosis of fowls and sanitary condition of incubators in U.S.S.R. *Poultry Abstract*. 8(4): 138.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 377-383
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Top Management Characteristics and Adoption of Internet Banking: Case Study of the Tunisian Banking Sector

Dorra Gherib

ISG de Tunis, Tunisia

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

ABSTRACT: This article explores in depth the technological innovations by the Top Managements of banks in the Tunisian banking sector. The framework of this research is based on an amalgamation of four theories related to the decision of adopting technological innovations: *The Theory of Reasoned Action (TRA)*, *the Theory of Planned Behaviour (TPB), Technology Acceptance Model* (TAM), and *Diffusion of Innovation* (DI). The result of our qualitative study highlights four variables which influence the attitude of the Top Managements towards the adoption of internet banking: Relative advantage, Perceived Ease of Use, compatibility and Perceived risk.

KEYWORDS: Top Management, attitude, Internet banking, TRA, TAM, TBP and DI.

1 INTRODUCTION

Innovation can provide simultaneously exceptional opportunities and important challenges. It allows companies to penetrate new markets and increase their profits. On the other hand it is also a competitive race which requires speed, skill and precision. The company does not only have to be innovative to succeed, it has to be more innovative than its competitors (Schilling and Thérin 2006). To resist the competitive pressure many companies have to rely on technological innovations in order to develop lasting relationships both in the activities and practices of management.

Moreover, several theoretical frameworks explain the decision-making process as far as adopting technological innovations are concerned, these include: *The Theory of Reasoned Action (TRA)* (Fishbein and Ajzen 1975), *the Theory of Planned Behaviour (TPB)* (Ajzen 1991), *Technology Acceptance Model* (TAM), (Davis 1989) and *Diffusion of Innovation* (Rogers 1983).

In the last years, several researchers relied on these to explain the decision of adopting technological innovations, notable among these are: Internet Banking (Al Hajri 2008, Ariff and al 2012 ; Stantouridis and al 2014), e-transactions (Al Ghatani 2011), mobile Banking (Lin, 2011; Luarn and al, 2005), Business-to-consumer electronic commerce (B2C e-commerce) (Lin 2007) and company systems (ERP, CRM, e-procurement ect) (Ramdani and al 2009 ; Dulcic and al 2012). Several studies in different countries had as objective the study of the factors leading to the adoption of internet banking. Several studies demonstrate that the perception of the innovation influence the decision of adopting it (Lean, Zailani, Ramayah and Fernando 2009 ; Lin 2010 ; Papies and Clement 2008).

It is in this line that the present study aims at providing an overview of the perception of bank decision makers of internet banking. We will rely primarily on case-study which is largely recognized as a management research strategy. Several reference works have legitimized it (Einsenhardt, 1989 ; Yin 1989, 2003 a, 2003 b ; Denzin and Lincoln, 1994). These authors have highlighted the scientific interest of case-study while offering specific investigation techniques and methods in order to improve its validity (David, 2006). In the following sections we will discuss the theoretical framework and the methodology of our study. We will present the results of our research and end up by concluding.

Corresponding Author: Dorra Gherib

2 RESEARCH BACKGROUND

2.1 INTERNET BANKING

The quick evolution of internet technology has encouraged a great number of companies to rush frenetically towards internet. This explosion of internet commerce has undeniably been facilitated by the development of telecommunication infrastructure and websites which have become more of a necessity than a choice for different industries. Nevertheless, the important diffusion of internet has completely revolutionized the operative mode of banks. The banking industry is gradually moving away from the traditional model « Bricks- and- mortar », to adopt the banking model « Clicks- and -mortar » (Unnithan et al 2002, Stehling et al 2002, Deitel at al 2001). According to a definition by Shih and Fang (2006) Internet Banking : "*is a new type of information system that uses emerging techniques such as the internet and the World Wide Web, and has changed how customers perform various financial activities in virtual space* ".

We often talk about « *Internet Banking* » or « *Online Banking » ou « Cyber banking » or« Net Banking »* to designate the financial establishments present on the network and using telecommunication technologies.

Furst, Lang and Nolle (2000) define *« Internet Banking »* as a means that will allow to better develop and distribute banking financial services via internet. First the traditional services like opening a banking account o fund transfer from one account to another, then the new banking services that will allow the consumers to receive and pay via the website of the bank or electronic payment. Internet banking is relatively a new front office technology; the banks offer a wide range of services in the agencies, online and on the DAB network. Some banks implement a « *click-and-motar* » strategy, which means as well transactional internet sites, while keeping their physical networks and their DAB /GAB networks (Berger 2003).

A study published by « Deutsche Bank Research» in 2010 on the banking market in Europe demonstrates that the rate of adoption of online banking is between 62 and 77%. The rate of adoption in countries such as Germany, France and the UK is between 35 and 41%; while it is of 41% in the United States and over 32% in Eastern and Southern European countries with the exception of Ireland. This rate of adoption is weaker in the less rich countries. Then, the rates of growth are more elevated in the south and east of Europe. Before 2020 more than 60% of Europeans will be able to use online banking (Pastré 2006).

In Tunisia, the adoption of electronic banking (ATM, M-Banking, PC-Banking) was encouraged by the central bank in 1997, by setting up a large modernization program through an upgrading of the banking tool by adopting new technologies (establishment of teleclearing, development of electronic banking, payment systems etc). Although these electronic banking channels are used they are not developed enough. It is in 2004 that a few banks (five) adopted internet banking, in 2011, the number reached 80% (Nasri, 2011). The virtual bank remains inexistent in the Tunisian banking market.

2.2 LITERATURE REVUE

The models studying the relation attitude-behaviour such as the Theory of reasoned action (TRA), the Technology acceptance model (TAM) and the Theory of planned behavior (TPB) and diffusion of innovation (the Rogers Model) are widely used in order to study the behavior in terms of the adoption of new technologies. In this part we will present the different theories that determine the decision of adopting new technologies.

2.2.1 THE THEORY OF REASONED ACTION (TRA)

Ajzen and Fishbein (1975, 1980) explain human behavior in their approach to the Theory of Reasoned Action (TRA). According to the TRA every person is rational and systematically evaluates information before validating it. They modify the classical attitude o imprint it with a sequential dynamic. They thus keep only the affective dimension of the concept of attitude: "*attitude can be conceptualized as the degree of positive or negative affect for an object*" (Ajzen and Fishbein, 1975 : 11). According to Triandis (1979) attitude is: « *the feeling of joy, elation, or pleasure, or depression, disgust, displeasure or hate associated by an individual with a particular act* ». A positive attitude will then have a positive effect on behavior, while a negative attitude will reduce the chances of adopting the behavior in question.

Davis (1986, 1989) presents an adaptation of the Theory of Reasoned Action (TRA) (Ajzen and Fishbein 1975, 1980), which concerns the prediction of the acceptability of an information system. This model supposes that the acceptability of an information system is determined by two factors: the perception of utility and the perception of ease-to-use. Several authors have used this model in the context of the adoption of Internet Banking (Yiu et al, 2007; Tan et al, 2005; Wang et al, 2003; Hsu et al, 2007).

2.2.2 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)

First, Davis (1986) suggests that the use of the system is an answer that could be explained or predicted by the motivation of the users who are in their turn directly influenced by an external stimulus constituted of the characteristics and capacities of the actual system. Later based on the works that formulated the *Theory of reasoned action (TRA)*, Davis has improved his model and proposed the *Technology Acceptance Model* (TAM). Thus, the TAM (Davis et al, 1989) with the TRA (Ajzen, 1991; Fishbein&Ajzen, 1975), allow explaining the new technological innovations.

According to this model Davis (1989) and Davis, Bagozzi et Warshaw (1989), have studied the behavior of "adoption" and "acceptance" of the technology, « *Technology Acceptance Model : TAM».* The author suggests that usage motivation can be explained by three factors: *Perceived Ease of use, Perceived Useflness and Attitude Toward Using the System.*

- Attitude is defined as "*the strength of a person's intention to behave in a specific way"*
- Perceived Usefulness is*: "The degree to which an individual believes that using a particular system would enhance his or her job performance".*
- Perceived ease of use is*: "The degree to which an individual believes that using a particular system would be free of physical and mental effort".*

The TAM is based on the TRA to construct « Behavioural Intention » and attitude by adding perceived usefulness and perceived Ease of Use. This model used within the framework of the adoption of internet banking, confirms the influence perceived usefulness, credibility and easiness of use of internet banking have on intentions towards using this banking channel. (Stantouridis and Kyritsi, 2014).

2.2.3 THE THEORY OF PLANNED BEHAVIOUR

The Theory of Planned Behaviour (TPB) is an extention of the Theory of Reasoned Action (TRA) (Fishbein et Ajzen 1995). The TPB stipulates that the intentions of individuals determine their behavior as well as intention which capture the motivation of individuals thus defining their behavior (Ajzen 1991). Thus, according to the TPB, intention is determined by three constituents: 1) attitude towards behavior, 2) subjective norm and social pressure, 3) perceived behavioural control (PBC).

The three antecedents of intention (the attitudes towards behavior, the subjective norms and the perception of control over behavior are supposed to originate in beliefs stored in the memory. Attitude is conceptualized by the evaluation more or less favorable of behavior and thus issued from beliefs about the probable consequences of the behavior regulated by the desirability of the consequences for the individual. The subjective norms stem from beliefs anchored in the perception of social pressure to accomplish or not a certain behavior. The perception of control over behavior is determined by the beliefs about the control the individual thinks he has over the factors that can affect the realization of the behavior (control beliefs).

2.2.4 DIFFUSION OF THE INNOVATION : THE ROGERS' MODEL

According to Rogers (1983), adoption is the decision to use innovation continuously. He defines the adoption of an innovation as the process of acceptance of a novelty (an idea, a product, a brand), by a decision-making unit (an individual or a firm), evolving in a particular social system. Rogers (2003, p 289) defines five attributes of innovation that can be considered essential factors in making the decision of adoption:

- Relative advantage is: "the degree to which an innovation is perceived as being better than the idea it supersedes"
- Compatibility is "the degree to which an innovation is perceived as consistent with the existing values, beliefs, past experiences, and needs of potential adopters". In other words, it is the coherence perceived between the innovation and the attitudes of the individual.
- The complexity is "the degree to which an innovation is perceived as relatively difficult to understand and use"
- Trialability is defined as " the degree to which an innovation may be experimented with on limited basis"
- Observability is "the degree to which the results of an innovation are visible to others" (Rogers 2003).

In the TAM, *"relative advantage*" is sometimes equated with *« perceived usefulness* », complexity is opposed to « *perceived ease of use* » (Davis 1989, Rogers 2003 et Lin 2007). Several studies have demonstrated that the relative advantage ease of use and compatibility are factors of adoption and diffusion of technological innovation (Lin, 2007; Papies et al, 2008; Lin, 2007 and Vijaysarathy, 2004). In the framework of our study we intend to break down the concept of attitude into three parts: perceived usefulness, perceived ease of use and compatibility.

3 METHODOLOGY

At the beginning of our research we consulted the literature which was expanded later thanks to the empirical data. Our research has an exploratory perspective. The construction of knowledge in our work is essentially based on a balance between theory and practice. Our approach can be called a hybrid exploration (Charreire et Durieux 2003, p. 69).

To understand better the decision of adoption of internet banking, the gathering of data was carried out using centered semi-structured interviews. They constitute our major source of data. The collection of data took place over a period of six months. The sample is composed of 30 respondents, holding positions of decision makers in terms of technological innovations. Moreover, the number of decision-makers in the banks belongs to two management departments: the marketing and sales department, and the information systems department. In other banks, the department of electronic banking is added to the other two.

The interviews of an average duration of one hour have been realized with the marketing managers, development and information systems managers, strategy and development managers, electronic banking and managers, online banking service managers, product and market managers, e-banking product managers, new technology department managers. In the end, we conducted 30 interviews following interview guide, which have been entirely recorded and transcribed. Our objective was to regroup all the managements involved in the decision of adopting and implementing technological innovations in the bank, essentially the e-bank.

4 RESULTS AND DISCUSSION

Our results concern the variables that study the perception bank top managements of technological innovations. The latter have a tolerance to risks linked to the introduction of new technological innovations to the bank, as well as a perception of the relative advantages, of the ease of use and the compatibility of the online bank with the values and needs of the organization. These innovative banks have at their disposal independent and interdisciplinary teams. Most of the time, the decision of adopting online banking originates in the information systems management and it is through consulting with the other managements that the project is studied. The decision-makers of these innovative banks are distinguished by their high educational levels and great professional experience (Gherib 2014).

Our results highlighted the importance of the perception of the decision-makers of the advantages of e-banking, which contributed to their adoption.

The perception of the relative advantages is related to 1) reinforcing the relationship with the client: the interviewees agree on the affirmation that the online bank is accessible 24 hours a day and 7 days a week, it offers contingent answers, personalized offers, real time feedback. All these factors influence the quality of the services and products offered via internet, with the purpose of improving the quality of service, reinforcing the relationship with the client. All these advantages being perceived by the decision-makers influenced the adoption of the technology.

> "*It has a positive impact, it bring the client closer as he is able to consult his account daily, he is in direct and daily contact with his bank*"

2) The improvement of organizational performance by the reduction of the costs of treatment, administrative costs, a stabilization of the numbers, the subscriptions. All these factors make the adoption of internet banking profitable.

> "*The best costs for the bank, profits for the bank, profitability, better performance which means that it is no longer a choice it is vital, the prosperity of a bank depends of its means.*"

Finally 3) Improving the productivity of employees, the logic of the online bank consists in directing the staff of the agency towards new activities with added value. Thus these agencies oriented towards new activities are considered to be sales points. With the advent of the new technological channels which gave birth to "self-service", the client finds himself driven from the role of a passive agent to that of a major agent in the process of "servuction" which implies the transfer of operations with low added value towards automatons. This allowed relieving the pressure on the agency, reducing the number of staff mobilized and rather directing them towards new activities with high added value.

> "*At the level of the agency it is a relief and it allows work with added value at the level of the counter, at the back-office, the sales department can do a better job*"

Concerning the compatibility perceived by the decision-makers, internet banking is perceived as compatible with the values and needs of the bank in order to complete the transactions of the consumers compatible with the activities of the employees of the bank.

- It completes the transactions of the consumers: they are no longer obliged to go to the agency for ordinary operations
- It is compatible with the work of the employees: they are no longer restricted to routine operations; they are directed towards new activities with added value.
- It is compatible with the work of the bank: the bank is nowadays aware that it should orient itself towards new activities other than collecting deposits, credits etc

Perceived ease of use: The managers perceive that the tool is not difficult to use and understand. They consider the interface to be easy to use with clear indications. Furthermore, the banks made employees specialized in technological innovations and electronic channels available to direct and advise the clients who meet with difficulties in using the website.

> *"The technology is very easy, no, no very easy, even its implementation. We are users of technology and it is very easy"*

The perceived risk at the idea of adopting a new innovative service or product does not affect the decision of the decision-makers. Thus the decision-makers are ready to tolerate the risks linked to the adoption of the online bank in terms of change at the level of organization.

> "*Yes there is always a risk but if we don't venture we will never obtain anything*"

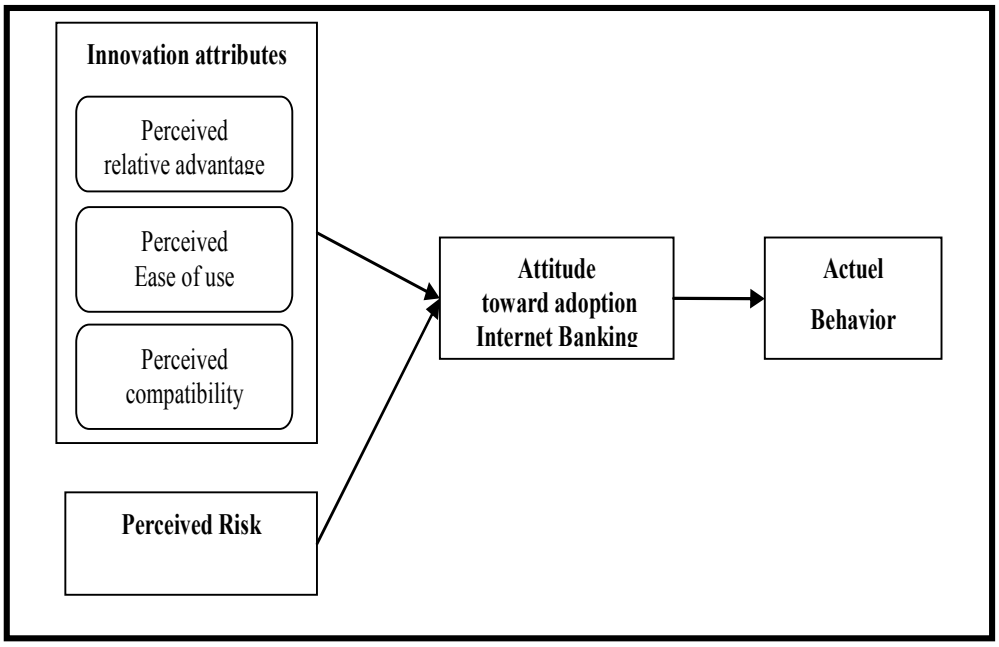


Figure 1: Summary of results

5 CONCLUSION

This article explores in depth the perception of technological innovations by the top managements of banks in the Tunisian banking sector. The framework of this research is based on a combination of four theories in terms of adopting technological innovations: TRA, TPB, TAM and DI. Our research has an exploratory perspective.

The construction of knowledge in our research is founded essentially on a balance between theory and practice. In order to better understand the decision of adopting internet banking, the collection of data was conducted using centered semi-structured interviews. The results of our qualitative study highlight four variables that influence the attitude of Top Management towards the adoption of internet banking: *Relative advantage, Perceived Ease of Use, compatibility and Perceived risk*.

REFERENCES

[1] AL-Hajri, S. (2012): "The Adoption of E-banking : The Case of Omani Banks". *International Review of Business Research Papers, vol 4, N°5, pp 120-128*

[2] Ajzen (1991): « The Theory of Planned Behavior » Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol 50, Issue 2, Pages 179-211

[3] Al Ghatani Said (2011) : « Modeling the electronic transactions acceptance using an extended technology acceptance model » Applied Computing and informatics, 9, 47-77

[4] Ariff Mohd Shoki Md Ariff, Yeow S.M ; Norhayati Zakuan ; Ahmed Jusoh and Ahamad Zaidi Bahari (2012): " The effects of computer self-efficacy and technology acceptance Model on behavioral intention in Internet Banking systems" Social and Behavioral Sciences 57 (2012) 448-452

[5] Berger, A.N., (2003): "The economic effect of technological progress: evidence from the banking industry". Journal of Money, Credit and Banking 35, 141–176

[6] Chang Y.T. (2003) "Dynamics of Banking Technology Adoption: An Application to Internet Banking, Department of Economics", Workshop Presentation, University of Warwick, Coventry, UK.

[7] Charreire, S., Durieux, F. (2003) : « Explorer et tester: deux voies pour la recherche », in Thiétart, R-A. (Dir.), Méthodes de recherche en management, Paris : Dunod, pp. 57-81 p. 69

[8] Chi Shing Yiu , Kevin Grant and David Edgar (2007) : « factors affecting the adoption of internet Banking in Hong-Kong implications for the Banking sector » International Journal of information Management, Vol 27, Issue 5, October 2007

[9] David Albert (2006) : "Études de cas et généralisation scientifique en sciences de gestion" acte de colloque AIMS

[10] Davis, Fred(1989):"Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology," MIS Quarterly (13:3), pp. 319-340.

[11] Davis, Fred., Bagozzi, Richard. and Warshaw, Paul R. (1989) :"User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models," Management Science (35:8), 1989, pp. 982-1003.

[12] Deitel HM, Deiltel PJ, Steinbuhler k (2001): "e-Business and ecommerce for Mangers, Prentice Hall USA

[13] Denzin, Norman.K. Lincoln , Y.S. et al (1994) :" Handbook of Qualitative Research," Sage Publications ; CA

[14] Deutsche Bank Research (2010). 'Online Banking and Research. The state of play in 2010'. Available at: http://www.dbresearch.de/

[15] Dulcic Zelimir, Dino Pavlic and Ivana Silic (2012) : « Evaluating the intended use of Decision Support (DSS) by applying Technology Acceptance Model (TAM) in business organizations in Croatia » Social and Behavioral Sciences 58 (2012) 1565-1575

[16] Eisenhardt, Kathleen M. (1989): "Building theories from case study research " Academy of Management. The academy of Management Review, Oct 1989, 14,4 pg 532-550

[17] Furst, Nolle et Lang (2000): "Internet Banking : Development and Prospects" Economic and Policy Analysis Working Paper, Office of the Comptroller of the Currency, forthcoming

[18] Gherib Dorra 2014: Adoption and diffusion on Internet Banking Sector: Case Of Tunisian Banking Sector" Global Business and Economics Research Journal , vol 3(6): 1-29

[19] Hsu, C, L et Lu, H, P et Hsu, H, H (2007) : « Adoption of the mobile Internet : an empirical study of multimedia message service » Omega 35, 715-726

[20] Lean Ooh Kim, Suhaiza Zailani, T Ramayah and Yudi Fernando (2009) :" Factors influencing intention to use e-government services among citizens in Malaysia " International Journal of Information Management , vol 29, Issue 6, 458-475

[21] Lin, Hsiu-Fen (2010) : « An empirical investigation of mobile banking adoption : The effect of innovation attributes and Knowledge-based trust » *International Journal of information Management, 31 (2011),pp 252-260*

[22] Luarn, P., and Lin, H. H. (2005). Towards an understanding of the behavioral intention to use mobile banking. *Computers in Human Behavior, 21(6), 873–891*

[23] NASRI Wadie (2011). "Factors Influencing the adoption of Internet Banking in Tunisia". International Journal of Business and Management, Vol6, N°8

[24] Papies Dominik;and Clement, Michel (2008). "Adoption of new movie distribution services on the Internet". *Journal of Media Economics 21 (3), 131–15*

[25] Pastré, Olivier (2006) : « Les enjeux économiques et sociaux de l'industrie bancaire » Année des Professions Financières p 20-29

[26] Ramdani Boumediene, Kawalek Peter and Oswaldo Lorenzo(2009). "Knowledge Management and Enterprise systems Adoption by SMEs". Journal on Enterprise Information Management, vol22, N°1/2, *pp10-24*

[27] Rogers Everett, M (2003): " Diffusion of Innovations" Fifth Edition Free Press

[28] Schilling Melissa et François Thérin (2006) : « Gestion de l'innovation technologique » Editeur MAXIMA

[29] Stantouridis Ilias and Maria Kyritsi, 2014 « Investigating the determinants of Internet Banking Adoption in Greece » Economics and Finance 9(2014) 501-510
[30] Stehling F and Moormann J (2002):"Strategic positioning of e-Commerce business modes in the portfolio of corporate banking —Proceedings of the 35th Hawaii International conference on system science
[31] Tan, F., Chung, J., (2005): "Validating the extended technology acceptance model: Perceived playfulness in the context of information searching websites". In: 16th Australasian Conference on Information Systems, Sydney, available [online] ais e-library, /http://plone.aisnet.org/
[32] Triandis H.C (1979), « Values, attitudes and interpersonal behaviour », Nebraska Symposium on Motivation: Beliefs, Attitudes and Values, University of Nebraska Press, Lincoln
[33] Unnithan , C and Swatman, P (2001) : "e-banking on the Internet _ A preliminary research comparison of Australian an Indian experiences in the banking sector Business Information Technology, ISSN 1038-7448 N°;WP 2001/11 (JUNE 2001)
[34] Vijaysarathy, L. R (2004) : « Predicting consumer intentions to use online shopping : the case for an augmented technology acceptance model » Information and Management, vol 41, N° 6, 747-762
[35] Wang, Y. S., Wang, Y. M., Lin, H. H., & Tang, T. I. (2003): "Determinants of user acceptance of Internet Banking: An empirical study". International Journal of Service Industry Management, 14(5), 501–519.
[36] Yin, Robert.K. (2003 a): " Applications of case study Research " Applied Social Research Series Second edition, Vol 34, Sage Publications.
[37] Yin, Robert.K. (2003 b): "Case study Research. Design and Methods " Applied Social Research Series Third edition, Vol 5, Sage Publications.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 384-392
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude des propriétés antidrépanocytaires et de la thermo dégradation des colorants extraits de *l'Hibiscus Sabdariffa*, plante légumière à vertu thérapeutique

[Survey of anti drepanocytary properties and thermo degradation of dyes extracted from *Hibiscus Sabdariffa,* an edible plant with therapeutic vertues]

MULUNGULUNGU N. Déogratias and BADIBANGA M. Liévin

Département de Chimie,
Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, RD Congo

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

ABSTRACT: In Lubumbashi and its hinterland, somme food plants which are generating natural colourings used in traditional medicine were found
This is the case of *Hibiscus Sabdariffa* from which some analyses have been completed in this study namely:
- Moisture and total ash determination in leaves and flowers,
- Chemical matter research,
- Colouring extraction in water, methanol and ethanol
- Biological test of extracted colourant and thermodegradation of colourants.

However, the thermodegradation assessment has been studied by exposition of differents extracts got from study at different temperatures and moments, and the absorbance reading done successively at 262nm for aqueous extracts and at 268nm for both methanolic and ethanol extracts

KEYWORDS: *Hibiscus Sabdariffa*, Extract, Anti-Sickling, Thermodegradation.

RESUME: A Lubumbashi et dans son hinterland l'on rencontre des plantes alimentaires sources des colorants naturels et utilisées en médecine traditionnelle. C'est le cas de *l'Hibiscus Sabdariffa* qui a fait l'objet de cette étude.
La détermination dans les feuilles et les fleurs de l'humidité et de la cendre totale, ainsi que la recherche des substances chimiques, l'extraction des colorants dans l'eau, dans le méthanol et dans l'éthanol, l'évaluation des propriétés antidrépanocytaires de ces colorants et de leur thermo dégradation ont été effectuées au cours de cette étude.
La thermo dégradation a été étudiée en exposant les différents extraits obtenus à l'étuve à différentes températures et à différents temps et la lecture de l'absorbance faite à 262 nm pour les extraits aqueux et à 268 nm pour les extraits méthanoliques et éthanoliques.

MOTS-CLEFS: *Hibiscus Sabdariffa*, Extraits, Activité antifalcémiante, Thermo dégradation.

1 INTRODUCTION

L'alimentation est un besoin vital de l'homme. Une nutrition et une alimentation adéquates et variées sont indispensables pour l'approvisionnement en énergie utile pour le maintien, la construction et le métabolisme basal de l'organisme.

Corresponding Author: MULUNGULUNGU N. Déogratias

A Lubumbashi, il se constate dans plusieurs ménages que les légumes constituent un aliment largement consommé et se vendent à un prix accessible à toutes les couches de la population [1-2].

Sources de minéraux et de fibres alimentaires, les légumes traditionnels sont aussi utilisés comme sources des colorants ou comme substances thérapeutiques en médecine traditionnelle [3-4]. L'activité biologique de certaines de ces plantes serait due à ces pigments notamment aux anthocyanes [4]. Provenant des végétaux comestibles, les pigments y contenus peuvent à priori être utilisés comme colorants dans l'industrie agro-alimentaire[5]. Toutefois ils sont sensibles à la chaleur, la lumière [], le P^H[3-6] alors qu'ils sont généralement exposées au soleil ou cuites à des hautes températures et la décoction est souvent utilisée comme mode de préparation. La cuisson de *l'Hibiscus Sabdariffa(Oseille) se fait dans l'eau et l'ébullition dure en moyenne trente minutes.*

L'engouement à la consommation de *ce légume-feuille*, sa potentialité comme source de colorants alimentaires et l'intérêt thérapeutique qu'il présente nous conduisent dans cette étude à effectuer le screening chimique de la plante, à évaluer l'activité antifalcémiante des extraits, ainsi que l'influence de la chaleur sur ces derniers.

2 MATERIELS

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué des feuilles et des jeunes fleurs de *l'Hibiscus Sabdariffa* récoltées en décembre 2013 à la ferme Mimbulu, ferme située à 15 km de la ville de Lubumbashi sur la route Kipushi, et identifiées à l'herbanium de la Faculté des Sciences de l'Université de Lubumbashi.

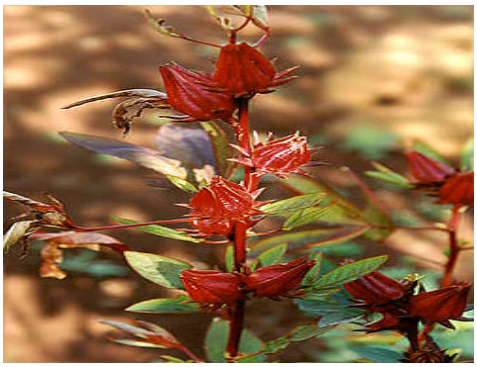


Figure 1: Hibiscus Sabdariffa

2.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le sang utilisé pour tester l'activité antifalcémiante des extraits la plante a été obtenu des sujets SS fréquentant le Centre de Dépistage et de Prise en Charge des Drépanocytaires (CDPCD) de l'hôpital général de référence Janson SENDWE de Lubumbashi âgés de 10 à 18 ans. Le sang prélevé était conservé au réfrigérateur à 4°c pour une durée ne dépassant pas 10 jours en utilisant le citrate de sodium comme anticoagulant [9].

3 MÉTHODES

3.1 HUMIDITÉ ET CENDRES TOTALES

La teneur en humidité a été déterminée par la perte jusqu'à poids constant de 5g de matériel végétal dans une étuve de marque Memmert réglée à 105 ± 2°C pendant 12h00.

La teneur en matières minérales a été déterminée en calcinant 5g de matériel végétal exempt d'humidité dans un four isotherme de marque Nabertherm réglé à 550°C pendant 24 heures.

3.2 EXTRACTION ET CONCENTRATION DES COLORANTS

Les feuilles et les jeunes fleurs récoltées le matin ont été séchées à la température du laboratoire à environ 27°C, à l'abri de la lumière pendant environ 20 jours puis pilées dans un mortier en agathe et tamisées au tamis de 250 micromètres de dimension de maille.

L'extraction des colorants consistait à macérer m grammes de matériel végétal séché et pulvérisé dans 20×m millilitres de solvants en l'occurrence l'eau , l'éthanol et le méthanol pendant 72 heures.

Les extraits obtenus ont été concentrés à pression réduite à 35 degrés Celsius à l'aide d'un évaporateur rotatif. Le séchage des extraits concentrés s'est poursuivi à l'étuve à la même température. Ces extraits séchés ont servi pour la détermination de l'activité antifalcémiante et l'étude de la thermo dégradation.

3.3 SCREENING CHIMIQUE

Le screening chimique a été effectué en exploitant les modes opératoires connus repris par HARBORNE, LUMBU et SOFOWARA et LUMBU [7-8-9] utilisant les réactifs spécifiques de coloration et de précipitation suivants :

Réactifs de coloration :

- acide chlorhydrique, acide sulfurique, soude caustique et copeaux de magnésium pour les anthocyanes et les flavonoïdes ;
- soude caustique 1% pour les quinones ;
- acide cyanhydrique pour les hétérosides cyanogènes ;
- acide acétique anhydre et acide sulfurique concentré pour les stéroides ;
- réactif de HIRCHSON ou acide trichloroacétique pour les térpénoides ;
- acide sulfurique 1N et $K_2Cr_2O_7$ 10% pour les saponines ;
- Chlorure ferrique pour les tanins.

Réactifs de précipitation:

- Réactifs de Dragendorrf, de Mayer, de Wagner, de Sonneschein, de Hager et de Bertrand pour les alcaloides.

3.4 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIFALCÉMIANTE

L'évaluation de l'activité biologique sur les drépanocytes a été réalisée en utilisant le test d'Emmel [10] résumé comme suit : Prélever 5 mg de sang du drépanocytaire et le mélanger avec 10 ml d'eau physiologique (NaCl 0,9%) puis tester quelques gouttes de cette solution avec les extraits obtenus dans les conditions hypoxiques sur des lames.

Les images microscopiques ont été prises à l'aide d'un microscope optique de marque MOTIC et un appareil numérique FUJI a permis de numériser les micrographies.

3.5 EFFET DE LA CHALEUR

L'influence de la chaleur sur les colorants extraits a été évaluée en étuvant les solutions des colorants extraits dans une étuve de marque Memmert aux températures allant de 40 à 95°C et des temps d'étuvage allant de 0 à 300 minutes [11].

Un spectrophotomètre UV-visible DRELL 5000 a été utilisé pour la lecture des absorbances des solutions. Les résultats des recherches des absorbances maximales retenues avec les différents solvants étudiés en variant les longueurs d'ondes se présentent comme suit :

Solvant	**longueur d'onde (nm)**	**Absorbance**
Eau	262	0,013
Méthanol	268	0,063
Ethanol	268	0,045

4 RESULTATS

4.1 HUMIDITÉ ET CENDRES TOTALES

Les résultats sont repris dans le tableau I ci dessous

Tableau I : Taux en humidité et en cendres totales

Paramètre	Taux(%)
Humidité	87,7
Cendres totales	7,3

De ces résultats il se dégage l'Hibiscus sabdariffa contient beaucoup d'eau et des matières minérales.

4.2 PRINCIPES ACTIFS CONTENUS DANS L'HIBISCUS SABDARIFFA.

Les résultats reprenant les groupes des substances chimiques identifiées sont repris dans le tableau II ci-dessous.

Tableau II : Groupes des substances chimiques identifiées.

Espèce végétale	Alc	Flavonoïdes					Leu	Tanins totaux		Qui	Sap	Sté	Terp	Hen	Résultats positifs
		Ant	Fnes	Foles	Fones	Iso		Tan C	Tan G						
Oseille (feuilles et fleurs)	+++	+++	++	++	-	+	+++	+	+	+	-	_	_	+	10/14
Pourcentage	16	16	11	11	0	6	16	6	6	6	0	0	0	6	

De ce tableau il se dégage que les alcaloïdes, les anthocyanes et leuco anthocyanes sont prédominants dans l'échantillon analysé.

Il importe de signaler que les résultats du screening chimique sont présentés en signe et en chiffres pour illustrer leur proportion.

Légende: Alc : Alcaloïdes ; Ant : Anthocyanes ; Fnes : Flavones ; Fones : Flavonones ;
Foles :Flavonols ; Iso : Isoflavones ;
Leu : Leuco anthocyanes ; Tan G : Tanins Galliques ; Tan C : Tanins catéchiques ;
Sap : Saponines ; Sté : Stéroïdes ; Terp : Terpenoïdes et Hcn : Hétérosides cyanogénétiques.

Signes : - : Absence de la substance
+: Présence de la substance ou substance moins abondante
+ + : Substance abondant + + + : Substance très abondant

4.3 EXTRACTION DES COLORANTS

La macération dans le méthanol, l'éthanol et l'eau des échantillons de l'*Hibiscus sabdariffa (*feuilles et fleurs) a conduit aux résultats repris dans le tableau III

Tableau III : Rendement de l'extraction

Plante	Types d'extraits	Rendement (%)
Hibiscus sabdariffa	Extraits aqueux séchés	31,6
	Extraits éthanoliques séchés	10,7
	Extraits méthanoliques séchés	31,3

Les valeurs présentées dans ce tableau montrent que l'eau et le méthanol donnent les meilleurs rendements d'extraction.

4.4 ACTIVITÉ ANTIFALCÉMIANTE DES EXTRAITS

Les figures 2, 3, 4 et 5 ci dessous reprennent les micrographies du sang SS non traité et du sang SS en présence des extraits aqueux, éthanoliques et méthanoliques.

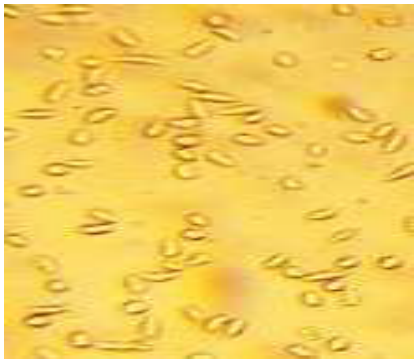


Fig.2 : morphologie des drépanocytes du sang SS non traité

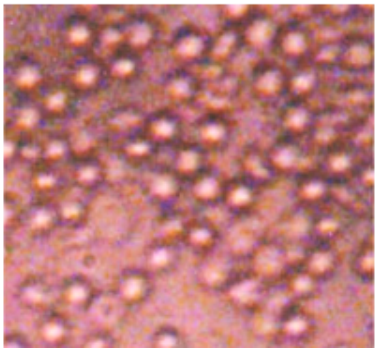


Fig. 3: morphologie des drépanocytes du sang SS traité avec les extraits aqueux de l'Hibiscus sabdariffa

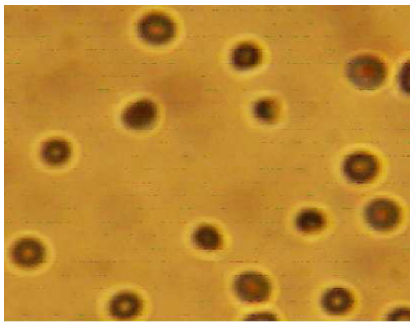


Fig. 4 : morphologie des drépanocytes du sang SS traité avec les extraits éthanoliques de l'Hibiscus sabdariffa

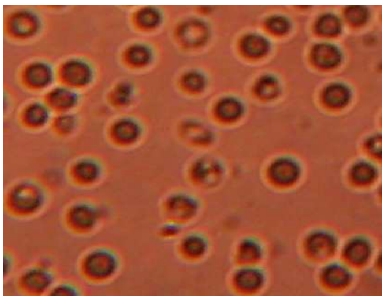


Fig. 5 : morphologie des drépanocytes du sang SS traité avec les extraits méthanoliques de l'Hibiscus sabdariffa

Les figures ci haut illustrent que les différents colorants extraits de l'Hibiscus Sabdariffa ont montré une activité remarquable sur la falciformation.

4.5 THERMO DÉGRADATION DES EXTRAITS COLORÉS

Les essais de thermo dégradation ont été conduits en variant la température et en maintenant le temps de 30 minutes, durée maximale habituelle de cuisson lors de la préparation deS d'hibiscus.

Les essais à 40 degrés Celsius ont permis d'apprécier la dégradation initiale lors de la concentration et le séchage des extraits.

Les tableaux IV, V et les figures 6 et 7 ci-dessous montrent l'influence de la chaleur sur les extraits colorés en fonction de la température et du temps d'étuvage.

Tableau IV : Résultats de la variation de l'absorbance des extraits étuvés à différentes températures pour un temps d'étuvage de 30 minutes à λ=275nm.

	Types d'extraits	Température d'étuvage (°C)											
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Absorbances	Aqueux	1.85	0.675	0.625	0.625	0.587	0.512	0.47	0.421	0.367	0.333	0.309	0.306
	Methanolique	0.809	0.742	0.681	0.561	0.5	0.432	0.369	0.363	0.36	0.358	0.356	0.356
	Ethanolique	0.782	0.741	0.623	0.472	0.45	0.401	0.324	0.263	0.222	0.206	0.173	0.136

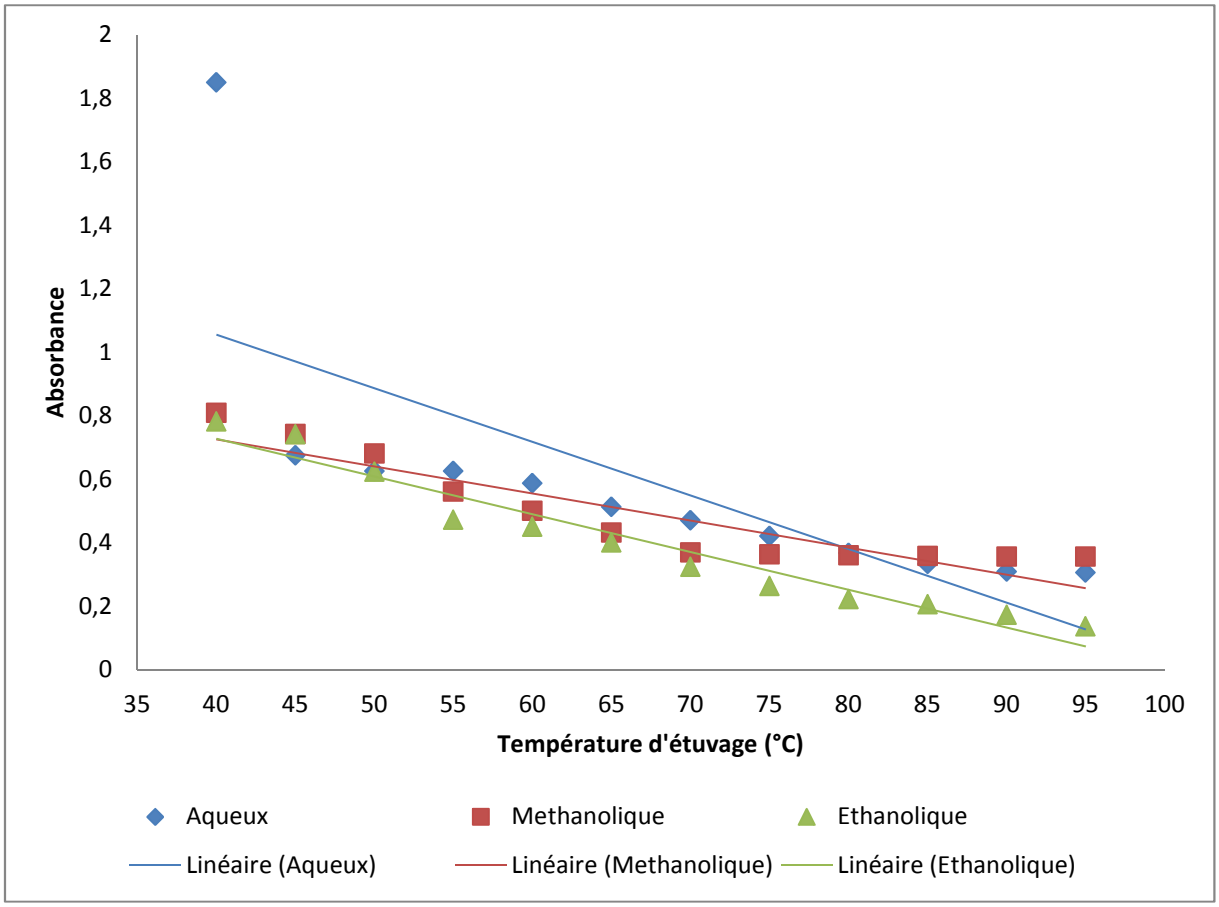


Fig. 6 : Influence de la chaleur sur les colorants extraits en fonction de la température d'étuvage pour un temps de 30 minutes

Tableau V : Résultats de la variation de l'absorbance des extraits étuvés à 40°C à différents temps d'exposition.

	Types d'extraits	Temps d'étuvage (Minutes)												
		0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Absorbances	**Aqueux**	2,957	2,759	1,653	1,188	1,123	0,754	0,587	0,422	0,371	0,302	0,253	0,252	0,251
	Methanolique	1,922	1,859	1,84	1,823	1,809	1,712	1,524	1,392	1,126	1,111	0,923	0,618	0,524
	Ethanolique	1,387	1,382	1,361	1,323	1,269	1,112	0,857	0,652	0,609	0,536	0,519	0,492	0,491

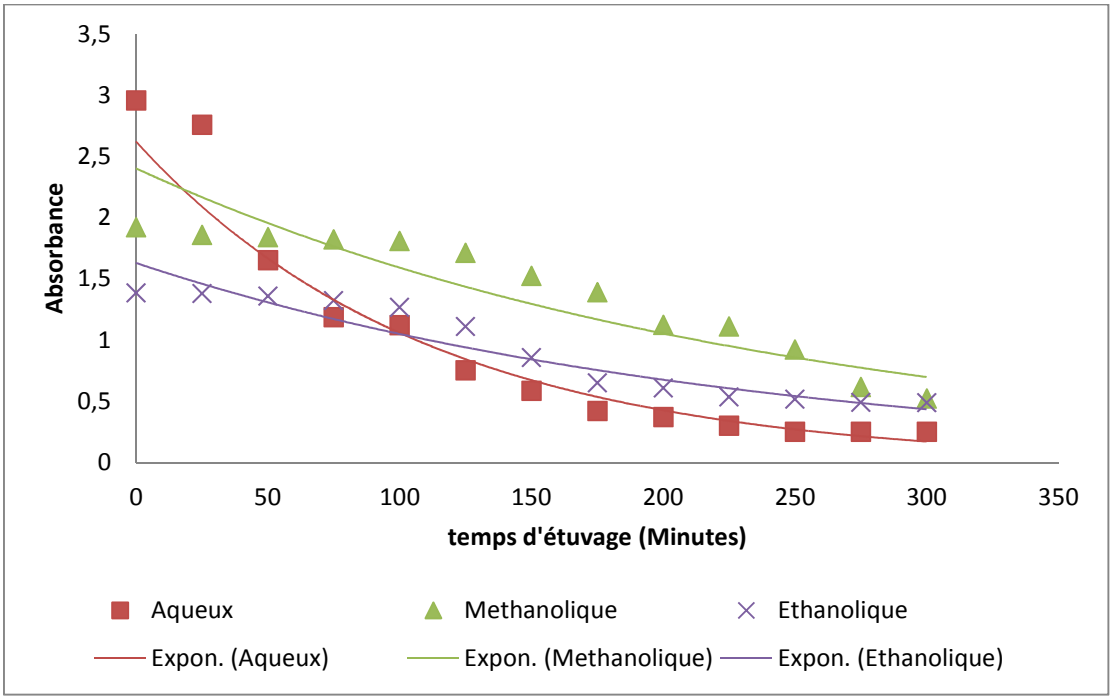


Fig. 7 : Influence de la chaleur sur les colorants extraits en fonction du temps d'étuvage.

Les figures 6 et 7 ont étés tracées à partir des tableaux IV et V

La figure 6 montre que le R^2 des extraits éthanoliques est supérieur au R^2 des extraits méthanoliques qui lui aussi est supérieur au R^2 des extraits aqueux.

L'allure des courbes de tendance exponentielle montre une grande décroissance de l'absorbance pour les extraits aqueux, moyenne pour les extraits méthanoliques et faible pour les extraits éthanoliques (Fig. 7).

5 DISCUSSION

La teneur en humidité de *l'Hibiscus Sabdariffa* (87,91%) prouve qu'il se situe dans la catégorie des légumes du fait que sa teneur en eau est supérieure à 70% [12] et sa teneur en cendres totales de 7,25%.

L'Hibiscus Sabdariffa contient 10 groupes de substances chimiques sur les 14 recherchés parmi lesquels les Alcaloïdes, les Anthocyanes et les Leuco anthocyanes sont les plus abondants.

Ces rendements d'extraction élevés prouvent que *l'Hibiscus Sabdariffa* est une bonne source des colorants. L'eau et le méthanol donnent des rendements meilleurs que l'éthanol du fait de leur polarité.

La figure 2 révèle que la majorité des érythrocytes ont la forme falciforme, mais en présence des différents extraits (figures 3, 4 et 5) il se dégage que les érythrocytes prennent la forme normale. Cette modification de la forme des drépanocytes a été remarquée en présence des extraits aqueux (grande), et méthanoliques (moyenne) éthanoliques (faible) de *l'Hibiscus Sabdariffa* et dépend donc de la nature des extraits.

Les colorants étant connus pour leur instabilité vis-à-vis de la chaleur, il a été utile d'évaluer l'influence de la température sur la dégradation des pigments extraits.

Il ressort encore de la figure 6 que la thermo dégradation après étuvage à différentes températures pour un même temps est plus rapide pour les extraits aqueux, moyenne pour les extraits méthanoliques et faible pour les extraits éthanoliques.

En effet, il est établi que les colorants végétaux sont sensibles à l'oxydation photochimique. Ils sont d'autant plus détruits que les traitements sont sévères et leur concentration élevée [6-13]

L'allure de la décroissance de différentes droites de tendance linéaire de ces différents extraits illustre ce phénomène

Les extraits aqueux présentent un R^2 supérieur par rapport au R^2 des extraits méthanoliques et enfin les extraits éthanoliques présentant un R^2 faible comme le montre la figure de la cinétique de dégradation après étuvage à différents temps pour une même température (Fig. 7). Les points expérimentaux, nous servant à tracer les droites et les courbes, ont été traités avec le programme Excel.

Sur les graphiques, ils sont en accord avec le modèle linéaire : pour les courbes à tendances linéaires, on a pour les extraits aqueux : y= -0,016x+1,73 ; les extraits méthanoliques : y= -0,008x+1,066 et les extraits éthanoliques : y= 0,011x+ 1,203 alors que pour les courbes à tendance exponentielle, on a pour les extraits aqueux : $y=2,622e^{-0,00x}$; pour les extraits méthanoliques : $y= 2,403e^{-0,00x}$ et pour les extraits éthanoliques : $y=1,631e^{-0,00x}$. Les valeurs des coefficients de corrélation sont très bonnes (comprises entre 0,5 et 1,0 : pour les courbes linéaires, on a comme valeurs de R^2 : 0,530 pour les extraits aqueux, 0,835 pour les extraits méthanoliques et 0,943 pour les extraits éthanoliques alors que pour les courbes à tendances exponentielle, on a : 0,958 pour les extraits aqueux, 0,846 pour les extraits méthanoliques et 0,926 pour les extraits éthanoliques) et montre que la plupart des points expérimentaux ne s'écartent pas trop verticalement des droites ou courbes ajustées des moindres carrés. Néanmoins, la précision et le nombre des mesures étant limités, l'unicité des paramètres décrivant bien ces dernières n'est toujours pas assurée. Il y a parfois plusieurs points de dispersion relatifs de la fonction choisie pour caractériser l'écart droite calculée / expérience.

6 CONCLUSION

L'Hibiscus Sabdariffa est une plante très utilisée dans l'alimentation quotidienne et dans la médecine traditionnelle à Lubumbashi contre la drépanocytose. Ainsi, connu comme légume et étant donné qu'elle est utilisée aussi à des fins thérapeutiques, le screening chimique a été fait en vue de déterminer les principes actifs y contenus.

Les essais d'extraction des colorants par trois solvants polaires en l'occurrence l'eau, le méthanol et l'éthanol ont montré que l'eau reste un meilleur extractant.

L'activité antifalcémiante de cette plante a été confirmée in vitro et elle serait due aux groupes des substances chimiques que contient la plante. Elle est d'une manière générale grande pour les extraits aqueux, moyenne pour les extraits méthanoliques et petite pour les extraits éthanoliques.

Les tests de sensibilité à la chaleur ont montré que les colorants contenus dans *L'Hibiscus Sabdariffa* sont thermo dégradables. Ainsi une exposition à de températures élevées pendant longtemps diminuerait leur activité antifalcémiante.

Ce légume alicament étant consommé après cuisson, il importe d'étudier les paramètres et de mettre au point un mode de préparation préservant ses vertus thérapeutiques.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les professeurs Pius MPIANA, Jean-Claude MUZOMWE, le Dr Michel SHENGO et le Chef de travaux Erick KITWA K pour leur implication.

REFERENCES

[1] F. Malaise: Se *nourrir en forêt clair Africain*, éd. A-RCC, Bruxelles, p. 84, 89,1997

[2] N.Mulungulungu, et K. Kunkadi, *Sciences et Technologies des Aliments (STA), Propriétés fonctionnelles et organoleptiques de quelques légumes consommés au Katanga,* 03 (2) : 15-31, 1999

[3] J. Bruneton, J. *pharmacopée, photochimie, plantes médicinales*, 4ème éd. Lavoisier, Paris, p. 366-424, 441-466, 2009

[4] P.T. Mpiana, E.K. Kitwa, A.B.Kanangila *Influence de la photo dégradation sur l'activité antifalcémiante des anthocyanes extraits de quelques plantes de Lubumbashi, R.D. Congo*, Ann. Fac. Sci. 1 : 45-53 , 20092009.

[5] M.Moll et N. Moll, *Additifs alimentaires et auxiliaires technologiques,* 2eme éd. DUNOD, Paris, p.20-39 ,1998

[6] E. Antonot, et R. Marchal, *Chromatographie (stage MAFPEN*), éd. Lycée Louis Vincent, p.26-28. 1998

[7] J.Harborne , ''*Méthodes phytochimiques : Un guide pour des techniques d'analyses des plantes*'', Ed. Chapman, Londres, p.271, 1973

[8] S. Lumbu, K.M. Mbayo et K. Kahumba, ''*Analyse semi-quantitative de quelques plantes utilisées en médecine traditionnelle à Lubumbashi et ses environs*'', Ann. Méd.Vét. ; PUL, XVII, 1, 8-12, 2005.

[9] A. Sofowara, *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique,* éd. Karthala, Paris, p. 6, 1996

[10] P.T. Mpiana, E.K. Kitwa, B. Kanangila, D.S.T. Tshibangu et J.B. S. Lumbu, *Activité antifalcémiante de quelques plantes médicinales de Lubumbashi, R. D. Congo*, Ann. Fac. Sci. Unikin.

[11] P.T. Mpiana, *Biophysique Medicale*, Tome 1, Ed. Academic Express, Kinshasa 2006.

[12] M.MONTIGIAC, (1992), *Je mange donc je maigris des denrées alimentaires,* éd. Berne, volume 2Tome I, chap. 25, p. 5.

[13] J.C. Cheftel,H Cheftel, P Besancon. Introduction à la Biochimie et à la technologie des aliments Vol 1 Editions techniques et documentation 11 Rue Lavoisier 75008 Paris, p147-236 ,1983

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 393-404
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude phytochimique de quelques légumes consommés dans le Haut-Katanga (RD Congo) et évaluation de leur activité antioxydante

[Phytochemical study of some vegetables consumed in Haut-Katanga (DR Congo) and their antioxidant activity evaluation]

Mulungulungu N. Déogratias, Kalonda M. Emery, Mbayo K. Marsi, and Nsomp M. Mira

Département de Chimie,
Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi,
Lubumbashi, RD Congo

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

ABSTRACT: This work aimed to make a phytochemical study of nine vegetables (Adeniagummifera, Bidenspilosa, Celosia trigyna, Crassocephalumpicridifolium, Cleome monophylla, Fagarachalybeum, Solanumnigrum, Polygonumsalicifolumand Ipomoea Aquatica) consumed in Haut-Katanga and assess their antioxidant activity.
The phytochemical study showed that each specie contains at least three groups of substances including tannins (88.8%), anthocyanins (88.8%) and flavanoids (77.8%), saponins (77, 7%), alkaloids (44.4%), cyanogenic glycosides (44.4%) and terpenoids (33.3%).
The evaluation of the antioxidant activity showed that vegetables studied contain substances which are able to inhibit the action of free radicals as DPPH. Indeed, all the extracts inhibited DPPH with at least 19% during 10 or 30 minutes of incubation. Furthermore, evaluation of the effect of temperature has shown that antioxidants had reached a maximum concentration at 70°C. This varied between 0 and 0.803mg/mL

KEYWORDS: Phytochemical, vegetable, inhibition, antioxidant.

RESUME: Ce travail avait pour objectif de faire une étude phytochimique de neuf légumes (Adeniagummifera, Bidenspilosa, Celosiatrigyna, Crassocephalumpicridifolium, Cleomemonophylla, Fagarachalybeum, Solanumnigrum, Polygonumsalicifolum et IpomoeaAquatica) consommés dans le Haut-Katanga et d'évaluer leur activité antioxydante.
L'étude phytochimique a montré que chaque espèce contient au moins trois groupes de substances parmi lesquels les tanins (88,8%), les anthocyanes (88,8%), les flavonoïdes (77,8%), les saponines (77,7%), les alcaloïdes (44,4%), les hétérosides cyanogènes (44,4%) et les terpénoïdes (33,3%).
La mise en évidence de l'activité antioxydante a montré que les légumes étudiés contiennent des substances capables d'inhiber l'action des radicaux libres comme le DPPH. En effet, tous les extraits ont inhibé le DPPH avec au moins 19% à 10 ou 30 minutes d'incubation. Par ailleurs, l'évaluation de l'effet de température a montré que les antioxydants avaient atteint un maximum de concentration à 70°C. Celle-ci a varié entre 0 et 0.803mg/mL.

MOTS-CLEFS: Phytochimique, légumes, inhibition, antioxydant.

Corresponding Author: Mulungulungu N. Déogratias

1 INTRODUCTION

L'alimentation humaine devient de plus en plus variée. Certes elle permet de couvrir les besoins énergétiques de l'organisme et ceux du métabolisme basal mais suite aux avancées technologiques dans l'agroalimentaire l'homme se préoccupe de plus en plus dans la diète des aliments plus appétissants doués de bonnes caractéristiques organoleptiques mais négligeant beaucoup les aspects de sécurité nutritionnelle et la composition bromatologique détaillée des aliments. L'une des conséquences de ce type d'alimentation est l'apparition de maladies accentuant le vieillissement cellulaire et réduisant la durée de vie. Ces maladies en croissance proviennent notamment du stress oxydatif.

Le stress oxydatif dû aux radicaux libres est considéré comme une des principales causes de cancer et jouerait un rôle important dans les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer, les maladies cardio-vasculaires, les accidents cérébraux-vasculaires, l'arthrite rhumatoïde ou les cataractes. Il est aussi un des facteurs potentialisant l'apparition de maladies plurifactorielles tel que le diabète, les rhumatismes et autres affections symptomatiques [1].

La consommation des antioxydants ou des aliments riches en flavonoïdes et anthocyanosides, en acide ascorbique, en caroténoïdes est le plus souvent conseillée. Ceux-ci contribuent à la prévention de certains méfaits dus aux radicaux libres [2]. Ces éléments phytochimiques assurent aussi une protection exogène de l'organisme [3].

Toutefois, ces substances antioxydantes contenues dans les aliments sont instables et sensibles à la chaleur. Cette dernière déprime ou renforce leur action [4].

En effet, lors de la cuisson, certains antioxydants tels que la vitamine C sont inactivés, alors que d'autres se transforment pour devenir plus actifs ou plus facilement absorbables par le système digestif. C'est le cas des lycopènes de la tomate. La cuisson de la tomate augmente la quantité de lycopène biodisponible. Ainsi, il ya environ quatre fois plus de lycopène biodisponible dans la sauce tomate que dans la tomate fraîche [5]. La connaissance et la consommation de ces substances réductrices capables de réagir avec les radicaux libres peut être la base d'une lutte individuelle au développement des maladies ci haut citées.

Bien que la valeur nutritive de la plupart des feuilles comestibles en région zambézienne a été déterminée par Malaisse[6], il paraît opportun de déterminer les qualités des antioxydants y contenus et les facteurs déterminant les conditions de leur utilisation optimale.Ainsi l'objectif de ce travail est de procéder à l'étude phytochimique de neuf légumes consommés à Lubumbashi et d'évaluer l'activité antioxydante de leurs extraits.

2 MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est composé de neuf espèces qui sont consommées comme légume à Lubumbashi et à Kipushi ainsi que dans leurs environs.

Tableau I. Espèces, parties consommées (PC) et noms vernaculaires

Nom scientifique	**Famille**	**Nom vernaculaire**	**PC**
Adeniagummifera (Harv.) Harms varGummifera	Passifloraceae	Kimboyi (lala, lamba), Komboponoke (bemba), Abizingimba (hemba), Elobo (Luba), Mole (tshokwe), Mubunda (Pende),	Feuilles
*Bidenspilosa*L.	Asteraceae	Sokontwe (bemba), LukontweNselatwende(luba), Yimbwarambwata (tshokwe, Minungu), Kanika (lala, lamba), Kashisha (Mashi), Musong (Kanyoka), Nsanon (Rund), Ngoloso (hemba)	Feuilles
*Celosiatrigyna*L.	Amarantaceae	Kisandji (lala, lamba, bemba), Madi-maban (kanyoka), Katuni (Rund), Katshikitshiki (luba, yanzi)	Feuilles
Crassocephalumpicridifolium (DC.) S.Moore	Asteraceae	Kati kula (lala, lamba, bemba)	Feuilles
*Cleomemonophylla*L.	Capparaceae	Sosa (lala, lamba, bemba)	Feuilles
*Fagarachalybeum*Engl.	Rutaceae	Pupwekyulu (lamba, bemba)	Feuilles
*Solanumnigrum*L.	Solanaceae	Ndulwe(lala, lamba, bemba), mutete (swahili), Katet (Rund, ndembo, tshokwe)	Feuilles
*Polygonumsalicifolum*Brouss. Ex Wild	Polygonaceae	Musona (bemba), funte (lala, lamba, aushi)	Feuilles
*Ipomoeaaquatica*forssk	Convolvulaceae	Kalembuila (bemba), Mulapalala (lala, lamba, ndembo, rund), lolwe(luba), matembeleyamayi (Swahili RDC)	Feuilles

3 METHODES

3.1 RECHERCHE DES ALCALOÏDES

1g de poudre de matière végétale sèche est macérée dans 10ml de méthanol à la température ambiante pendant 24 heures ou à 50°C pendant 4 heures. La solution obtenue est filtrée et est évaporée à sec à 40°C. Le résidu est repris par 2 fois 2ml de solution chaude d'acide chlorhydrique 1% et est ensuite filtré. La solution acide obtenue est alcalinisée par l'ammoniaque concentrée dans une ampoule à décanter et extraite par 3 fois avec 4 ml de chloroforme. Les phases organiques combinées sont évaporées à sec et le résidu, repris par 0,5ml de chloroforme, est transféré dans un tube à hémolyse. Ajouter dans ce tube 0,5ml de HCI 1% et agiter pour mélanger. Les alcaloïdes protonés se trouvent dans la phase aqueuse qui est prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur. Six gouttes sont déposées sur une lame porte-objet. Chacune de ces gouttes est traitée par l'un des six réactifs de précipitations (Réactif de Dragendorrf, de Mayer, de Wagner, de Sonneschein, de Hager et de Bertrand). La présence d'alcaloïdes n'est considérée comme certaine que si chacun des six réactifs donne un précipité. La méthode permet de détecter des teneurs d'alcaloïdes inférieures à 0,01% sur une prise d'échantillon de 1g (Lumbu et *al*., 2005).

3.2 RECHERCHE DES ANTHOCYANES ET DES FLAVONOÏDES

5g de matériel végétal sont infusés dans 50ml d'eau distillée pendant 30 minutes. Après filtration, 5ml de filtrat sont traités par l'alcool éthylique à 94%, additionnés successivement de 5ml d'eau distillée, 5ml de HCI, quelques gouttes d'alcool isoamylique et 0,5g de copeaux de magnésium. Une coloration rose-orangé, rouge ou rouge violet apparaît dans la couche surnageante si la solution contient des flavonoïdes. De même, la réaction effectuée pendant deux minutes au bain-marie en l'absence de copeaux de magnésium permet la caractérisation des anthocyanes lorsqu'apparaît une coloration rouge [7-8].

3.3 RECHERCHE DES HÉTÉROSIDES CYANOGÈNES

5g de poudre végétale sont placés dans un erlenmeyer avec 10ml d'eau distillée. Fermer l'erlenmeyer avec un bouchon auquel est fixée une bandelette de papier picrosodé légèrement humectée d'eau. Chauffer légèrement la solution. Le papier picrosodé jaune vire à l'orange ou au rouge si l'extrait végétal dégage de l'acide cyanhydrique [7-8].

3.4 RECHERCHE DES QUINONES

5g de matériel végétal en poudre sont macérés pendant 24 heures dans l'éther de pétrole. Après filtration, 10ml de filtrat sont traités par 5ml de NaOH 1%. L'apparition d'une coloration rouge indique la présence d'hydroxy-anthraquinones dans la solution [7-8].

3.5 RECHERCHE DES TANINS

5g de matériel sont infusés dans 50ml d'eau dans un erlenmeyer pendant 30 minutes. 5ml de l'infusé sont filtrés, transférés dans un tube à essai et additionnés d'un ml de chlorure ferrique 1 %. Le test est positif lorsqu' un précipité ou une coloration (bleu - vert, bleu sombre ou vert) apparaît. 15ml de réactif de Stiasny sont ajoutés à 30ml de l'infusé. Le mélange est porté au bain-marie à 90 °C. L'apparition d'un précipité indique la présence de tanins catéchiques (procyanidols). La solution est ensuite filtrée. Le filtrat est saturé d'acétate de sodium avant d'y ajouter quelques gouttes de chlorure ferrique. La formation d'un précipité révèle la présence de tanins galliques [7-8].

3.6 RECHERCHE DES SAPONINES

Dans un erlenmeyer, peser 10g de matière végétale. Ajouter 100ml d'eau distillée. Porter le tout à l'ébullition pendant 30 minutes. Refroidir et filtrer la solution. Recueillir 15ml du filtrat. Verser ensuite ce filtrat dans un tube à essai de 16mm de diamètre et 160mm de hauteur. Agiter le contenu pendant 10 secondes. Laisser reposer la solution pendant 10 minutes et mesurer la hauteur de la mousse. En cas d'une hauteur de mousse inférieure à 10mm, y ajouter le mélange H_2SO_4 et $K_2Cr_2O_7$ 10%. L'apparition d'une coloration vert- sale indique la présence des saponines [7-8].

3.7 RECHERCHE DES STEROÏDES ET TERPENOÏDES

5g de matériel végétal sont macérés pendant 24 heures dans l'éther de pétrole. Après filtration, le solvant est évaporé à sec. Au résidu obtenu, on ajoute successivement en agitant 2ml de chloroforme, 0,5ml d'anhydride acétique et trois gouttes d'acide sulfurique concentré. L'apparition d'une coloration mauve ou verte indique la présence des stéroïdes. L'identification des terpenoïdes suit le même schéma que celui des stéroïdes. En plus du test utilisé pour la recherche des stéroïdes, quelques gouttes du réactif de Hirchson sont ajoutées à 4 ou 5ml de la solution acidifiée. Une coloration jaune virant au rouge indique la présence de terpenoïdes[7-8].

3.8 EXTRACTION DES ANTHOCYANES

Les anthocyanides sont solubles dans l'eau et dans l'alcool mais ils sont insolubles dans les solvants organiques apolaires et ils sont instables en milieu neutre ou alcalin. Leur extraction est classiquement réalisée par un alcool (méthanol); l'éthanol est préféré si le produit est destiné à l'usage alimentaire) Macérer à l'éther de pétrole 50 g de matières végétales placées dans un erlenmeyer de 450 ml pendant 48 h.

Filtrer, évaporer sous pression réduite et laver le marc à l'aide du mélange acétone, MeOH/métabisulfite de sodium (2÷7÷0,5%). Filtrer et laver le résidu par le mélange Acetone/MeOH/Ac tartrique : (2÷7÷1%) selon la méthode décrite par Ribéreau-Gayon[9] et complétée par Merghem[10].

3.9 IDENTIFICATION DES ANTIOXYDANTS PAR CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE

Dissoudre 10mg de chacune des fractions ou de l'extrait dans 1ml du solvant approprié et filtrer si nécessaire pour obtenir un mélange homogène. Sur plaque de silicagel$_{60254}$ de format 10×10 cm, déposer 5µl de solution de chaque fraction ou extrait et 2µl de chaque substance de référence à l'aide des microcapillaires. Après séchage des plaques à l'air libre, elles sont placées dans les cuves de migration contenant l'éluant : Hexane-Acétate d'éthyle (1÷1), Dichlorométhane-méthanol-Eau (65÷35÷5) et Hexane-Acétate d'éthyles-méthanol-acide acétique (6÷3÷1÷0,5). Incuber pendant 10 et 30 minutes dans le noir à la température ambiante. Révéler sous une lampe UV à 254 et 366 nm avec une solution de DPPH 2mg/ml dans le méthanol. En présence de substances antioxydantes, le DPPH est réduit et passe de la couleur pourpre au jaune [11].

3.10 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques a été réalisée selon la méthode décrite par Gerald et ses collaborateurs[12], en présence de 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl (DPPH), en utilisant la quercétine comme antioxydant de référence (Ahmet, 2009 ; Gerald, 2011) et la lecture est faite à l'aide d'un spectrophotomètre Hach Drell 4000.

Dans des tubes à essai, introduire 5ml de la solution méthanolique de DPPH et 50µl de l'extrait méthanolique de l'échantillon. Après agitation, les tubes sont placés à l'obscurité à la température ambiante pendant 10 et 30 minutes. La mesure de l'absorbance à 517nm est effectuée au spectrophotomètre. Commencer par la lecture du blanc qui est la solution de DPPH et poursuivre la lecture des échantillons [13]. Les résultats peuvent être exprimés en tant que activité anti-radicalaire ou inhibition des radicaux libres en pourcentage (%) en utilisant la formule suivante :

$$I(\%) = \frac{(Abs\ blanc - Abs\ échantillon)}{Abs\ blanc} \times 100$$

Avec : I (%) = Pouvoir inhibiteur de l'extraits sur le DPPH en pourcentage ; Abs blanc= Absorbance du blanc et Abs Echantillon= absorbance de l'échantillon ;

3.11 EVALUATION DE LA DEGRADATION DES ANTIOXYDANTS

Les extraits ont été obtenus par macération dans le méthanol pendant 24 heures. Prendre 2mg de l'extrait le dissoudre dans 10 ml de méthanol. Chauffer à 50, 70 et 90°C pendant 40 minutes et 1heures 30 minutes. Prélever 25µl de l'extrait méthanolique, y ajouter 2,5µl de la solution méthanolique de DPPH à 0,004% et incuber pendant 30 minutes. On procède ensuite à la lecture des absorbances des étalons d'abord et ensuite des échantillons [14].

4 RESULTATS

4.1 MISE EN EVIDENCE DES GROUPES DES SUBSTANCES

L'identification des groupes des substances est faite à l'aide des réactifs appropriés par des tests de coloration et de précipitation pour mettre en évidence les flavonoïdes, les tanins, les saponines, les alcaloïdes, les hétérosides cyanogènes, les quinones, les anthocyanes les stéroïdes et les terpénoïdes etc. Les résultats de cette analyse sont repris dans le tableau II ci-dessous.

Tableau II. Résultats du criblage chimique des plantes étudiées

Echantillon		Alc	Tan	Flav	Anth	Qun	Sap	Ste	Ter	Hcn	Resultats +	
											Nbre	%
Adeniagummifera	AdG	-	+	++	++	-	++	+	-	+	6	66,67
Bidenspilosa	BiP	+	+	++	++	-	+	+	+	-	6	66,67
Celosiatrigyna	CeT	-	+	+	+	-	+	-	-	+	5	55,56
C. picridifolium	*CrP*	-	+	+	+	-	+	-	-	-	3	33,33
Cleomemonophylla	ClM	-	+	-	+	-	-	-	-	+	3	33,33
Fagarachalybeum	FaX	+	+	++	+	-	+	+	+	-	6	66,67
Solanumnigrum	SoN	+	-	+	+	-	+	-	-	+	5	55,56
Polygonumsalicifolum	PoS	-	+	-	-	-	+++	+	+	-	4	44,44
Ipomoeaaquatica	IpA	+	+	+	+++	-	-	+	-	-	5	55,56
Nombre des Résultats +		4	8	7	8	0	7	5	3	4		
% des Résultats +		44,4	88,9	77,8	88,9	0	77,8	55,6	33,3	44,4		

Légende : + présence ; - : Négatif

Il ressort de ce tableau que les extraits contiennent au moins trois groupes de substances. Le groupe des métabolites secondaires le plus abondants sont ceux des tanins (88,8%), des anthocyanes (88,8%), les flavonoïdes (77,8%) et des saponines (77,7%). Par ailleurs les groupes rares dans les légumes analysés sont alcaloïdes (44,4%), les hétérosides cyanogènes (44,4%) et les terpenoïdes (33,3%).

4.2 IDENTIFICATION DES SUBSTANCES ANTIOXYDANTES

En présence de substances antioxydantes, le DPPH est réduit et passe de la couleur pourpre à la couleur jaune sur plaque CCM. Ce test est également une indication de l'activité antiradicalaire des extraits étudiés.

Tableau III. Identification des antioxydants par CCM dans les systèmes :

Echantillon	Rf			Coloration			Résultat		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Adeniagummifera	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	+	+
Bidenspilosa	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	+	+
Celosiatrigyna	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	+	+
Crassocephalumpicridifolium	0	0,510	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	++	+
Cleomemonophylla	0	0,612 et 0,816	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	++	+
Fagarachalybeum	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	+	+
Solanumnigrum	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	+	+
Polygonumsalicifolum	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	+	+	+
IpomoeaAquatica	0	0	0	Jaune	Jaune	Jaune	++	+	++

***A** : Hexane/Acétate d'éthyle (1÷1) ; **B** : DCM/ Méthanol/eau (65÷35÷5) et **C** : DCM/AcOEt/MeOH/AcOH (6÷3÷1÷0,5)*

Le développement des plaques chromatographiques et la révélation par la solution de DPPH ont montré que les extraits des systèmes A,B,C contiennent des composés à effet antioxydant. Cependant, le système utilisé n'a pas permis de séparer ces derniers. Cela se traduit par le non décollement des spots dans l'ensemble sur la ligne de base.

Les composés antioxydants sont plus abondants dans *Crassocephalumpicridifolium* et *Cleomemonophylla*. Dans ces deux espèces, on a observé les Rf de 0,510 pour *Crassocephalumpicridifolium* et de 0.612 et 0.816 pour *Cleomemonophylla*et des colorations jaunes plus intenses.

Le troisième système a montré que la concentration des substances antioxydantes est plus élevée dans *Ipomoeaaquatica*.

4.3 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

L'évaluation de l'activité antioxydante est basée sur le pouvoir inhibiteur d'un extrait sur le DPPH. Les résultats sont exprimés en pourcentage de l'activité anti radicalaire ou pourcentage de DPPH restant. Ce pourcentage de DPPH permet d'utiliser le paramètre IC_{50} qui est défini comme la concentration de substrat qui cause une perte de 50% d'activité de DPPH. Les résultats sont consignés dans le tableau VI ci-dessous.

Tableau IV .Evaluation de l'activité antioxydante à 10 et 30 minutes d'incubation

Echantillon	ABS blanc	Abs Extrait		% Inhibition	
		10 min	30min	10 min	30min
Adeniagummifera	0,056	0,040	0.036	28.57	35.71
Bidenspilosa	0,056	0,045	0.042	19.64	25.00
Celosiatrigyna	0,056	0,040	0.043	**28.57**	**23.21**
Crassocephalumpicridifolium	0,056	0,042	0.040	25.00	28.57
Cleomemonophylla	0,056	0,043	0.041	23.21	26.79
Fagarachalybeum	0,056	0,043	0.043	23.21	23.21
Solanumnigrum	0,056	0,043	0.040	23.21	28.57
Polygonumsalicifolum	0,056	0,044	0.042	21.43	25.00
Ipomoeaaquatica	0,056	0,040	0.038	28.57	32.14
Quercétine	**0,056**	**0,024**	**0,024**	**57,14**	**57,14**

L'évaluation de l'effet inhibiteur des composés antioxydants des extraits sur le DPPH, a montré que *Adeniagummifera*, *Celosiatrigyna* et *IpomoeaAquatica*ont montré que leurs extraits ont inhibé le DPPH à 28,57%. Par ailleurs, *Bidenspilosa* a montré le plus faible pouvoir inhibiteur sur le DPPH (19,64%) de tous les extraits étudié à 10 minutes d'incubation.

Apres trente minutes d'incubation des extraits avec le DPPH, on a observé que les composés antioxydants ont inhibé le DPPH à 35,71% pour les extraits de *Adeniagummifera*, à 31,14% pour les extraits de *IpomoeaAquatica*et à 28,57% pour les extraits de *Crassocephalumpicridifolium* et de *Solanumnigrum*. Par contre, *Celosiatrigyna*et *Fagarachalybeum*ont inhibé le DPPH avec le plus faible pouvoir (21,57%) de tous les extraits étudiés.

4.4 EVALUATION DE LA DEGRADATION DES ANTIOXYDANTS EN FONCTION DE LA TEMPERATURE ET DU TEMPS

Nous suivons la variation de la quantité des antioxydants, en fonction du temps d'extraction et de la température de cuisson dans le but de se situer dans les conditions des consommateurs et d'évaluer la biodisponibilité des antioxydants au moment des transformations culinaires éventuelles.

Tableau V. Effet des températures sur les antioxydants durant 40 et 90 minutes de chauffage

Espèce	Concentration en mg par ml					
	50°C		70°C		90°C	
	40 min	90 min	40 min	90 min	40 min	90 min
Adeniagummifera	0,510	0,408	0,320	**0,480**	0,276	0,245
Bidenspilosa	0,586	0,612	0,663	**0,803**	**0,694**	0,427
Celosiatrigyna	0,561	0,459	**0,586**	0,510	0,019	**0,587**
Crassocephalumpicridifolium	0,485	0,306	**0,586**	**0,816**	0,240	0,560
Cleomemonophylla	0,408	0,306	**0,433**	**0,530**	0,106	0,507
Fagarachalybeum	0,561	0,153	0,280	0,020	0,347	**0,347**
Solanumnigrum	0,485	0,561	**0,586**	**0,897**	0,320	0,614
Polygonumsalicifolum	0,714	0,688	**0,510**	**0,897**	0,480	0,587
Ipomoeaaquatica	0,000	0,356	**0,332**	0,492	0,230	**0,560**

Au regard des concentrations, il ressort de ce tableau que la température dégrade les antioxydants dans les extraits de certaines espèces. Toutefois, pour certaines espèces notamment *Celosiatrigyna*, *Crassocephalumpicridifolium*, *Cleomemonophylla*, *Solanumnigrum*et, on a observé un effet contraire. Cependant pour *Fagarachalybeum*, on a observé une décroissance de la concentration en passant de 50°C à 70°C, puis une augmentation de la concentration en passant de 70°C à 90°C.

5 DISCUSSION

5.1 MISE EN EVIDENCE DES GROUPES DES METABOLITES

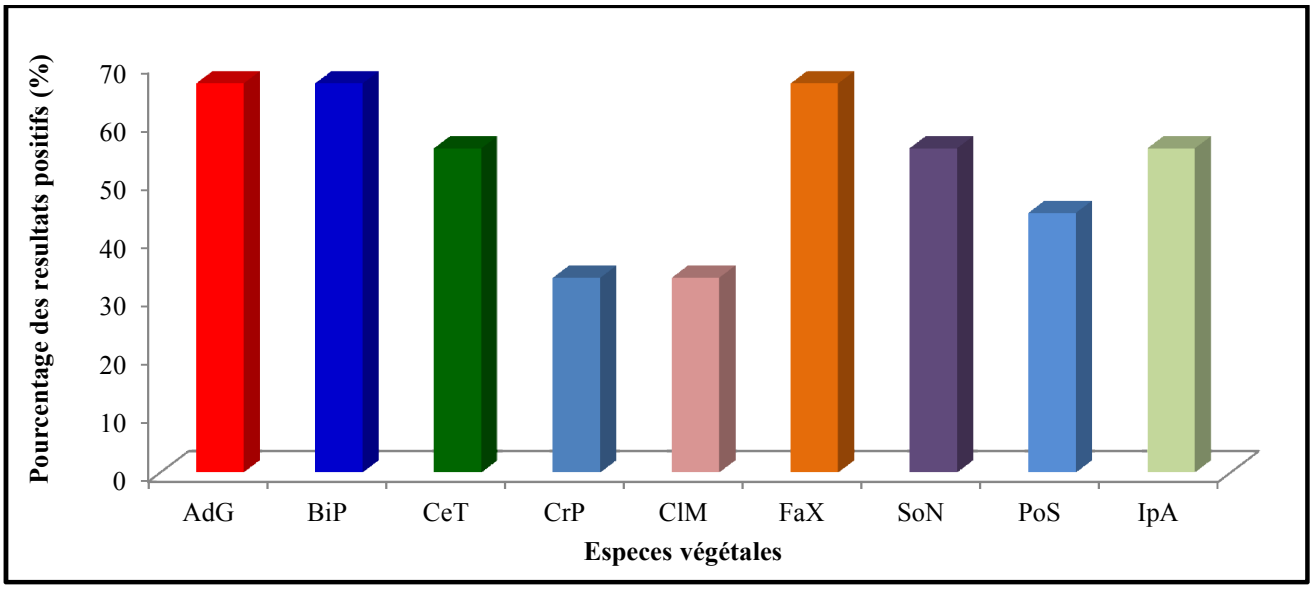


Figure 1. Répartition des pourcentages positifs dans les espèces étudiées

Les plantes étudiées peuvent etre groupées en trois categories : les plantes qui ont realisé 66,6% des resultats positifs. Ce sont les espèces les plus pourvues. Il s'agit de *Adeniagummifera*, *Bidenspilosa* et *Fagarachalybeum*. Elles sont suivies des espèces qui ont réalisé 55,5% des résultats positifs (*Celosiatrigyna*, *Solanumnigrum* et *Ipomoeaaquatica*). Les espèces qui ont obtenus 33,3% des resultats positifs sont les moins pourvues en métabolites secondaires bioactifs (*Crassocephalumpicridifolium* et *Cleomemonophylla*).

La divergence phytochimique des espèces etudiées pourrait être justifiée par le fait que leur composition chimique est fonction de la période de récolte, de l'âge à la récolte, de la nature du sol et des autres caractéristiques physiques et biologiques de l'écosystème [15].

Par ailleurs, l'abondance des groupes des substance par rapport au nombre des tests réalisés est représentée sur le graphique de la figure 2 ci-dessous.

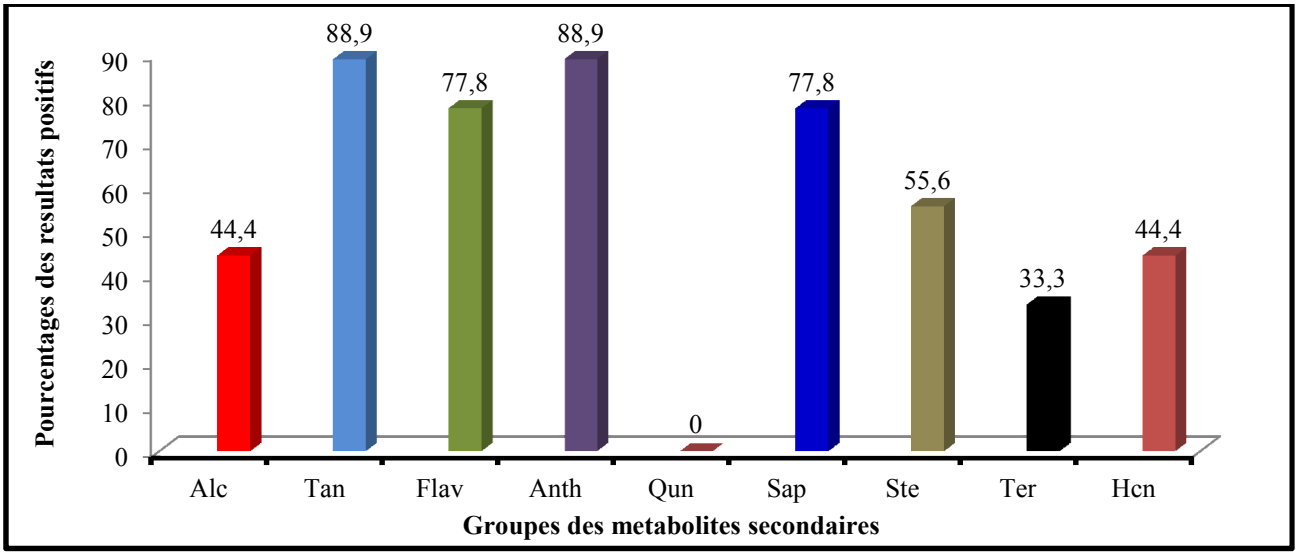


Figure 2. Pourcentage des positifs dans les espèces étudiées.

L'observation de la figure 2 ci-dessus montre que les anthocynaes (88,9%), tanins (88,9%), les flavonoides (77,8%)et le Saponines (77,8%) sont les groupes des metabolites secondaires les plus abondantes dans les espèces etudiées. Pen révanche, quinones n'ont pas été identifiées dans les espèces étudiées.

Les anthocyanes, les flavonoïdes et les tanins sont les composés les plus abondants dans les espèces étudiées. En effet, ces composés polyphenoliques, reconnus comme d'excellents antioxydants [2], jouent un rôle important dans le système de défense. Ils sont, en outre, connus comme ayant des propriétés biologiques diverses.

5.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques a été réalisée selon la méthode décrite par Gerald et collaborateurs, en présence de 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl (DPPH), en utilisant la quercétine comme antioxydant de référence [12-13] et la lecture est faite à l'aide d'un spectrophotomètre Hach Drell 4000. Les résultats obtenus et repris dans le tableau IV ont permis de tracer les graphiques ci-dessous.

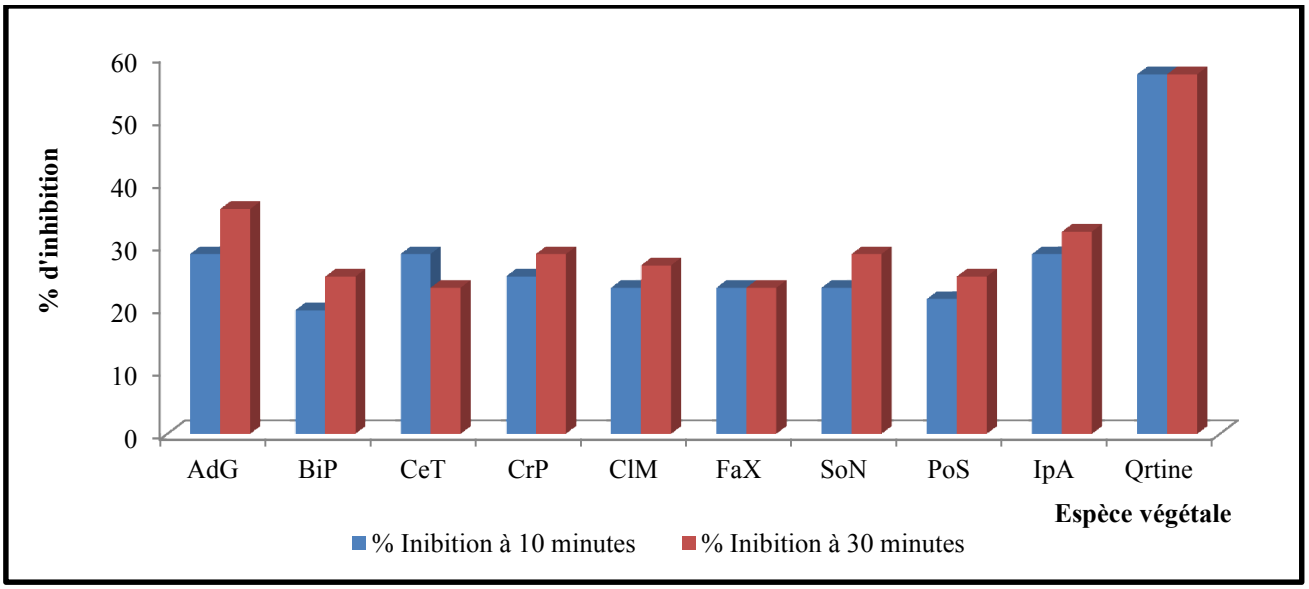


Figure 3. Comparaison du pourcentage d'inhibition des différents extraits

Le temps d'incubation a un effet positif sur l'effet inhibiteur de la DPPH en passant de 10 à 30 minutes. C'est ainsi que pour la majorité des extraits on est passé de la plus faible inhibition à 10 minutes à une inhibition améliorée après 30 minutes d'incubation avec le DPPH. Ainsi pour la majorité des extraits, le pouvoir inhibiteur est passé de 19 à 28% après 10 minutes d'incubation et de 23 à 35% après 30 minutes. Toutefois, le temps d'incubation n'a eu aucun effet sur le pouvoir inhibiteur de la quercétine (57,14% de 10 à 30 minutes d'incubation) et sur les extraits de *Fagarachalybeum* (23,215% pendant 10 et 30 minutes d'incubation) ainsi que pour les extraits de *Celosiatrigyna* (28,5% à 10 minutes à 23,21% à 30 minutes d'incubation) qui ont manifesté une inhibition décroissante vis-à-vis du DPPH en passant de 10 à 30 minutes d'incubation. L'augmentation du pouvoir inhibiteur en passant de 10 à 30 minutes pourrait être justifiée par le fait que l'on donne beaucoup plus de temps de contact et de réaction entre les substances antiradicalaires contenues dans les extraits et le DPPH .

Par ailleurs, les extraits de *Adeniagummifera* ont montré le plus haut pouvoir inhibiteur vis-à-vis du DPPH (28,57% à 10 minutes et 35,71% à trente minutes d'incubation. Le plus faible effet inhibiteur a été observé avec les extraits de *Bidenspilosa* à 10 minutes (19,64%) ainsi que de *Celosiatrigyna* et de *Fagarachalybeum*(23,21%) à 30 minutes.

5.3 EFFET DE TEMPERATURE SUR LA CONCENTRATION DES ANTIOXYDANTS

Les essais de dosage des antioxydants dans les extraits méthanoliques avaient pour but de travailler dans les conditions des consommateurs et de rentabiliser la biodisponibilité au moment des transformations éventuelles. Les résultats obtenus ont été représentés par la figure 4 ci-dessous.

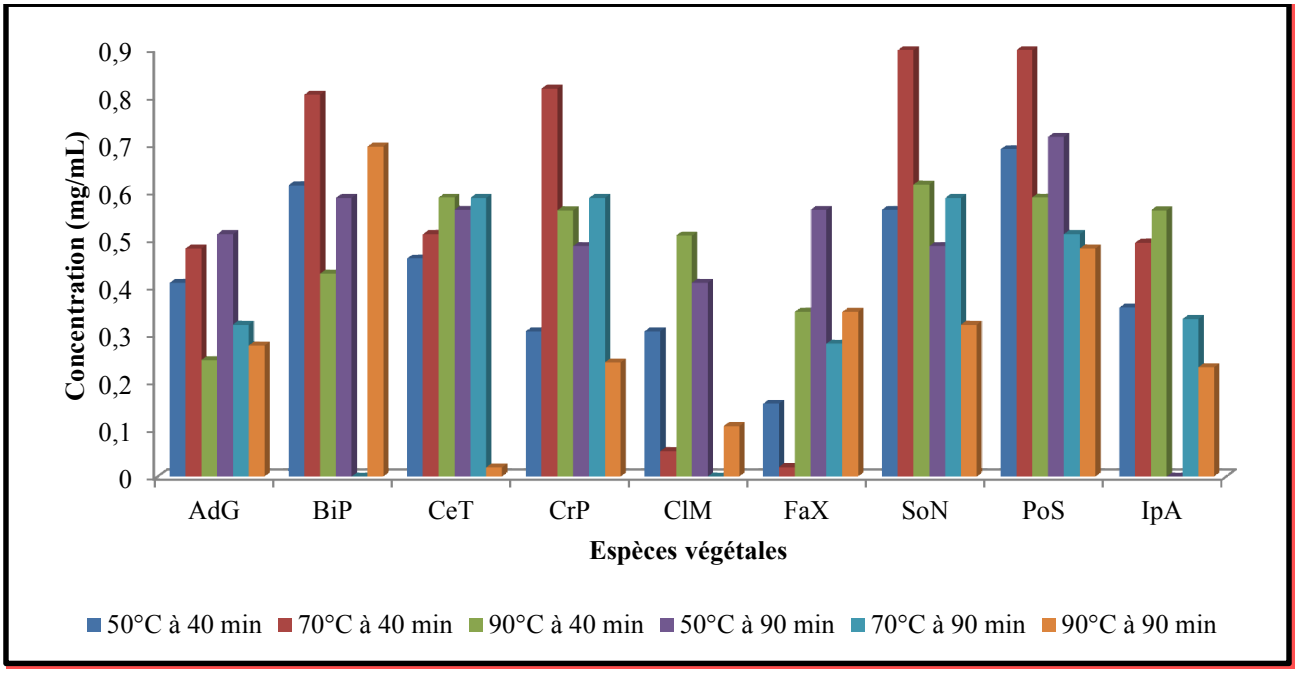


Figure 4. Effet de la température sur la concentration des antioxydants

Le chauffage des extraits à 50°C, 70°C et 90°C durant 40 et 90 minutes a montré la disponibilité des antioxydants dans les extraits a atteint le maximum à 70°C pour la majorité des espèces étudiées. Cependant pour d'autres espèces, on a observé que le maximum a été atteint à 90°C. C'est le cas de *Bidenspilosa* (0.586mg/mL à 50°C, 0.663mg/mL à 70°C et 0.694mg/mL à 90°C) durant 40 minutes et de *Ipomoeaaquatica* (0.365mg/mL à 50°C, 0.492mg/mL à 70°C et 0.0.560mg/mL à 90°C) durant 90 minutes de chauffage.

Plusieurs études ont indiqué que l'extraction prolongée de substances antioxydantes conduit à une diminution de la teneur en composés phénoliques des extraits bruts en raison de l'oxydation de ces composés en prolongeant l'exposition à des facteurs environnementaux tels que la lumière et de l'oxygène [16-17].

Les disparités de concentrationpourraient être expliquées par la seconde loi de diffusion de Fick, qui prédit que, après un certain temps, il y aura un équilibre final entre le soluté dans la matrice solide (échantillon de plante) et dans la solution (solvant d'extraction) [18]. Par conséquent, la concentration en antioxydants observée est fonction de la composition chimique des différentes légumes et de matières extractibles (protéines, acides aminés et métabolites secondaires).

Par ailleurs, une augmentation de température accroît l'efficacité de l'extraction par la chaleur car celle-ci augmentela perméabilité des cellules. Elleaugmenteégalement la solubilité et le coefficient de diffusion des composés à extraire et diminue la viscosité du solvant, ce qui facilite son passage à travers la masse de substrat solide.Toutefois, les résultats de cette recherche ont montré que la température optimum d'extraction des substances antioxydantes est de 70°C. En outre, l'utilisation de températures supérieures à 70°C diminue le rendement total dessubstances antioxydantes. Cela est probablement dû à leur dégradation. En effet, la chaleur peut solubiliser les composés antioxydants en général, particulièrement les composés phénoliques, mais cette solubilisation est fonction de la naturedes espèces végétales étudiées. Ainsi, des mesures efficaces de traitement pour libérer des composés antioxydants de différentes plantes peuvent ne pas être identiques [19].

Bien que des températures élevées peuvent parfois améliorer les rendements d'extraction, mais les substances extraites peuvent se dégrader et peuvent provoquer ainsi l'apparition de nouveaux composés qui absorbent à la même longueur d'onde que les composés antioxydants ; ce qui annihile l'action des uns et des autres[20].

Par ailleurs, *Fagarachalybeum* a manifesté un comportement étrange. Après un chauffage de 90 minutes, on a observé une concentration de 0.153mg/mL à 50°C, puis 0,020mg/mL à 70°C et ensuite une augmentation de concentration à 0.347mg/mL à 90°C

6 CONCLUSION

Ce travail a montré que les légumes étudiés (*Adeniagummifera*, *Bidenspilosa*, *Celosiatrigyna*, *Crassocephalumpicridifolium, Cleomemonophylla*, *Fagarachalybeum, Solanumnigrum*, *Polygonumsalicifolum* et *Ipomoea Aquatica*) contiennent des métabolites secondaires bioactifs, à savoir : les alcaloïdes, les flavonoïdes, les quinones, leucoanthocyanes, les saponines, les stéroïdes, les tanins et les terpénoïdes dont certains sont antioxydants.

Les tests de l'évaluation de l'activité antioxydante avec le DPPH comme radical libre stable et la quercétine comme antioxydant de référence ont révélé que tous les extraits méthanoliques des espèces présentaient un effet inhibiteur sur le DPPH traduisant une activité antioxydante ou antiradicalaire dans les légumes étudiés.

L'analyse de la biodisponibilité de l'antioxydant alimentaire en fonction des paramètres temps d'extraction et de la température a révélé que les légumes libèrent l'antioxydant à des températures variant entre 50°C, 70°C et 90°C alors pour d'autres légumes l'augmentation de température réduit la disponibilité des antioxydants.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Monsieur Kisimba Kibuye Emile, botaniste du laboratoire de géomorphologie de la Faculté des sciences de l'université de Lubumbashi pour la récolte des espèces végétales et leur identification.

REFERENCES

[1] A Favier,''Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique'', Mécanismes biochimiques, 108-114,2003.
[2] J. Bruneton, ''Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales'', 3e éd., TEC, Paris, pp.21, 23, 320-370, 1999.
[3] Ahmet et al., ''A antimicrobial and antioxydant activity of the essential oil and methanol extract of Nepetacataria'', Journal of microbiology; p 69-76, 2009.
[4] D. Derache, ''Toxicologie et sécurité des aliments'', TEC, Paris, p.127, 1986.
[5] S. Hekimi and J.L. Liu, ''The impact of mitochondrial oxidative stress on bile acid-like molecules in C. elegans provides a new perspective on human metabolic diseases'', Worm.: 2(1):e21457, 2003.
[6] F. Malaisse, ''Se nourrir en forêt claire Africaine, Approche écologique et nutritionnelle'', Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, pp.55-69, 1997.
[7] J.Harborne , ''Méthodes phytochimiques : Un guide pour des techniques d'analyses des plantes'', Ed. Chapman, Londres, p.271, 1973
[8] S. Lumbu, K.M. Mbayo et K. Kahumba, ''Analyse semi-quantitative de quelques plantes utilisées en médecine traditionnelle à Lubumbashi et ses environs'', Ann. Méd.Vét. ; PUL, XVII, 1, 8-12, 2005.
[9] P. Ribereau-Gayon, ''Les composés phénoliques des végétaux'', Dunod, Paris, 254p, 1968.
[10] R. Merghem, M. Jay, M. R.Viricel, C. Bayet and B. Voirin, ''Five 8-C benzylatedflavonoidsfrom Thymus hirtus (Labiateae)'', Phytochemistry., 38 (3) : 637-640, 1995.
[11] T. Takao, N. Watanabe, I. Yagi and K. Sakata, ''A simple screening method for antioxidants and isolation of several antioxidant produced by marine bacteria from fish and shellfish, Bioscience. Biotechnology and Biochemistry, 58: 1780-1783, 1994
[12] B.S. Maataoui, A .Hmyenne, S. Hilali, ''Activités antiradicalaires d'extrait de jus du figuier de barbarie (Opuntia ficus indica)'' ; Lebanese Science Journal, pp 3-8, 2006.
[13] Ahmet et al. (2009); A antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of Nepetacataria, Journal of microbiology; pp.69-76.
[14] P. Baud Traité de chimie industrielle : industries organiques. Tome III.4ème Edition revue et complétée. Masson et Cie Editeurs. Paris p 6, 1951).
[15] A. Abdollahi, M.F. Ramandi, S.A. Kouhpayeh, S. Najafipour, E. Ahmadi, M.H. Meshkibaf and M.Naghdi, ''Antimicrobial Effect of 15 Medicinal Plant Species and their Dependency on Climatic Conditions of Growth in Different Geographical and Ecological: Areas of Fars Province'', Zahedan J.Res.Med.Sci.; 14 (5) : pp 34-37, 2012
[16] M. Naczk, and F. Shahidi, Extraction and analysis of phenolics in food, Journal of Chromatography A 1054: 95–111, 2004.
[17] S.W. Chan, C.Y. Lee, C.F. Yap, W.M. Wan Aida and C.W Ho, Optimisation of extraction conditions for phenolic compounds from limaupurut, Citrus hystrix) peels, International Food Research Journal 16: 203-21, 2009.
[18] K.K. Chew, M.Z. Khoo, S.Y. Ng, Y.Y. Thoo, M. Wan Aida and C.W. Ho, 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of Orthosiphonstamineusextracts, International Food Research Journal 18(4): 1427-1435, 2011.

[19] S.C. Lee, S.M. Jeong, S.Y. Kim, H.R.Park, K.C. Nam and D.U. Ahn,''Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls, Food Chemistry, 94: 489–493, 2006

[20] B. Sun and M.I. Spranger, ''Review: quantitative extraction and analysis of grape and wine proanthocyanidins and stilbenes, Ciência e TécnicaVitivinícola, 20 (2): 59-89, 2005.

[21] R. Kœchlin, ''Stress oxydant et supplémentassions antioxydantes'', pp.165-177, 2006.

[22] Y. Jahangiria, H. Ghahremanib , J. AbediniTorghabehc, E.AtayeSalehi; Effect of temperature and solvent on the total phenolic compounds extraction from leaves of Ficuscarica; J. Chem. Pharm. Res., 3(5):253-259, 2011.

[23] F.Benmeziane, R. Djamai, Y. Cadot and R.Seridi, ''Optimization of extraction parameters of phenolic compounds from Algerian fresh table grapes (VitisVinifera)'', International Food Research Journal 21(3): 1061-1065, 2014.

[24] C.Ramassamy,''Emerging role of polyphenolic compounds in treatment of neurodegenerative disease'', European pharmacology, pp51-56, 2006.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 405-419
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Comment peut-on développer et gérer la performance des jeunes entreprises en phase de croissance ? : Approche théorique

[How can we develop and manage the performance of young companies in the growth phase? : Theoretical approach]

Mohamed Ben Ali[1], Said Rifai[2], Otmane Bouksour[2], and Said Barrijal[3]

[1]Doctorant en Génie Industriel,
Université Hassan II, Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique (ENSEM), Casablanca, Maroc

[2]Department Génie Mécanique,
Université Hassan II, Ecole Supérieure de Technologie (EST), Laboratoire de Mécanique Productique et Génie Industriel (LMPGI), Casablanca, Maroc

[3]Department de Biologie,
Université Abdelmalek Essaadi, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger, Maroc

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

ABSTRACT: Research on the growth and the development of young companies in general, and their performance in particular, attracts the interest of many researchers and many research works have been undertaken and published on the matter. However, the results obtained up to now are not up to the efforts made or the results awaited.(…).
In this article, we are interested more particularly in the development and the performance of young companies in the phase of growth. And this on the basis of the relevant literature and of the multi-criterion vision of total performance suggested by Kaplan and Norton in their Balanced Scorecard and in the light of the characteristics and the peculiarities of the young company in the phase of growth. We seek by this work, of theoretical aims, to present a diagram synthesizing the total performance of these types of companies according to the Balanced Scorecard model (BSC).

KEYWORDS: Growth, Young companies, total Performance, Balanced Scorecard model (BSC).

RESUME: La recherche sur la croissance et le développement de la jeune entreprise en général et sa performance en particulier, attire l'intérêt de nombreux chercheurs et de nombreux travaux de recherche qui ont été développés et publiés en la matière. Cependant, les résultats obtenus jusqu'à présent ne sont pas à la hauteur des efforts fournis et des résultats attendus(…).
Dans cet article, nous nous intéressons plus particulièrement au développement et à la performance des jeunes entreprises en phase de croissance. En se basant sur la littérature pertinente, et sur la vision multicritère de la performance globale proposée par Kaplan et Norton dans leur tableau de bord prospectif (BTP) et à la lumière des caractéristiques et des particularités de la jeune entreprise en phase de croissance, nous cherchons par le présent travail, à visé théorique, à présenter un état synthétique permettant d'améliorer et gérer la performance globale selon la réalité et le vécu de ce type d'entreprises en se référant au modèle Balanced scorecard (BSC) qui a été développé par Kaplan et Norton (1992, 1996, 2001).

MOTS-CLEFS: Croissance, Jeune entreprise, Performance globale, Tableau de bord prospectif (TBP).

Corresponding Author: Mohamed Ben Ali

1 INTRODUCTION

L'évolution du contexte économique et des stratégies organisationnelles et industrielles des firmes, conduit aujourd'hui les entreprises à maîtriser leurs performances dans une approche plus globale. Ce qui a donné à la performance une place importante ainsi qu'attiré l'attention de plusieurs disciplines [1]. Actuellement, elle est au cœur des préoccupations des professionnelles et des chercheurs. Depuis plusieurs années, on étudie les différents liens entre des variables contextuelles comme la stratégie, la structure ou encore l'incertitude perçues de l'environnement, l'utilisation des systèmes de gestion de plus ou moins sophistiqués et l'effet combiné de ces facteurs sur la performance des entreprises en général et celle des jeunes entreprises en phase de croissance en particulier [2], [3]. Ces études qui s'inscrivent dans un courant positiviste, étudient la plupart du temps la performance en terme financier [4]. Or l'entreprise évolue dans un environnement turbulent, incertain et de plus en plus dynamique, la performance en terme financier ne suffit plus [4]. D'où la performance doit être de nature multicritère et multidimensionnelle.

La recherche sur le développement des jeunes entreprises en général et l'étude de sa performance en particulier s'est développée et de nombreux travaux ont été publiés [5], [6], [7], [8], [9]. Pourtant, il faut mentionner que les résultats obtenus jusqu'alors ne sont pas à la hauteur des efforts fournis et attendus. Donc, ce champ d'étude reste encore à explorer et à développer.

Aujourd'hui, qu'elle soit jeune, petite ou grande, l'entreprise se doit d'être de classe mondiale, c'est-à-dire être capable de concurrencer les meilleurs dans son domaine [10]. Pour ce faire, elle doit adapter ses comportements, fonctionnements, style de gestion et stratégies selon les environnements prédominants et surtout anticiper les changements.

La mise en place de ces éléments stratégiques se révèle particulièrement impérative pour la jeune entreprise en phase de croissance, celle qui après un départ réussi, se voit confronter immédiatement à l'efficience et à l'efficacité (performance) [10]. En effet, la plupart des statistiques fournies, nous démontrent que ce type d'entreprises connait des taux de disparition considérables [10], [11], [12] et que leurs modes d'organisation et de gestion sont peu développés. Signalons ainsi qu'en phase de croissance que ce type d'entreprise ressent d'inquiétudes quant à leurs survies. Les causes de ces difficultés sont multiples mais celle qui revient le plus souvent à l'esprit est **la gestion et le développement de la performance de ce type d'entreprises**.

Donc, pour franchir avec succès la phase de croissance et être pérennes, ce type d'entreprises est impérativement demandé de mettre l'accent sur **l'innovation**, **diversifier et différencier l'offre de leurs produits**, **améliorer la qualité de leurs produits et services**, **s'orienter vers le client interne et externe,** …Ceci ne peut se faire qu'a travers la mise en place, le développement et le suivi d'un certain nombre d'indicateurs adaptés à la réalité de chaque entreprise permettant de visualiser, suivre, adapter et rectifier la décision, la vision et la stratégie de la firme.

Au terme de cet article, nous allons proposer un état de synthèse, à visé théorique, permettant d'améliorer et de gérer la performance globale selon le vécu et la réalité des jeunes entreprises en phase de croissance tout en se référant exclusivement au modèle qui a été développé par Kaplan et Norton [13], [14], [15] pour mieux piloter, gérer et maîtriser leurs croissances.

2 CARACTÉRISTIQUES DE LA JEUNE ENTREPRISE EN PHASE DE CROISSANCE

Depuis le début des années 90, la recherche sur la croissance des jeunes entreprises s'est considérablement développée. De même, Davidson et al. qualifient la situation comme dommageable, mais constitue encore une terre fertile pour de nouvelles recherches recombinant les connaissances acquises [16].

2.1 QU'EST CE QUE LA CROISSANCE DE L'ENTREPRISE

L'entreprise, a-t-on souvent décrit comme l'individu, naîtrait, croîtrait, puis disparaitrai tôt ou tard. On peut qualifier de naissance son démarrage. En croissant, elle se transforme et modifie sa structure, organisant ainsi sa mue [17] ; mais cela est vrai aussi pour celles qui ne croissent pas ou croissent peu, comme c'est le cas de plus de 70% des entreprises qui doivent aussi s'ajuster et s'adapter à l'évolution de l'environnement [18].

Selon Negre, La croissance de l'entreprise correspond à l'augmentation de sa taille dans le temps [19]. Pour Verna « la croissance à la fois l'action et l'action de croitre les résultats de cette action» [20]. Ceci n'est pas le seul fruit du hasard, comme suggère la loi de Gibart [21].

Les opportunités de croissance offertes à chaque entreprise dépendent aussi de sa position compétitive : pertinence de la segmentation de marché opérée, qualité relative de l'offre, niveau de compétitivité-prix… [22]. Pour Starbuck, la croissance n'est pas un phénomène spontané ni aléatoire, mais plutôt le résultat d'une combinaison de divers facteurs liés en particulier aux caractéristiques de l'entreprise [22], à son positionnement stratégique, mais aussi à la structure financière et ses contraintes d'exploitation[23]; c'est la conséquence ainsi d'une décision, telle créer de l'emploi pour le décideur et accroitre la production en réponse à une demande plus forte ou dans le but justement de stimuler la demande [22]. Selon Walker et Brown, la croissance peut être un objectif en soi, comme étalon de réussite du dirigeant et de l'entreprise ainsi que des progrès réalisés pour cette dernière [24]. Une entreprise ayant une croissance type n'existe plus [25]. Toutefois, il reste possible de progresser vers une meilleure compréhension des facteurs influençant le processus de croissance [25].

Les études qui ont tenté de comprendre le processus de croissance peuvent être classées selon quatre approches principales [26] :

- Approches liées au propriétaire dirigeant [27], [28] ;
- Approches du développement organisationnel qui sont surtout théoriques, et qui cherchent à expliquer la croissance à partir des divers modèles de stade de développement [29];
- Les approches centrées sur la gestion de l'entreprise ;
- Les approches sectorielles [27], [30], [31].

Pour Jacob et Quelle, l'ouverture sur un marché local se traduit par une croissance qui se développe selon une stratégie de proximité et qui opère essentiellement dans un marché ou l'incertitude est faible et ou les besoins sont peu sophistiqués, ce qui conduit vers un plus faible degré d'innovation et une utilisation moins répandue des pratiques d'affaires [32]. Par contre, la firme qui s'ouvre sur un marché international s'oriente plus vers l'innovation en accordant plus d'importance au développement des nouveaux produits ainsi que l'amélioration des méthodes de production existantes [33], tout en visant une structure organisationnelle bien développée et ce afin de satisfaire les exigences des importateurs [34].

Les théories relatives à la croissance de l'entreprise supposent classiquement deux modèles de développement : la croissance externe et la croissance interne. Cette dernière correspond au modèle entreprise – patrimoine [35] : l'entreprise grandit par acquisition de nouveaux actifs productifs et/ou par l'embauche du personnel qui est sous la disposition directe de l'entrepreneur, donc c'est d'acquérir des capacités de production ''brutes'' pour les adapter aux besoins spécifiques de l'entreprise (c'est un apprentissage interne de nouvelles ressources qui tendent à rendre ces nouvelles capacités spécifiques aux besoins de l'entreprise). La croissance externe consiste en une entreprise à grandir en acquérant ou en prenant le contrôle d'une entreprise disposant des facteurs de production déjà combinés [36]. Le rythme de la croissance est spécifique et particulier pour chaque firme : croissance rapide (gazelles), entreprises qui resteront toujours petites (souris) et très grosse entreprises (éléphants) [37].

Signalons que le milieu dans lequel, la jeune entreprise y installée pourrait favoriser le phénomène de croissance. Comme le cas d'une jeune entreprise abritée par une pépinière ; cette dernière offre une logistique d'appui, une assistance et une mise en relation avec un réseau de partenaires techniques et commerciaux [23]. Donc, elle est considérée comme un endroit propice stimulant la croissance. Dans le même sens, les entreprises implantées dans un environnement dense et riche en ressources (notamment cognitives), susceptible de générer d'importantes économies et surtout exerce une influence positive sur la croissance des jeunes entreprises. A l'inverse et compte tenu de cet effet positif du territoire, l'intensité de la concurrence associée à une forte densité locale d'établissement du secteur de la jeune entreprise pourrait tendre à pénaliser sa croissance [38]. La mesure de croissance fait l'objet d'un vaste débat et relève d'estimations différentes de l'évolution des variables telles que le profit, les actifs, les immobilisations, la valeur ajoutée, l'emploi, des ventes ou encore les mesures subjectives relevant des objectifs du dirigeant [29], [39].

Elle peut, en effet, être mesurée par l'augmentation du Chiffre d'affaires, sans forcément que l'emploi ne progresse et inversement. De même, il peut y avoir croissance du chiffre d'affaires et dégradation de la valeur ajoutée. Donc, le phénomène de croissance est multifactoriel dans la mesure qu'il n'existe pas un facteur causal unique mais une conjonction de facteurs favorables [40].

Le besoin de croissance comporte deux dimensions [38]. La première correspond à la nécessité d'assurer la compétitivité, ou simplement la survie de l'entreprise. Ce besoin « objectif » de croissance est particulièrement marqué lorsque l'entreprise souffre d'une dimension inférieure à la taille minimale optimale de son secteur et se trouve ainsi pénalisée sur le plan des coûts face à ses concurrents [41]. Le besoin d'atteindre la « taille critique » peut également naître de l'importance des investissements en matière de R&D ou de communication que l'entreprise doit consentir pour demeurer dans la course. La deuxième dimension du besoin de croissance relève d'un registre plus psychologique. Elle renvoie à la place que tient la croissance dans les objectifs du responsable de l'entreprise.

Ce phénomène est complexe [40]. Il est multidimensionnel par nature car il est mesurable à partir d'indicateurs divers et non systématiquement corrélés [42], [43].

En effet, il existe des chevauchements évidents entre ces approches et l'étude d'un seul facteur où l'utilisation d'une approche unique peut devenir rapidement réductrice et limiter la compréhension du phénomène de la croissance [26].

2.2 CARACTÉRISTIQUES ET PARTICULARITÉS DE LA JEUNE ENTREPRISE EN PHASE DE CROISSANCE

Avant d'aborder les caractéristiques de ce type d'entreprises, nous tenons tout d'abord à donner une brève définition de ce que l'on entend par ''jeune entreprise''. Donc, est considérée comme '' jeune'', l'entreprise âgée de 3 à 5 ans et ne dépasserait pas 8 ans [44], [45].

La croissance des jeunes entreprises a attiré l'attention de plusieurs chercheurs, praticiens et politiciens [46]. Ceci s'explique par l'importance de ces entreprises qui sont considérées comme créatrices des nouveaux emplois et comme moteurs de développement local et régional [25], [47], [48]. Pour Demoly et Thirion, la grande majorité des entreprises nouvellement créées sont des TPE et des PME [11] et généralement qu'en phase de croissance que ce types d'entreprises ressent plus d'inquiétudes quant à leurs survies.

Selon Fayolle, l'une des caractéristiques de la jeune entreprise en phase de croissance est l'assimilation de l'organisation à l'entrepreneur [49], l'organisation de l'entreprise est simple, informelle et se confond avec l'entrepreneur, où la réactivité est forte en raison des contacts directs entre le sommet stratégique et le centre opérationnel et la coordination (informelle) privilégiant l'ajustement mutuel [50].

En effet, créer une entreprise, est une chose ; la faire évoluer, développer et pérenniser est une autre! [10] dans la mesure qu'une part assez considérable des entreprises qui se disparaissent après une création.

Bref, face aux caractéristiques et particularités de ce type d'entreprises et aux données statistiques concernant la mortalité des jeunes entreprises ainsi que chercher à franchir avec succès la phase de croissance tout en visant le mot maturité, l'entrepreneur et l'équipe dirigeante doivent se poser deux questions centrales :

1/ Comment peut-on gérer et développer la performance des jeunes entreprises en phase de croissance ?
2/ Quels sont les outils et les indicateurs à prendre comme outils de gestion ?

3 LES PRINCIPAUX CRITÈRES DE MAÎTRISE DE LA PERFORMANCE

3.1 DÉFINITION DU CONCEPT DE LA PERFORMANCE

En anglais, le terme « performance » dérive du verbe « to perform », qui signifie « accomplir » [51]. La performance est donc un accomplissement, mot qui, en français est associé à une idée de plénitude. Néanmoins, la performance en anglais contient à la fois « L'action, son résultat et éventuellement son exceptionnel succès » [52]. Dans cet ordre d'idées, H. Boisvert précise : « la performance désigne un résultat exceptionnel, hors du commun , optimal, elle relève d'attentes que l'on peut traduire en objectifs, si les attentes ne sont pas formellement exprimées sous forme d'objectifs, nous concluons la performance d'une personne lorsqu'elle comble ou même dépasse nos attentes, c'est-à-dire lorsqu'elle utilise quelque chose hors du commun, parfois intangible pour lequel nous n'avons pas établi de points de repère ou d'échelle de mesure » [53].

En revanche, définir la performance est complexe et est polysémique [54]. Le concept de la performance a fait l'objet de nombreuses études, recherches et ouvrages sans cependant aboutir à une définition universelle [55]. Le terme performance est largement utilisé sans que sa définition fasse à l'unanimité [56], [57]. Depuis sa première apparition jusqu'à nos jour, il n'a pas subir des modifications sémantiques. Dans le même sens, définir la performance est complexe car elle regroupe plusieurs dimensions (Rationnelle, humaine, financière, stratégique, apprentissage, innovation, processus interne, etc.) [58].

Comme nous l'avons signalé auparavant, un bon nombre de concepts est lié à la performance : efficacité, efficience, productivité, compétitivité, rentabilité,… Bourguignon définit la performance industrielle comme : « La réalisation des objectifs organisationnels, quel que soit la nature et la variété de ces objectifs. Cette réalisation peut se comprendre au sens strict (résultat, aboutissement) ou au sens large du processus qui mène au résultat (action)… » [59]

Du point de vue de Jacot [60] ; la performance ne se situe pas simplement au niveau du résultat de l'action, ni de l'action en elle-même, ni même au niveau de l'objectif. Elle réside plutôt dans un compromis, selon la pertinence, l'efficience, l'efficacité et l'effectivité du système considéré [61] [63].

3.2 LES CRITÈRES D'EFFICACITÉ, D'EFFICIENCE, D'EFFECTIVITÉ ET DE PERTINENCE (CF.FIG1)

L'efficacité se définit comme la capacité d'une organisation à atteindre l'objectif qu'elle s'est fixée [60]. Donc elle représente « l'aptitude à faire ce qu'il faut » [62]. Pour Kalika et Boisvert, l'efficacité indique **"**à quel point l'objectif fixé est atteint**"** [53]. Pour LONGEAUX, l'efficacité est le meilleur rapport possible entre le degré de satisfaction des clients et les moyens mis en œuvre pour l'obtenir [63]. La satisfaction de la clientèle est dans ce cas, une des dimensions de la réussite organisationnelle [64]. L'efficacité, la réussite ou le succès sont alors des concepts proches [64]. La maîtrise des facteurs clés de succès ou de réussite, c'est-à-dire les atouts, le savoir-faire, est un gage de compétitivité pour l'entreprise en termes d'avantages concurrentiels [65]. Trois facteurs clés de succès sont considérés comme des facteurs principaux de compétitivité de l'organisation : le prix, le délai et la qualité [66].

L'efficience se définit comme l'obtention du résultat fixé sous contrainte de coûts [64] : c'est l'adéquation des moyens et les résultats: « Est-ce que les résultats sont suffisants compte tenu des moyens mis en œuvre », de point de vue sémantique selon Sahraoui, l'efficience d'une chose en appelle à son rendement [62]. Elle représente « La capacité de faire bien » [62]. Boisvert mesure l'efficience par « La quantité des ressources utilisées pour produire une unité donnée de production» [67].

L'effectivité : c'est l'adéquation des objectifs, des moyens et des résultats [62] : « Est-il raisonnable de mettre en œuvre les moyens suffisants pour obtenir des résultats satisfaisants en ce qui concerne les objectifs que l'on cherche à atteindre ? Elle permet de vérifier si « l'on fait effectivement ce que l'on veut faire » [68]. L'effectivité dans ce sens se prononce sur « l'évaluation de triptyque (objectifs-moyens-résultats), c'est-à-dire en remontant jusqu'aux finalités qui sont à l'origine même du système dont on cherche à évaluer la performance » [68].

La pertinence : C'est l'adéquation des objectifs et des moyens [62]. Son évaluation passe par la question : « Les moyens mis en œuvre correspondent-ils aux objectifs ? »[60].

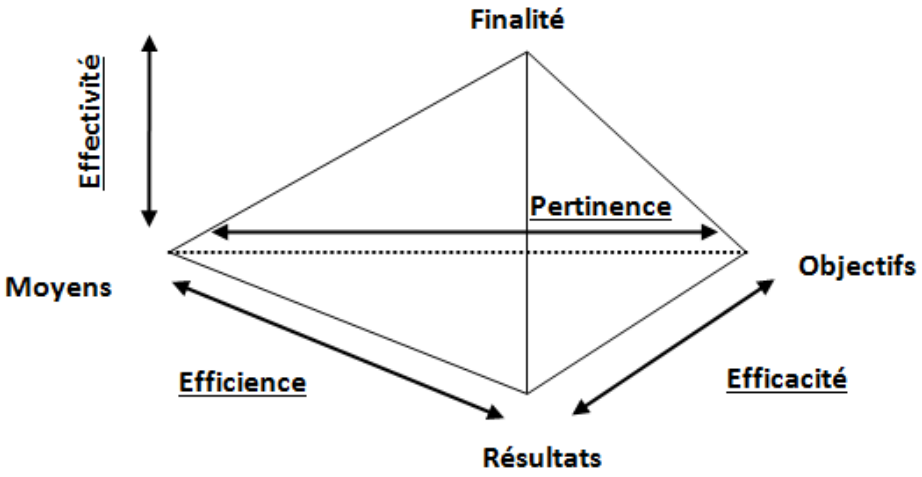


Figure 1 : Efficacité, efficience, effectivité et pertinence
(Bescos, Dobler et al.1995 (Source : S.SAHRAOUI, 2009))

4 DEVELOPPEMENT ET GESTION DE LA PERFORMANCE DE LA JEUNE ENTREPRISE EN PHASE DE CROISSANCE.

Comme il a été signalé dans cet article, notre recherche s'intéresse spécialement aux jeunes entreprises en phase de croissance dont la majorité sont des TPE et des PME [11]. Ce type de firmes a des difficultés et des problèmes relatifs à l'expansion et la croissance que sont souvent sujet de confusion par le dirigeant [10]. Ce dernier ne prend pas son temps pour définir clairement la stratégie et la vision avec ses collaborateurs [10]. S'ajoute aussi à ceci, le taux considérable de la disparition des firmes nouvellement créées [11], [10], [12].

4.1 STYLE DE GESTION DE LA JEUNE ENTREPRISE

L'opportunisme et l'intuition règnent dans l'organisation et la gestion au sein des jeunes entreprises [70]. Dans le même sens Fallery, [71] ; le système d'information du dirigeant de ce type d'entreprises (le plus influençant de l'entreprise) revête un caractère embryonnaire, qu'il est peu formalisé [72] et que son contenu est la plupart du temps s'est limité à la

production des données comptables obligatoires [73]. Ceci s'explique par le fait que les schémas de décision du chef d'entreprise se basent largement sur l'intuition [74], le jugement, l'expérience et sur des logiques qui ne requièrent apparemment pas la mise en place des systèmes d'information formels développés.

Dans la même optique, la faible propension des dirigeants des jeunes entreprises à déléguer leur autorité et à décentraliser leurs objectifs, minimise et simplifie cette problématique qui semble le plus souvent résolue par le recours à des mécanismes de coordination centralisés proches de la supervision directe [50]. Tout ceci porte donc à croire que ces entités développent plutôt des mécanismes de contrôle peu instrumentés et peu empreints de logique cybernétique, qui se rapprochent du contrôle politique, du contrôle intuitif ou du contrôle par jugement [75], ou quelques éléments de la structure d'ensemble du système de contrôle de gestion classique [76]. Les pratiques en matière de comptabilité de gestion s'avèrent globalement peu formalisées et peu complexes [77], et que très peu de jeunes entreprises élaborent des plans écrits fixant les orientations et les objectifs à moyen et long terme [78].

L'ensemble de ces conclusions laissent penser, par déduction, que le système organisationnel de ces types d'entreprises et en particulier les PME et les TPE s'articule plus autour des modes de coordination informelle, qu'il ne fait pas appel aux outils et des techniques managerielles basés sur des indicateurs à caractère multidimensionnel et multicritère [79].

Afin d'éviter les risques et les difficultés, les firmes doivent établir des indicateurs tout en concevant des tableaux de bord qui leur permettent de mesurer la validité de leurs processus, clientèle, personnel…etc.

Donc, pour gagner le pari, faire face à ces problèmes et être performant, un certain nombre d'apports en matière de performance ont été développés par les pionniers [55] : apports de Kaplan et Norton, apports de Cambell, apports de Welge et Fessmann, apports de Qinn et Rohrbough, apports de Steers, apports de Peters et Waterman, apports de cameron... Ce qui nous intéresse le plus dans cet article ce sont les apports de Kaplan et Norton.

4.1.1 LES INDICATEURS DE PERFORMANCE COMME UN NOUVEL OUTIL DE GESTION

Comme nous l'avons indiqué auparavant, les entreprises utilisent depuis longtemps les indicateurs de nature généralement financière. Le bénéfice net, le bénéfice par action et le rendement sur capital investi figurant parmi les indicateurs traditionnels connus et utilisés par les entreprises [4]. Dans un environnement incertain et turbulent, Kaplan et Norton avancent que ce type d'indicateurs ne suffit plus à saisir toutes les facettes de la performance de l'entreprise [14]. Les entreprises elles-mêmes reconnaissent qu'il faut adapter leurs systèmes actuels de mesure de la performance [4].

Outre les écrits sur le sujet abondent tant sur le plan professionnel que scientifique, les travaux de Kaplan et Norton (1992) réactualisent le sujet en présentant un modèle de mesure de la performance qui tient à la fois les dimensions financières et les dimensions liées aux opportunités de croissance de l'entreprise (dimensions non financières), telles les clients, les processus internes, l'apprentissage organisationnel et l'innovation. L'ensemble des indicateurs visant à mesurer cette performance à dimensions multiples, et maintenant largement connu sous l'appellation de « Tableau de bord équilibré ou prospectif », en anglais Balanced Scorecard. Ces travaux de Kaplan et Norton, relèvent comme bien d'autres, de relier les objectifs et les stratégies de l'entreprise aux indicateurs de performance.

4.1.2 LE TABLEAU DE BORD : UN OUTIL THÉORIQUEMENT ADAPTÉ AU CONTEXTE DES JEUNES ENTREPRISES EN PHASE DE CROISSANCE

Le tableau de bord constitue un instrument visant la mesure et l'amélioration de la performance de l'entreprise et permettant ainsi de l'analyser en temps réel par la définition d'un ensemble d'indicateurs financiers et non financiers lié directement à la stratégie [80]. Il permet de suivre les évènements qui sont à leur origine, et détient des délais de parution courts, qu'il est simple de consultation et que ses données revêtent un caractère synthétique [81].

Par ailleurs, la vocation principale du tableau de bord consiste à aider le pilotage de l'entreprise, ainsi que favoriser l'action, qui apparaîtra particulièrement pertinente au vue du contexte de la PME et de l'entreprise nouvellement créée en croissance. Donc, il s'agit d'un outil servant à formuler la stratégie, à la communiquer, à fixer les objectifs, à mettre en cohérence les initiatives des acteurs pour atteindre un objectif commun et à renforcer le retour d'expérience et le suivie de la stratégie.

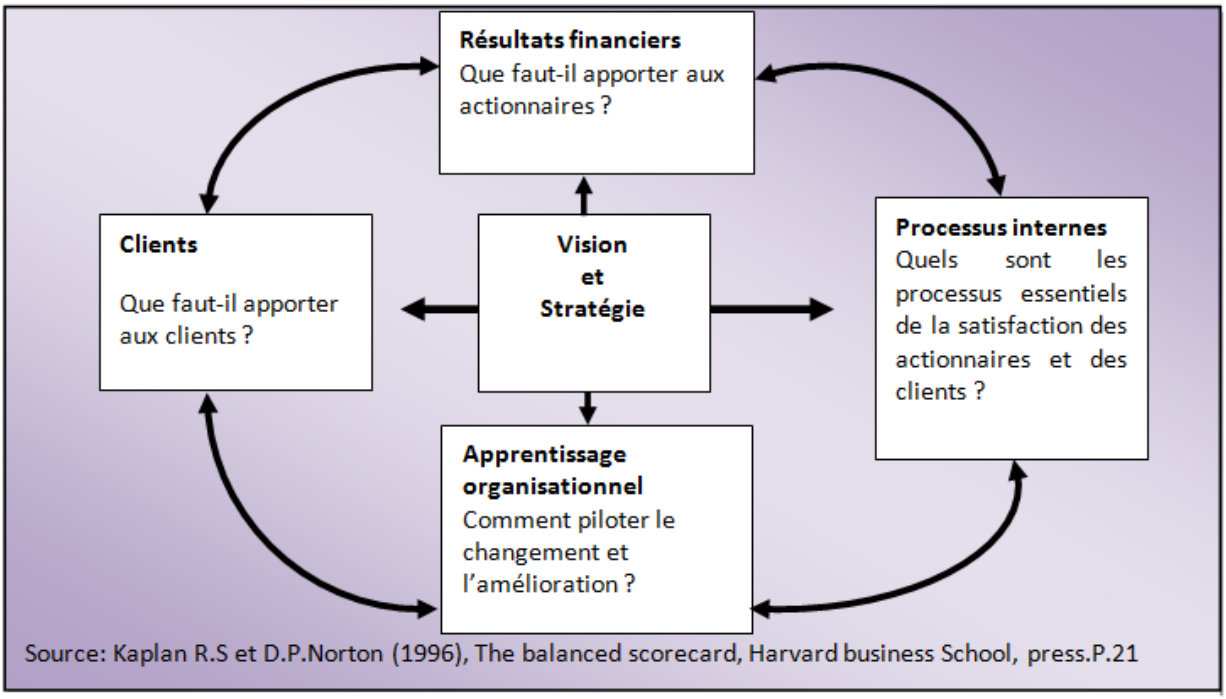


Figure 1 : Le tableau de bord prospectif

Le modèle ci-dessus permet de regrouper l'ensemble des indicateurs de performance que pourrai avoir une entreprise en quatre grands axes préétablis : financier, client, processus interne et apprentissage organisationnel (Figure 2). Le pilotage stratégique et le pilotage opérationnel sont imbriqués dans les différents axes, grâce à une articulation entre les indicateurs stratégiques et des indicateurs historiques. Ces axes ne sont pas indépendants les un aux autres et sont construits sur la base de la vision et de la stratégie de l'entreprise [4]. Ces indicateurs sont choisis selon une vision de l'organisation comme un processus et sont liés de ce fait par une chaine de causalité [80]. Signalons ainsi que ces classes (axes) constituent l'essentiel des dimensions, sur lesquelles il faut travailler pour réaliser une performance convenable. En plus d'être un outil essentiel pour guider la jeune entreprise vers la performance souhaitée, il peut être utilisé aussi comme un instrument d'aide à la gestion des risques [4].

Ces quatre axes de TBP ne constituent pas un modèle statique et universel. Ils forment plutôt une toile de fond ou un cadre général d'analyse qui permet d'appréhender le système d'indicateurs de performance de l'entreprise dans un contexte de plus en plus concurrentiel [4]. Donc pour bien gérer la performance globale, chaque jeune entreprise doit développer et chercher les indicateurs qui lui sont propres en fonction de ses objectifs, de ses stratégies et les diverses caractéristiques et particularités de l'environnement.

Au regard des caractéristiques de la jeune entreprise en croissance, nous allons chercher à travers cet article à allier ses caractéristiques et ses particularités avec les avantages fournis par le balanced scorecard pour surmonter celles d'ordre négatif et viser avec succès la maturité , en d'autres termes, nous allons présenter un diagramme de la performance globale synthétisant ses caractéristiques selon le modèle balanced scorecard.

4.2 DIAGRAMME DE LA PERFORMANCE GLOBALE SYNTHÉTIQUE ET SPÉCIFIQUE À LA JEUNE ENTREPRISE EN CROISSANCE SELON LE MODÈLE BALANCED SCORECARD (CF.FIG4).

Comme il a été signalé auparavant, les jeunes entreprises en phase de croissances sont extrêmement exposées à un tas de difficultés d'ordre divers ce qui pourrait les amener à leurs disparitions. La cause principale de faillite ou d'abondons des affaires de ce types d'entreprises est le manque de formation en gestion de leurs propriétaires-dirigeants et le manque aussi de l'utilisation des indicateurs de contrôle, de suivi et de gestion [10]. Dans le même sens, notons ainsi que le schéma de décision régnant chez ces derniers se base essentiellement sur l'intuition, le jugement et l'expérience qui ne requièrent pas la mise en œuvre des systèmes d'informations pertinents, multicritères et multidimensionnels ayant un caractère intégratif. De même, les systèmes de contrôle et de suivi utilisés sont de nature peu instrumentés se référant majoritairement au contrôle intuitif. S'ajoute à ceci le manque de délégation des pouvoirs et la décentralisation des objectifs. Signalons ainsi que

seulement peu d'entrepreneurs de ce type d'entreprises élabore des documentations et des plans écrits fixant les objectifs et les orientations de leurs entreprises et même les documents élaborés se limitent majoritairement aux données comptables obligatoires.

Ceci, permet de qualifier la jeune entreprise en croissance par : peu de formalisation, peu d'utilisations des techniques et des outils managériaux, coordinations informelles, systèmes d'information est de type embryonnaire, décisions se basant essentiellement sur l'intuition, manque de contrôle de gestion…etc.

Malgré les difficultés d'ordre managérial et organisationnel et celles relatives à la survie des jeunes entreprises en phase de croissance, ce type d'entreprises joue un rôle crucial concernant la création d'emploi et le développement local et régional.

Pour faire face à l'instabilité et à la complexité du marché, à la concurrence effrénée et chercher à mettre en place une stratégie de croissance bien réfléchie ainsi que rester continuellement compétitive et pérenne, l'entreprise nouvellement créée doit mettre l'accent sur la performance globale tout en concevant et mettant en œuvre un ensemble d'indicateurs multicritères et multidimensionnels adaptés à son contexte et ce pour piloter et surveiller tous les indices de développement et de croissance ainsi que pour gérer les risques et les obstacles rencontrés.

Cette performance ne peut se faire qu'à travers la mise en place des systèmes d'information utiles et pertinents. C'est pourquoi, un certain nombre d'apports en la matière ont été développés (Cambell, Welge et Fessmann, Qinn et Rohrbough, Steers, Peters et Waterman…) et notamment celui de Kaplan et Norton [55].

Ce modèle présente le fameux tableau de bord prospectif (Kaplan et Norton, (1992, 1998, 2002)) [13], [14], [15]. Il s'agit d'un outil applicable dans les organisations de différentes tailles et activités et ce pour aligner la vision et la mission de la firme avec les attentes des clients et communiquer les progrès à tous les collaborateurs. Le balanced scorecard propose une décomposition des objectifs selon quatre axes (figure 2). Il est conçu dans un sens équilibré, car il traite tant la performance financière (axe financier) que non financière (axe Apprentissage organisationnel, axe Processus internes, axe clients) de l'entreprise.

A la lumière des caractéristiques et particularités de la jeune entreprise en phase de croissance et en se référant au tableau de bord prospectif, deux questions centrales pourraient être posées :

1. ***Comment peut-on développer et gérer la performance des jeunes entreprises en phase de croissance?***
2. ***Quels sont les indicateurs à prendre comme outils de gestion, d'action, et de suivi ?***

Pour répondre à ces deux questions, nous nous sommes basés sur la littérature relative aux caractéristiques et aux particularités de la jeune entreprise en phase de croissance et sur les avantages offerts par le balanced scorecard développé par Kaplan et Norton. Après, nous allons chercher à travers cet article à aligner les avantages du TBP avec le contexte et la réalité de ces types d'entreprises en se basant sur le diagramme présenté dans la figure 4. Ce diagramme synthétique, nous montre les démarches à suivre pour permettre aux jeunes entreprises d'améliorer et de gérer la performance globale selon le vécu et la réalité de ces types d'entreprises.

4.2.1 CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT DE LA PERFORMANCE DES ENTREPRISES NOUVELLEMENT CREEE EN PHASE DE CROISSANCE (CF.FIG4)

Eccles suggère qu'il sera de plus en plus essentiel pour toutes les entreprises de se concentrer sur les mesures de la performance afin de s'adapter à l'évolution rapide très concurrentielle de l'environnement [81]. La conception et le développement de la performance de ces types d'entreprises doivent nécessairement passer par l'élaboration d'un tableau de bord. Ce tableau sert surtout à refléter la réalité actuelle, afficher les caractéristiques de la jeune entreprise, mesurer et communiquer les réalisations et les objectifs, signaler ainsi les dysfonctionnements…etc. Pour Fernandez, la construction du tableau de bord passe par cinq étapes [82], [83]:

1. Réaliser dans un premier temps, une analyse stratégique et managériale à travers l'identification des spécificités et des caractéristiques de l'entreprise (environnement, marchés, particularités concurrentielles, attentes clients…).
2. En deuxième lieu, définir les points d'intervention, en identifiant les processus de l'entreprise (processus critiques, points d'amélioration, coûts de fonctionnements et d'investissement, durée de réalisation…).

3. La troisième étape consiste à sélectionner les objectifs tout en collectant les informations décisionnelles et celles relatives à la créativité, recherche et développement, innovation, benchmarking…ainsi que profiter des problèmes et difficultés rencontrées.
4. En quatrième phase, nous passons aux choix des indicateurs à l'aide du Tableau de Bord Prospectif (TBP) tout en s'appuyant sur la réalité actuelle de la jeune entreprise car chaque organisation est unique et un cas particulier [83]. Les indicateurs relatifs à chaque axe du TBP doivent être plus adéquats, construits en fonction des objectifs poursuivis, adaptés à l'activité et aux besoins propres de chaque décideur.
5. La dernière étape consiste à structurer le tableau de bord afin qu'il soit un véritable outil d'aide à la décision en application du principe « d'un seul coup d'œil ».

Le balanced scorecard élaboré par la jeune entreprise doit avoir quatre qualités [82] :

a. Ne présente que les informations essentielles,
b. Ne se contente pas seulement à présenter les dysfonctionnements, il doit délivrer aussi les éléments d'explication.
c. Il doit être un véritable outil d'aide à la décision en contribuant à la définition d'une nouvelle tactique d'action,
d. Le tableau de bord efficace est toujours à jour.

4.2.2 LA SÉLECTION DES INDICATEURS DE LA PERFORMANCE (CF.FIG 4)

Un indicateur est définit comme une information ou un ensemble d'informations contribuant à l'appréciation d'une situation par le décideur [83]. L'indicateur de performance peut être définit comme une mesure ou un ensemble de mesures braquées sur un aspect critique de la performance globale de la firme [83].

Selon la littérature, la conception du système de mesure de la performance, met l'accent sur un certain nombre de recommandations nécessaires pour choisir les indicateurs. En effet, Kaplan et Norton, montrent qu'ils sont structurés autour d'un ensemble de directives destinées à guider le développement d'un processus de mesure de la performance pour la conception du système [14].

Selon les propos de Globerson, les indicateurs de performance doivent être choisis de façon à atteindre les objectifs visés; ils doivent ainsi fournir la comparaison avec les entreprises similaires [84]. Ils doivent être conçus et sélectionnés en faisant fonctionner l'intelligence du groupe et ce suite à des discussions et des concertations avec tous les concernés tels les clients, opérateurs… et aussi à travers des techniques dynamisant la créativité comme le brainstorming. Notons que les indicateurs de performance objectifs sont préférables et plus fructueux par rapport à ceux subjectifs [83]. Pour qu'un bon indicateur soit sélectionné, il doit répondre à six facettes (Fig.3) [82] :

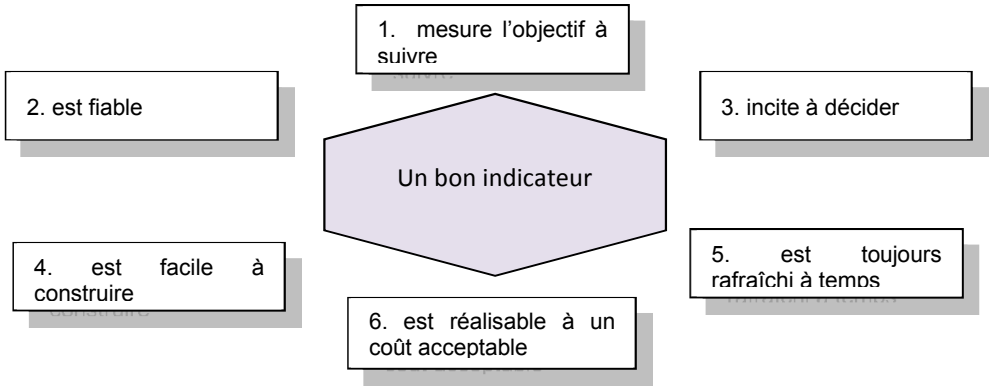


Figure 2 : Les six facettes d'un bon indicateur

Il est primordial pour le cas des jeunes entreprises en phase de croissance, de choisir et de sélectionner les indicateurs susceptibles de délivrer les informations de mesure cohérentes avec objectif poursuivi, et ce selon une métrique connu et en parfait accord avec les acteurs chargés de mettre en œuvre et suivre l'amélioration [82]

Une fois répondu à ces deux questions (figure 4), la jeune entreprise en phase de croissance met en sa main un système formalisé contenant un ensemble d'indicateurs équilibré en terme financier et non financier et à caractère multicritère et multidimensionnel. Ce qui permettra de passer d'un système embryonnaire peu formalisé à un autre développé et formalisé et de développer des outils et des techniques managériaux et organisationnels.

Ceci sans doute conduira la jeune entreprise en phase de croissance vers la phase de maturité avec succès et la rend plus compétitive et viable.

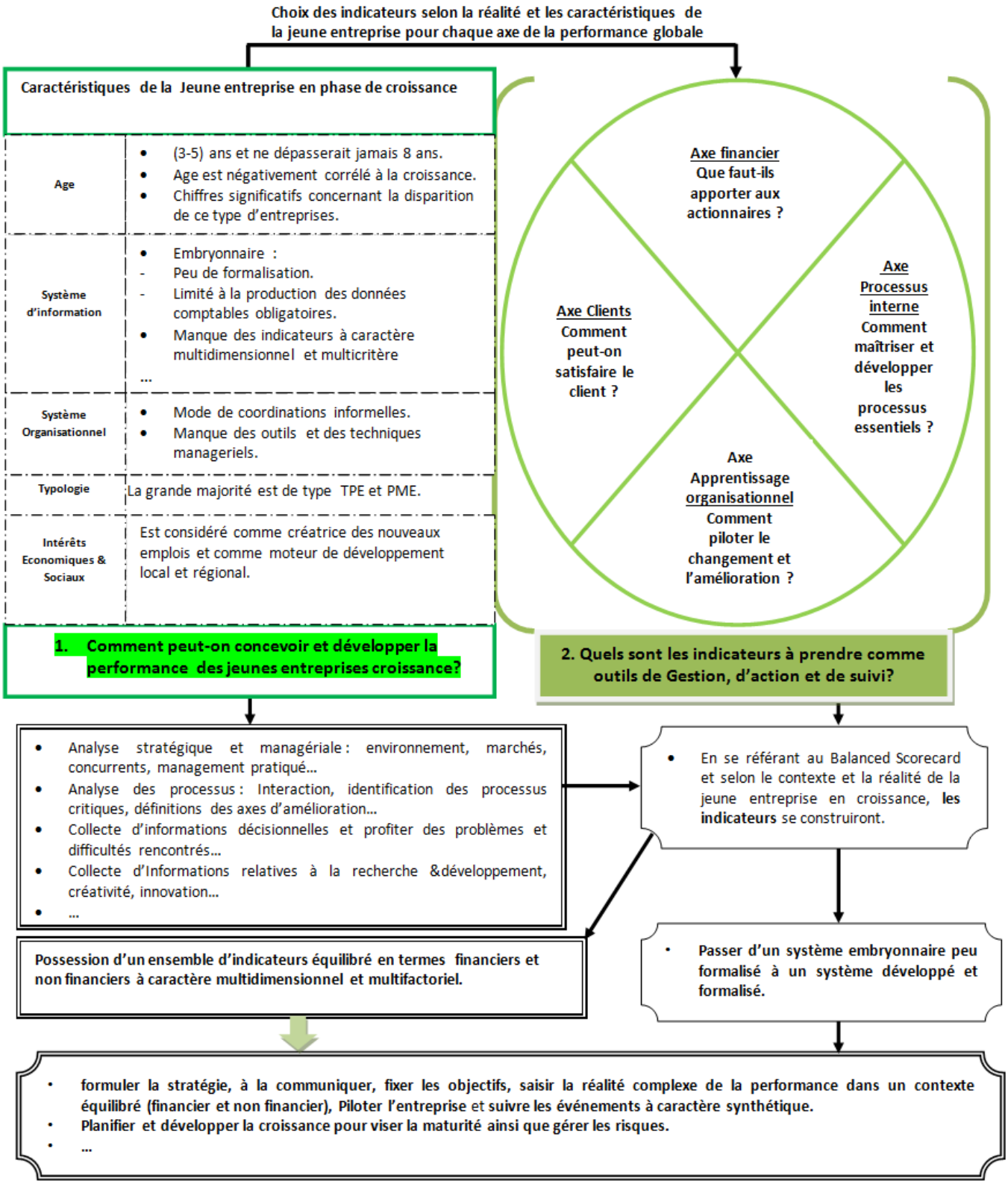


Fig.4 : Diagramme de la performance des jeunes entreprises en croissance selon le modèle balanced scorecard

5 CONCLUSION

Vu ses caractéristiques, ses difficultés, la jeune entreprise doit avoir des informations et des indicateurs à caractère multidimensionnel et multicritère pour bien photographier la stratégie et réaliser les objectifs escomptés tout en visant la performance globale. Le recours au tableau de bord équilibré reste un instrument recommandé pour bien formuler la stratégie, la communiquer, fixer des objectifs, saisir la réalité complexe de la performance dans un contexte permettant d'équilibrer les indicateurs financiers et non financiers et proposer des pistes d'améliorations qui permettront éventuellement gérer, développer et accroitre la performance de la firme nouvellement créée .

Dans le cadre de cette recension de la littérature, nous avons essayé d'élaborer un diagramme synthétique montrant les démarches à suivre pour permettre aux jeunes entreprises d'améliorer et de gérer la performance globale selon le vécu et la réalité des de ces types d'entreprises en se référant exclusivement au modèle qui a été développé par Kaplan et Norton et nommé le Balanced Scorecard pour mieux piloter, gérer et maîtriser sa croissance et viser la maturité.

REFERENCES

[1] L .Souissi, ''Processus de construction des indicateurs de mesure de performance dans un établissement de soin privé''. Manuscrit auteur. publié dans « La place de la dimension européenne dans la comptabilité, contrôle, audit, Strasbourg », 2007.

[2] S. Perera , G. Harisson, et M.Poole, ''Customer-focused manufacturing strategy and the use of operations-based non-financial performance measures: a research note'', accounting, organizations and society, vol.22, no.6, pp.557-572, 1997

[3] D. I. Christopher et F. D. Larcker, ''Quality strategy, strategic control system, and organizational performance", Accounting, Organization and Society, Vol 22, no 3-4, pp. 293-314, 1997.

[4] H.Bergeron (2000), ''Les indicateurs de performance en contexte PME, quel modèle à appliquer ''. Actes du 21ème Congrès de l'Association Française de Comptabilité. Angers, France, 2000.

[5] W. Sandberg, ''New venture performance''. Lexington. Ma: Lexington Books, 1986.

[6] R.W Stuart et P.A. Abetti, ''Field study of technical ventures – Part III: The impact of entrepreneurial and management experience on early performance'', Frontiers of Entrepreneurship Research, Babson College, 177-192, 1988

[7] B.W. Keats et J. S. Bracker, ''Toward a theory of small firm performance: a conceptual model''. American Journal of Small Business. 12, 4, 41-58, 1988.

[8] M. Ben ali, S. Rifai, O. Bouksour et Z. Beidouri, ''Proposition d'un modèle de mesure des liens existants entre les pratiques de la qualité et la performance globale des jeunes entreprises en phase de croissance: Cas de la Wilaya de Tétouan'', Premier Colloque International intitulé 'L'insertion du Maroc dans l'économie de la connaissance: Défis, Enjeux et Perspectives. Quel nouveau modèle de croissance pour la prochaine décennie ? '', FP EL-JADIDA, Maroc, 20 et 21 Mars, 2014.

[9] M. Ben ali, S. Rifai, O. Bouksour, S. Barrijal et R. Abouettahir, «Mesure de la relation existante entre les pratiques de la qualité et les opportunités de croissance des jeunes entreprises manufacturières en phase de croissance : Cas de la Wilaya de Tétouan», Deuxième version des Journées d'Intelligence Economique (JIE 14): BIG DATA MINING'', FST de Tanger, Maroc, 22 et 23 Mai, 2014.

[10] Y. Gasse, ''Croissance et gestion de l'entreprise nouvelle''. IIIème congrès international sur la PME. AIREPME. À trois rivières. Québec, 1996.

[11] E. Demoly et B. Thirion, '' Les cinq premières années des nouvelles entreprises''. INSEE PREMIERE. Décembre 2001

[12] B. Dehon et al, '' Plus d'une entreprise sur deux encore active 5 ans après sa création '', INSEE PICARDIE Analyses. N° 37, 2009.

[13] S. R. Kaplan et D. P. Norton, ''The balanced scorecard: measures that drive performance''. Harvard Business Review, jan-feb, pp. 71-79, 1992.

[14] S. R. Kaplan et D. P. Norton, ''The balanced Scorecard'', Harvard business School Press. 1996

[15] S. R. Kaplan et D. P. Norton, ''The Strategy Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment'', Harvard Business School Publishing, Boston. 2001

[16] P. Davidson, L. Achtenhagen et L. Naldi, ''Research on small firm growth: A review, 35th'', EISB conference, Barcelona, 2005

[17] B. De Montmorillon, ''Croissance de l'entreprise '', dans Y. Simon et P. Joffre (dir.), Encyclopédie de gestion, 2e édition, Economica, Paris, 1997

[18] P. Davidson, ''continued entrepreneurship: ability, need and opportunity as determinants of small firm growth'', journal of business venturing, n°6, p.405-429, 1991.
[19] C. Nègre, ''La croissance de l'entreprise'', revue française de gestion, 1997.
[20] G. Verna, ''Croissance ou survie? Quelle sera l'attitude la plus probable pour une petite entreprise légale du Tiers-Monde?'', Gestion 2000, no94-4, Louvain, p. 93-113, 1994.
[21] S. Hichri, ''Les pépinières d'entreprises, un milieu propice pour la croissance des jeunes entreprises Tunisiennes ?''. 7ème Congrès de l'Académie de L'Entrepreneuriat et de l'Innovation. Paris. 12-15 octobre 2011.
[22] M. Mazars, P. Moati et L. Pouquet, ''Croissance des jeunes entreprises et territoires, Approche économétriques, cahier de recherche N° C 205, Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie, Octobre 2004.
[23] W. H. Starbuck, ''Organizational Growth and Development In Handbook of Organizations", Chicago, sous la direction de Rand McNally, p 451–533, 1965.
[24] E. Walker et A. Brown, '' What success factors are important to small business owners? '', International Small Business Journal, vol. 22. N°6. p. 577-594, 2004.
[25] OECD, ''High-Growth SMEs: Their Contribution to Employment and Their Characteristics'', Paris, 2002.
[26] A. Gibb et L. Davies, ''In Pursuit of Frameworks for the Development of Growth Models of the Small Business''. International Small Business Journal. 9(1), 15-31, 1990.
[27] M. Woywode et V. Lessat, ''Les facteurs de succès des entreprises à croissance rapide en Allemagne''. Revue Internationale PME. 14(3-4), 17-43, 2001.
[28] F. Delmar, ''Measuring growth: methodological considerations and empirical results". Dans Entrepreneurship and SME research: on its way to the next millennium. Ed. par R. Donckels et A. Miettinen. Aldershot. Royaume-Uni: Ashgate, 199-216, 1997.
[29] J. St-Pierre, F. Janssen, P. A. Julien et C. Therrien, ''Les facteurs de croissance des PME manufacturières sur les marchés locaux et internationaux'', 9e Journées scientifiques de l'Agence Universitaire de la Francophonie. Cluj Napoca (Roumanie), 2005.
[30] J. Calvo et M. J. Lorenzo, ''Une caractérisation des entreprises manufacturières espagnoles à forte croissance : 1994-1998''. Revue Internationale PME, 14(3-4). 45-66, 2001.
[31] M. Almus et E.A. Nerlinger, ''Growth of new technology-based firms: which factors matter? ''. Small Business Economics. 13, 141-154, 1999.
[32] R. Jacob et P. Quellet, ''Globalisation, économie du savoir et compétitivité : une synthèse des tendances et des enjeux stratégiques pour la PME québécoise'', Rapport synthèse présenté à Développement économique Canada, 2001.
[33] B.S. Sharmistha, ''The small and medium sized exporters' problems: an empirical analysis of Canadian manufacturers''. Regional Studies. 33(3). 231-245, 1999.
[34] A. De Toni et G. Nassimbeni, ''The export propensity of small firms: a comparison of oganisational and operatironal management levers in exporting and non-exporting units''. International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research, 7(4), 132-147, 2001.
[35] B. De Montmorillon, ''Croissance de l'entreprise''. Encyclopédie de Gestion. sous la direction de Joffre P. et Y.Simon, Economica, 1. P.854, Paris, 1989.
[36] R. Paturel, '' Stratégie de croissance externe '', encyclopédie du management. Tome 2. 2éme édition, Paris Vuibert. 407-417, 1992.
[37] OSEO, ''Freins à la croissance des PME à potentiel de développement'', Regard sur les PME, N°17, 2009.
[38] L. Pouquet et al., '' Croissance des jeunes entreprises et territoire, approche économique''. Credoc. CAHIER DE RECHERCHE N° 205, 2004.
[39] J. Wiklund, ''The sustainability of the entrepreneurial orientation-performance Relationship''. Entrepreneurship Theory end Practice. vol. 24. N° 1. p. 37-48, 1999.
[40] J. P. Boissin et al., ''Profils de dirigeant et croissance des jeunes entreprises innovantes''. XVIIème Conférence Internationale de Management Stratégique. Nice - Sophia Antipolis. 28 au 31 mai, 2008.
[41] D. B. Audretsch, ''Innovation and Industry Evolution''. The MIT Press, Cambridge, Mass, 1995.
[42] F. Delmar, P.Davidsson et W.B. Gaetner, ''Arriving at the high-growth firm''. Journal of Business Venturing 18. p. 189-216, 2003.
[43] P. Davidsson et J. Wiklund, ''Conceptual and empirical challenges in the study of firm growth''. In Handbook of Entrepreneurship, ed. Sexton D. and Landström H. p. 26-44. Blackwell Business, 1999.
[44] P. P. Mc Dougall et R. B. J. Robinson, «New venture strategies: an empirical identification of eight "archetypes" of competitive strategies for entry», Strategic, Management Journal, 11, 6, 447-467, 1990.
[45] C. S. Galbraith et A. F. De Noble, ''Competitive Strategy and flexible manufacturing: New dimensions in high-technology venture-based economic development''. Journal of Business Venturing, 7, 387-404, 1992

[46] M. Biga-Diambeidou, B. Gailly, M. Verleysen, ‘‘Une Taxonomie des Trajectoires de Croissance Initiale des Jeunes Entreprises’’, CRECIS Working papers, No. 8, IAG-Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, Louvain la Neuve, 2007.
[47] P. Davidsson, ‘‘SMEs and job creation in Sweden ‘’. Communication présentée au séminaire OCDE, sur les PME: l'emploi, l'innovation et la croissance. Washington. D.C, 1995.
[48] OECD, ‘‘Technology, Productivity and Job Creation: Best Policy Practices’’, Paris, 1998.
[49] Fayolle. A. (2004), ‘‘Entrepreneuriat : Apprendre à entreprendre’’. Ed. Dunod, Paris.
[50] H. Mintzberg, ‘‘Structure et dynamique des organisations. Les Editions d’Organisations, 1982.
[51] Harrap, 4 vol, Français-Anglais et Anglais-Français, 1998
[52] A. Bourguinion, ‘‘Peut-on définir la performance ? ‘’, Revue Française de comptabilité, n°269, Juillet-aout, pp.61-65, 1995.
[53] L. Berrah, ‘’ Une approche d’évaluation de la performance industrielle. Modèle d’indicateur et techniques floues pour un pilotage réactif ‘’, Thèse de doctorat, 1997.
[54] O. Devise et J. P. Vaudelin, “Evaluation de la Performance d’une PME: Le Cas d’une Entreprise Auvergnate”, 4ème conférence francophone de modélisation et de simulation, du 23 au 25 avril 2003, Toulouse, France, 2003.
[55] M.M. Dhiaf, ‘’ Proposition d’un modèle de mesure de l’impact du total quality management sur la performance globale : cas des entreprises Tunisiennes de textile-habillement. Thèse de Doctorat, 2007.
[56] F. J. L. Montes et al. “Factors Affecting the Relationship between Total Quality Management and Organizational Performance”. International of quality and reliability management. vol. 20. N° 21, 2003.
[57] C. Gauzente, “Mesurer la Performance des Entreprises en l’Absence d’Indicateurs Objectifs: Quelle Validité ? Analyse de la Pertinence de Certains Indicateurs’’. Finance contrôle stratégie. vol.3, N°2, PP.145-165, 2000.
[58] J.C. Mathe et V. Chague, ‘’L’intention stratégique et les divers types de performance de l’entreprise’’. Revue Française de Gestion. N°122. Jan-Fév. pp. 39-49, 1999.
[59] A. Bourguinion, ‘’ Performance et contrôle de Gestion‘’, encyclopédie de comptabilité, contrôle de gestion. Economica, 2000.
[60] J.H. Jacot, ‘’ A propos de l’évaluation économique des systèmes intégrés de production ‘’, Ecosip. Gestion Industrielle et mesure économique. Economica. Paris, 1990.
[61] P. L. Bescos, P. Dobler, C. Mendoza et G. Naulleau, ‘’Contrôle de gestion et Management‘’, Éditions Montchrestien, Collection Entreprendre, Guide des techniques et de la décision, Paris, 1995.
[62] S. Sahraoui, ‘’ Un système d’aide à la décision pour une amélioration optimisée de la performance industrielle ‘’ thèse de doctorat, 2009.
[63] D. De Longeaux ‘’Contrôle de gestion : évolution depuis 30 ans et nouveaux défis‘’, Problèmes économiques, n° 2387, août, pp. 18-21, 1994.
[64] M. Movahdkhah, P. Barillot et D. Thiel, ‘’Modèle conceptuel causal de la performance de systèmes industriels‘’, 6ème Congrès Européen se science de systèmes, 2005.
[65] P.L Bescos et C. Mendoza, ‘’Le management de la performance’’. Paris. Editions comptables Malesherbes, gestion, 1994.
[66] H. Bergeron, ‘’Différentiation des systèmes de données et représentation en contrôle de Gestion-essai d’observation et d’interprétation ‘’, Thèse de Doctorat, 1996
[67] H. Boisvert, ‘’La comptabilité de management : coût, décisions, gestion‘’, Erpi
[68] Le MOIGNE, J.C. (1973). ‘’Les systèmes d’information dans les organisations ‘’, presses universitaires de France Paris, 1995.
[69] J.H. Jacot et J. P. Micalli, ‘’La question de la performance globale’’ Hermes, P.15-33, 1996
[70] J. Nizet et F. Pichaut, ‘’Les pratiques de gestion des ressources humaines’’, éd. du Seuil, 2000.
[71] B. Fallary, ‘’Le système d’information du dirigeant de petite entreprise ‘’. Thèse de doctorat de 3ème cycle. Spécialité : analyse industrielle. Université de Montpellier 1, Octobre, 1983
[72] B. Saporta, ‘’ La PME face aux problèmes de l’information ‘’, Cahier de Recherche de l’IAE de Toulouse, N° 57, Octobre, 1986.
[73] S. Holmes et D.L. Nicholls, "An analysis of the use of accounting information by Australian small business". Journal of Small Business Management. April. p. 57-68, 1988.
[74] B. Ducheneaut, ‘’Les dirigeants de PME ‘’, Editions Maxima, 1996.
[75] G.H.Hofstede, "Management control of public and not-for-profit activities", Accounting, Organizations and Society. vol. 6. N° 3. p. 193-211. 1981
[76] E.G. Flamholtz, "Accounting, budgeting and control systems in their organizational context: theoretical and empirical perspectives", Accounting, Organizations and Society.vol. 8. N° 213, p. 153-159, 1983

[77] P.H. Chapellier, '' Comptabilité et système d'information du dirigeant de PME : essai d'observation et d'interprétation des pratiques'', Thèse de doctorat en sciences de gestion, Université de Montpellier 2, 1994
[78] A. Jorissen, S. Devinck et A. Vanstraelen, "Planning and control: are these necessary tools for success? Empirical results of survey and case research on small and medium-sized enterprises compared with rese arch on large enterprises", Congrès de l'IAAER, Paris, 1997.
[79] C. Germain, ''Le pilotage de performance dans les PME : les résultats d'une recherche empirique », Manuscrit auteur, publié dans '', 22ÈME CONGRES DE L'AFC, France, 2001.
[80] Y. ERRAMI, ''Les apports du Balanced Scorecard à la recherche de la performance '', Cahier de recherche : la performance : de la mesure à l'action. CERMAT – IAE de Tours, janvier, pp. 139 – 148, 2004
[81] R. Eccles ''the performance measurement manifesto''. Harvard Business Review. January–February. pp. 131–137, 1991.
[82] A. Fernandez, ''L'essentiel du tableau de bord'', 3ème édition, Collection gestion de projets, Éditions d'Organisation, Paris,France, 2011
[83] A. Fernandez, (2014). ''Les fondamentaux du projet décisionnel''. www.nodesway.com
[84] S. Globerson, ``Issues in developing a performance criteria system for an organization'', International Journal of Production Research, Vol. 23 No. 4, pp. 639-46, 1985.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 420-427
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Solid Waste Management in Mangaluru City - A Case Study

Vincent Sequeira and J.S. Chandrashekar

Department of Environmental Science,
KSOU, Mukthagangothri,
Mysore Karnataka, India

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

ABSTRACT: Mangaluru being a fast developing city faces the challenges of dealing with the solid waste generated. The calculation of the quantity of waste generated especially in the households and the manner in which the residents and the local government respond to it becomes crucial in facing this challenge effectively. Present study shows the average solid waste generated by Mangaluru is 226 tons per day with the per capita waste generation equaling to 0.4524 Kg per day. The household per capita waste generation equals to 0.2095 Kg per day. Though the total per capita waste generated in the city is not alarming, it is almost equal to the total per capita waste generated by the State of Karnataka and India in general. As we move from the outskirts of the city to the central part of the city there is an increase in the production of the solid waste. It is observed that in the outskirts of Mangaluru, the waste is mostly fed to the animals and used as manure, and thus less waste finds its way to the community dumpsites. Since the major part of the household waste generated in the city is biodegradable, by using eco-friendly technologies like vermicomposting in Mangaluru 50-60 tons per day of compost could be prepared from household waste alone. The goodwill of the people to cooperate in the proper management and disposal of the household waste needs to be utilized and at the same time strengthened by adequate awareness programs and facilities. Survey shows that the combined action of the municipal authorities and the residents of the wards is necessary in the entire process of management of solid waste.

KEYWORDS: per capita, household waste, bio-degradable, storage, collection, dumpsite, attitude, awareness.

1 INTRODUCTION

Mangaluru, which was earlier known as Mangalore is situated in the west coast of Southern India and is the fourth largest city in Karnataka State. Being the headquarters for the District of Dakshina Kannada, it is the largest urban coastal city in the State. It is located at 12^{o}-52`N latitude and $74^{o}$-49`E longitude. The city is located in the confluence of Nethravathi and Gurupura rivers and is bound in the east by the Western Ghats and in the west by the Arabian Sea. Three National Highways, namely, NH-17 linking Panvel and Kanyakumari, NH-48 linking Mangaluru and Bengaluru, NH-13 linking Mangaluru and Sholapur pass through the city. The city has an international airport at Bajpe. It is the fast growing city in education, commerce and industry. The city with more than 5 lakh population faces the challenges of dealing with its solid waste too. This study in the first part includes deals with the calculation of the quantity of waste generated in the four wards of Mangaluru as a case study. In the second part the total production of solid waste in Mangaluru is dealt with. Finally the various steps involved in the management of the solid waste and responses of the residents concerning the same, are treated by giving special attention to the four wards of the city corporation.

2 MATERIALS AND METHODS

Out of the sixty wards of Mangaluru City Corporation, four wards were selected for the present study. They are, Ward 34 –Shivabagh, Ward 35- Padavu-2 (Central), Ward 39-Falnir and Ward 51-Alape-2 (North). For two weeks, in the twenty houses of each ward, on alternative days the household waste was weighed by separating it as bio-degradable, non-bio-degradable,

Corresponding Author: Vincent Sequeira

wet and dry for two weeks and per capita household waste generation was calculated. The present scenario of management of household solid waste and the awareness and attitude of the residents concerning the management of solid waste was also studied with the help of a questionnaire.

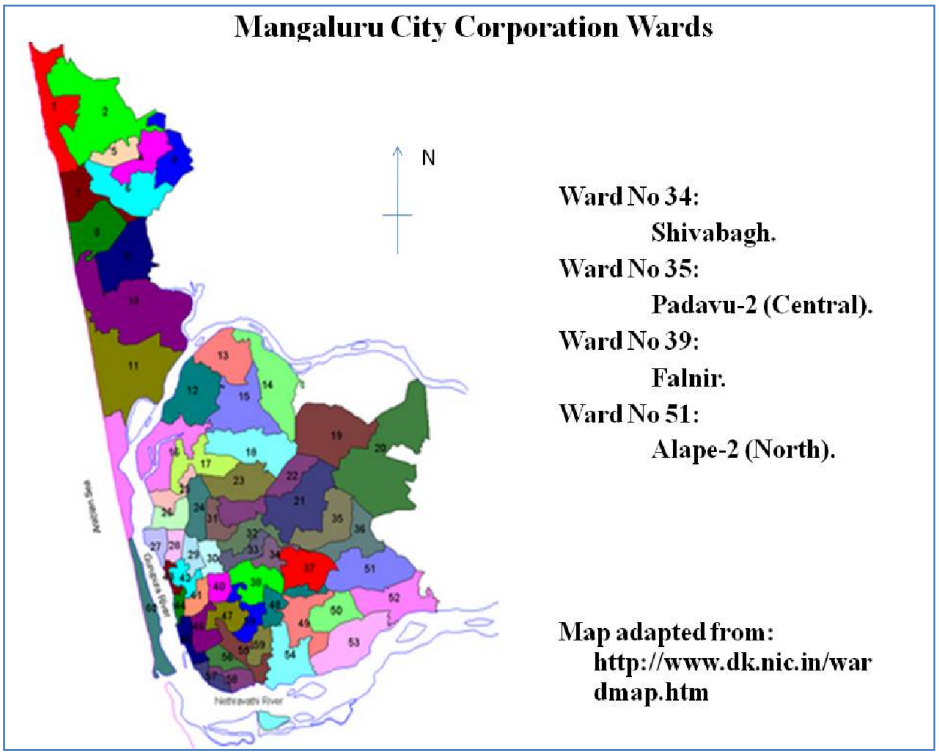


Fig.1 Mangalore City Corporation Wards

3 Results And Discussion

The details of the total waste generated in 20 each household of four wards of Mangaluru city for two weeks on alternate days is summarized in table 1.

Table 1: Total and Per capita waste generation

	P	WET	DRY	TOTAL	NBD	BD	TOTAL
FALNIR	1666	182.992	41.227	224.219	16.903	207.316	224.219
SHIVBHAG	588	235.869	19.859	255.728	9.708	244.02	255.728
PADAVU-C	574	93.888	25.922	119.81	4.511	115.299	119.81
ALAPE-2	560	84.528	25.458	109.986	13.307	96.679	109.986
TOTAL	**3388**	**597.277**	**112.466**	**709.743**	**44.429**	**663.314**	**709.743**
PER CAPITA	**1**	**0.1762**	**0.0331**	**0.2095**	**0.0131**	**0.1957**	**0.2095**

In the above table: P-Persons (aggregate of members of the household); NBD-Non Bio degradable; BD-Biodegradable.

The table 1 gives the per capita waste generation and also the per capita wet, dry, bio-degradable and non biodegradable waste generated. The ward wise waste generation is enumerated in the figures 1, 2, and 3.

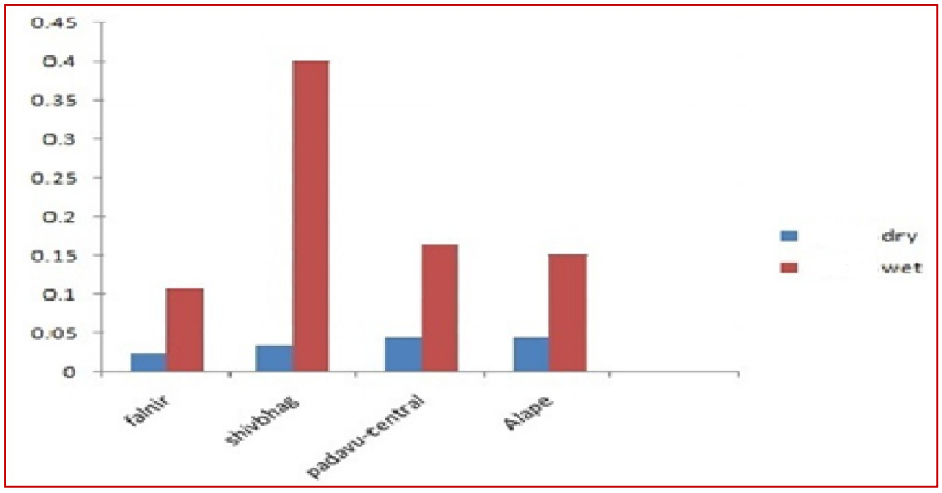


Fig.2 Ward wise Dry and Wet waste generation

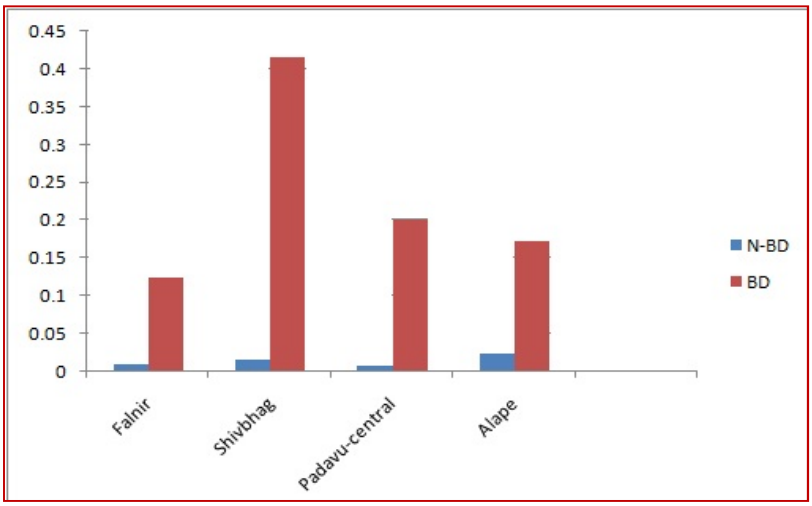


Fig. 3 Ward wise bio-degradable and non-biodegradable waste generation

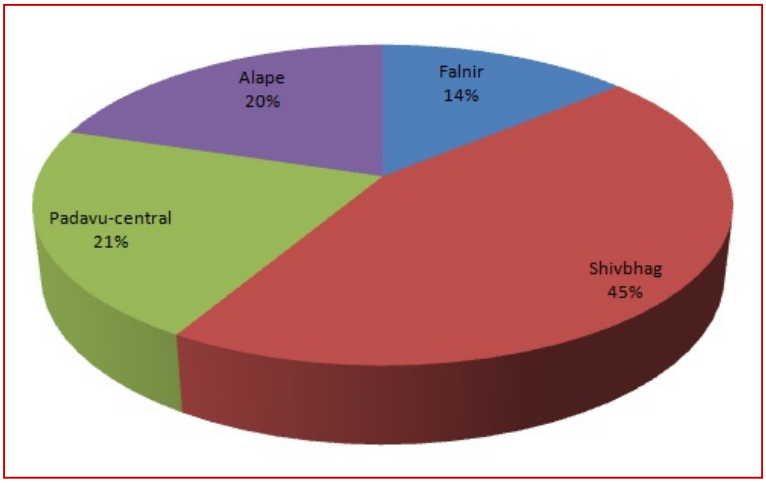


Fig. 4 Ward wise per capita solid waste generation comparison

As per the above calculation the per capita household waste generation for the city is 0.2095 Kg. At this rate the total Municipal Solid Waste production from the households alone would equal to 104.6 tons per day or TPD as the city population is 4,99,487 as on 2011 census [1].

Among the four wards, Shivbhag had highest household waste generation (0.4349 Kg per capita per day or pcpd) followed by Padavu-central (0.2087 Kg pcpd), Alape (0.1964 Kg pcpd) and Falnir (0.1346 Kg pcpd). It can be noted that where urbanization rate is high, waste generation rate is also high and there is a direct link of urbanization with waste production [2]. This is clear as the waste production in the Shivbhag Ward area is drastically higher than other areas under study. Shivbhag Ward is in the heart of the city and more waste is generated here.

Table -2 Municipal Solid Waste Generation in Mangaluru city (as per Mangaluru city corporation data)

Month	Waste generated (in Kg)	Per capita (in Kg)
January	6324720	0.4085
February	5768630	0.4125
March	6362210	0.4109
April	6338000	0.4229
May	7943950	0.5130
June	8164240	0.5448
Average	6816958.33	0.4524173

From the above table it could be noted that the waste collected at or transported to the dump site at Vamanjoor, Mangaluru is 226 TPD. The per capita waste generation per day is 0.4524 kg. Mangaluru city comes under the cities which have less than 500 TPD Municipal Solid Waste generation, along with Agartala, Asansol, Chandigarh, Faridabad, Guwahati, Jamshedpur, Kochi, Kozikode, Mysore and Shimla [2]. Overall view of the Solid Waste generation in various cities of India could be noted as follows. The national urban Solid Waste generated is 1,88,500 TPD and per capita production of waste is 0.5 Kg per day and per capita generation of Solid Waste of Karnataka's urban area too equals to 0.5 Kg per day with 11,788 TPD [3]. In Delhi the waste generation is 9000TPD with per capita 0.65 Kg per day and with 50% is fit for composting [4]. In Chennai city which tops in per capita solid waste generation in India with 0.7 Kg per day the compostable waste generated is 68% with total generation of solid waste estimated being 4500MTPD [5]. Bengaluru city produces 4000T of Solid waste per day and 55% is domestic waste with 72% of organic content [6]. The city of Pune generates 1600TPD with 0.4 Kg PCPD with 40% of the waste coming from households out of which 70% is organic waste [6]. The city of Guwahati which is the main urban centre of the entire North East India produces 425 MT of Solid waste per day with 0.155 Kg PCPD with 53.56% compostable waste and major part coming from households [7]. Kakinada city generates 260 TPD of solid waste, with 0.424 Kg PCPD out of which 140 TPD or 53.84% is domestic waste with a major part with organic waste [8]. Kolkata city generates 5114.76 TPD out of which household waste is 34.20% total 66.17% biodegradable [9].

As we can observe from the above data related to various cities of India, 60-75% of the waste generated from the households is biodegradable. In Mangalore the biodegradable waste in the areas of study was found to be very high, equaling almost 90%. As we have noted above, household waste generation for the city of Mangalore is 0.2095 kg pcpd. At this rate the total household waste generated would equal to 104.643 TPD. That is not less than 46.30% of the total waste generated. It is observed that when an eco-friendly technology like vermicomposting when applied to household wastes will yield 60-70% of vermicompost per each ton of substrate used. Thus we can conclude that in Mangaluru city, 65 TPD vermicompost could be generated from household waste alone.

3.1 THE MANAGEMENT OF DOMESTIC SOLID WASTE

3.1.1 STORING OF THE WASTE

The statistics of the manner in which the household waste is stored in the houses under study are given in the table 2.

Table-2: Storing of waste in the households

	SHIVBAG	ALAPE	FALNIR	PADAVU	TOTAL	%
Closed Container	10	7	6	6	29	36.25%
Open Container	1	4	2	1	8	10%
Plastic bags	9	6	12	13	40	50%
Pile in the Yard		2			2	2.50%
Don't know		1			1	1.25%

It is observed that 50% of the households stored their waste in plastic bags because it is easy to throw it to the communal containers or hand over to the collector. 36.25% households stored the waste in the closed, usually plastic containers.

3.1.2 SEPARATION OF WASTE

While 50% of the households separated the recyclable items like metals and hardboards and plastics, 40% did not separate even the recyclables. 46.25% separated the compostable waste and used it as manure for the garden. About the separation of other waste like food, plastic, paper, glass etc they are of the opinion that since all the waste is dumped together there is no value in keeping it separate. However, if they are asked to do so by the MCC for its separate collection, 76.25% were willing to separate the recyclable waste and 81.25% were willing to separate the compostable waste.

The separation of waste, especially of the biodegradable waste is very important for their treatment since the different materials have different biochemical composition [10]. This will help in choosing proper treatment method such as vermicomposting.

3.1.3 COLLECTION OF WASTE

As per the collection of waste is concerned though in Shivbhag and Falnir wards there is door to door collection, only 32.5% participate in it. The collection here is done by private parties against certain fixed amount. Rest all manage their waste by themselves by dumping it at the nearby communal disposal sites. 42.5% of the households get rid of their waste daily, where as others get rid of it twice a week, now and then or on weekly basis. As far as handling of the waste is concerned 81.25% percent of the families parents or relatives handled the waste and only 18.75% children were involved in handling the waste. More than 90% of the people said that they are not given any coloured containers for the separation of wastes by the MCC though they are aware through the media that such a practice exist.

3.1.4 GETTING RID OF WASTE OR ITS MANAGEMENT

People get rid of their waste in various ways. Some of them burn or bury their waste. Some dump it in the yard and there are a few who dump it on the road too. They may take their waste to the common dump site or give to the garbage truck. Other may reuse, recycle or feed it to the animals. All this depends on the type of waste. The table 3 summarizes how they get rid of their waste.

Table 3: The manner in which people get rid of the Household waste

T	**B** **%**	**B*** **%**	**Y** **%**	**R** **%**	**S** **%**	**T** **%**	**C** **%**	**U** **%**	**C** **%**	**A** **%**
a. Food		1.25	7.5	2.5	25	31.25			11.25	21.25
b. Garden trimmings	6.25	2.5	17.5	3.75	23.75	25			17.25	
c. Paper/card board	33.75				17.5	21.25	15		12.5	
d. Metal			2.5		37.5	26.25	33.75			
e. Glass			1.25		72.5	21.25	5			
f. Plastic			1.25		47.5	30	17.5	3.75		

In the above table: T=Type of waste; B=Burn; B=Bury; Y=Dump in the yard; R=Dump on the road; S=Dump at the common dump site; T= Dump to Garbage truck; C=Recycle; U=Reuse; C=Compost; A=Feed to animals.*

Majority of the waste is disposed either to garbage truck or at the communal disposal site. 21.25% of the households feed the animals with the food waste. This is seen in many houses where there are cats and dogs. People those who have a few cents of land at their backyard make use of the food waste, garden trimmings and paper for composting and burning. Those who say that they recycle the metallic waste, glass and plastic mean that they keep that waste separate to be sold to the scrap dealer or to the raddiwala. Though a small percentage, those who find the communal waste bins far from their house are comfortable to dump it somewhere on the road side too. Around 34% households use the paper waste and 6.25% households use the garden trimmings to burn it as fuel. More than 55% discard the recyclables with other waste and 65.25% make use of the compostable waste to do compost or to feed the animals. However, burning the garden trimmings, paper wastes, feeding the animals with food waste, and composting takes place in the households away from the city thus bringing down the waste generation considerably as seen in figures 1, 2 and 3.

3.1.5 PROBLEMS CONNECTED WITH COLLECTION AND DUMPING OF WASTE AND DUMPSITES

In general, the opinion of the 40% of the household health is the major problem caused by the improper disposal of the waste and 33.75% see some sort of problem and 18.75% don't see any problem. About 16.25% feel that the littering of waste in the neighbourhood causes them problems. Around 75% are not satisfied with the communal containers placed at the common site. The people felt that the containers are too far (18.75%), they are too small to contain all the waste of the locality (25%) or they produce unpleasant odours (25%). The rest either refused to comment on this or they had no opinion. When asked about the waste disposal site in their neighbourhood, 46.25% felt the site produced severe foul odours. 53.25% foresee a public health risk at the site, 15% see an uncontrolled dumping at the site, 3.75% felt it will cause ground water contamination whereas 6.25% found nothing wrong with the site while the rest restrained from making any observations. 42.5% of the people are willing to pay the common amount fixed for the door to door collector whereas the others were comfortable taking their garbage by themselves to the sight or they felt that the MCC has to manage it as they pay tax.

3.2 AWARENESS PROGRAMS

3.2.1 CONCERN, KNOWLEDGE

More than $3/4^{th}$ of the households are concerned about the service provided by the garbage truck in the area (80%), litter in the area (81.25%), illegal dumping in the area (81.25%) and the management of garbage by MCC as local government (73.75%). It is encouraging that 90% have heard about composting and 91.25% have heard about recycling. Only 32.50% households know about what happens to the waste that goes out of their house and the 60% do not know about it while the others didn't respond. When asked about the place where the waste generated at their house and dumped at the communal site or garbage truck goes, 53.75% were able to say the name of the site and the rest answered negatively. Just 13.75% are satisfied with the way waste is collected, transported and disposed whereas 65% are not.

Though 5% disagree, it is encouraging that 80% know that they play an important role in managing the waste as a whole. Almost 90% agree that environmental education and proper management of waste should be taught in school. The purchase decisions that one make can increase or decrease the amount of garbage of one's household must get rid of is agreed by 70%. Burning garbage can be bad for one's health and the health of others is known to people and 82.5% care for it. Though 26.25% agree upon the statement that people throw garbage on the streets and in the drains and gullies because they have no other means of getting rid of (disposing of) their garbage, 67.25% disapprove of it.

Awareness, knowledge and equipment are the important components in relation to the efficient separation and management of waste. At the same time the municipality alone is not the stakeholder in this process but each and every citizen of the society are the co-stakeholders [11].The understanding of this responsibility is the need of the hour. The NIMBY (Not In My Back Yard) attitude too is prevailing in Mangalore which is also very much connected to the lack of the above mentioned public involvement as stakeholders, which would be set right with increased awareness of this responsibility [12]. The concern of the people for better management of waste should be utilized at the earliest for building up awareness in the areas they are not concerned.

3.2.2 AWARENESS ACTIVITIES

Among the households under study only 22.50% said that they attended some sort of programme concerning the management of SW and 72.50% replied in negative. Only 28.75% people were aware of such awareness programs conducted in their neighbourhood but 66.25% answered negatively. About their awareness concerning whether the children are given

training in the school about SW management or whether the children have spoken about it at home 28.75% answered positively and 58.75% answered negatively.

If a recycling program was set up, 83.75% are willing to separate materials like plastic, paper, metals, etc and put them into separate bags for collection purposes. When explained about this unlike above 83.75% are willing to contribute financially for the pickup of recyclable materials from their houses. As far as their willingness to participate in awareness activities is concerned 67.50% answered affirmatively. 75% are willing to purchase less throwaway products (such as, plastic bottles) to help reduce the amount of garbage they get rid of, if an alternative product of the same cost was provided. 81.25% would like more information about how and what types of garbage you can compost, reuse, and recycle in order to reduce the amount of garbage that they need to get rid of.

The Local Government is not doing enough to fix the garbage problem is agreed by 86.25% of the respondents. Public education about proper garbage management is one way to fix the garbage crisis is agreed by 87.25%. Other personal issues (like crime, unemployment, and cost of living) are more important to them than a garbage-free community was agreed upon by 17.5% but 71.25% disapprove of it.

72.5% agree that regular collection of garbage is the only solution to the garbage problem and 5% disagree. Whereas 56.25% alone agree that picking up garbage around their community is their responsibility as a resident of the ward to which 27.5% disagree. Public education about proper garbage management is one way to fix the garbage crisis is agreed upon by 87.5% and it is very important that the Local Government put recycling laws and programs in place is accepted by 86.25%, while others had no opinion.

4 CONCLUSION

The average calculation of the per-capita solid waste generation per-day in Mangaluru city shows that it is in no way less compared to the other major cities of India. The solid waste generation of the city increases with urbanization is obvious from the study as it is noted that the area away from the centre of the city contributes less waste to the main Municipal Solid Waste generation. It is evident and true that all want to get rid of their waste. But the survey shows that getting rid of waste and its management in a scientific and effective way is more often lacking. The goodwill of the people to cooperate in the proper management and disposal of the household waste needs to be utilized and at the same time strengthened by adequate awareness programs and facilities. Study shows that the active participation of the municipal authorities and the residents of the wards is necessary in the entire process of management of solid waste.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to Madhu S. Manohar, the environmental engineer of Mangaluru City Corporation for making available the municipal solid waste generation details at the dump site at Vamanjoor. I am grateful to the cooperation extended by Alwyn, Cyril and the families of the above mentioned four wards of Mangaluru regarding the weighing of household waste. I am grateful to Bishop of Mangaluru Diocese, Most Rev Dr Aloysius Paul D'Souza for providing financial assistance for this study.

REFERENCES

[1] http://www.mangalorecity.gov.in [As on 15 August 2014].
[2] V. Dimpal, "Urbanization and solid waste management in India: Present practices and future challenges", Social *and Behavioral Sciences*, no. 37, pp. 437 – 447, 2012.
[3] R. K. Annepu, "Sustainable Solid Waste Management in India," Columbia University in the City of New York, M.Sc Thesis, pp. 1-189, 2012.
[4] D. Singh, "Delhi may drown in its own waste," *Hindustan times*, 29 April 2013.
[5] www.chennaicorporation.gov.in. [As on 15 August 2014].
[6] A. P. Dutta and A. Pallavi, "Lessons from two cities," *Dawn to Earth*, March16-31, pp. 20-34, 2014.
[7] D. Das, "Municipal Solid Waste Management in Guwahati: A Case Study," *Review of Research,* Vol.1, Issue-11, pp.1-4. 2011.
[8] D. Aruna, T. Byragireddy and A.V.V.S. Swamy, "Study of Municipal Solid Waste Management Scenario of Kakinada City", *International Journal of Engineering Research and Applications,* Vol. 3, Issue 1, pp. 931-940, 2013.
[9] S. Das, and B. K. Bhattacharyya, "Municipal Solid Waste Characteristics and Management in Kolkata, India," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 3, Issue 2, pp. 147 -152, 2013.

[10] W. Zheng, K. Phoungthong, F. Lü, L.M. Shao, and P. Jing He, "Evaluation of a classification method for biodegradable solid wastes using anaerobic degradation parameters," Waste *Management,* no. 33, pp. 2632–2640, 2013.

[11] L. A. Guerrero, G. Maas and W. Hogland "Solid waste management challenges for cities in developing countries," *Waste Management* no.33 pp. 220–232 , 2013.

[12] R. E. Marshall and K. Farahbakhsh "Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries," *Waste Management,* vol. 33, pp. 988–1003, 2013.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 428-434
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Identification des anomalies de fonctionnement des ouvrages de conservation des eaux et du sol du bassin versant Sidi Salah

[Identification of the operating anomalies of soil and water conservation works at the watershed Sidi Salah]

Marwa Fourati[1], Riadh Bouaziz[2], Asma El Amri[1], and Rajouene Majdoub[1]

[1]Département du Génie des Systèmes Horticoles et du Milieu Naturel,
Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem,
Sousse, Tunisie

[2]Laboratoire CGMED,
Université de Sfax, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sfax,
Sfax, Tunisie

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

ABSTRACT: The watershed Sidi Salah, located in the north of Sfax (Tunisia), Knew an important water and soil conservation installations. These installations present certain operating anomalies that make them unable to well manage the hydric erosion phenomenon. This work aims to identify those anomalies and to characterize the responsible factors in order to promote the sustainable management of water and soil at the level of the watershed. The study was based on the photo-interpretation of the satellite images with high resolution, the field observation and the chemical analyses of the soil samples taken in various sites of the watershed. The results allowed us to reveal some anomalies as the loss of embankments and the destruction of the masonry installations. The responsible factors are mainly naturals, related to the turbulent water flows and the soft lithology of the soil rich in gypsum and limestone.

KEYWORDS: Watershed, Anti erosive installations, Hydric erosion, Operating anomalies, Sustainable management.

RESUME : Le bassin versant Sidi Salah, situé au Nord du gouvernorat de Sfax (Tunisie), a connu des aménagements de conservation des eaux et du sol assez importants. Ces ouvrages présentent certaines insuffisances qui les rendent incapables de bien contrôler le phénomène d'érosion hydrique. Le présent travail a pour objectif d'identifier ces anomalies et de caractériser les facteurs responsables de leur apparition afin d'assurer une gestion durable des eaux et du sol à l'échelle du bassin versant. L'étude s'est basée sur la photo-interprétation des images satellites à haute résolution, des observations sur terrain et des analyses chimiques des échantillons du sol prélevés à différents sites du bassin. Les résultats de l'étude ont permis de dévoiler comme anomalies la perte des ouvrages en remblai et la destruction des ouvrages en maçonneries. Les facteurs responsables sont, essentiellement, naturels liés à la turbulence des écoulements d'eau et à la lithologie tendre du milieu riche en gypse et en calcaire.

MOTS-CLEFS : Bassin versant, Aménagements anti-érosifs, Erosion hydrique, Anomalies de fonctionnement, Gestion durable.

Corresponding Author: Marwa Fourati

1 INTRODUCTION

L´extension spectaculaire du phénomène de dégradation du sol révèle de plus en plus des aspects inquiétants en Tunisie [1]. Les conditions physico-chimiques ([2], [3] et [4]), géomorphologiques [5], hydro-climatiques et socio-économiques [6] affectant les terres tunisiennes sont particulièrement favorables à leur dégradation [7]. Il existe plusieurs formes de dégradation des sols qui sont essentiellement de nature physique, chimique et biologique. Ces formes de dégradation sont souvent diverses, réversibles et enchevêtrées les unes dans les autres [8]. La forme de dégradation la plus répondue en Tunisie est celle de nature physique et plus précisément l'érosion hydrique. Cette dernière constitue un aspect majeur de la dégradation des paysages menaçant environ 8,5 millions d'ha dont 8 millions sont gravement affectés par une érosion forte à moyenne, ce qui correspond à 54,6% des terres Tunisiennes [9].

Face à cette problématique, plusieurs recherches ont été élaborées dans le but de limiter les effets nocifs de cette dégradation ([1], [9], [10] et [11]). Dans ce contexte, l'Etat a opté pour une stratégie nationale qui visait la valorisation et la gestion optimale des ressources en eau et en sol. En fait, elle repose sur le contrôle de l'érosion hydrique, la conservation des eaux de ruissellement et l'amélioration de la recharge des nappes [11]. Cette stratégie a été divisée en deux périodes, la première entre 1990 et 2001 qui a coûté 570 millions de dinars et la deuxième entre 2002 et 2011 qui a valu 780 millions de dinars [12]. Les aménagements sont, généralement, implantés sur les versants (banquettes, cordons en pierres sèches, etc.) et les réseaux hydrographiques (seuils hydrauliques, lacs collinaires, etc.) en vue d'atténuer les débits de l'écoulement, réduire le potentiel érosif de l'eau, et favoriser l'infiltration.

Bien que les aménagements anti-érosifs contribuent de façon efficace à assurer la durabilité de l'activité du sol, le suivi et l'évaluation de leur état et de leur fonctionnement hydraulique demeurent nécessaires pour assurer leur réussite et efficacité, permettant ainsi l'ajustement et une meilleure planification des futurs programmes anti-érosifs. Peu d'études ont été intéressées à l'évaluation de l'état de ces ouvrages. La référence [13] a révélé la disparition des banquettes suite à l'évolution du ravinement et à l'absence totale des entretiens. La caractérisation des causes de brèche des banquettes anti-érosives a été étudiée par la référence [14]. Cette étude a montré qu'il existe trois causes principales de brèche qui sont, par ordre d'importance, la lithologie, le réseau hydrographique et la capacité de rétention des banquettes.

C'est dans ce cadre d'idée que le présent travail vise à identifier les disfonctionnements des ouvrages anti-érosifs aménagés au niveau du bassin versant Sidi Salah (gouvernorat de Sfax, Tunisie) moyennant des images satellitaires de haute résolution prises à différentes dates.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

Le bassin versant d'Oued Sidi Salah est situé au niveau de la côte Nord du Golfe de Gabès (Sfax). S'étendant sur une superficie de 250 km^2, il prend naissance dans les collines de Sidi Litayem et s'écoule vers l'Est pour se jeter dans la mer méditerranéenne au niveau du Chott El Mardassia à 17 km du centre-ville de Sfax, et à 5 km du marabout de Sidi Mansour (figure 1). Ce bassin est considéré comme l'un des principaux bassins versants de la région de Sfax de point de vue grandeur et dynamique érosive.

Le climat de la région de Sfax est méditerranéen, il appartient à l'étage bioclimatique semi-aride supérieur avec une pluviométrie annuelle moyenne de l'ordre de 200 mm, une température moyenne annuelle de 17°C et une vitesse maximale de vent de 7 m/s. Les précipitations sont souvent exceptionnelles, torrentielles et irrégulières dans le temps et dans l'espace. Historiquement, cette région a connu plusieurs événements pluviométriques exceptionnels. Entre 1901 et 2012, les pluies moyennes annuelles ne dépassent pas 225 mm. La variabilité interannuelle remarquable observée se traduit par un coefficient de variation de 40,3%. Les totaux pluviométriques annuels peuvent être inférieurs à 100 mm pendant certaines années (96,9 mm en 1987). Exceptionnellement, il arrive qu'ils dépassent 400 mm (450 mm en 1982).

De point de vue hydrologique, le bassin d'étude est de forme allongé avec un indice de compacité de 1,58. Il est drainé par un réseau hydrographique dense avec des ordres des oueds qui atteignent 6. L'indice global de pente et la dénivelée spécifique du bassin versant sont de l'ordre de 2,7 m/km et 42,6 m, respectivement, donc il s'agit d'un bassin à relief très faible. Le modèle numérique de terrain montre que le paysage comprend trois composantes du relief : les collines, les plateaux et les plaines. Les collines correspondent au relief le plus élevé avec une altitude maximale de 180 m dans les environs de Sidi Litayem. Elles représentent seulement 10% de la superficie totale avec des faibles pentes qui ne dépassent pas 3%. En contrebas des collines, s'étend le domaine des plateaux, d'altitudes comprises entre 40 et 130 m. Ils se caractérisent par la platitude de ses surfaces, la faiblesse des pentes qui ne dépassent pas 0,8%. Vers l'aval, dans la zone de

chott el Mardassia, s'étend le domaine des plaines basses caractérisées par une surface régulière avec une pente ne dépassant pas 0,3%.

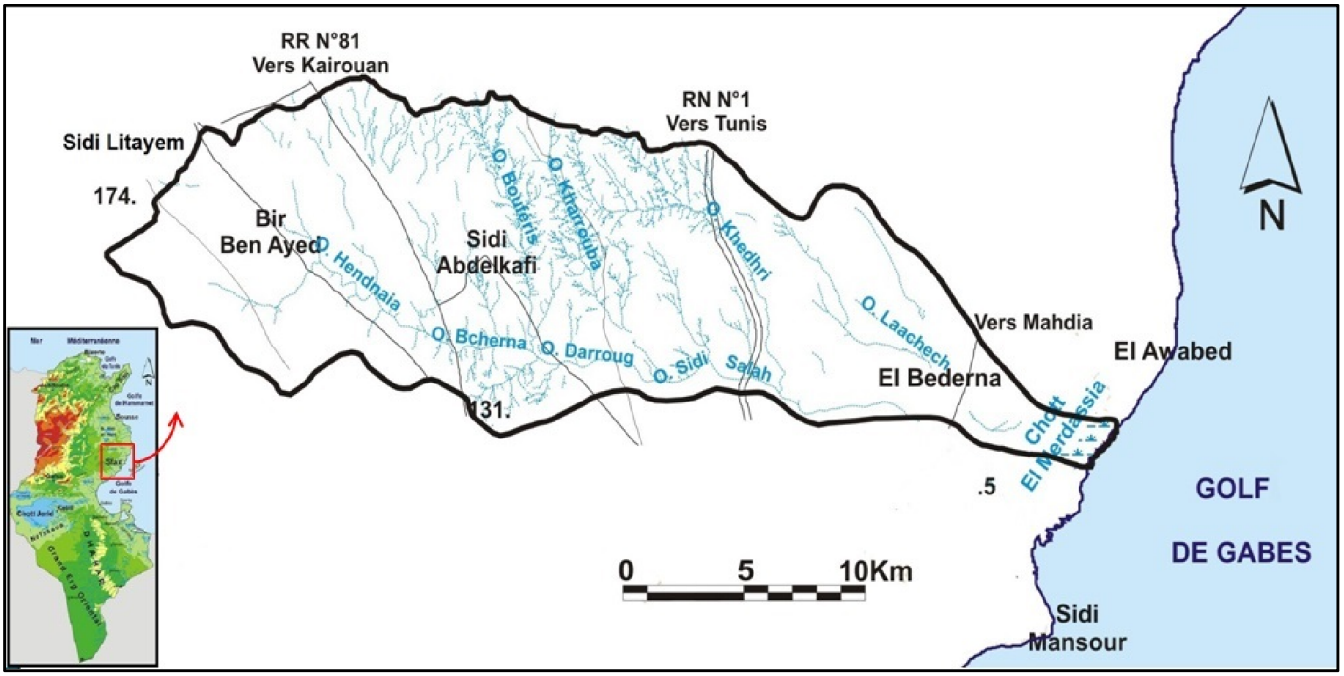


Fig. 1. Carte de localisation du bassin versant Sidi Salah

De point de vue lithologique, le bassin versant Sidi Salah est caractérisé par une géologie simple. En fait, l'affleurement le plus ancien ne remonte pas au-delà du mio-pliocène. Ce dernier est constitué par des alternances d'argiles brunes et de sables blancs à jaunes, fins et à rares passés d'argiles vertes gypseuses. Les surfaces des collines et les plateaux sont souvent coiffés par des croûtes de calcaire exploitées par les carrières. Cependant, le reste de la superficie du bassin versant est dominé par des formations quaternaires tendres formées par des faciès sableux ou sablo-limoneux favorable à l'érosion hydrique [15].

Le bassin versant Sidi Salah a connu des mutations agro-pastorales importantes accompagnées par une mise en valeur des terres agricoles ce qui a provoqué l'exposition du sol aux processus de dégradation. Pour lutter contre le phénomène d'érosion, ce bassin a été aménagé par plusieurs ouvrages anti-érosifs qui continuent jusqu'aujourd'hui à conserver, de manière très remarquable, les ressources en eau et en sol. Les aménagements en banquettes sont les plus abondants et sont répartis sur toute la superficie du bassin, alors que le reste des ouvrages sont concentrés au niveau de la rive droite du bassin. Il s'agit d'un seuil, trois épis et une diguette en pierre au niveau d'Oued Hendaiaa, un deuxième seuil et une diguette en terre au niveau d'un oued limitrophe (Oued Taous), un lac collinaire situé au niveau du lit d'Oued Abdelkafi, un chantier de barrage collinaire en aval d'Oued Bcherna.

2.2 DEROULEMENT

Cette étude se base sur des données cartographiques en mode raster à savoir les cartes topographiques de Sidi Salah et Sidi Litayem à l'échelle 1/50000 et 1/25000, de façon respective, et des images à haute résolution extraites de Google Earth, et d'autres en mode vecteur notamment la carte agricole de la région de Sfax issue du Commissariat Régional de Développement Agricole (CRDA). Après la collecte de ces données et leur intégration dans un Système d'Information Géographique (SIG), une mise à jour de la carte agricole a été faite moyennant le logiciel Arcview 3.2 d'ESRI [16].

L'analyse du disfonctionnement des ouvrages a été basée essentiellement sur la photo interprétation des images satellitaire à haute résolution. En fait, la comparaison des images extraites de Google Earth à différentes dates a permis de faire le suivi de l'état des aménagements au cours du temps. Ces images ont été téléchargées par le logiciel «Easy Google Maps Downloader» puis elles ont été intégrées dans le logiciel Corel Draw à fin de les convertir en format JPEG.

Une visite de terrain a été faite en Avril 2013 dans le but de détecter visuellement les anomalies au niveau des ouvrages anti-érosifs du bassin versant Sidi Salah. Pour mieux comprendre les causes des anomalies observées au niveau des ouvrages identifiés, des échantillons de sol ont été prélevés aléatoirement. Les analyses chimiques réalisées sont le taux de calcaire total et le gypse.

Après l'identification des anomalies, les différentes couches d'informations provenant de la digitalisation des ouvrages existants, ajoutées à celles des anomalies détectées, ont été emmagasinées dans une base de données numérique puis cartographiées. Le SIG a été également utilisé pour stocker et structurer les informations cartographiques de base, et intégrer les différentes caractéristiques du bassin versant, notamment, celles intervenant dans le processus érosif.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 PERTE DES OUVRAGES EN REMBLAI

Les ouvrages en remblai aménagés dans la zone d'étude consistent en des banquettes et des digues en terre. Pour les banquettes, la comparaison entre deux images de Google Earth datant de 2003 et 2013 montres que 80% des banquettes sont affectés par des pertes de qualité. En effet, 32% des banquettes ont été affectées par des pertes partielles et 68% des banquettes ont été totalement perdues (figure 2).

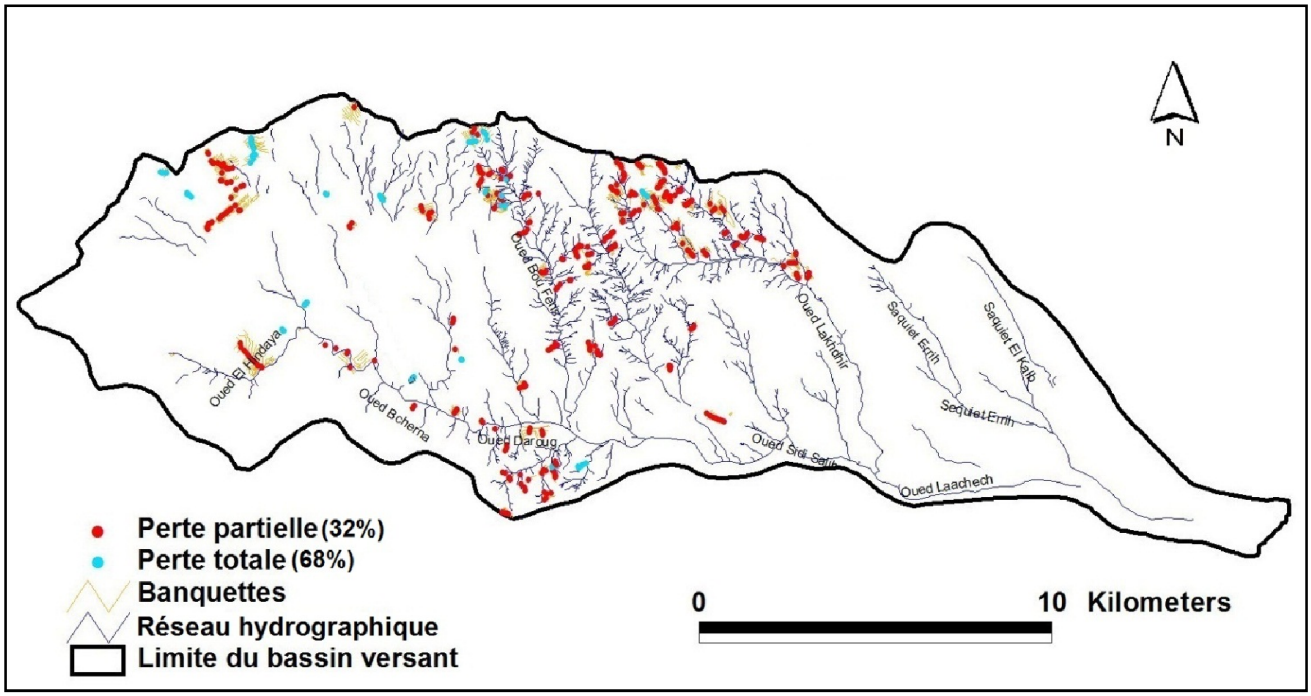


Fig. 2. Carte des anomalies des banquettes

La superposition de la carte des anomalies des banquettes et celle de la lithologie montre une perte de 85% des banquettes aménagées sur des formations argilo-sableuses et une perte de 76% de celles aménagées sur des formations sablo-limoneuses. Ces formations posent de sérieux problèmes de stabilité des banquettes car toutes les banquettes aménagées sur ces formations présentent au moins une perte. Ceci a été également signalé par la référence [17] au niveau du bassin versant El Ghouazine de la Tunisie Centrale où une instabilité des banquettes a été observée sur des formations argilo-gypseuses. Le nombre des banquettes qui ont été affectées par des pertes partielles ou totales selon la formation lithologique sont présentées dans le tableau 1.

Concernant la diguette en terre située au niveau d'oued Taous, une disparition de sa partie droite limitrophe à un seuil a été enregistrée. Etend donner que le phénomène d'érosion hydrique est accentué par les précipitations irrégulières et torrentielles, la nature du terrain (roche et résistante) ainsi que la topographie (accidentée), cette disparition peut être, donc, due à la nature du sol formant le remblai (sableuse) et à la turbulence des écoulements d'eau de ruissellement durant la période des hautes eaux.

Pour les digues du lac et du barrage, la prospection de terrain montre que ces dernières sont affectées par une érosion en rigole. Ce type d'érosion peut s'accentuer et se transformer en érosion en ravin capable de provoquer par la suite la perte totale de l'ouvrage en cas d'absence d'intervention pour les entretenir.

Tableau 1. Répartition des banquettes affectées par les pertes selon la lithologie du bassin versant Sidi Salah

Formation lithologique	Nombre de banquettes	Nombre de banquettes avec perte	Nombre de banquettes affectées par une perte totale	Nombre de banquettes affectées par une perte partielle
Argilo - sableuse	272	230	70	160
Sablo - limoneuse	388	292	90	202
Total	660	522	160	362

3.2 DESTRUCTION DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE

L'examen des images satellitaires de Google Earth à différentes dates (2010 et 2013) et les prospections de terrain, ont montré la destruction de tous les seuils aménagés au niveau du bassin versant, la disparition de la partie amont de la diguette en pierre construite dans le but de consolider la berge d'oued Hendaiaa ainsi que la destruction d'un épi.

Concernant le lac collinaire, la comparaison des images Google à différentes dates montre la destruction de la partie aval de l'évacuateur de crue du lac. Les anomalies mentionnées ont été cartographiées et elles sont présentées dans la figure 3.

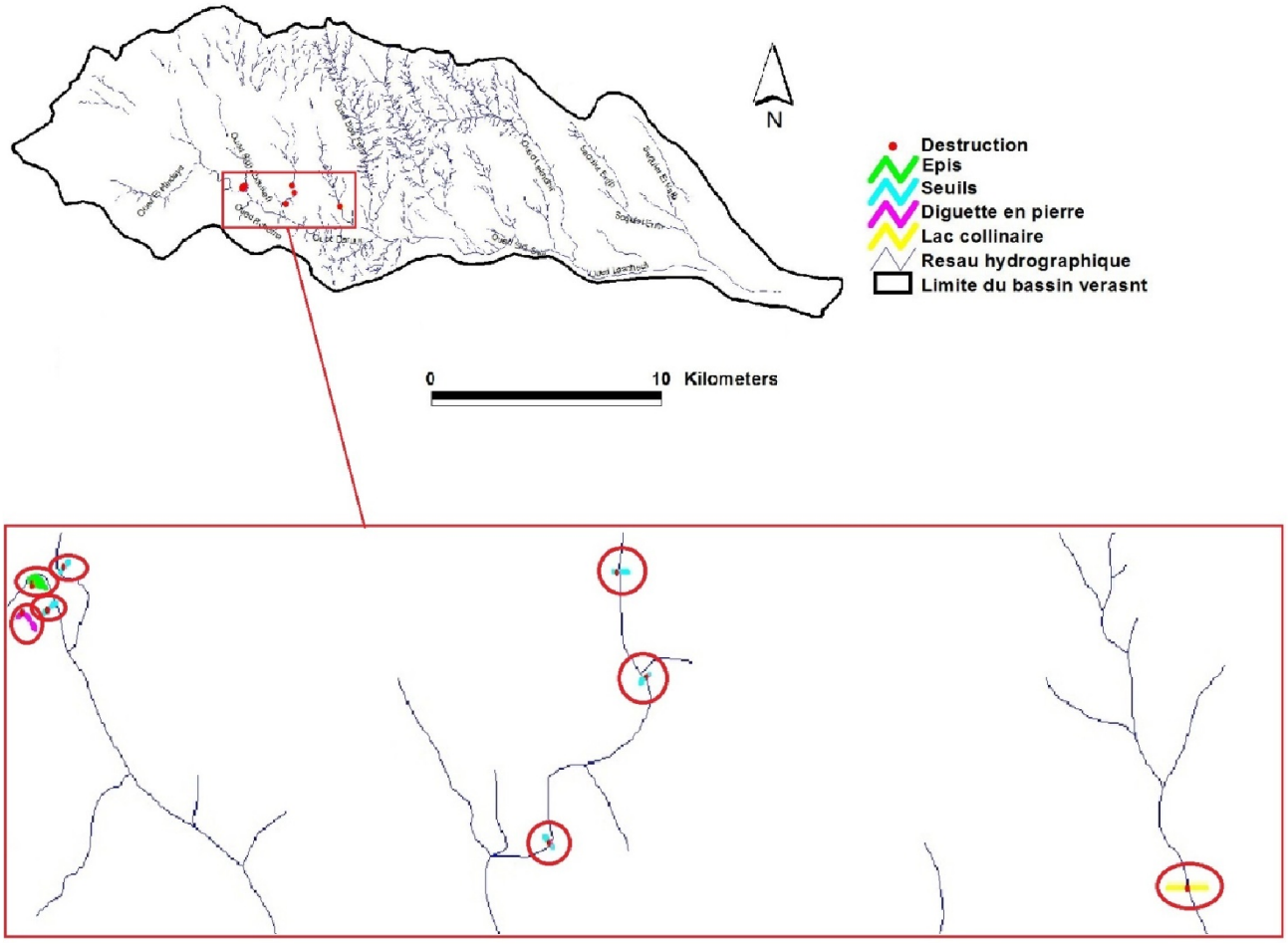


Fig. 3. Carte des anomalies des ouvrages en maçonnerie

Pour mieux comprendre et identifier la cause de la destruction de la totalité des seuils, une superposition de la carte des anomalies des aménagements en seuils et de la carte lithologique a été faite (figure 4).

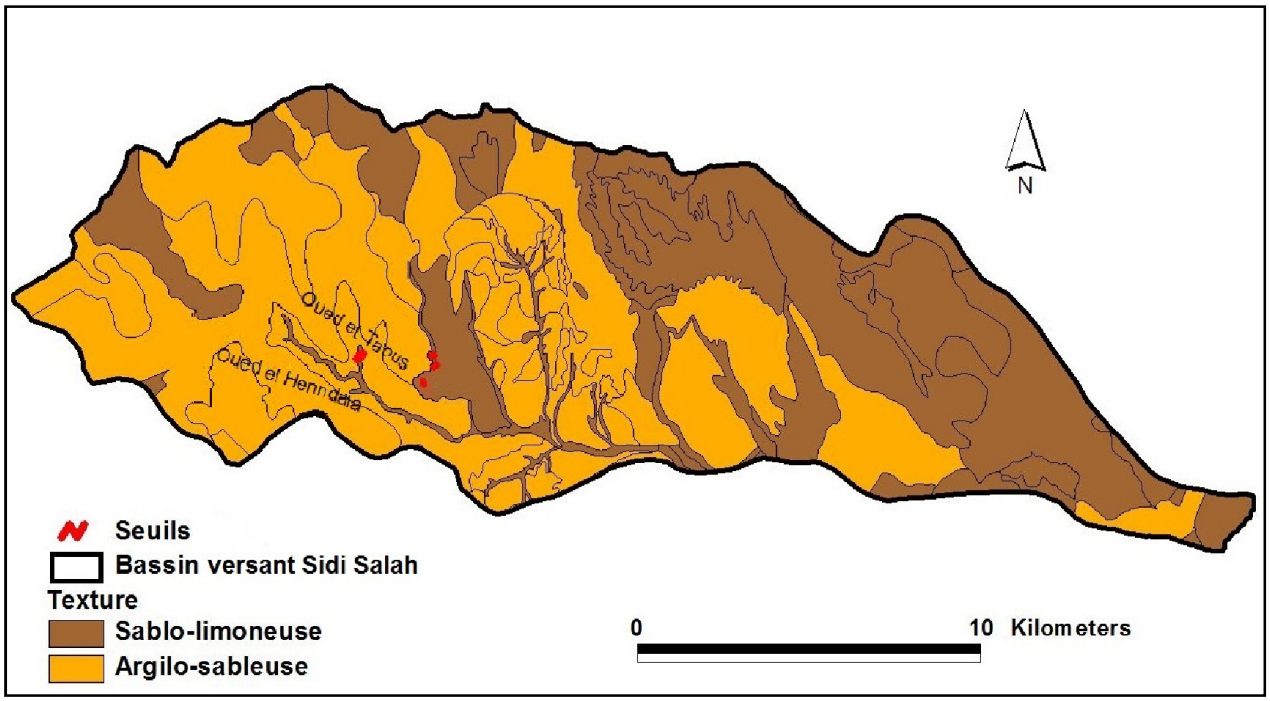


Fig. 4. Superposition de la carte des aménagements en seuils et de la carte lithologique

La figure 4 montre que tous les seuils ont été aménagés sur des roches meubles de formation sablo-limoneuse. Il s'agit, pour notre cas, d'une formation tendre très sensible à l'érosion et qui pose un problème de stabilité pour les ouvrages en maçonnerie en cas d'absence de fondation profonde.

A propos du lac collinaire aménagé dans le but de recharger la nappe phréatique, les analyses ont montré que le sol est gypseux (6,6%) et faiblement calcaire ($5 < CaCO_3 Total \leq 12,5\%$). Ceci va engendrer l'augmentation de la salinité de la nappe suite à la dissolution du gypse. Au niveau de la fondation de l'évacuateur de crue, le taux de gypse et celui du calcaire ont augmenté ; ce qui confirme le mauvais choix de l'emplacement du lac. En effet, le gypse provoque le creusement du sol au niveau de sa fondation. Ceci explique bien la destruction de l'évacuateur de crue.

Pour la zone de retenue d'eau, les résultats de l'analyse de sol montrent que les taux de calcaire total et du gypse, le long de 70 cm de profondeur, sont très élevés par rapport à ceux du sol initialement en place. Ceci est dû à la sédimentation des eaux de ruissellement chargées en matière en suspension et responsable de la formation d'une zone de dépôt riche en gypse (69,7%) et en calcaire (33,9%) susceptible d'augmenter la salinité de la nappe phréatique.

4 CONCLUSION

Malgré la faiblesse de sa topographie, la dégradation des terres dans le bassin versant Sidi Salah est aujourd'hui un problème réel et inquiétant. L'évolution de l'ampleur des dégâts provoqués par l'érosion, montre que cette dégradation prend parfois des dimensions importantes. Outre les facteurs liés au milieu naturel, particulièrement l'agressivité du climat traduite par l'irrégularité et la torrentialité des précipitations, la prédominance des formations tendres, etc., l'apparition de certaines anomalies accentues vraisemblablement la vulnérabilité du milieu et augmente le risque d'une défaillance totale des ouvrages anti-érosifs aménagés. En effet, la comparaison de l'état des ouvrages anti-érosifs, à partir des images satellites à hautes résolutions, a permis d'estimer la perte de 80% des banquettes aménagées dans le bassin versant d'étude, la perte partielle de la diguette en terre, le ravinement des talus des digues et la destruction des ouvrages en maçonneries. De nombreux facteurs pouvant expliquer la présence de ces anomalies. En fait, outre que les facteurs naturels, comme l'atteste les résultats de notre étude, la responsabilité de l'Homme est aussi à ne pas écarter. En effet, le manque d'entretien, la mauvaise conception et le mauvais choix d'emplacement des ouvrages ont contribué également à l'aggravation de la situation et l'endommagement des ouvrages aménagés.

REFERENCES

[1] H. Taamallah, A. Ouled Belgacem, H. Hamrouni, K. Nagaz, H. Ouchi et H. Lakhdhar, "Gestion durable des terres en Tunisie : bonnes pratiques agricoles", FAO, Land Dégradation Assessment in Drylands, Tunisie, 108 p, 2010.

[2] M. Badraoui et M. Stitou, "Status of soil survey and soil information system in Morocco, Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes-Instituto Agronomico Mediterraneo di Bari", CIHEAM-IAMB, 2001.

[3] R. Boukheir, M.R. Girard, M. Khawlie et C. Abadallah, "Erosion hydrique des sols dans les milieux méditerranéens : une revue bibliographique", Etude et Gestion des Sol, vol. 8, pp. 231-245, 2001.

[4] A. Giordano and N. Filippi, "Advantages and disadvantages of land use changes for the preservation of soil resources", Review of soil conservation practices and the need for related research. In : État de l'agriculture en Méditerranée. Les sols dans la région méditerranéenne : utilisation, gestion et perspectives d'évolution. CIHEAM-IAMZ, pp. 113-134, 1993.

[5] A. Oueslati, "Les côtes de la Tunisie. Géomorphologie et environnement et aptitudes à l'aménagement", Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, vol. 2, no. 34, 385 p, 1993.

[6] E. Roose et G. De Noni, "Apport de la recherche à la lutte antiérosive : bilan mitigé et nouvelle approche", Etude et Gestion des Sols, vol. 5, no. 3, pp. 181-194, 1998.

[7] M. Achouri, "La conservation des eaux et du sol en Tunisie : bilan et perspectives", Agriculture, durabilité et environnement, CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes, vol. 9, pp. 35-47, 1995.

[8] M. Robert et C. Cheverry, "Les ressources mondiales en eau et en sols : une limitation pour l'avenir", Cahiers Agricultures, vol. 5, no. 4, pp. 243-248, 1996.

[9] CNEA, "Etude sur l'état de la désertification pour une gestion durable des ressources naturelles en Tunisie", Rapport de la troisième phase, 122 p, 2008.

[10] R. Majdoub, S. Khlifi, A. Ben Salem et Y. M'Sadak, "Impacts of the Meskat water-harvesting system on soil horizon thickness, organic matter, and canopy volume of olive tree in Tunisia", Desalination and Water Treatment, vol 52, no. 10-11, pp. 2157-2146, 2013.

[11] M. Boufaroua, "Evolution des techniques de conservation des eaux et des sols en Tunisie", Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources Hydrauliques DG/ACTA, Tunisie, 11 p, 2004.

[12] H. Farhat, "Etat sur les activités du projet LADA en Tunisie", Steering Comitee Meeting an Technical Workshop, 19 p, 2006.

[13] H. Bouchnak, M. Sfar Felfoul, M.R. Boussema et M.H. Snane, "Etude de l'évolution du ravinement en fonction de la lithologie dans les bassins versants des oueds El hammam et Rmel en Tunisie centrale", Revue Télédétection, vol. 4, no. 1, pp. 75-93, 2004.

[14] N. Baccari, M.R. Boussema, J.M. Lamachère et S. Nasri, "Identification du risque de brèche des banquettes anti-érosives en région semi-aride tunisienne à l'aide d'ortho-images aériennes et de données multi sources dans un système d'information géographique", Revue télédétection, vol. 7, no. 1, pp. 405-417, 2007.

[15] R. Bouaziz, "Les oueds exoréiques de côte de Sfax : Leur évolution au cours du Quaternaire", Thèse doctorale, Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, 275 p, 2008.

[16] ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

[17] N. Baccari, J.M. Lamachère, M.R. Boussema, A. Benmamou et S. Nasri, "Influence du facteur lithologique sur l'échec des aménagments en banquettes de terre dans un petit bassin versant semi-aride Tunisien", Revue Geo-Eco-Trop, vol. 30, no. 2, pp 97-108, 2006.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 435-449
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Criblage chimique de quelques champignons du Katanga (RDC) et évaluation de leur activité biologique

[Chemical Screening of some mushrooms of Katanga (DRC) and their biological activities evaluation]

Marsi K. MBAYO[1], Emery M. KALONDA[1], Patrick T. TSHISAND[1], Olive TATCHOUA[2], Sangwa KAMULETE[2], Glauber K. MBAYO[2], Eddy N. KIHUYA[3], Joseph B. KAHUMBA[2], and Jean-Baptiste S. LUMBU[2]

[1]Laboratoire des substances naturelles, Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, RD Congo

[2]Laboratoire de Pharmacognosie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques, Université de Lubumbashi, RD Congo

[3]Laboratoire de chimie, Département de Chimie, Section sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogie de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

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

ABSTRACT: The chemical screening has showed that 17 edible and non-edible mushrooms studied contained saponins (100%), tannins (82.4%), anthocyanins (70.58%), coumarins (29.5%), flavonoids (23.5%) and steroids (17.6%). However, alkaloids, terpenoids and quinones have been identified in fungi studied.
All of the extracts have inhibited the action of bacteria studied, but the most active extracts were those of *Amanita rubescens* (0.3125mg/mL), *Schizophyllium commune* (0.625mg/mL) and *Trichaptum abietinum* (0.625mg/mL) on *S. aureus* and *Stereum hirsitum* (0.625mg/mL) on *S. aureus* and *S. pneumoniae*. Moreover, all of extracts have got bacteriostatic effect (87.5%) on the tested germs except *Ganoderma lucidum* extract on *S. aureus*, *Lactarius angusters* on *S. sonnei*, *Schizophyllium commune* on *S. sonnei* and *S. aureus*, *Trametes gibbosa* on *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* sur *S. sonnei* which have bactericidal effect against the same germs studied. Moreover, all the extracts showed antioxidant activity except extract *Trichaptum abietinum*.

KEYWORDS: Mushroom, antimicrobial, antioxidant, chemical screening.

RESUME: Le criblage chimique a montré que les 17 champignons comestibles et non comestibles étudiés contenaient les saponines (100%), les tanins (82,4%), les anthocyanes (70,58%), les coumarines (29,5%), les flavonoïdes (23,5%) et stéroïdes (17,6%). Cependant, les alcaloïdes, les quinones et les terpénoïdes n'ont pas été mis en évidence dans les champignons étudiés.
Tous les extraits ont inhibé l'action des germes étudiés mais les extraits les plus actifs ont été ceux de *Amanita rubescens* (0,3125mg/mL), de *Schizophyllium commune* (0,625mg/mL) et de *Trichaptum abietinum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* ainsi de *Stereum hirsitum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* et *S. pneumoniae* et sur *S. aureus*. Par ailleurs, tous les extraits avaient des effets bactériostatiques (87,5%) sur les germes testés sauf ceux de *Ganoderma lucidum* sur *S. aureus*, de *Lactarius angusters* sur *S. sonnei*, de *Schizophyllium commune* sur *S. sonnei* et sur *S. aureus*, de *Trametes gibbosa* sur *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* sur *S. sonnei* qui ont été bactéricides vis-à-vis des mêmes germes. Par ailleurs, tous les extraits ont manifesté l'activité antioxydante à l'exception de l'extrait de *Trichaptum abietinum*.

MOTS-CLEFS: Champignon, antimicrobien, antioxydant, criblage chimique.

Corresponding Author: Jean-Baptiste S. LUMBU

1 INTRODUCTION

Les champignons jouent et continuent à jouer un rôle important dans plusieurs aspects de l'activité humaine. Les champignons comestibles, par exemple, sont largement utilisés dans l'alimentation humaine [1]. A Lubumbashi, du mois d'octobre au mois d'avril, les différents marchés locaux sont envahis par des vendeurs des champignons qu'ils récoltent dans les écosystèmes envoisinant la ville. En effet, les champignons constituent en général un aliment très apprécié et consommé au Congo, plus particulièrement au Katanga durant la période pluvieuse. En plus de leur goût et leur bel arôme, les champignons sont riches en vitamines, sels minéraux, lipides, glucides et acides aminés notamment pour la régularisation du cœur et du foie [2-3]. Par ailleurs, les champignons non comestibles sont connus comme des espèces vénéneuses susceptibles de provoquer parfois des accidents graves et des intoxications mortelles [4].

Toutefois, selon les diverses enquêtes menées dans ville de Lubumbashi et ses environs sur la médecine traditionnelle, les champignons n'étaient presque pas indiqués dans la phytothérapie de Lubumbashi et de ses environs. En effet, Petit et ses collaborateurs, dans leur étude ''Bunganga ya mici'', ont inventorié 132 espèces utilisées en médecine traditionnelle parmi lesquelles *Polypore sp* (un champignon) qui était indiqué dans le traitement de l'angine [5].

La littérature à notre portée, signale que les champignons contiennent des substances capables d'inhiber l'activité microbienne ou l'action des radicaux libres. En effet, les champignons contiennent une grande diversité de biomolécules ayant des propriétés nutritionnelles et médicinales [2]. En raison de ces propriétés, ils ont été reconnus comme aliments fonctionnels et comme source pour le développement de nouveaux médicaments et nutraceutiques [1,6]. Les antioxydants présents dans les champignons sont d'un grand intérêt en tant qu'agents de protection pour aider le corps humain afin de réduire les dommages oxydatifs sans aucune interférence.

Les champignons sont reconnus comme des aliments fonctionnels et comme une source de composants physiologiquement bénéfiques. Ils sont signalés comme capables d'améliorer la santé cardiaque, de réduire le risque de cancer, de promouvoir la fonction immunitaire, d'inhiber l'action des virus, des bactéries et des champignons microscopiques, de réduire l'inflammation et d'aider à équilibrer les niveaux de sucre dans le sang et soutenir le mécanisme de détoxification de l'organisme. Ils ont également la capacité d'accumuler une grande variété de métabolites secondaires notamment les alcaloïdes, les composés phénoliques, les polypeptides, les terpènes, les stéroïdes et les saponines. Les composés phénoliques se sont révélés être des excellents antioxydants synergique [1,7-9].

C'est pour cette raison que la présente étude va procéder à un criblage chimique et à l'évaluation de l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante de 17 champignons de l'écosystème de Lubumbashi dont 12 sont comestibles et 5 non comestibles.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 CHAMPIGNONS ÉTUDIÉS

Dans le tableau 1, nous regroupons quelques informations en rapport avec la classification des champignons récoltés dans l'écosystème de Lubumbashi.

Tableau 1. Classification des champignons étudiés

Champignons	Type	Classe	Ordre	Famille	Nom vernaculaire
Amanita loosii beeli	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Amanitaceae	Mpufia (bemba)
Amanita rubescens	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Amanitaceae	Lubosambwa (bemba)
Boletus eruthropus	Comestible	Agaricomycète	Boletale	Boletaceae	Bowa (luba)
Cantharellus cibarius	Comestible	Agaricomycète	Cantharellale	Cantharellaceae	Bumpukutu (bemba)
Cantharellus symoensii	Comestible	Agaricomycète	Cantharellale	Cantharellaceae	Bwitondo (Bemba)
Ganoderma lucidum	Non comestible	Agaricomycète	Polyporales	Ganodermataceae	-
Inonotus hispidus	Non comestible	Agaricomycète	Hymenochaetale	Hymenochaetaceae	-
Lactarius angustis	Comestible	Agaricomycète	Russulale	Russulaceae	Musefwe (bemba)
Lactarius kabansus	Comestible	Agaricomycète	Russulale	Russulaceae	Kabansa, Manza manza (bemba)
Lactarius sp	Comestible	Agaricomycète	Russulale	Russulaceae	Muania (Bemba)
Lepiota procera	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Agaricaceae	Mbundelema (Luba)
Schizophyllium commune	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Schizophyllaceae	Busepa (Bemba)
Stereum hirsutum	Non comestible	Agaricomycète	Russulale	Stéreaceae	-
Termitomyces letestui	Comestible	Agaricomycète	Agaricale	Lyophyllaceae	Katoto (Bemba, lamba, sanga); Mapumdulu (Tshiluba)
Trametes gibbosa	Non comestible	Agaricomycète	Polyporale	Polyporaceae	-
Tremella mesenterica	Non comestible	Tremellomycete	Tremellale	Tremellaceae	Menga (bemba)
Trichaptum abietinum	Comestible	Agaricomycète	Polyporale	Polyporaceae	-

Tous les champignons appartiennent au règne Fungi et à l'embranchement des Basidiomycota. A l'exception de *Tremella mesenterica* qui appartient à la classe des Tremellomycetes, tous les autres champignons sont de la classe des Agaricomycetes.

Sur les dix-sept espèces étudiées, six appartiennent à l'ordre des Agaricales, quatre à l'ordre des Russulales, trois à l'ordre des Polyporales, deux à celle des Cantharellales, un à l'ordre des Boletales et le dernier à l'ordre des Hymenochaetales.

2.2 GERMES UTILISÉS

Les germes utilisés sont deux bactéries gram- (*Shigella sonnei* et *Pseudomonas aeruginosa*) et deux bactéries gram + (*Staphylococus aureus* et *Streptococcus pneumoniae*) fournis par le Grand Laboratoire Provincial de Lubumbashi.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 MISE EN EVIDENCE DE GROUPES DE SUBSTANCES CHIMIQUES

a. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont mis en évidence par six réactifs de précipitation, à savoir le réactif de Dragendorff, le réactif de Mayer, le réactif de Hager, le réactif de Bertrand, le réactif de Sonnenschein et le réactif de Wagner. Cette mise en évidence a été réalisée sur un extrait méthanolique dissous dans une solution d'acide chlorhydrique 1% filtrée, basifiée et extraite au chloroforme à trois reprises. Le résidu chloroformique obtenu est repris par l'acide chlorhydrique 1%. La solution acide

surnageante est déposée en six gouttes sur une lame et traitées respectivement par les six réactifs précipitants décrits ci-dessus. Le test n'est positif que dans le cas où tous les six réactifs donnent un précipité [10,11].

b. Flavonoïdes et anthocyanes

L'extrait aqueux flavonoïque donne, en présence de l'acide chlorhydrique concentré et de copeaux de magnésium, une coloration rose-rouge ou rouge violacé dans la couche surnageante d'alcool isoamylique (réaction de Shinoda). L'extrait aqueux anthocyanique donne, en présence de l'acide chlorhydrique concentré, une coloration rouge dans la couche surnageante d'alcool isoamylique [10,11].

c. Hydroxyanthraquinones

En présence d'une base (NaOH, KOH), les hydroxyanthraquinones donnent une coloration rouge caractéristique (réaction de Bornträger) [10,11].

d. Saponines

La détection des saponines est basée sur le pouvoir moussant dû à un effet tensioactif suite à la présence du noyau triterpénique et des résidus osidiques (molécules amphypatiques). En cas d'une mousse non persistante de l'infusé durant vingt minutes dans un tube à essai de 16 x160 mm ou d'une hauteur inférieure à 10 mm, on teste le filtrat avec un mélange d'acide sulfurique 1N et de dichromate de potassium 10%, les saponines donnent une coloration vert-sale ou violette virant au rouge [12].

e. Stéroïdes et terpénoïdes

En présence d'acide acétique anhydre et d'acide sulfurique concentré, l'extrait organique éthéré contenant les stéroïdes donne une gamme de colorations mauves à vertes. L'identification des terpénoïdes suit le même schéma ; l'ajout du réactif de Hirschson (Acide trichloroacétique) donne une couleur jaune virant au rouge, ce qui indique la présence des terpénoïdes [12].

f. Tanins

En présence de chlorure ferrique 1%, les extraits aqueux tanniques donnent une gamme de colorations bleu-vert, bleu sombre ou verte et/ou de précipités [12].

g. Hétérosides cyanogènes

En présence d'acide cyanhydrique dégagé par hydrolyse des hétérosides cyanogènes sous l'effet de la chaleur, le papier picrosodé de couleur jaune vire à l'orange ou au rouge suivant sa concentration [11].

f. Coumarines

L'extrait éthéré obtenu après macération des champignons sont évaporés à l'air libre puis repris dans l'eau chaude. Ajouter dans la solution aqueuse, une solution éthérée d'ammoniac à 20% et observer la fluorescence sous UV à 366nm. Une coloration bleue intense indique la présence des coumarines [12].

2.3.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

Le test sur les radicaux libres est effectué après une chromatographie ascendante sur couche mince (CCM). Les extraits (100µg) sont déposés sur les plaques de silicagel 60 F_{254} sur verre. Les chromatogrammes sont développés dans un mélange Hexane - Acétate d'éthyle – Dichloromethane -Acide acétique (6÷2÷1÷0,5). Après séchage des plaques, les pulvériser avec une solution méthanolique de DPPH à 0,004%. Les composés actifs apparaissent sous forme de spots jaunes ou blancs sur un fond pourpre, après 30 min de réaction [13-15].

2.3.3 EXTRACTION BRUTE DES SUBSTANCES

50g de poudre de champignons séchés sont additionnés de 250 ml du méthanol et macérés pendant 24 heures. Le mélange est filtré, la solution organique est évaporée sous vide en utilisant un évaporateur rotatif. L'opération est répétée quatre fois. Les filtrats sont rassemblés et sont évaporés ; on obtient le résidu méthanolique [16].

2.3.4 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

a. Tests d'activité antibactérienne

On dissout le produit antimicrobien dans le DMSO. On réalise la concentration finale de la solution mère à l'aide du bouillon peptonné. La concentration maximale de DMSO est de 3% (v/v). On réalise ensuite les dilutions dans des tubes à essai suivant le schéma ci-après :

Tableau 2. Schéma d'une microplaque stérile en plastique munie de 96 cupules

Rangées		Colonnes											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
T_1	A à D	C-	Sm_1	1/2	1/4	Cd	1/8	1/16	1/32	C+	1/64	1/128	1/256
T_2	E à H	C-	Sm_2	1/2	1/4	Cd	1/8	1/16	1/32	C+	1/64	1/128	1/256

Légende:

T_1 : Test du premier produit antimicrobien réalisé en quadriplicate : Rangées A, B, C et D.

T_2 : Test du second produit antimicrobien réalisé en quadriplicate : Rangées E, F, G et H.

Sm : Solution mère du produit antimicrobien.

C+ : Contrôle positif (milieu + suspension bactérienne, pour s'assurer qu'il y a bien croissance de germes).

C- : Contrôle négatif (milieu de culture seul, pour s'assurer qu'on a bien travaillé dans des conditions stériles).

Cd : Contrôle DMSO : DMSO 3% dans le milieu de culture + suspension bactérienne : s'assurer que l'effet éventuellement observé n'est pas dû au DMSO utilisé pour dissoudre le produit à tester. Il doit y avoir croissance dans le contrôle DMSO.

On pèse exactement 2mg de résidu sec que l'on dissout dans 2ml de bouillon peptonné pour avoir une concentration initiale de 1mg/mL en phase d'ensemencement. A l'aide d'une micropipette multicanaux, prélever 50 µL de dilution, transférer dans la plaque d'incubation colonne par colonne. De même, prélever de façon aseptique avec une micropipette multicanaux 50µL d'inoculum standardisé, transférer dans les cupules de la plaque d'incubation, en mélangeant par aspiration/dispensation.

Seule la dernière concentration à laquelle le développement de germe a été inhibé était retenue comme concentration minimale inhibitrice (CMI) [17].

b. Détermination des CMB

Dans la batterie des concentrations croissantes, la concentration minimale inhibitrice (CMI) est un point limite aisément déterminable qui doit être complété par un autre paramètre appelé Concentration Minimale Bactéricide (CMB).

Si l'action de l'extrait du champignon est létale pour une partie de la population bactérienne, on parle de zone de bactéricidie après un temps donné d'incubation à 37°C. La fiabilité relative à la bactériostase est fonction des CMI couplées à des CMB des extraits par rapport aux germes en cause [18].

En pratique, après avoir observé la CMI, on considère tous les cupules de dilutions décroissantes en allant vers la plus faible. La concentration qui se révèle CMB est celle dont le repiquage sur le milieu de culture stérile ne permet le développement de germe étudié [19].

c. Effet des extraits

Pour déterminer l'effet de l'extrait, il est indispensable de connaître la CMI et la CMB afin d'évaluer les caractéristiques des solutions des extraits. En effet, si le rapport CMB/CMI vaut 1-2, l'extrait est bactéricide ; par contre si le rapport se situe entre 4-16, on dira que l'extrait est bactériostatique [19].

3 RESULTATS

3.1 CRIBLAGE CHIMIQUE

La mise en évidence de divers groupes de substances est basée sur les tests de coloration et de précipitation en solution. Les tests de précipitation ont permis de mettre en évidence successivement les tanins et les alcaloïdes tandis que les tests de coloration en solution pour mettre en évidence les flavonoïdes, les anthocyanes, les coumarines, les stéroïdes, les terpénoïdes et les quinones. Les hétérosides cyanogènes ont été mis en évidence par le changement de la coloration du papier picrosodé mis en contact avec la vapeur des extraits végétaux. Les résultats sont consignés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3. Résultats préliminaires du criblage chimique

Espèces	Alc	Ant	Com	Flav	Qun	Sap	Ster	Tan	Ter	TOTAL	Hcn
Amanita loosi beeli	-	+	+	-	-	+	-	+	-	4/9 44,4%	-
Amanita rubescens	-	-	+	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
Boletus eruthropus	-	+	-	-	-	+	-	++	-	4/9 44,4%	-
Cantharellus cibarius	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
Cantharellus symoensii	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
Ganoderma lucidum	-	-	+	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
Inonotus hispidus	-	-	-	-	-	+	+	-	-	2/9 22,2%	-
Lactarius angusters	-	+	+	-	-	+	-	+	-	4/9 44,4%	-
Lactarius kabansus	-	+	-	+	-	++	-	+	-	4/9 44,4%	-
Lactarius sp	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
Lepiota procera	-	+	-	-	-	++	+	+	-	3/9 33,3%	-

Tableau 3. Suite

Espèces	Alc	Ant	Com	Flav	Qun	Sap	Ster	Tan	Ter	TOTAL	Hcn
Schizophyllium commune	-	+	-	-	-	+	-	+	-	3/9 33,3%	-
Stereum hirsutum	-	+	-	+	-	++	+	+	-	5/9 55,6%	-
Termitomyces letestui	-	+	+	+	-	+	-	-	-	3/9 33,3%	-
Trametes gibbosa	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1/9 11,1	-
Tremella mesenterica	-	+	-	+	-	++	-	+	-	4/9 44,4%	-
Trichaptum abietinum	-	-	-	-	-	++	-	+	-	2/9 22,2%	-
Total sur 17	0	12	5	4	0	17	3	14	0		0
Pourcentage (%)	0,0	70,58	29,5	23,5	0	100	17,6	82,4	0		0

*Légende : **Alc** : alcaloïdes ; **Ant**: Anthocynanes; **Com** : Coumarines ; **Flav** : Flavonoïdes ; **Qun**: Quinones; **Ter**: Terpénoïdes ; **Sap** : Saponines; **Ster** : Stéroïdes ; **Tan** : Tanins*

Les champignons étudiés contiennent en moyenne une substance chimique bioactive sur les neuf recherchées. Les groupes de substances les plus abondants dans les champignons étudiés sont les saponines (100% des résultats positifs), les tanins (82,4% des résultats positifs) et les anthocyanes (70,58% des résultats positifs). Par ailleurs, les coumarines (29,5%), les flavonoïdes (23,5%) et stéroïdes (17,6%) sont les groupes de métabolites faiblement représentés. Cependant, les alcaloïdes, les quinones et les terpénoïdes n'ont pas été mis en évidence dans les champignons étudiés.

3.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

L'évaluation de l'activité antibactérienne est basée sur l'interaction entre les solutions des extraits des champignons avec les germes dans le milieu de culture. Les résultats de ces tests sont repris dans les tableaux 4 à 6 ci-dessous.

3.2.1 DETERMINATION DES CMI DES EXTRAITS ETUDIES

Tableau 4. Résultats de la détermination des CMI des extraits étudiés

Champignons	CMI (mg/mL)			
	Pa	*Sa*	*Sp*	*Ss*
Amanita rubescens	2,5	0,3125	5	5
Boletus eruthropus	5	5	5	5
Cantharellus cibarus	2,5	1,25	2,5	5
Cantharellus symoensii	2,5	1,25	2,5	2,5
Ganoderma lucidum[nc]	2,5	1,25	1,25	2,5
Inonotus hispidus[nc]	2,5	2,5	2,5	1,25
Lactarius angusters	5	2,5	2,5	2,5
Lactarius kabansus	5	2,5	2,5	2,5
Lepiota procera	2,5	2,5	5	5

Tableau 4. Suite

Champignons	CMI (mg/mL)			
	Pa	*Sa*	*Sp*	*Ss*
Schizophyllium commune	2,5	2,5	0,625	2,5
Stereum hirsutum[nc]	2,5	0,625	0,625	2,5
Termitomyces letestui	2,5	2,5	5	2,5
Trametes gibbosa[nc]	1,25	2,5	5	2,5
Tremella mesenterica[nc]	1,25	1,25	5	2,5
Trichaptum abietinum	1,25	0,625	1,25	5
CMI moyenne	**2.75±1.27**	**1.93±1.18**	**3.08±1.74**	**3.25±1.32**

***Pa** : Pseudomonas aeruginosa ; **Sa** : Staphylococcus aureus ; **Sp** : Streptococcus pneumoniae ; **Ss** : Shigella sonnei, **nc** : non comestible*

Tous les extraits ont inhibé l'action des germes étudiés ; toutefois, les extraits les plus actifs sont ceux de *Amanita rubescens* (0.3125mg/mL), de *Schizophyllium commune* (0.625mg/mL), de *Trichaptum abietinum* (0.625mg/mL) et de *Stereum hirsitum* (0.625mg/mL). Tous ces extraits ont été actifs sur *S. aureus*. Par ailleurs les extraits de *Stereum hirsitum*, en plus de leur activité vis-à-vis de *S. aureus*, ils ont également été actifs sur *S. pneumoniae*.

Les germes les plus sensibles aux extraits sont *Staphylococcus aureus* (1.93±1.18mg/mL) et *Pseudomonas aeruginosa* (2.75±1.27mg/mL)

3.2.2 DETERMINATION DES CMB DES EXTRAITS METHANOLIQUES

Tableau 5 : Résultats de la détermination des CMB des extraits étudiés

Champignons	CMB (mg/mL)			
	Pa	Sa	Sp	Ss
Amanita rubescens	10	2,5	ND	ND
Boletus eruthropus	ND	ND	ND	10
Cantharellus cibarus	10	ND	ND	ND
Cantharellus symoensii	ND	ND	ND	ND
Ganoderma lucidum[nc]	ND	2,5	10	10
Inonotus hispidus[nc]	ND	ND	ND	5
Lactarius angusters	ND	ND	ND	5
Lactarius kabansus	ND	ND	ND	10
Lepiota procera	10	ND	ND	ND
Schizophyllium commune	ND	5	ND	5
Stereum hirsutum[nc]	ND	2,5	ND	10
Termitomyces letestui	ND	ND	ND	ND
Trametes gibbosa[nc]	ND	ND	ND	5
Tremella mesenterica[nc]	ND	5	ND	10
Trichaptum abietinum	ND	5	ND	10

***Pa** : Pseudomonas aeruginosa ; **Sa** : Staphylococcus aureus ; **Sp** : Streptococcus pneumoniae ; **Ss** : Shigella sonnei, **nc** : non comestible **ND** : non determiné*

Après repiquage, il a été observé que seuls 16/60 extraits ont inhibé la croissance des germes sur gélose, soit 26,7% des 60 extraits testés. Il s'agit des extraits de *Amanita rubescens* sur *P. aeruginosa* (CMB = 10mg/mL) *et S. aureus* (CMB = 2,5mg/mL), de *Ganoderma lucidum* sur *S. aureus* (CMB = 2.5mg/mL), *S. pneumoniae* (CMB = 10mg/mL) et *S. sonnei* (CMB = 10mg/mL), de *Inonotus hispidus et de Lactarius angusters avec une CMB de 5mg/mL sur S. sonnei*, de *Lactarius kabansus* sur *S. sonnei* (CMB = 10mg/mL), de *Lepiota procera* sur *P. aeruginosa* (CMB = 10mg/mL), de *Schizophyllium commune* sur *S. aureus* et *S. sonnei* avec une CMB de 5mg/mL, de *Stereum hirsutum* sur *S. aureus* (CMB = 2,5mg/mL) et *S. sonnei* (CMB =

10mg/mL), de *Trametes gibbosa* sur *S. sonnei* (CMB = 10mg/mL) et de *Tremella mesenterica* ainsi que de *Trichaptum abietinum* respectivement sur *S. aureus et S. sonnei* avec des CMB respectives de 5mg/mL et de 10mg/mL.

3.2.3 DETERMINATION DE L'EFFET DES EXTRAITS ETUDIES

Les résultats de la détermination de l'effet des extraits étudiés sont repris dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Résultats de la détermination de l'effet des extraits étudiés

Espèces	Germes	CMI	CMB	CMB/CMI	Observation
Amanita rubescens	*S. sonnei*	5	ND	ND	Bactériostatique
	P. aeruginosa	2,5	10	4	Bactériostatique
	S. aureus	0,3125	2 ,5	8	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Boletus eruthropus	*S. sonnei*	5	ND	ND	Bactériostatique
	P. aeruginosa	5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	5	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Cantharellus cibarus	*S. sonnei*	5	ND	ND	Bactériostatique
	P. aeruginosa	2,5	10	4	Bactériostatique
	S. aureus	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	2,5	ND	ND	Bactériostatique
Cantharellus symoensii	*S. sonnei*	5	ND	ND	Bactériostatique
	P. aeruginosa	5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	2,5	ND	ND	Bactériostatique
Ganoderma lucidum	*S. sonnei*	2,5	10	4	Bactériostatique
	P. aeruginosa	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	**1,25**	**2,5**	**2**	**Bactéricide**
	S. pneumoniae	1,25	10	8	Bactériostatique
Inonotus hispidus	*S. sonnei*	1,25	5	4	Bactériostatique
	P. aeruginosa	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Lactarius angusters	***S. sonnei***	**2,5**	**5**	**2**	**Bactéricide**
	P. aeruginosa	5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	2,5	ND	ND	Bactériostatique

Tableau 6 : Suite

Espèces	Germes	CMI	CMB	CMB/CMI	Observation
Lactarius kabansus	*S. sonnei*	2,5	10	4	Bactériostatique
	P. aeruginosa	5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Lepiota procera	*S. sonnei*	5	ND	ND	Bactériostatique
	P. aeruginosa	1,5	10	4	Bactériostatique
	S. aureus	5	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Schizophyllium commune	***S. sonnei***	**2,5**	**5**	**2**	**Bactéricide**
	P. aeruginosa	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	**2,5**	**5**	**2**	**Bactéricide**
	S. pneumoniae	0,625	ND	ND	Bactériostatique
Stereum hirsutum	*S. sonnei*	2,5	10	4	Bactériostatique
	P. aeruginosa	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	0,625	2,5	4	Bactériostatique
	S. pneumoniae	0,625	ND	ND	Bactériostatique
Termitomyces letestui	*S. sonnei*	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	P. aeruginosa	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Trametes gibbosa	***S. sonnei***	**2,5**	**5**	**2**	**Bactéricide**
	P. aeruginosa	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	2,5	ND	ND	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Tremella mesenterica	*S. sonnei*	2,5	10	4	Bactériostatique
	P. aeruginosa	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	1,25	5	4	Bactériostatique
	S. pneumoniae	5	ND	ND	Bactériostatique
Trichaptum abietinum	***S. sonnei***	**5**	**10**	**2**	**Bactéricide**
	P. aeruginosa	1,25	ND	ND	Bactériostatique
	S. aureus	0,625	5	8	Bactériostatique
	S. pneumoniae	1,25	ND	ND	Bactériostatique

Il ressort de ce tableau que 87,5% des extraits ont un effet bactériostatique sur les germes testés. Seuls les extraits de *Ganoderma lucidum* (CMI :1,25mg/ml et CMB : 2,5mg/ml) sur *S. aureus*, de *Lactarius angusters* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei*, de *Schizophyllium commune* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et sur *S. aureus*, de *Trametes gibbosa* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* ont manifesté un effet bactéricide.

3.3 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

La mise en évidence de l'activité antioxydante des espèces ont été réalisé par chromatographie sur couche mince. Les résultats cette recherche sont repris dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7. Résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante

Espèces	Coloration de spot après révélation au DPPH	Résultats
Amanita loosi beeli	Jaune	+++
Amanita rubescens	Jaune	++
Boletus eruthropus	Jaune	+++
Cantharellus cibarius	Jaune	++
Cantharellus symoensii	Jaune	+++
Ganoderma lucidum[nc]	Jaune	+++
Inonotus hispidus[nc]	Jaune	+
Lactarius angusters	Jaune	++
Lactarius kabansus	Jaune	+++
Lactarius sp	Jaune	+++
Lepiota procera	Jaune	+++
Schizophyllium commune	Jaune	+
Stereum hirsutum[nc]	Jaune	+++
Termitomyces letestui	Jaune	+
Trametes gibbosa[nc]	Jaune	+
Tremella mesenterica[nc]	Jaune	+++
Trichaptum abietinum	Incolore	-

Tous les extraits ont manifesté une activité antioxydante à l'exception de l'extrait de *Trichaptum abietinum*.

4 DISCUSSION

4.1 CRIBLAGE CHIMIQUE

Sur 153 tests de criblage chimique réalisés, 53 étaient positifs, soit 34,64%. En ce qui concerne, le nombre de substances par espèce, les champignons étudiés peuvent être classés en 5 groupes. Le groupe de champignons à 5 groupes de substances chimiques renferme une seule espèce ; il s'agit de *Stereum hirsutum*. Le deuxième groupe renferme 5 espèces de champignons contenant 4 groupes des substances chimiques (*Amanita loosi beeli*, *Boletus eruthropus*, *Lactarius angusters*, *Lactarius kabansus* et *Tremella mesenterica*). Le troisième regroupe 8 espèces qui renferment chacune 3 groupe de substances recherchées (*Amanita rubescens*, *Cantharellus cibarius*, *Cantharellus symoensii*, *Ganoderma lucidum*, *Lepiota procera, Lactarius sp*, *Schizophyllium commune* et *Termitomyces letestui*). Le quatrième et le cinquième groupe renferment respectivement deux espèces à 2 groupes de substances chimiques (*Inonotus hispidus* et *Trichaptum abietinum*) et une espèce à un seul groupe de substances chimiques sur les 10 recherchés (*Trametes gibbosa*).

L'abondance relative des groupes de substances chimiques recherchés dans les champignons peut être représentée sur la figure 1 ci-dessous.

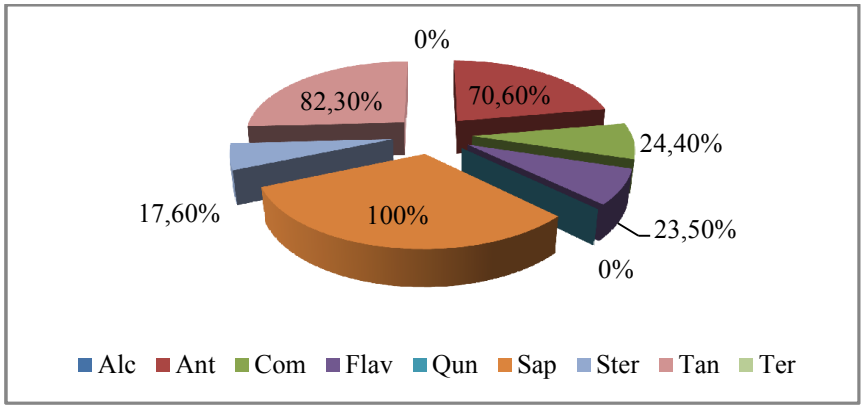


Figure 1. Abondance des substances recherchées

Il ressort de cette figure que les saponines (100%), les tanins (82,4%) et les anthocyanes (70,58%) sont les groupes les plus abondants dans les champignons étudiés. Par ailleurs, les coumarines (29,5%), les flavonoïdes (23,5%) et les stéroïdes (17,6%) sont les groupes rares dans les échantillons analysés. En outre, les alcaloïdes, les quinones, les terpénoïdes sont des groupes qui n'ont pas été mises en évidences dans les échantillons étudiés. Cela pourrait être dû au fait que durant la période de récolte la teneur en ces métabolites secondaires était faible, ce qui n'a pas permis d'atteindre le seuil de détection de la méthode utilisée.

La présence de groupes de substances chimiques notamment les anthocyanes, les flavonoïdes, les coumarines dans certains champignons étudiés est bénéfique pour les consommateurs de ces denrées. En effet, les terpénoïdes sont connus comme inducteurs d'apoptose tandis que les flavonoïdes sont des antioxydants puissants qui éliminent les radicaux libres générés par le stress oxydatif et qui sont à l'origine des plusieurs pathologies notamment le vieillissement précoce, les maladies cardiovasculaires et les cancers [21].

Aggarwal et ses collaborateurs ont isolé de l'extrait méthanolique de *Inonotus hispidus*, récolté en Inde, trois molécules dont deux flavonoïdes (Inonotusin et hispidin) et 3,4-dihydroxybanzaldéhyde [22]. Cependant pour la présence étude, la recherche des flavonoïdes dans ce champignon était négatif.

4.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE

De l'évaluation de l'activité antibactérienne, il a été constaté que la plus faibles CMI a été obtenu avec les extraits de *Amanita rubescens* (0,3125mg/mL) sur *S. aureus*, de *Schizophyllium commune* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*, de *Stereum hirsitum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* et *S. pneumoniae* et de *Trichaptum abietinum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*.

Après repiquage, il a été observé que la plus faible CMB (cfr tableau 5) était de 2.5mg/mL obtenues avec les extraits de *Amanita rubescens*, de *Ganoderma lucidum* et de *Stereum hirsitum* sur *S. aureus*. Ce dernier est le germe le plus sensible de 4 germes testés.

Il a également été observé, après repiquage des extraits, que seul l'extrait de *Ganoderma lucidum* sur les 17 étudiés (soit 5,88% des extraits) a inhibé la croissance de *S. pneumoniae* à 10mg/mL. Par ailleurs, *Pseudomonas aeruginosa* a été inhibé par trois extraits sur les 17 étudiés, soit 17,65% des extraits à 10mg/mL. Il s'agit des extraits de *Amanita rubescens*, de *Cantharellus cibarus* et de *Lepiota procera*. *S. aureus* a été inhibée par 35,29% des extraits, soit 6 extraits sur les 17 étudiés (*Amanita rubescens, Ganoderma lucidum* et *Stereum hirsitum* à 2,5mg/mL ainsi que de *Schizophyllium commune*, *Tremetta mesenterica* et *Trichaptum abietum* à 5mg/mL). Enfin *S. sonnei* a été inhibé par 58,82% des extraits, soit 10 sur 17 extraits étudiés. Il s'agit des extraits de *Boletus eruthropus*, de *Ganoderma lucidum*, de *Lactarius kabansus*, de *Stereum hirsitum*, de *Tremella mesenterica*, de *Trichaptum abietinum* à 10mg/mL ainsi que les extraits de *Inonotus hispidus*, de *Lactarius angusters*, *Schizophyllium commune* et *Trametes gibbosa* à 5mg/mL.

En outre, les extraits de *Ganoderma lucidum* ont inhibé 3 germes sur les 4 testés. Par contre, les extraits de *Amanita rubescens*, de *Schizophyllium commune*, de *Stereum hirsitum*, de *Tremella mesenterica* et de *Trichaptum abietinum* ont inhibé 2 germes sur les 4 soumis aux tests.

En comparant les CMI et les CMB obtenues, il ressort que 91,52% des extraits (cfr tableau 6) ont un effet bactériostatique sur les germes testés. Seuls les extraits de *Ganoderma lucidum* (CMI :1,25mg/ml et CMB : 2,5mg/ml) sur *S. aureus*, de *Lactarius angusters* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei*, de *Schizophyllium commune* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et sur *S. aureus*, de *Trametes gibbosa* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* et de *Trichaptum abietinum* (CMI : 2,5mg/ml et CMB : 5mg/ml) sur *S. sonnei* avait un effet bactéricide sur les germes.

Les résultats obtenus dans cette étude sont comparables à ceux de la littérature à notre portée. En effet, les extraits méthanoliques de *Cantharellus cibarius* ont montré une bonne activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* [1]. *Cantharellus cibarius* semble être une bonne option pour inhiber l'activité de *Staphylococcus aureus*, et dans certains cas, *Bacillus cereus* et *Bacillus subtilis* [24]. Selon Barros et al. [25], *Cantharellus cibarius* n'a montré aucune activité contre les bactéries Gram-, par opposition à Ozen et al. [32] qui ont affirmé que ce champignon avait une activité contre *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Ganoderma lucidum est connu comme un champignon médicinal traditionnel. Ses divers extraits ont été montrés la même efficacité que le sulfate de gentamycine. Il a montré une activité inhibitrice modérée vis-à-vis *Staphylococcus aureus* [23] comme c'est la cas dans la présente étude.

La sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa* aux extraits méthanoliques des champignons étudiés est d'une grande importance, car les souches du genre Pseudomonas présentent une résistance aux antibiotiques utilisés en pratique. Ainsi tout agent antibactérien auquel elles sont sensibles mérite une attention particulière [19].

4.3 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

Il ressort que tous les extraits analysés (cfr tableau 7) ont manifesté une activité antioxydante vis-à-vis du DPPH à l'exception des extraits des *Trichaptum abietinum*. Ces résultats montrent que les champignons étudiés contiennent des substances chimiques qui pourraient être bénéfiques pour l'organisme vivant et les champignons comestibles pourraient être utilisés comme alicaments. Ainsi la consommation des champignons peut être bénéfique pour notre organisme parce que les composés qu'ils contiennent, protégeraient l'organisme contre les agressions des radicaux libres.

Les champignons étudiés ont manifesté une activité antioxydante. Cette dernière pourrait être corrélée avec leur composition chimique. En effet, plusieurs études ont montré que quelques champignons notamment *Amanita rubescens, Cantharellus cibarius, Ganoderma lucidum*, *Inonotus hispidus* et *Schizophyllium commune* ont des activités antioxydantes in vitro vis-à-vis du DPPH et de l'ABTS [6-9,20,22].

D'autres études ont démontré que les champignons contiennent des substances à effets antioxydants. En effet, les composés phénoliques particulièrement peuvent agir comme antioxydant en brisant les chaînes radicales des produits plus stables dans les membranes des microsomes de foie, avec la capacité de protéger les lipoprotéines de basse densité et les macrophages lourds. Ils peuvent aussi jouer un rôle important pour assurer la protection instinctive contre le stress oxydatif et les effets secondaires de sa contribution avec des vitamines [7].

Eu égard à ce qui précède, devant les problèmes de santé publique que connaissent la population katangaise en particulier et RD Congolais en général, les champignons pourraient apporter une réponse thérapeutique adaptée à la population. Ainsi, les remèdes à base de champignons comme ceux des plantes constitueraient, une voie prometteuse pour le développement des nouveaux alicaments et/ou médicaments.

5 CONCLUSION

Cette étude avait comme objectif de faire le criblage chimique de 17 champignons récoltés dans les environs de Lubumbashi et d'évaluer leurs activités antibactériennes et antioxydantes.

Le criblage chimique a permis d'identifier les saponines, les tanins, les anthocyanes, les coumarines, les flavonoïdes et les stéroïdes dans les champignons étudiés. Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antibactérienne a démontré que les extraits méthanoliques de champignons étudiés ont tous inhibé les germes dont 87,5% (36/48 extraits testés) étaient bactériostatiques et 12,5% étaient bactéricides vis-à-vis des 4 germes étudiés. Les plus faibles CMI ont été obtenues avec les extraits de *Amanita rubescens* (0,3125mg/mL) sur *S. aureus*, de *Schizophyllium commune* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*, de *Stereum hirsitum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus* et *S. pneumoniae* et de *Trichaptum abietinum* (0,625mg/mL) sur *S. aureus*. Enfin, tous les champignons ont manifesté une activité antioxydante vis-à-vis du DPPH à l'exception des extraits des *Trichaptum abietinum*.

Avec les activités antioxydantes et antibactériennes établies des extraits de champignons comestibles et non comestibles étudiés, nous suggérons de procéder à une extraction des substances chimiques par des solvants à polarité croissante pour déterminer les caractéristiques chimiques et biologiques de chaque extrait qui sera obtenus.

REFERENCES

[1] M.J. Alves, I.C.F.R. Ferreira, J. Dias, V. Teixeira , A. Martins, M. Pintado, ''A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds'', pp.1.36.

[2] F. Malaisse, ''How to live and survive in Zambezian open forest (Ecoregion), Presses Agronomiques de Gembloux'', Gembloux; pp.61-68, 186, 2010.

[3] F. Malaisse, ''Se nourrir en forêt claire Africaine, Approche écologique et nutritionnelle'', Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, pp.39-53, 1997.

[4] P. Corsin, ''Flore universelle'', Edition de Lausanne, Lausanne, pp.109-150, 1971.

[5] P. Petit et M. Vwakanakazi, ''Bunganga ya mici : guérisseurs et plantes médicinales à Lubumbashi'' ; Rapport des recherches effectuées durant la 12^{e} session des travaux de l'Observatoire du Changement Urbain (OCU) ; Université de Lubumbashi; pp.70-110, 2004.

[6] S. Wei and L.J. L. D. Van Griensven, ''Pro- and Antioxidative Properties of Medicinal Mushroom Extracts'', International Journal of Medicinal Mushrooms, 10(4):315–324, 2008.

[7] H.H. Arbaayah And Y. Umi Kalsom, ''Antioxidant properties in the oyster mushrooms (Pleurotus spp.) and split gill mushroom (Schizophyllum commune) ethanolic extracts'', Mycosphere 4 (4): 661–673, 2013.

[8] G. Shirmila Jose and P.M. Radhamany, ''Identification and determination of antioxidant constituents of bioluminescent mushroom'', Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 386-391, 2012.

[9] A.H. Wani, R. H. Boda, Taskeen-un-Nisa and L.A. Peer, ''Potential antioxidant activity of some mushrooms growing in Kashmir Valley'', Mycopath, 8(2): 71-75, 2010.

[10] J. Harborne, ''Méthodes phytochimiques : Un guide pour des techniques d'analyses des plantes'', Ed. Chapman, Londres, p.271, 1973.

[11] S. Lumbu, K.M. Mbayo et K. Kahumba, ''Analyse semi-quantitaive de quelques plantes utilisées en médecine traditionnelle à Lubumbashi et ses environs'', Ann. Méd.Vét. ; PUL, XVII, 1, 8-12, 2005.

[12] J. Bruneton, ''Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales'', 3^{è} éd., TEC, Paris, pp.21, 23, 320-370, 1999.

[13] J. Kouamé, C. Gnoula, E. Palé, H. Bassolé, I. P. Guissou, J. Simporé et Nikiéma, ''Etude des propriétés cytotoxiques et anti-radicalaires d'extraits de feuilles et de galles de Guiera senegalensis J. F. Gmel (Combretacae)'', Science et technique, Sciences de la santé, Vol. 32, n°1 et 2, 9-23, 2009.

[14] J.-L. A. Moroh, C. Bahi, K. Dje, Y. G. Loukou, F. Guede-Guina, ''Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique (EAC) de Morinda morindoides (Baker) milne-redheat (rubiaceae) sur la croissance in-vitro des souches d'Escherichia colii'', Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 77, pp. 44 – 61, 2008.

[15] S. Dramane, K.M. Witabouna, K. Kagoyire, ''Evaluation des Activités Antimicrobiennes et Anti-Radicaux Libres de Quelques Taxons Bioactifs de Côte d'ivoire'', European Journal of Scientific Research, Vol.40 No.2, pp.307-317, 2010.

[16] M. Maciel, A.C. Pinto, J.B. Viciga et N.F. Grymberg, ''Plantas medicinais, a necessiade de estudes multidisciplinares'', Quimica Nova, (25), pp 428-438, 2002.

[17] M.W. Kone et A.K. Kamanzi, ''Inventaire éthnomédical et évaluation de l'activité de plantes médicales utilisées en Côte d'Ivoire contre les helminthiases intestinales'', Pharm. Méd. Afr. : 56 -71, 2006.

[18] M. Wery, ''Protozoologie médicalei'', Ed. De Boeck, Bruxelles, pp 40, 41, 46, 1995.

[19] B.C. Loubaki, A.S. Ouattara, C.A.T. Ouattara, R. Ouedraogo Traore et A.S. Traore, ''Activités antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de Detarium microcarpum [Cesalpinaceae (Guill et Perr)] sur huit espèces bactériennes impliquées dans certaines maladies infectieuses au Burkina Faso'', Sciences et Médecine, Rév. Cames - Série A, vol. 01, 66-73, 1999.

[20] A. Keleş, İ. Koca and H. Gençcelep, ''Antioxidant Properties of Wild Edible Mushrooms, Food: Processing & Technology, Volume 2, Issue 6:1-6, 2011.

[21] H. Tapiero, K.D. Tew, N. BA and G. Mathé, ''Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies?'' Biomedicine and Pharmacotherapy 56 (4) : 200-207, 2002.

[22] P. Aggarwal, P. Sharma, S. Sharma and J. Aggarwal, ''Antioxidant mushroom: review'', International Research Journal of Pharmacy, 3(6):65-70, 2012.

[23] S. Quereshi, A.K. Pandey and S.S. Sandhu, ''Evaluation of antibacterial activity of different Ganoderma lucidum extracts'', J Sci Res., 3: 9-13, 2010.

[24] L. Barros, T. Cruz, P. Baptista, L.M. Estevinho and ICFR Ferreira, ''Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals'', FoodChemToxicol 46: 2742–2747, 2008.

[25] L. Barros, B.A. Venturini, P. Baptista, L.M. Estevinho and ICFR Ferreira, ''Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: A comprehensive study'', J.Agric.Food Chem, 56: 3856-3862, 2008.

[26] K. Kambu, L. Tona, S. Kaba, K. Cimanga et N. Mukala, ''Activité antispasmodique d'extraits à partir de plantes utilisées en préparations comme antidiarrhéiques à Kinshasa, Zaïre'', Ann. Pharmaceutiques françaises, Ed Masson, Paris, 48(4), pp 200-208, 1990.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 10 No. 1 Jan. 2015, pp. 450-458
© 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude de la Peroxydation Lipidique (MDA) et l'Activité Antioxydative (POD) Chez Deux halophytes: *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt sous l'Effet du Sel

[Study of Lipid peroxidation (MDA) and antioxidative Activity (POD) In Two halophyte: *Atriplex halimus* L. and *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt under Salt Effect]

Zineb Mahi[1], Fabienne Dedaldechamp[2], Laurence Maurousse[2], Rémi Lemoine[2], and Moulay Belkhodja[3]

[1]Département de Biotechnologie végétale, Faculté des Sciences Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironement (LPSP).Université des Sciences et de la Technologie Mohamed BOUDIAF d'Oran, Algeria

[2]Université de Poitiers UFR Sciences Fondamentales et Appliquées UMR-CNRS 7267 - EBI
Ecologie et Biologie des Interactions
86022 POITIERS CEDEX, France

[3]Laboratoire de Biotoxicologie Expérimentale, Biodépollution et de Phytoremediation BTEBDPR, Faculté des Sciences, Université Es-Senia - Oran, Algeria

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

ABSTRACT: The effect of salt stress on antioxidative activity was studied in two species of halophytes *Atriplex*: *halimus* and *canescens*. The plants were exposed to 100, 300 and 600 mM l^{-1} NaCl for 30 days. The parameter of oxidative stress induced by salt, malondialdehyde (MDA) and the activity of peroxidase (POD) are determined. The results show that in terms of lipid peroxidation, the two species are very little or not affected by the salt for all concentrations applied. This reflects a better protection of cell membranes against oxidative damaging effects of salt. However, in terms of peroxidase activity, variability of responses is observed. This variability is a function of the salt concentration, the organ and species.

KEYWORDS: halophytes, peroxidases, MDA, NaCl tolerance, *Atriplex*, salt stress, POD.

RESUME: L'effet du stress salin sur l'activité antioxydative est étudié chez deux espèces halophiles d'*Atriplex halimus L.* endémique des régions méditerranéennes et *canescens* (Pursh) Nutt endémiques des régions américaines. Les plantes sont exposées à 100, 300 et 600 mM l^{-1}NaCl pendant 30 jours. Le paramètre du stress oxydatif induit par le sel, malondialdéhyde (MDA) et l'activité de la peroxydase (POD) sont déterminés. Les résultats obtenus montrent qu'en terme de peroxydation lipidique, les deux espèces étudiées sont très peu ou pas affectées par le sel sous tous les traitements. Ceci présume l'action protectrice des membranes cellulaires contre les effets oxydatifs provoqués par salinité. Cependant, en terme d'activité peroxydase, une variabilité de réponses est observée. Cette variabilité est fonction de la concentration saline appliquée, de l'organe et de l'espèce.

MOTS-CLEFS: halophytes, peroxydases, MDA, Na Cl, tolérance, *Atriplex*, salinité, POD.

1 INTRODUCTION

La salinité est le problème majeur de l'agriculture [1], près de 20% des terres cultivées et de la moitié des régions irriguées du monde sont affectées par la salinité.

L'étude des effets de la salinité sur la croissance et le développement des plantes et la recherche des marqueurs biochimiques de stress sont d'une grande importance dans la sélection d'espèces résistantes. la salinité des sols affecte la croissance et le développement des plantes par la voie du stress osmotique [2], du stress toxique [3], du stress oxydatif [4], [5] et du déséquilibre nutritif [6] .Il a été démontré que la défense contre les ROS est associée aux stress environnementaux [7].

Les peroxydases ont été largement utilisées en vue de leur faible coût, leur grande diversité et leur large distribution [8]. Le malondialdéhyde (MDA) est considéré comme un bon indicateur de la tolérance des plantes à différentes contraintes abiotiques [9]. Le dosage du MDA renseigne sur l'état de dégradation des membranes cellulaires.

Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes aux sels, utilisées pour des applications économiques, écologiques, alimentaires et dans la production d'antioxydants et d'autres substances bioactives [10], [11], [12], [13], [14]. Elles présentent un intérêt particulier dans la compréhension des mécanismes de tolérance des plantes.

Les atriplex sont des espèces largement répandues dans tous les continents à l'exception de l'antarctique. Ces espèces naturellement tolérantes au sel sont envisageables dans des programmes de valorisation et de la réhabilitation des sols salés [13], [15], [16], [17]. Ainsi, plusieurs espèces exprimant de fortes potentialités de croissance, de prélèvement et de stockage de sel dans leurs parties aériennes sont intéressantes pour la fixation et le dessalement des sols dans les zones arides et semi-arides [18], [19], [20].

Nous proposons une analyse de la peroxydation lipidique à travers le dosage du MDA et de l'activité antioxydante à travers le dosage de l'activité peroxydase (POD) chez les deux espèces d'atriplex sous l'effet de la salinité.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL VEGETAL

Les graines expérimentées sont prélevées de deux espèces d'arbustes d'atriplex poussant dans des conditions naturelles. *A. halimus* originaire de la ville d'Oran (ravin blanc) et *A. canescens* originaire de la région d'El Bayad située au Sud-est d'Oran.

2.2 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai est conduit dans des pots, sous serre contrôlée, au département de Biologie Végétale de l'Université de Poitiers. Les graines d'*A. halimus* et d'*A. canescens* ont été lavées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 1 % pendant 5 minutes puis rincées plusieurs fois à l'eau distillée. Le semis est réalisé sur du terreau en alvéoles placées dans la serre.

L'arrosage des graines est effectué à l'eau de robinet et exécuté sous forme de fines gouttelettes afin d'éviter le déchaussement des graines. Des plantules âgées de deux semaines ont été repiquées dans un mélange (V/2V) de terreau et du sable de Fontainebleau).

L'arrosage est à 60% de la capacité de rétention du substrat soit 170 ml de solution nutritive (solution Peters professionnelle) à raison de trois fois par semaine jusqu'à l'application du stress salin (Na Cl) soit quatre mois après le semis. La photopériode est de 16 heures (jours longs) et l'humidité relative de 60 %, sous une température oscillant entre 22 et 24 °C.

2.3 APPLICATION DU STRESS

Le stress salin est appliqué au $105^{ème}$ jour après repiquage d'une manière progressive. Les plantes sont réparties en trois lots de 3 répétitions par traitement et par espèce. Chaque lot comprend des plantes témoins arrosées à la solution de Peters professionnelle et des plantes stressées arrosées à 100 mM l^{-1}, 300 mM l^{-1} ou 600 mM l^{-1} de Na Cl. L'ensemble des plantes sont arrosées à 60% de la capacité de rétention du substrat. Après un mois de stress, les plantes sont prélevées. Les feuilles et les racines sont séparées, pesées, enveloppées dans du papier aluminium puis conservées au congélateur.

2.4 DOSAGE DE MALONDIALDEHYDE (MDA)

La peroxydation lipidique est estimée par la détermination des quantités de malondialdéhyde selon la méthode de [21]. 50 mg de poids secs sont broyés puis homogénéisés dans 2 ml d'acide Trichloracétique (TCA) à 1 %. L'homogénat est centrifugé à 15000 g pendant 10 min à 4°C. 0,5 ml du surnageant sont mélangés à 1,5 ml d'acide Thiobarbiturique (TBA)

préparé dans du TCA à 20 % et incubés à 90°C pendant 20 min. Après l'arrêt de la réaction dans la glace, les échantillons sont centrifugés à 10000 g pendant 5 min. La D.O est lue à 532 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. La teneur du MDA est déterminée en utilisant le coefficient d'extinction 155 /Mm/cm.

2.5 EXTRACTION DES PROTEINES

L'extraction des protéines brutes se fait en broyant 0,5 g de matière végétale fraîche dans 20 ml de tampon phosphate (50 mM, pH = 7). Le broyage est facilité par l'addition d'une pincée de sable fin (sable de fontainebleau). Après une centrifugation à froid de l'extrait obtenu (15 min, 10000 g, à 4 °C), le surnageant est repris délicatement pour une deuxième centrifugation (5 min à 13000 g). Les concentrations de protéines sont déterminées selon la méthode de [22] en utilisant le SBA (sérum bovine albumine) comme un standard.

2.6 DOSAGE DE L'ACTIVITE PEROXYDASE

L'activité peroxydase est dosée en ajoutant 1 ml de gaïacol au mélange composé de 1 ml d'extrait enzymatique et 1 ml du substrat formé par le tampon phosphate et l'eau oxygénée (22 µl d'H_2O_2 à 30 %, 0,01 N pour 40 ml de tampon phosphate). L'activité enzymatique est suivie pendants 2 à 3 min et les densités optiques (λ = 470 nm) sont lues toutes les 15 secondes.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats montrent une variabilité d'accumulations de MDA, produit final de la peroxydation lipidique, considéré comme indicateur de stress oxydatifs résultant de plusieurs stress abiotiques [23]. Cette variabilité s'observe aussi bien chez les plantes témoins que chez les plantes traitées, ce qui **met en relief la variabilité intra spécifique.** L'accumulation de MDA au niveau des racines (Figure.1) d'*Atriplex. halimus* (25,90 µmol g^{-1} MS) à la faible concentration de sel (100 mMl $^{-1}$), moins importante que celle montrée par les racines (Figure.2) d'*Atriplex. canescens* (32,83 µmol g^{-1} MS) à la concentration modérée (300 mM l^{-1}), **laisse supposer que l'espèce *halimus* est sensible au sel à faibles concentrations alors que *canescens* l'est qu'à des concentrations plus fortes**.

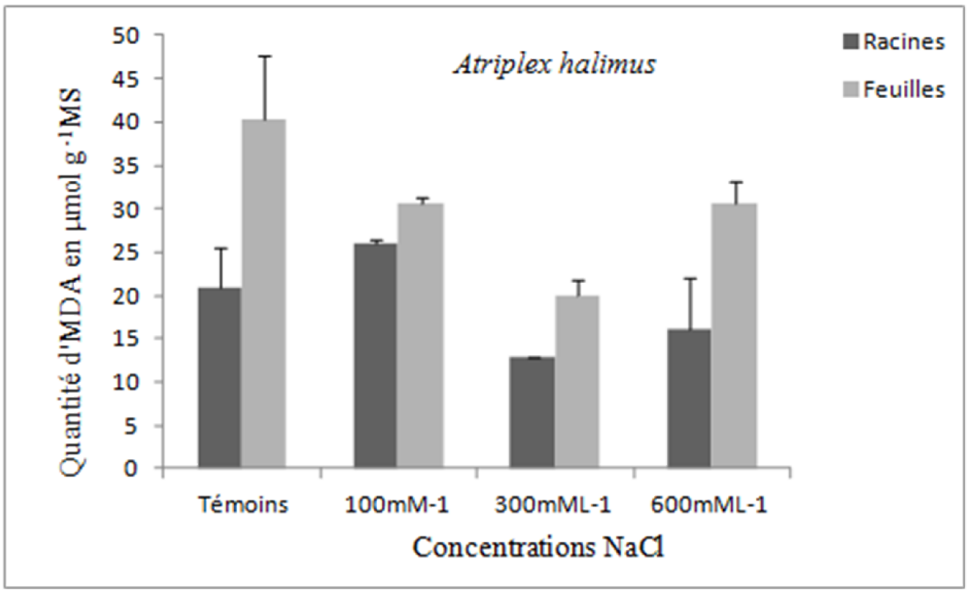


Fig. 1. Effet de Na Cl (100, 300 et 600 mM l^{-1}) sur le contenu en MDA (µmol g^{-1}MS) au niveau des organes d'Atriplex halimus.

En terme de quantité et non au regard du stress, ***canescens* présente des valeurs légèrement plus importantes témoignant ainsi des dommages plus prononcés des membranes cellulaires de cette espèce**. On peut conclure alors pour l'instant, que **les deux espèces diffèrent dans leur capacité de compartimenter le sel au niveau des cellules de leurs racines.**

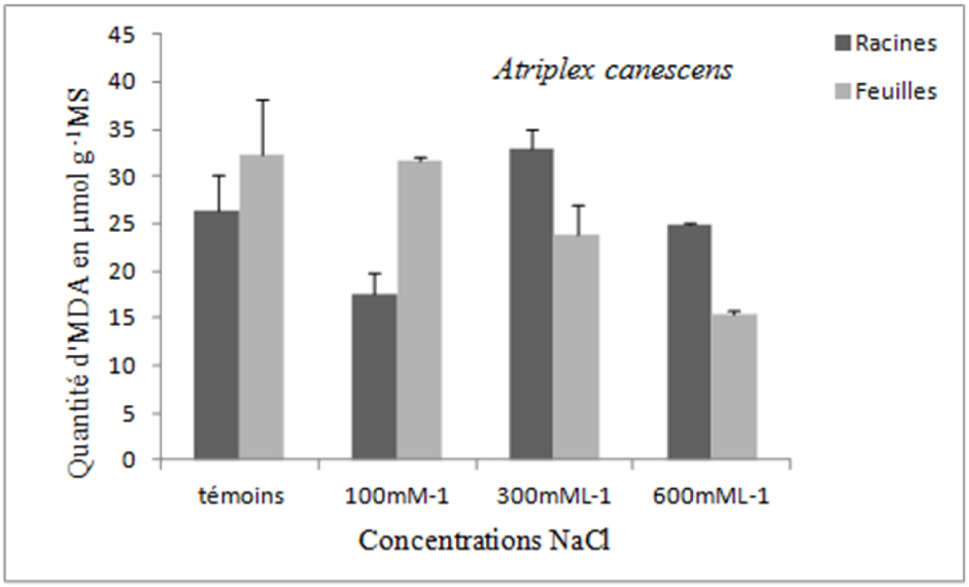


Fig. 2. Effet d'Na Cl (100, 300 et 600 mM l^{-1}) sur le contenu en MDA (µmol g^{-1}MS) au niveau des organes d'Atriplex canescens.

Certains auteurs [24], proposent une différence dans la capacité du maintient de l'équilibre hydrique des racines. Nos résultats montrent aussi une **diminution du niveau de MDA au niveau des feuilles des deux espèces, quelque soit la concentration saline appliquée**, cette diminution est fonction de la concentration d'NaCl chez les feuilles d'*Atriplex canescens.* chez les feuilles d'*Atriplex halimus*, elle est plus importante à la concentration modérée qu'aux deux autres traitements (faible et forte) dont la quantité reste presque inchangée (30,70 et 30,71µmol q^{-1}. Une diminution similaire est observée Chez l'halophyte *Cakile maritima*, où le contenu en MDA diminue avec la salinité chez la variété Tabarka [24]. La même observation est constatée Chez les lignées transgéniques (gène AhCMO *d'Atriplex hortensis* introduit) de Cotton (*Gossypium hirsutum L.*) où le contenu en MDA diminue à 150 mM l^{-1} d'NaCl [25]. Par contre**,** ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus par de nombreux hauteurs [26], [27], [28], [29] chez successivement, le colza, *Cakile maritima,* le riz, et le blé chez les quelles, le contenue en MDA augmente avec la concentration du cadmium, de la salinité et le degré du froid. Récemment, [30] constate que le niveau de MDA augmente chez le cotton (*Gossypium hirsutum* L.) stressé au cadmium. Le niveau du MDA invariable semble être une caractéristique des plantes tolérantes à la salinité et le degré des dégâts oxydatifs cellulaires des plantes exposées aux stress abiotiques est fonction de la capacité des plantes à se protéger contre les agents oxydatifs [31], [32]. [33]. Selon [34], l'impact du stress salin est plus important chez des feuilles sénescentes que les feuilles mâtures ou jeunes de deux variétés (*Arper et Aristo*) de maïs (*Zea mays L.*), Ils relient la meilleure tolérance au sel des feuilles d'*Arper* à la capacité de ces dernières à accumuler des polyphénols, en particulier, les anthocyanines qui selon ces auteurs, participent efficacement à la restriction des dommages oxydatifs causées par la formation des molécules de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) [37].

Concernant les protéines totales d'*Atriplex halimus*, les résultats (Figure. 3) montrent que leurs quantités diminuent quelque soit l'organe considéré à la faible concentration. A 300 mM, les racines montrent une légère hausse alors qu'aux niveaux des feuilles on constate une diminution d'environ 50 %. A 600 mM, le contenu protéique augmente d'environ 30 % au niveau des racines par contre, il diminue légèrement au niveau des feuilles (moins de 10 %).

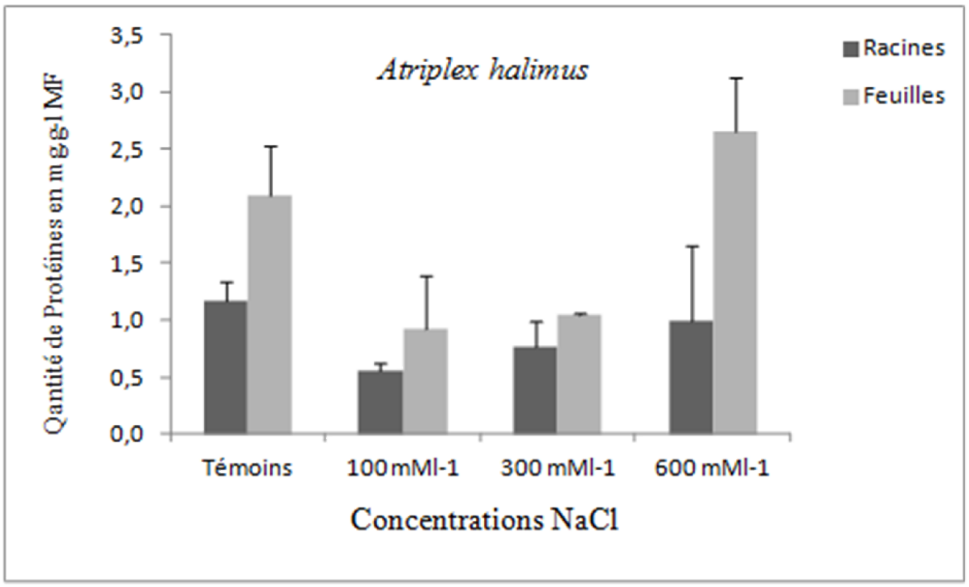


Fig. 3. Effet d'Na Cl (100, 300 et 600 mM l^{-1}) sur les quantités de protéines totales (mg g^{-1}MF) au niveau des organes d'Atriplex halimus.

Chez *Atriplex. canescens*, les résultats montrent (Figure. 4) qu'à la faible concentration (100 mM), les protéines ne présentent aucun changement aux niveaux des racines. Alors que, les feuilles montrent une augmentation d'environ 25 %. A 300 mM, les racines et les feuilles montrent une diminution des quantités de protéines. Cette diminution est plus importante au niveau des feuilles (environ 30%). A la forte concentration (600 mM), les résultats sont variables, les protéines augmentent légèrement au niveau des racines alors qu'elles diminuent d'environ 40% au niveau des feuilles.

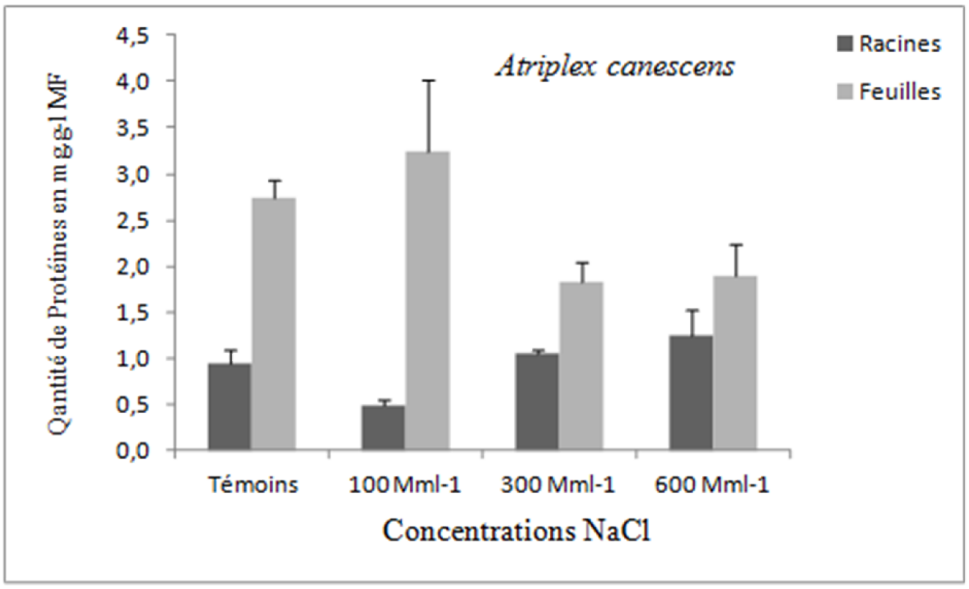


Fig. 4. Effet d'Na Cl (100, 300 et 600 mM l^{-1}) sur les quantités de protéines totales (mgg^{1}MF) aux niveaux des organes d'Atriplex canescens.

La diminution de la teneur en protéines totales, au niveau des feuilles stressées au cadmium, est montrée chez le Cotton [30]. Chez *Atriplex. halimus* (Tableau.1), une relation inversement proportionnelle entre le contenu en MDA et les quantités de protéines totales est constatée. Cette relation se vérifie pour l'ensemble des traitements au niveau de tous les organes.

Table 1. Corrélations entre le contenu en MDA, en protéines totales et l'activité Peroxydase chez Atriplex halimus

A.halimus		100 mM l^{-1}			300 mMl^{1}			600Mml^{1}	
	MDA	PROTEINES	POD	MDA	PROTEINES	POD	MDA	PROTEINES	POD
R	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓
F	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓

Chez *Atriplex canescens* (Tab.2), cette relation, entre les différents paramètres étudiés, est moins visible

Table 2. Corrélations entre le contenu en MDA, en protéines totales et l'activité Peroxydase chez Atriplex canescens

A.canescens		100Mm l^{-1}			300Ml^{1}			600Ml^{1}	
	MDA	PROTEINES	POD	MDA	PROTEINES	POD	MDA	PROTEINES	POD
R	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑
F	↓	↑	–	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Chez *Atriplex. halimus*, les résultats observés (**Figure 5**) sont variables. A la faible concentration, l'activité POD augmente quelques soit l'organe. Cette augmentation est plus importante au niveau des racines qu'au niveau des feuilles. A la concentration moyenne, l'activité POD reste inchangée au niveau des racines et diminue au niveau des feuilles. A la forte concentration, cette activité diminue considérablement au niveau des racines et davantage au niveau des feuilles.

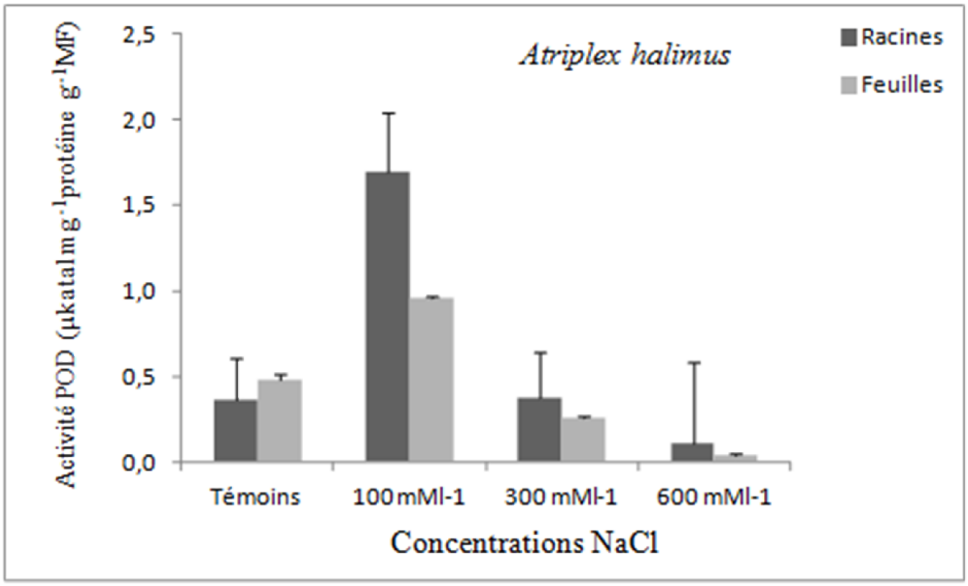


Fig. 5. Effet d'NaCl (100, 300 et 600 mM l^{-1}) sur l'activité POD (µkat mg^{-1} g^{-1}MF) au niveau des organes d'Atriplex halimus.

Chez *Atriplex canescens*, quelque soit le traitement, l'activité peroxydase **(Figure 6)** est plus importante au niveau des racines qu'au niveau des feuilles où cette activité s'annule. A cet effet, il faut remarquer que, l'activité peroxydase augmente au niveau des racines, en particulier, celles stressées à faible concentration (plus de 30%). Cette activité s'annule au niveau des feuilles.

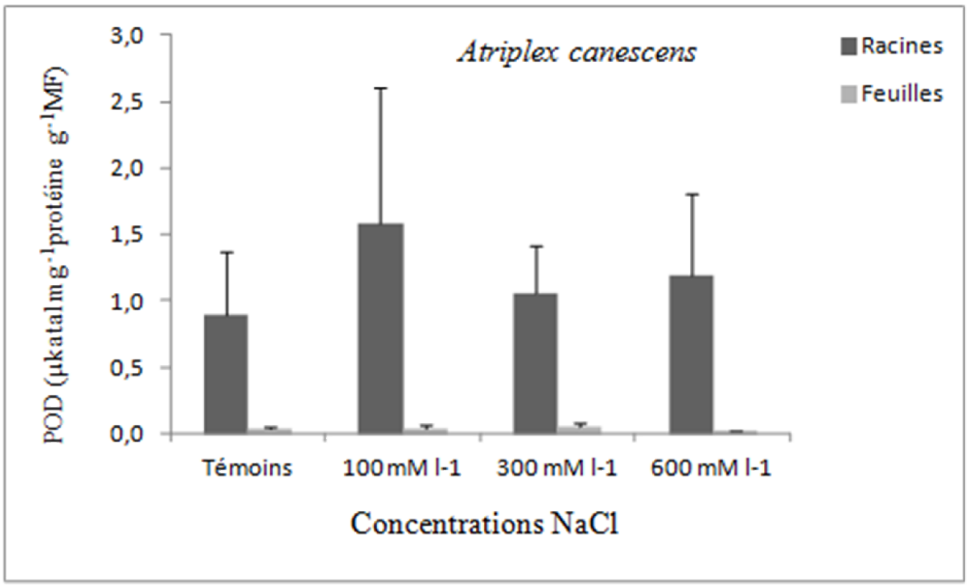


Fig. 6. Effet d'Na Cl (100, 300 et 600 mM l^{-1}) sur l'activité POD (µkat mg^{-1} protéine g^{-1}MF) au niveau des organes d'Atriplex canescens.

L'étude des corrélations **(Tableau 1 et 2)** entre les trois éléments étudiés montre **qu'une relation proportionnelle existe entre le contenu en MDA et l'activité peroxydase POD chez *Atriplex halimus*.** Cette **corrélation n'est visible qu'au niveau des racines et feuilles traitées à 300 mM et seulement aux feuilles traitées à 600 mM chez *Atriplex canescens***. Plusieurs travaux ont montré que la tolérance au sel est fortement liée à l'efficacité des enzymes antioxydants [35], [36], [37]. Selon [38] et [39], la tolérance au sel semble être liée à une augmentation de la capacité antioxydative impliquée dans la détoxification des espèces d'oxygènes réactives (ROS). L'augmentation de l'activité POD en fonction du sel a été observée aux niveaux des racines et des rameaux de *Crithmum maritimum* [40]. SOD, CAT et POD, sont des enzymes antioxydants majeurs impliquées dans l'élimination des peroxydes d'hydrogènes produits aux niveaux des chloroplastes [41]. La variation aux niveaux des peroxydases est observée chez plusieurs espèces cultivées sous différents stress abiotiques et biotiques tel que chez *Opuntia ficus indica* L. traitée à la salinité, chez qui, ce stress provoque une augmentation des peroxydases dans les fractions solubles et ioniques préparées à partir d'écotypes tolérants) [8] chez *Limonium bicolor* [42], chez *Medicago sativa L*. [43], chez *Capparis ovata* Desf. cultivées sous stress osmotique [44] et chez *Atriplex subspicata* sous l'effet d'insectes herbivores *Spilosoma virginica* [45]. [24] suggèrent que les halophytes peuvent êtres considérées comme un bon matériel à production d'antioxydants, ils relient la capacité de production à la localité des espèces (les espèces de l'étage bioclimatique aride sont plus productrices). Récemment, [46] montrent que l'accumulation de proline, connue pour son rôle dans l'osmorégulation, peut contribuer à l'élimination des ROS chez les halophytes notamment chez *Heliotropium curassavicum* et *Atriplex stocksii* en période sèche. Les travaux de [47] montrent que SOD et POD diminuent graduellement avec le sel chez *Arabidopsis* transgénique, ils suggèrent que Ss APX (stroma ascorbate peroxydase de *Suaeda salsa*) peut jouer un rôle important dans la protection contre le stress oxydatif induit par le sel chez les plantes supérieures. Récemment, [48], montrent que les activités des enzymes de défense antioxydants de *Broussonetia papyrifera* changent en parallèle avec l'augmentation du H_2O_2 et que la salinité semble être reliée à la régulation différentielle d'isoenzymes SOD et POD. Des analyses similaires chez (*Panicum virgatum* L.) stressée, également, à la salinité indiquent que les activités CAT, POD et SOD sont plus significatives que celles d'APX, GSH et MDA. Cependant, les résultats obtenus suggèrent que les trois derniers indices biochimiques sont plus sensibles que les trois premiers indices au Na Cl.

En conclusion, la variabilité des réponses **intra et interspécifiques** a montré que **l'intégrité des membranes cellulaires est peu atteinte chez les deux espèces et davantage chez *A. halimus***. En termes de quantités, ***A. canescens* est légèrement plus riches en protéines totales qu'*A. halimus***. A la lumières de l'ensemble des résultats obtenus, il ressort qu'il **existe des corrélations entre le contenue en MDA et l'activité enzymatique POD chez *A. halimus***. L'absence de celle-ci **chez *A. canescens* laisse supposer que POD n'est pas ou peu impliquée dans la détoxification**

REFERENCES

[1] S. Cha-um, K. Supaibulwatana, et C. Kirdmanee, "Water Relation, Photosynthetic Ability and Growth of Thai Jasmine Rice (Oryza sativa L. ssp. indica cv. KDML 105) to Salt Stress by Application of Exogenous Glycinebetaine and Choline" , *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 192, n° 1, pp. 25-36, 2006.

[2] L. Ben Khaled, A. M. Gõmez, M. Honrubia, et A. Oihabi, "Effet du stress salin en milieu hydroponique sur le trèfle inoculé par le Rhizobium", *Agronomie*, vol. 23, n° 7, pp. 553-560, 2003.

[3] G. Okcu, M. D. Kaya, et M. Atak, "Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (Pisum sativum L.)", *Turkish journal of agriculture and forestry*, vol. 29, n° 4, pp. 237-242, 2005.

[4] B. Seckin, A. H. Sekmen, et İ. Türkan, "An Enhancing Effect of Exogenous Mannitol on the Antioxidant Enzyme Activities in Roots of Wheat Under Salt Stress", *J Plant Growth Regul*, vol. 28, n° 1, pp. 12-20, 2009.

[5] G. M. Alhdad, C. E. Seal, M. J. Al-Azzawi, et T. J. Flowers, "The effect of combined salinity and waterlogging on the halophyte Suaeda maritima: The role of antioxidants", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 87, pp. 120-125, 2013.

[6] S. Chen, P. Hawighorst, J. Sun, et A. Polle, "Salt tolerance in Populus: Significance of stress signaling networks, mycorrhization, and soil amendments for cellular and whole-plant nutrition", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 107, n° 0, pp. 113-124, 2014

[7] B. G. N. Sreenivasulu, "Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (Setaria italica)", *Physiologia Plantarum*, vol. 109, n° 4, pp. 435 - 442, 2000.

[8] KHALES, A. et BAAZIZ ,M., "Etude des peroxydases d'écotypes d'Opuntia ficus indica L. en relation avec le développement dans des conditions de stress salin. Congrès international de biochimie", présenté à Deuxième Congrès International de Biochimie., Agadir (Maroc), 2006.

[9] J. A. Hernández, A. Jiménez, P. Mullineaux, et F. Sevilia, "Tolerance of pea (Pisum sativum L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences", *Plant, Cell & Environment*, vol. 23, n° 8, pp. 853-862, 2000.

[10] R. S. Swingle, E. P. Glenn, et V. Squires, "Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients", *Animal Feed Science and Technology*, vol. 63, n° 1-4, pp. 137-148. 1996.

[11] R. Ksouri, H. Falleh, W. Megdiche, N. Trabelsi, B. Mhamdi, K. Chaieb, A. Bakrouf, C. Magné, et C. Abdelly, "Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte Tamarix gallica L. and related polyphenolic constituents", *Food and Chemical Toxicology*, vol. 47, n° 8, pp. 2083-2091, 2009.

[12] E. P. Glenn, T. Anday, R. Chaturvedi, R. Martinez-Garcia, S. Pearlstein, D. Soliz, S. G. Nelson, et R. S. Felger, "Three halophytes for saline-water agriculture: An oilseed, a forage and a grain crop", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 92, pp. 110-121, 2013.

[13] M. Belkhodja et Y. Bidai, "La réponse des graines d'Atriplex halimus L. à la salinité au stade de la germination", *Science et changements planétaires / Sécheresse*, vol. 15, n° 4, pp. 331-335, 2004.

[14] V. Hochman Adler, Y. Lubin, et M. Coll, "Spillover of crop herbivores into adjacent desert habitats", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 193, pp. 117-124, 2014.

[15] C. Zucca, F. Julitta, et F. Previtali, "Land restoration by fodder shrubs in a semi-arid agro-pastoral area of Morocco. Effects on soils", *CATENA*, vol. 87, n° 3, pp. 306-312, 2011.

[16] C. Zucca, M. Pulido-Fernández, F. Fava, L. Dessena, et M. Mulas, "Effects of restoration actions on soil and landscape functions: Atriplex nummularia L. plantations in Ouled Dlim (Central Morocco)", *Soil and Tillage Research*, vol. 133, pp. 101-110, 2013

[17] D. J. Walker, S. Lutts, M. Sánchez-García, et E. Correal, "Atriplex halimus L.: Its biology and uses", *Journal of Arid Environments*, vol. 100-101, pp. 111-121, 2014.

[18] H. M. El Shaer, "Halophytes and salt-tolerant plants as potential forage for ruminants in the Near East region", *Small Ruminant Research*, vol. 91, n° 1, pp. 3-12, 2010.

[19] H. Ben Salem, H. C. Norman, A. Nefzaoui, D. E. Mayberry, K. L. Pearce, et D. K. Revell, "Potential use of oldman saltbush (Atriplex nummularia Lindl.) in sheep and goat feeding", *Small Ruminant Research*, vol. 91, n° 1, pp. 13-28, 2010

[20] M. N. González-Alcaraz, B. Aránega, M. C. Tercero, H. M. Conesa, et J. Álvarez- Rogel, "Irrigation with seawater as a strategy for the environmental management of abandoned solar saltworks: A case-study in SE Spain based on soil–vegetation relationships", *Ecological Engineering*, vol. 71, pp. 677-689, 2014.

[21] J. A. Hernández et M. S. Almansa, "Short-term effects of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of pea leaves", *Physiol Plant*, vol. 115, n° 2, pp. 251-257, 2002.

[22] J. C. Bearden, "Quantitation of submicrogram quantities of protein by an improved protein-dye binding assay", *Biochim. Biophys. Acta*, vol. 533, n° 2, pp. 525-529, 1978.

[23] J. A. Hernández, A. Jiménez, P. Mullineaux, et F. Sevilia, "Tolerance of pea (Pisum sativum L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences", *Plant, Cell & Environment*, vol. 23, n° 8, pp. 853-862, 2000.

[24] R. Ksouri, W. Megdiche, A. Debez, H. Falleh, C. Grignon, et C. Abdelly, "Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte Cakile maritime", *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 45, n° 3-4, pp. 244-249, 2007.

[25] H. Zhang, H. Dong, W. Li, Y. Sun, S. Chen, et X. Kong, "Increased glycine betaine synthesis and salinity tolerance in AhCMO transgenic cotton lines", *Mol Breeding*, vol. 23, n° 2, pp. 289-298, 2009.

[26] N. Ben Youssef, I. Nouairi, S. Ben Temime, W. Taamalli, M. Zarrouk, M. H. Ghorbal, et D. Ben Miled Daoud, "Effets du cadmium sur le métabolisme des lipides de plantules de colza (Brassica napus L.)", *Comptes Rendus Biologies*, vol. 328, n° 8, pp. 745-757, 2005.

[27] N. B. Amor, A. Jiménez, W. Megdiche, M. Lundqvist, F. Sevilla, et C. Abdelly, "Response of antioxidant systems to NaCl stress in the halophyte Cakile maritime", *Physiologia Plantarum*, vol. 126, n° 3, pp. 446-457,2006.

[28] F. Moradi et A. M. Ismail, "Responses of Photosynthesis, Chlorophyll Fluorescence and ROS-Scavenging Systems to Salt Stress During Seedling and Reproductive Stages in Rice", *Ann Bot*, vol. 99, n° 6, pp. 1161-1173, 2007.

[29] Y. Liang, J. Zhu, Z. Li, G. Chu, Y. Ding, J. Zhang, et W. Sun, "Role of silicon in enhancing resistance to freezing stress in two contrasting winter wheat cultivars", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 64, n° 3, pp. 286-294, 2008.

[30] M. K. Daud, H. Quiling, M. Lei, B. Ali, et S. J. Zhu, "Ultrastructural, metabolic and proteomic changes in leaves of upland cotton in response to cadmium stress", *Chemosphere*, vol. 120, pp. 309-320, 2015.

[31] A. Shalata et M. Tal, "The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative Lycopersicon pennellii", *Physiologia Plantarum*, vol. 104, n° 2, pp. 169-174, 1998.

[32] A. Shalata, V. Mittova, M. Volokita, M. Guy, et M. Tal, "Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative Lycopersicon pennellii to salt-dependent oxidative stress: The root antioxidative system", *Physiol Plant*, vol. 112, n° 4, pp. 487-494, 2001.

[33] M. Ashraf et P. J. C. Harris, "Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants", *Plant Science*, vol. 166, n° 1, pp. 3-16, 2004.

[34] H. Hichem, D. Mounir, et E. A. Naceur, "Differential responses of two maize (Zea mays L.) varieties to salt stress: Changes on polyphenols composition of foliage and oxidative damages", *Industrial Crops and Products*, vol. 30, n° 1, pp. 144-151, 2009

[35] N. P. Rout et B. P. Shaw, "Salt tolerance in aquatic macrophytes: possible involvement of the antioxidative enzymes", *Plant Science*, vol. 160, n° 3, pp. 415-423, 2001.

[36] V. Arbona, V. Flors, J. Jacas, P. García-Agustín, et A. Gómez-Cadenas, "Enzymatic and Non-enzymatic Antioxidant Responses of Carrizo citrange, a Salt-Sensitive Citrus Rootstock, to Different Levels of Salinity", *Plant Cell Physiol*, vol. 44, n° 4, pp. 388-394, 2003.

[37] A. Muscolo, M. Sidari, et M. R. Panuccio, "Tolerance of kikuyu grass to long term salt stress is associated with induction of antioxidant defences", *Plant growth regulation*, vol. 41, n° 1, pp. 57-62, 2003.

[38] D. Zhu et J. G. Scandalios, "Differential Accumulation of Manganese-Superoxide Dismutase Transcripts in Maize in Response to Abscisic Acid and High Osmoticum", *Plant Physiol.*, vol. 106, n° 1, pp. 173-178, 1994

[39] G. Noctor et C. H. Foyer, "ASCORBATE AND GLUTATHIONE: Keeping Active Oxygen Under Control", *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, vol. 49, n° 1, pp. 249-279, 1998.

[40] N. Ben Amor, K. Ben Hamed, A. Debez, C. Grignon, et C. Abdelly, "Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte Crithmum maritimum to salinity", *Plant Science*, vol. 168, n° 4, pp. 889-899, 2005.

[41] A. K. Parida et A. B. Das, "Salt tolerance and salinity effects on plants: a review", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 60, n° 3, pp. 324-349, 2005.

[42] Y. Li, "Kinetics of the antioxidant response to salinity in the halophyte Limonium bicolor", *Plant, Soil and Environment - UZPI (Czech Republic)*, 2008.

[43] X. WANG et J. HAN, "Changes of Proline Content, Activity, and Active Isoforms of Antioxidative Enzymes in Two Alfalfa Cultivars Under Salt Stress", *Agricultural Sciences in China*, vol. 8, n° 4, pp. 431-440, 2009.

[44] O. Ozkur, F. Ozdemir, M. Bor, et I. Turkan, "Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte Capparis ovata Desf. to drought", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 66, n° 3, pp. 487-492, 2009.

[45] P. Nabity, T. Heng-Moss, et L. Higley, "Effects of Insect Herbivory on Physiological and Biochemical (Oxidative Enzyme) Responses of the Halophyte *Atriplex subspicata* (Chenopodiaceae)", *Faculty Publications: Department of Entomology*, 2006.

[46] I. Aziz, B. Gul, S. Gulzar, et A. Khan, "Seasonal variations in plant water status of four desert halophytes from semi-arid region of Karachi", 2011.

[47] L. Li, X. Liu, W. J. G. M. Peijnenburg, J. Zhao, X. Chen, J. Yu, et H. Wu, "Pathways of cadmium fluxes in the root of the halophyte Suaeda salsa", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 75, pp. 1-7, 2012.

[48] M. Zhang, Y. Fang, Y. Ji, Z. Jiang, et L. Wang, "Effects of salt stress on ion content, antioxidant enzymes and protein profile in different tissues of Broussonetia papyrifera", *South African Journal of Botany*, vol. 85, pp. 1-9, 2013.